

**UNIVERSIDADE BRASIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA
CAMPUS SÃO PAULO**

LEIDIANA VIANA BESERRA

**AVALIAÇÃO DOS TESTES DE RESISTÊNCIA EM LUVAS DE LÁTEX
UTILIZADAS EM PROCEDIMENTOS ODONTOLÓGICOS**

**EVALUATION OF RESISTANCE TESTS ON LATEX GLOVES USED IN DENTAL
PROCEDURES**

São Paulo – SP

2024

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

LEIDIANA VIANA BESERRA

**AVALIAÇÃO DOS TESTES DE RESISTÊNCIA EM LUVAS DE LÁTEX
UTILIZADAS EM PROCEDIMENTOS ODONTOLÓGICOS**

Defesa de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Brasil, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Mardoqueu Martins da Costa

São Paulo – SP
2024

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil,
com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).**

B465a BESERRA, Leidiana Viana.

Avaliação dos testes de resistência em luvas de látex utilizadas em procedimentos odontológicos / Leidiana Viana Beserra. -- São Paulo: Universidade Brasil, 2024.

60 f. il. color.

Dissertação de Mestrado defendida no Programa de Pós-graduação do Curso de Engenharia Biomédica da Universidade Brasil.

Orientação: Prof. Dr. Mardoqueu Martins da Costa.

1. Biossegurança. 2. Luvas. 3. Resistência. 4. Odontologia. I. Costa, Mardoqueu Martins da. II. Título.

CDD 620.82



TERMO DE APROVAÇÃO

LEIDIANA VIANA BESERRA

AVALIAÇÃO DOS TESTES DE RESISTÊNCIA EM LUVAS DE LÁTEX UTILIZADAS EM PROCEDIMENTOS ODONTOLÓGICOS.

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

Membros da banca:

Orientador(a): Mardoqueu Martins da Costa

Membro interno: Priscila Pereira Favero

Membro externo: João Roberto Broggio

Orientador(a): Mardoqueu Martins da Costa

Documento assinado digitalmente



MARDOQUEU MARTINS DA COSTA

Data: 20/01/2025 10:26:18-0300

Verifique em <https://validar.id.gov.br>

Membro interno: Priscila Pereira Favero

Documento assinado digitalmente



PRISCILA PEREIRA FAVERO

Data: 20/01/2025 14:02:21-0300

Verifique em <https://validar.id.gov.br>

Membro externo: João Roberto Broggio

Documento assinado digitalmente



JOAO ROBERTO BROGGIO

Data: 20/01/2025 11:23:41-0300

Verifique em <https://validar.id.gov.br>



TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

INTITULADO: AVALIAÇÃO DOS TESTES DE RESISTÊNCIA EM LUVAS DE LÁTEX UTILIZADAS EM PROCEDIMENTOS ODONTOLÓGICOS

Houve alteração do título da dissertação?

Sim

Não

Autores

Discente: Leidiana Viana Beserra

assinatura do membro



Documento assinado digitalmente

LEIDIANA VIANA BESERRA

Data: 20/01/2025 10:44:37-0300

Verifique em <https://validar.jti.gov.br>

Orientador(a): Mardoqueu Martins da Costa

Documento assinado digitalmente



MARDOQUEU MARTINS DA COSTA

Data: 20/01/2025 10:26:18-0300

Verifique em <https://validar.jti.gov.br>

DEDICATÓRIA

Ao meu irmão, Antônio Germano Beserra júnior (*in memoriam*), ele que sempre se esforçou para me proporcionar a melhor educação. Se hoje eu cheguei até aqui devo à sua dedicação e ao seu amor meu herói da vida toda.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me mantido em pé com muita força, fé e resiliência para chegar até o final depois de tantas aprovações.

Agradeço à minha mãe Francisca Viana Beserra pela compreensão do tempo de convívio muitas vezes sacrificado para realização deste trabalho.

À minha companheira Veridiana Antunes Fernandes que acima de tudo é uma grande amiga, sempre presente nos momentos com uma palavra de incentivo, por estar ao meu lado e por me fazer ter confiança no meu potencial. Obrigado por aguentar tantas crises de estresse e ansiedade. Sem você ao meu lado este trabalho não seria possível. Você é o maior presente que Deus poderia ter me dado nesta vida.

À Marissol Antunes Fernandes meu muito obrigado por não medir esforços para me ajudar nos momentos mais difíceis e das adversidades.

À minha sobrinha Maria Fabrícia Beserra Gonçalves que, apesar da intensa rotina de sua vida acadêmica e de trabalho, as suas valiosas indicações fizeram toda a diferença nas trocas de ideias que me ajudaram muito.

Aos meus sobrinhos Hugo Germano Fonseca Beserra e Tiago Germano Fonseca Beserra por entenderem os momentos de ausência durante todo esse tempo.

À minha comadre, prima e irmã Cristiane Ferreira Viana e aos seus filhos Ana Beatriz e João Pedro pelo amor incondicional na minha vida sempre.

À minha Equipe da clínica Risodonto Antônia Rejane de Sousa e Luana Caetano de Sousa por todo carinho, apoio, incentivo e dedicação segurando as pontas na minha ausência na clínica. Vocês sempre farão parte de cada vitória.

Agradeço ao Prof. Dr. Mardoqueu Martins da Costa, responsável pela orientação desse trabalho. Por exigir de mim muito mais do que eu imaginava ser capaz de fazer. Manifesto aqui minha gratidão eterna por me entender e compreender todo esse período de TCC e por compartilhar de sua sabedoria, o seu tempo e sua experiência.

À Universidade Brasil, Instituto Científico e Tecnológico, Engenharia Biomédica, e todos os seus professores que sempre proporcionaram um ensino de alta qualidade.

RESUMO

Na prática clínica, as atividades profissionais estão sujeitas a diversos riscos ocupacionais, entre eles os riscos biológicos, que merecem destaque por envolverem patógenos como bactérias, fungos, protozoários, vírus e parasitas. Esses agentes podem invadir o organismo por vias cutânea, digestiva e/ou respiratória, manifestando-se de acordo com a resposta imune do indivíduo. Para assegurar uma prática segura e minimizar possíveis contaminações, as medidas de biossegurança incluem a adoção de protocolos rigorosos e o uso de Equipamentos de Proteção Individual, como as luvas de látex. No entanto, esses produtos podem apresentar variações de qualidade e resistência mecânica entre diferentes marcas, o que compromete a segurança de profissionais e pacientes. Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade de luvas de látex de procedimento empregadas em clínicas odontológicas, com foco na análise de resistência mecânica e impermeabilidade. Quatro marcas foram analisadas por meio de inspeção visual e teste de integridade, teste de impermeabilidade e ensaios de resistência à tração, que permitiram determinar a força máxima, a tensão máxima e o alongamento antes da ruptura. Nos testes dimensionais, não houve variação significativa no comprimento das luvas entre os fabricantes, e a largura manteve-se consistente, sem diferenças notáveis entre as marcas A e D. No teste de impermeabilidade, observou-se deformação em todas as marcas, com as luvas A e B apresentando ausência de rasgos, enquanto as luvas C mostraram múltiplos furos e as D exibiram vazamento próximo ao punho. Em relação à resistência à tração, constatou-se uma boa capacidade de estiramento antes da ruptura, com força máxima variando de 12,16 N a 17,94 N (média de $14,86 \pm 2,45$ N) e tensão máxima variando de 38,30 Mpa a 56,52 Mpa (média de $46,81 \pm 7,76$ Mpa). O alongamento variou de 907,04% a 1137,21%, com média de $1037,32 \pm 89,20\%$, indicando que há diferenças de desempenho entre as marcas analisadas e ressaltando a importância de uma seleção criteriosa de produtos que apresentem controle de qualidade comprovado. Conclui-se, assim, que existem diferenças significativas em relação à impermeabilidade e à resistência mecânica das luvas de látex, o que reforça a necessidade de uma avaliação criteriosa desses materiais para garantir a segurança de profissionais e pacientes, contribuindo para reduzir riscos biológicos na prática clínica e servindo como base para futuras pesquisas sobre a qualidade desses Equipamentos de Proteção Individual.

Palavras-chave: Biossegurança, Luvas, Resistência, Odontologia.

ABSTRACT

In clinical practice, professional activities are subject to various occupational risks, among which biological risks stand out for involving pathogens such as bacteria, fungi, protozoa, viruses, and parasites. These agents can invade the body via cutaneous, digestive, and/or respiratory routes, manifesting according to the individual's immune response. To ensure safe practice and minimize potential contamination, biosafety measures include adopting rigorous protocols and using Personal Protective Equipment such as latex gloves. However, these products can present variations in quality and mechanical resistance among different brands, which compromises the safety of professionals and patients. Therefore, this study aimed to evaluate the quality of latex procedure gloves used in dental clinics, focusing on their mechanical resistance and impermeability. Four brands were analyzed through visual inspection and integrity testing, impermeability testing, and tensile strength tests, which made it possible to determine the maximum force, maximum tension, and elongation before rupture. Dimensional tests revealed no significant difference in glove length among the manufacturers, and width remained consistent, with no notable differences between brands A and D. In the impermeability test, deformation was observed in all brands, with gloves A and B showing no tears, while gloves C had multiple holes and gloves D exhibited leakage near the cuff. Regarding tensile strength, a good stretching capacity before rupture was found, with a maximum force ranging from 12.16 N to 17.94 N (mean of 14.86 ± 2.45 N) and a maximum tension ranging from 38.30 MPa to 56.52 MPa (mean of 46.81 ± 7.76 MPa). Elongation values ranged from 907.04% to 1137.21%, with a mean of $1037.32 \pm 89.20\%$, indicating differences in performance among the analyzed brands and underscoring the importance of carefully selecting products with proven quality control. It is concluded that significant differences exist in terms of impermeability and mechanical resistance of latex gloves, emphasizing the need for a thorough evaluation of these materials to ensure the safety of professionals and patients, thereby helping reduce biological risks in clinical practice and serving as a basis for future research on the quality of this personal protective equipment.

Keywords: Biosafety, Gloves, Resistance, Dentistry.

DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

Os testes realizados em luvas de látex utilizadas em procedimentos odontológicos forneceram informações valiosas. Em relação às dimensões, constatou-se que o comprimento não variou significativamente entre as diferentes marcas. Da mesma forma, a largura das luvas das marcas A e D mostrou-se praticamente idêntica. No entanto, ao avaliar a capacidade das luvas de resistirem à água, observou-se que todas apresentaram deformações, embora as luvas da marca A não tenham exibido rasgos visíveis. As luvas da marca C apresentaram diversos furos, enquanto as da marca D apresentaram apenas um pequeno vazamento na altura do punho. No que diz respeito à resistência, o teste de tração indicou boa resistência mecânica e uma capacidade significativa de alongamento antes da ruptura.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Preparo do teste inspeção visual teste inspeção visual	27
Figura 2 - Preparo e calibração do software Image J	28
Figura 3 - Imagem da luva processada no Image J.....	29
Figura 4 - Software Image J, mostrando como abrir os arquivos.....	30
Figura 5 - Imagem aberta, com uma linha de 1cm feita na régua para calibração por definição da escala	30
Figura 6 - Janela para configurar a escala	31
Figura 7 - Preparo e suporte do teste de ensaio de Impermeabilidade	32
Figura 8 - Máquina universal de ensaios e suas características.....	33
Figura 9 - Molde do corpo de prova impresso, com medidas e realizando o corte ...	34
Figura 10 - Corpos de prova de todas as marcas prontos para realização do teste de tração.....	34
Figura 11 - Equipamento universal de teste de materiais	35
Figura 12 - Esquema do teste de inspeção visual com as luvas seca e cheia.....	36
Figura 13 - Pontos de medição para comprimento de largura e comprimento das luvas	38
Figura 14 - Esquema do teste de impermeabilidade no tempo de deformação das luvas preenchidas com 1000 ml de água à temperatura ambiente(38°C).....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados das medidas das dimensões das luvas látex	38
Tabela 2 - Resultados das medidas das dimensões das luvas látex	40
Tabela 3 - Resultados dos vazamentos de luvas no teste de impermeabilidade	42
Tabela 4 - Tração das 5 amostras da luva de marca A	46
Tabela 5 - Tração das 5 amostras da luva B	47
Tabela 6 - Tração das 5 amostras da luva de marca C	49
Tabela 7 - Tração das 5 amostras da luva de marca D	50
Tabela 8 - Média e desvio padrão em relação a tenção máxima e alongamento segundo a identificação das luvas das diferentes marcas avaliadas	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Tração das amostras de luva de marca A: Tensão (Mpa) x Deformação (%)	45
Gráfico 2 - Tração das amostras de luva B: Tensão (Mpa) x Deformação (%)	46
Gráfico 3 - Tração das amostras de luva de marca C: Tensão (Mpa) x Deformação (%)	48
Gráfico 4 - Tração das amostras de luva de marca D: Tensão (Mpa) x Deformação (%)	50
Gráfico 5 - Médias de Tensão (Mpa) x Alongamento (%) de todas os 4 grupos de Luvas	51

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADA	American Dental Association
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CGCRE	Coordenação Geral de Acreditação
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
ICEPEX	Instituto de Certificação para Excelência na Conformidade
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
OAC	Organismo de Avaliação da Conformidade
OCP	Organismo de Certificação de Produto
PAS	Prática Assistencial dos Profissionais da Área da Saúde
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PP	Precauções Padrão
SBAC	Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade
TEM	Ministério do Trabalho e Emprego

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 JUSTIFICATIVA	17
3 OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GERAL	18
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
4 REVISÃO DA LITERATURA	19
4.1 BIOSSEGURANÇA.....	19
4.2 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPIS)	20
4.3 LUVAS	21
4.4 ENSAIOS MECÂNICO PARA AVALIAÇÃO DE LUVAS	24
5 METODOLOGIA	26
5.1 LOCAL E PERÍODO DO ESTUDO.....	26
5.2 TIPO DE PESQUISA	26
5.3 TESTE DE INSPEÇÃO VISUAL.....	26
5.4 TESTE DIMENSIONAL	27
5.4.1 Obtenção da imagem	28
5.4.2 Processamento de imagem no programa Image J	29
5.5 TESTE DE IMPERMEABILIDADE	32
5.6 ENSAIO MECANICO DE TRAÇÃO (FORÇA NA RUPTURA E ALONGAMENTO NA RUPTURA)	32
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
6.1 TESTE DE INSPEÇÃO VISUAL.....	36
6.2 TESTE DIMENSIONAL	37
6.3 TESTE DE IMPERMEABILIDADE	39
6.4 ENSAIO MECANICO DE TRAÇÃO (FORÇA NA RUPTURA E ALONGAMENTO NA RUPTURA)	45
7 CONCLUSÃO	54
8 SUGESTÃO E CONTRIBUIÇÕES	55
8.1 SUGESTÕES.....	55
8.2 CONTRIBUIÇÕES	55
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, um dos temas mais relevantes entre os profissionais de saúde e, principalmente na área da Odontologia, é a biossegurança. Suas ações e normas são vitais para a segurança do paciente e da equipe de profissionais atuantes dessa área (ATKINSON; FREITAS; AMORIM, 2020). Segundo o conceito da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a biossegurança é um conjunto de ações, técnicas, procedimentos, metodologias, equipamentos e dispositivos voltados para a precaução da eliminação ou diminuição de riscos oriundos das atividades na produção, ensino, pesquisa e tecnológicos na prestação de serviços.

Nesse seguimento, os agravos à saúde do trabalhador podem ser devido a manipulação biológica, química, e física de produtos que são considerados riscos que podem ser provenientes de diferentes formas de existência de agentes biológicos, químicos, físicos dentre outros (BATISTA *et al.*, 2016).

Pensando nos riscos à saúde dos profissionais, é importante enfatizar que os acidentes de trabalho mais documentados mundialmente são devido ao contato com material biológico, como: sangue ou outros fluidos orgânicos que podem transmitir agentes biológicos patogênicos (TRIPPLE; SERRA; TRINDADE, 2016).

Desta forma, é indispensável a utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI) entre os profissionais de saúde e todos aqueles que possam ter contato com sangue ou fluidos corporais a fim de evitar a contaminação com agente biológico (BRASIL, 2010).

A literatura destaca, que o risco de contaminação por agentes patógenos está diretamente relacionado à exposição, duração e frequência do contato dos profissionais ao sangue contaminado, bem como manipulação de agulhas ou equipamentos infectados (TEXEIRA; VALLE, 2019; BATISTA *et al.*, 2016).

Sendo assim, utilizar barreiras de proteção (máscaras, aventais e óculos de proteção), EPIS, torna-se é necessário e indispensável à segurança da equipe de saúde e do paciente (BRASIL, 2010). Além disso, a proteção da equipe e dos pacientes sob seus cuidados também depende da esterilização e desinfecção dos equipamentos, materiais e bancadas utilizados, o acondicionamento adequado do instrumental, cuidados com a água utilizada nos equipamentos, bem como os cuidados no recolhimento do lixo contaminado (MASTROENI, 2018).

Dentre os patógenos transmissíveis que mais geram doenças através dos procedimentos rotineiros odontológicos destacam-se: hepatite B, AIDS e herpes simples, as quais são consideradas os maiores riscos de contaminação cruzada, transtornos e medo na área odontológica. Estas doenças mobilizam os cirurgiões-dentistas a trabalharem com medidas de biossegurança. Deste modo, as luvas de procedimentos são estritamente necessárias para evitarem contaminações (LOPES, 2019).

Visando a prevenção de acidentes e biossegurança nos atendimentos de consultório, destacam-se os EPIs, dentre eles as luvas de procedimentos clínicos. As luvas agem como uma barreira contra as infecções e contaminações que possam ser adquiridas dentro do setor de atuação do profissional, e está comprovado a sua efetividade quanto a sua função, por isso é imprescindível analisar a qualidade deste produto (LOPES, 2019).

No intuito de regularizar a qualidade dessas luvas, a ANVISA publicou uma Resolução RDC nº 5, de 15 de fevereiro de 2008, sob regime de vigilância sanitária, com os requisitos mínimos de qualidade e identidade para as luvas cirúrgicas ou de procedimentos, que determinam as exigências básicas no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (SBAC) (BRASIL, 2008).

Nesse seguimento, é realizada por meio do mecanismo de avaliação da conformidade para Luvas Cirúrgicas e de Procedimentos não Cirúrgicos, a certificação compulsória conduzido por Organismo de Avaliação da Conformidade (OAC), Designado Organismo de Certificação de Produto (OCP) (INMETRO, 2007).

Para os passos desse processo, foi estabelecido 2 (dois) modelos para obtenção e manutenção da autorização para o uso do Selo de Identificação da Conformidade. O Modelo de Certificação 5 – Ensaio de tipo, avaliação e aprovação do Sistema de Gestão da Qualidade do processo produtivo, acompanhamento através de auditorias no fabricante e ensaio em amostras retiradas alternadamente no comércio e no fabricante, e o Modelo de Certificação 7 – Ensaio de Lote (INMETRO, 2007).

A Portaria INMETRO / MDIC 332, publicada em 26/06/2012, determina que Luvas Cirúrgicas e de Procedimentos Não Cirúrgicos de Borracha Natural, Borracha Sintética e de Misturas de Borrachas Sintéticas fabricadas ou importadas, comercializadas no Brasil devem ser certificadas e atenderem aos requisitos mínimos de segurança e técnicas de avaliação da conformidade desses produtos.

O processo de certificação e de avaliação nos ensaios de luvas são conduzidos por laboratórios acreditados pelo Inmetro. Estes, estabelecem as regras para avaliação do objeto e a certificação dos laboratórios de ensaios no de Programas de Avaliação da Conformidade (MARTINS *et al.*, 2015).

2 JUSTIFICATIVA

O descuido e/ou negligência na manipulação de materiais biológicos pode ocasionar sérios danos à saúde do profissional que atua na área médica. O Conselho Federal de Odontologia afirma que o índice de acidentes com esses materiais é alto durante a manipulação de equipamentos e instrumentos perfurocortantes e rotatórios, que produzem ou não aerossol.

Dessa forma, o interesse pelo estudo é devido à necessidade de se avaliar as propriedades mecânicas das luvas de látex e as condições de segurança, conforme as recomendações do INMETRO e da Anvisa, utilizadas em procedimentos na área odontológica, uma vez que esse EPI é indispensável para a biossegurança dos profissionais e pacientes.

Baseado nisso, esse trabalho teve como finalidade avaliar a qualidade e resistência à tração somente das luvas de procedimento fabricadas em látex, de 4 (quatro) marcas diferentes, pelo fato de serem as mais comercializadas e utilizadas entre esses profissionais devido ao menor custo-benefício em relação às luvas cirúrgicas e de procedimento, fabricadas em nitrílico ou vinil.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os comportamentos mecânico das luvas de látex utilizadas em procedimentos odontológico.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analisar a qualidade de luvas de látex através dos testes de Inspeção Visual e de Integridade;
- Determinar o comprimento e largura através de ensaios dimensionais;
- Verificar a presença de furos nas luvas pelo ensaio de impermeabilidade;
- Determinar as propriedades de resistência no ensaio a tração (força na ruptura e alongamento).

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 BIOSSEGURANÇA

Na década de 70, após o surgimento da engenharia genética, a biossegurança começou a ser tema de discussão. A transferência e expressão do gene da insulina para a bactéria *Escherichia coli* foram os procedimentos pioneiros utilizando técnicas de engenharia genética, realizados em 1973, que provocaram forte reação da comunidade mundial de ciência, culminando com a Conferência de Asilomar, na Califórnia em 1974. Nesta conferência foram tratadas questões acerca dos riscos das técnicas de engenharia genética e sobre a segurança dos espaços laboratoriais (SANTOS *et al.*, 2019).

A biossegurança tem como fundamento priorizar a prevenção, diminuição e, conseqüentemente, a extinção dos riscos que as atividades profissionais nos colocam diariamente. É importante que o cirurgião-dentista renove e atualize constantemente seu conhecimento nesta área pois, para que haja biossegurança em atendimentos odontológicos, é necessário haver uma determinação, responsabilidade e conhecimento atualizado sobre o assunto (SANTANA *et al.*, 2020).

De acordo com Teixeira e Valle (2019), a biossegurança tem como principal função garantir que os profissionais que manipulam os materiais e os insumos consumidos pelo laboratório não agridam o meio ambiente, desta forma garantindo a segurança de todos.

A biossegurança e a segurança biológica têm como finalidade prevenir a exposição dos profissionais como um todo. O emprego de conhecimento aos acadêmicos, os laboratórios, da comunidade e do meio ambiente das técnicas e dos equipamentos utilizados no manuseio dos agentes biológicos potencialmente patogênicos, estabelecem condições seguras para a manipulação e a contenção de agentes biológicos (BRASIL, 2019).

Para a diminuição de risco de acidentes, é necessário que sejam adotadas medidas de biossegurança nos laboratórios com cumprimento de normas na rotina de cada laboratório. Deve ser aplicado corretamente normas em cada laboratório e cada um com suas características individuais, tanto no que diz a respeito ao controle

de qualidade, na padronização de atividades técnicas e dos equipamentos (BRASIL, 2018).

Dentre as áreas de saúde em que é necessário ter uma atenção especial quanto às normas de biossegurança destaca-se a odontologia. A segurança entre o paciente e a equipe odontológica é de grande importância, uma vez que os cirurgiões-dentistas e seus auxiliares estão expostos a diferentes riscos no consultório como: biológicos, físicos, mecânicos (de acidentes) dentre outros (YOUNES; FREDDO; LUCIETTO, 2018).

O consultório Odontológico é um ambiente com grande circulação de vírus, bactérias, fungos e protozoários que são partes da microbiota bucal. E estes podem ser transmitidos por via aérea, através do sangue ou de outros fluídos orgânicos (YOUNES; FREDDO; LUCIETTO, 2018).

A transmissão de microrganismos pode acontecer diretamente ou indiretamente entre o paciente e o profissional de saúde. A infecção cruzada, é um exemplo de que os agentes infecciosos são transmitidos entre indivíduos dentro de um ambiente clínico através da interação entre pessoas (BATISTA; BORBA, 2011).

As atividades de biossegurança laboratoriais são essenciais para proteção da força de trabalho contra as exposições ou liberações não intencionais de agentes biológicos patogênicos (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2021).

É importante mencionar que os riscos biológicos são encontrados no ambiente clínico e hospitalar. É fundamental a proteção estabelecida pela fonte do material. É importante conhecer as medidas de precaução existentes, o uso de EPI e dos materiais biológicos que contém agentes infectantes, além de conhecer as vias de eliminação e formas de transmissão (contato, veículo, vetores) (BRASIL, 2019).

4.2 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPIS)

O EPI é utilizado como barreira de proteção individual que pode ser utilizada para a proteção de membranas mucosas, pele, vias aéreas e roupas do contato com microrganismos infecciosos (BRASIL, 2016). Santana *et al.* (2020) definem EPI como todo dispositivo destinado à proteção de riscos suscetíveis a segurança e a saúde no trabalho. Os equipamentos conjugados de proteção individual são todos aqueles compostos por vários dispositivos associados contra um ou mais agentes riscos que sejam suscetíveis a ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

A NR-6 aborda as responsabilidades de todos, sejam empregadores, trabalhadores e fabricantes de EPI no que diz respeito às medidas de proteção individuais. O que cabe aos responsáveis por qualquer tipo de instituição seja ela de saúde pública ou privada, munir seus trabalhadores com EPI, exigir o seu uso, fazer treinamento quanto a sua utilização e ao descarte correto (BRASIL, 2018).

Os profissionais de saúde devem conhecer sobre o uso de EPIs na sua área. Assim como das instruções adequadas de uso, dos cuidados de higienização, do tempo de uso para que esses materiais serem descartados (SOUZA, 2020).

Nesse sentido, sobre o uso de EPIs, o uso adequado desses equipamentos protege a saúde do trabalhador. O EPI (óculos, as máscaras de proteção, as luvas de látex e avental) é direito de qualquer trabalhador para desenvolver suas atividades. A utilização de equipamentos de proteção é uma das maneiras do profissional de precaver de riscos presentes em seu ambiente de trabalho, e assim evitar possíveis prejuízo a sua saúde (BRASIL, 2019).

As luvas passam por testes em laboratórios para comprovar que o produto realmente oferece a proteção adequada. A obtenção de um certificado de aprovação do Ministério do Trabalho e Emprego – CA é necessário para que a luva se torne um EPI dentro da norma estabelecida, segundo o próprio Ministério do Trabalho e Emprego – (MTE) (BRASIL, 2016).

O uso de luvas utilizadas pelos profissionais de saúde tem como objetivo proteger e reduzir o contato direto e indireto das mãos com sangue ou fluidos corpóreos. Assim como a pele não íntegra, materiais contaminados e pacientes infectados. Por outro lado, tem em vista a segurança do paciente e do profissional evitando assim a contaminação por infecção cruzada (BRASIL, 2008).

Nessa vertente, a NR7 trata do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO). Este tem suma importância sobre dos riscos biológicos, a localização das áreas de risco, a identificação dos trabalhadores, sua função e os locais de suas atividades bem como o risco a que estão expostos (BRASIL, 2020).

4.3 LUVAS

A luva cirúrgica ou luva estéril é fabricada por uma mistura de borracha natural e/ou sintética e de vinil. É um equipamento de proteção individual e de uso único.

com formato anatômico pra melhor ajuste aos dedos, com punhos ajustáveis capazes de garantir uma maior segurança a quem a estiver usando (BRASIL, 2018).

As luvas de látex de borracha natural oferecem alto nível de proteção contra sangue e fluidos corporais contaminados devido à elasticidade e flexibilidade do material, proporcionando um maior conforto aos usuários (SANTANA *et al.*, 2020).

Na década de 80, o uso de luvas tornou-se um componente rotineiro na prática assistencial dos profissionais na área da saúde (PAS). A decisão de usar luva está baseada na legislação vigente de proteger os profissionais e pacientes a exposição de sangue e fluidos corporais contaminados. Além de reduzir o risco da transmissão de micro-organismos para pacientes e PAS de acordo com as precauções padrão (PP). É importante ressaltar que o uso das luvas não significa ausência de risco de contaminação ou transmissão de micro-organismos (BRASIL, 2011).

As luvas utilizadas na clínica odontológica são as luvas para procedimentos semicríticos. Estas são utilizadas de forma descartável e de caráter único. São trocadas entre as diferentes atividades de atendimento aos pacientes. Pois estas, podem apresentar danos como perfurações decorrentes do manuseio ou ao longo tempo de uso e com produtos solventes (LOPES, 2019).

Os profissionais da odontologia trabalham diariamente com materiais perfurocortantes e contaminados, as luvas têm como objetivo reduzir as chances do profissional se infectar, evitando a transmissão de micro-organismos da microbiota de suas mãos para os pacientes e dos pacientes para ele. Em virtude disto, houve a preocupação com a qualidade das luvas e se elas realmente os estão realizando suas funções de barreira mecânica (BATISTA *et al.*, 2016).

As luvas de látex têm como objetivo proteger e impedir as infecções ao cirurgião-dentista. Todo e qualquer procedimento que houver contato com fluidos de pacientes deve utilizar luvas de látex, pois elas permanecem sendo a barreira mecânica mais eficaz contra a contaminação. A perfurações de luvas ocorrem rotineiramente e os profissionais que possuem contato com sangue, mucosas e saliva, aumentando o risco de contaminações com agentes patogênicos (BRASIL, 2011).

A luva cirúrgica ou luva estéril, é fabricada por uma mistura de borracha natural ou sintética, e de vinil. É um equipamento de proteção individual e de uso único. tem formato anatômico e punhos com ajustes capazes de assegurar no braço de quem a estiver usando. As luvas de procedimentos não cirúrgicos e não estéreis

são de uso único. São luvas confeccionadas de misturas de borracha natural e/ou sintética e de poli cloreto de vinil próprias para a utilização em procedimentos não cirúrgicos para assistência à saúde (BRASIL, 2018).

As luvas de látex de borracha natural oferecem alto nível de proteção contra sangue e fluidos corporais potencialmente contaminados. O material de borracha natural ou látex de borracha natural têm grande elasticidade e flexibilidade proporcionando um maior conforto (SANTANA *et al.*, 2020).

O uso das luvas tem a finalidade de proteger as mãos do contato com sangue e fluidos corporais contaminados, além de proteger os pacientes e reduzir o risco da transmissão de micro-organismos para pacientes e PAS de acordo com as precauções padrão (PP). É importante ressaltar que o uso das luvas não significa ausência de risco de contaminação ou transmissão de micro-organismos (BRASIL, 2011).

As luvas utilizadas na área da odontologia são as luvas de procedimentos. Estas são utilizadas de forma descartável e de caráter único. São trocadas entre diferentes atividades e de atendimento aos pacientes. Pois estas luvas podem apresentar perfurações decorrentes o manuseio ou de um longo tempo de uso em contato com a umidade e com produtos solventes (LOPES, 2019).

Os profissionais da odontologia trabalham diariamente com materiais perfurocortantes e contaminados, as luvas têm como objetivo reduzir as chances do profissional se infectar, evitando a transmissão de micro-organismos da microbiota de suas mãos para os pacientes e do paciente para ele. Em virtude disto, houve a preocupação com a qualidade das luvas e se elas realmente os estão realizando suas funções de barreira mecânica (BATISTA *et al.*, 2016).

As luvas de látex impedem as infecções e tem como objetivo proteger o cirurgião-dentista contra os fluidos bucais. As luvas funções das luvas é manter a redução da possibilidade do profissional se infectar com possíveis patógenos presentes no sangue e na saliva. É de diminuição da chance de o profissional transmitir micro-organismos da própria microbiota de suas mãos para o paciente, e de redução da infecção cruzada de micro-organismos de um paciente para outro (BRASIL, 2011).

Todo procedimento que houver contato com fluidos de pacientes se deve utilizar luvas de látex, pois se elas permanecerem integras são barreiras mecânicas efetivas contra a contaminação do cirurgião-dentista. Perfurações em luvas ocorrem

rotineiramente e os profissionais que possuem contato com sangue, mucosas e saliva devem compreender o risco que eles correm de contaminações com agentes patogênicos, visto que aumenta o risco de perfuração das luvas de látex após 2 (duas) horas de uso sendo o risco de contaminação maior também (BRASIL, 2011).

4.4 ENSAIOS MECÂNICO PARA AVALIAÇÃO DE LUVAS

Os ensaios mecânicos descrevem as propriedades mecânicas de cada material sob a ação de esforços representados pelas grandezas de tensão e/ou deformação. A tensão demonstra a resposta interna de cada material submetido ao esforço externo aplicado a área de um objeto sob teste (BATISTA; BORBA, 2011).

As principais propriedades dos materiais avaliados em ensaios são:

- I. **Resistência:** Representada por tensões, definidas em determinadas condições;
- II. **Elasticidade:** Propriedade do material, segundo o qual a deformação que ocorre em função da tensão aplicada desaparece quando a tensão deformadora é retirada;
- III. **Plasticidade:** Representa a capacidade de o material sofrer uma deformação permanente, sem que haja o rompimento;
- IV. **Resiliência:** Capacidade de o material absorver energia quando deformado e restituí-la, cessada a ação da força deformadora;
- V. **Tenacidade:** Representa a energia total necessária para provocar a fratura do material, desde sua condição inicial, ou seja, de tensão nula.

A resistência de um material é considerada de acordo com a sua capacidade de suportar uma carga sem que ocorra uma deformação para o qual o material foi projetado ou mesmo a sua ruptura (SENNA *et al.*, 2013).

Dentre os diferentes testes, o ensaio de tração ou ensaio de compressão é o mais importante para a avaliação das propriedades mecânicas de cada material. Eles têm como intuito determinar a relação entre a tensão normal, a média e a deformação nos mais diversos materiais como os metais, as cerâmicas e os polímeros (MACHADO, 2019).

A Norma NBR13391 de 05/1995 - Luva cirúrgica - tem a especificação mínima de requisitos exigíveis para garantir a eficácia de um produto quanto ao seu

desempenho. Os ensaios mecânicos são baseados na tensão de ruptura, alongamento de ruptura e módulo a 500% anterior ao envelhecimento. As luvas cirúrgicas de borracha natural e/ou sintética tem formato anatômico e bainha capaz de garantir o seu ajuste adequado para o uso único e estéril para pronto uso (BRASIL, 1995).

A Norma NBR13393 de 07/2019 estabelece os requisitos mínimos e os métodos de ensaio das luvas com a finalidade de garantir produtos eficazes quanto ao seu desempenho. É possível determinar as propriedades mecânicas mais importantes de um material no ensaio de tensão de ruptura e alongamento de ruptura antes do envelhecimento (BRASIL, 2019).

A Norma NBRISO10282 de 12/2014, enfatiza que os requisitos para luvas de borrachas estéreis são embalados para uso único em procedimentos cirúrgicos para proteger o paciente e o usuário de contaminação cruzada e descartadas após o uso. Esta Norma é utilizada como referência para o desempenho e segurança de luvas cirúrgicas de borracha.

A Norma NBRISO11193-1 de 10/2015 especifica os requisitos mínimos para as luvas de borracha embaladas estéreis ou não estéreis utilizadas em exames médicos e diagnósticos ou procedimento terapêuticos a fim de proteger o paciente e o usuário de contaminação cruzada. Nela inclui também as luvas utilizadas na manipulação de materiais médicos (BRASIL, 2015).

Para facilitar o calçamento das luvas é importante o tratamento de superfície, o uso do lubrificante como o pó ou revestimento de polímero de acordo com a conformidade da ISO 10993.

5 METODOLOGIA

5.1 LOCAL E PERÍODO DO ESTUDO

A pesquisa foi desenvolvida no período de maio de 2023 a julho de 2024. O teste de inspeção visual, de ensaio dimensional, de integridade e permeabilidade foram realizados na Clínica Odontológica Risodonto - Teresina/PI, e o ensaio mecânico a tração (Força na Ruptura e Alongamento na Ruptura) foi realizado no laboratório de Biopdi em São Carlos/SP.

5.2 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa foi tipo experimental, transversal e quantitativa, com total imparcialidade entre as marcas de luvas testadas.

Foram analisadas 4 (quatro) marcas luvas látex de procedimento não cirúrgico com pó, com fabricantes e lotes diferentes. Cada marca foi utilizada 5 (Cinco) luvas por marca de mesmo lote e validade. As marcas testadas foram divididas em grupos de mesma marca comercial: Marca A (LOTE: 22030101; FAB: 03/2022; VAL: 3 anos), Marca B (LOTE: SR 154/23 XS; FAB: 02/2022; VAL: 5 anos), Marca C (LOTE: 010998; FAB: 2022- 02; VAL: 5 anos) e Marca D (LOTE: Z2690222K; FAB: 2022-11; VAL: 5 anos). Cada caixa continha 100 unidades de luvas no tamanho PP com lote e validade aprovado pelo INMETRO. Todas as marcas cadastradas na ANVISA e comercializadas no Brasil e no comércio varejista da cidade de Teresina-PI.

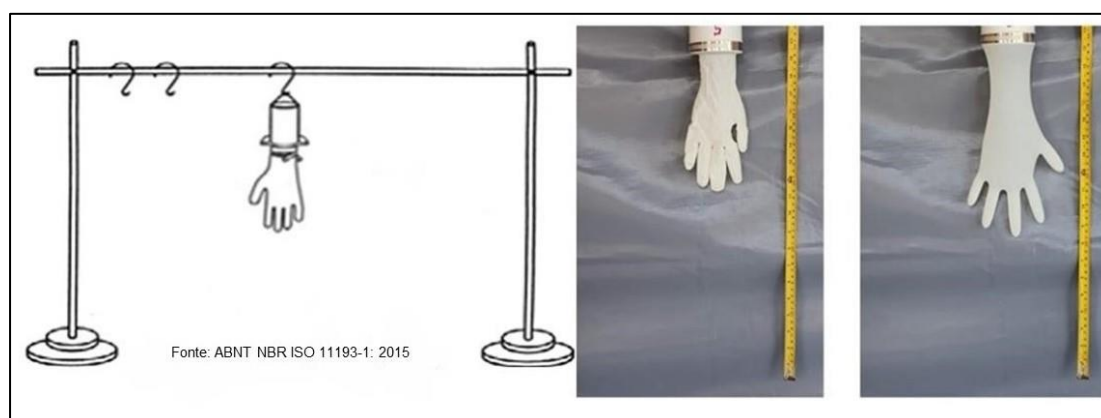
5.3 TESTE DE INSPEÇÃO VISUAL

O teste inspeção visual teve como objetivo observar a existência de irregularidade estruturais nas luvas, como rasgos, furos, manchas ou regiões aderidas, que são visivelmente detectáveis. Considerando-se mancha, furo, rasgo visível ou qualquer formação de orifício na luva de acordo a norma NBR13393 de 07/2019.

Para a realização do teste inspeção visual, as 5 unidades luvas foram extraídas aleatoriamente da caixa recém-aberta de cada marca. Estas, foram fixadas pelo punho com uma braçadeira de material metálico em um cano de PVC com 17

cm de comprimento e 5 cm de diâmetro interno. Após as luvas serem fixadas no cano, elas foram presas com um suporte universal, e depois com o auxílio de uma proveta foi adicionado 1000 mL de água à temperatura ambiente (38 °C) em cada luva para detectar presença de defeitos estruturais e se existiam vazamentos ou não. Durante todo o teste, este procedimento foi repetido a todas as marcas. Conforme a norma da ABNT. Como se pode observar na Figura 1.

Figura 1 - Preparo do teste inspeção visual teste inspeção visual

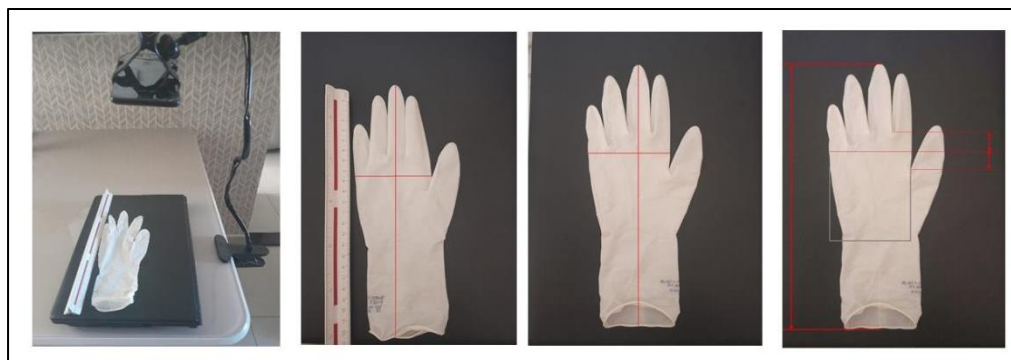


Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

5.4 TESTE DIMENSIONAL

No teste de ensaio dimensional as medidas de largura e comprimento das luvas foram processadas conforme os pontos determinados na Norma ABNT NBR ISSO 11193-2: 2013 E ISSO 23529. Para essas medidas foi usada uma régua escalímetro triangular junto a luva para a captura da imagem para assim converter as dimensões reais da luva quando manipulada no software Image J. Após a captura da imagem, a mesma foi processada com auxílio do software Image J, devidamente calibrado para a análise, obtendo assim os resultados dimensionais como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Preparo e calibração do software Image J



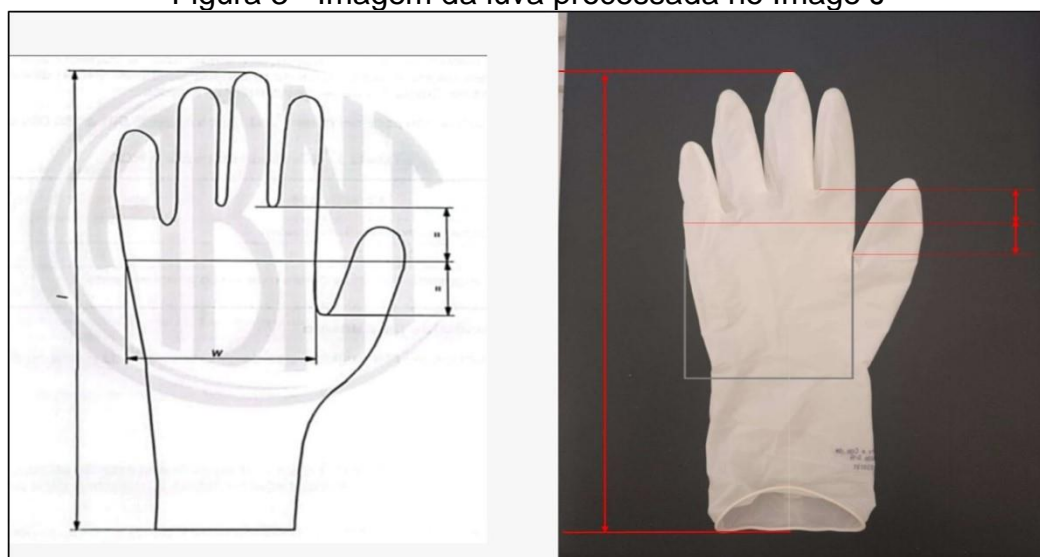
Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

5.4.1 Obtenção da imagem

A obtenção da imagem foi realizada através de uma câmera fotográfica (Câmera digital do celular note 10 plus) com a resolução de 9:16, Zoom 1x, a distância do objeto (luva) a câmera de 30 cm. As medições foram realizadas com a luva em uma superfície plana e escura com uma régua. A câmera responsável pela imagem foi fixada com auxílio de um suporte. Esses parâmetros foram repetidos em todas as análises dimensionais de todas as marcas de luvas. Para o comprimento foi medido a menor espaço entre a extremidade do dedo médio e o final do punho, e para a largura foi feito do ponto médio entra a base do dedo indicado e a base do dedo polegar.

O preparo para calibração do software Image J foi feito após a captura da imagem pela câmera e foi processada no computador para a análise dimensional. Como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Imagem da luva processada no Image J



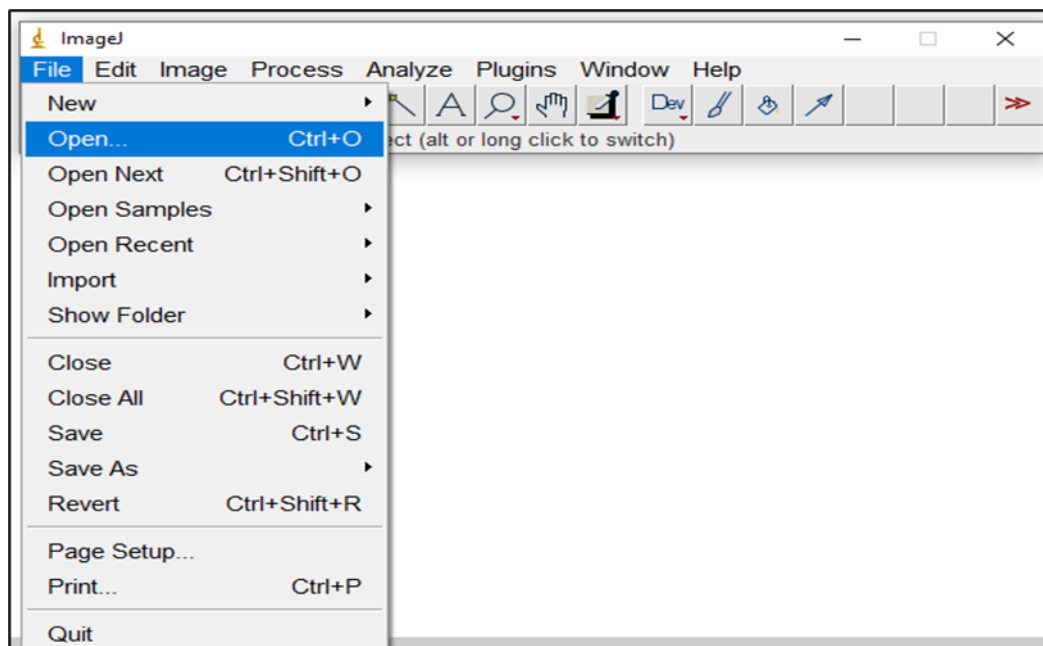
Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

5.4.2 Processamento de imagem no programa Image J

O processamento das imagens foi realizado através do software Image J. Utilizou uma régua para obter os parâmetros de calibração e comparação com o tamanho real da luva. Uma vez que a calibração foi executada para uma imagem, ela foi usada nos demais testes.

O primeiro passo foi abrir o arquivo (imagem), este já com uma régua ou outra graduação necessária para calibração. Após isso foi clicado no menu “File” e em seguida, “Open”, conforme a Figura 4.

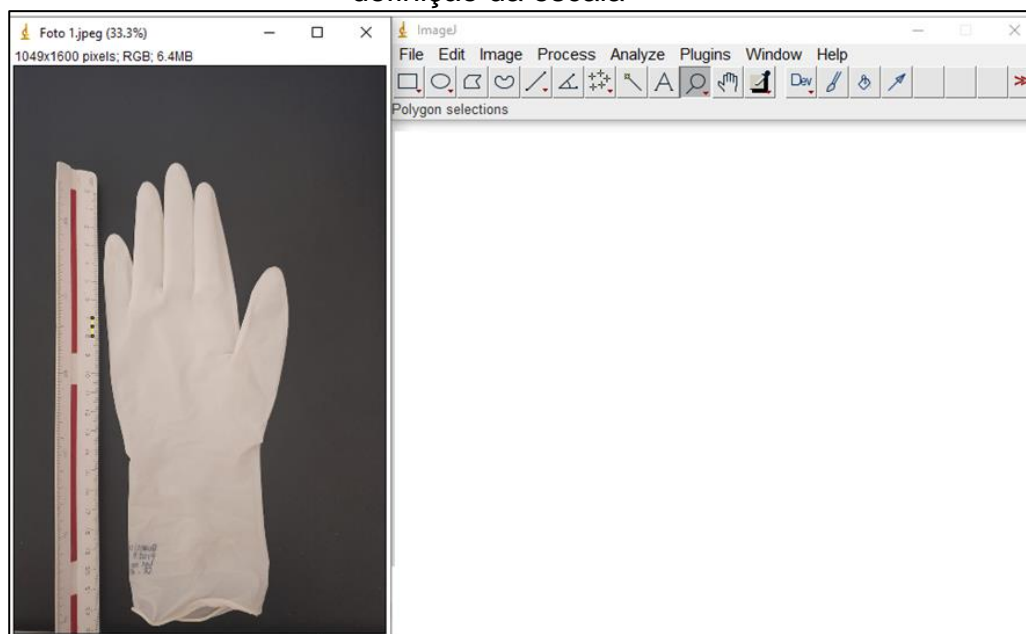
Figura 4 - Software Image J, mostrando como abrir os arquivos



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O segundo passo foi traçar uma linha na escala de régua da imagem. Uma vez que antes de usar comando de calibração, é necessário traçar uma linha reta que corresponda a uma distância conhecida. Foi traçado uma linha de 1cm conforme ilustrado na Figura 5.

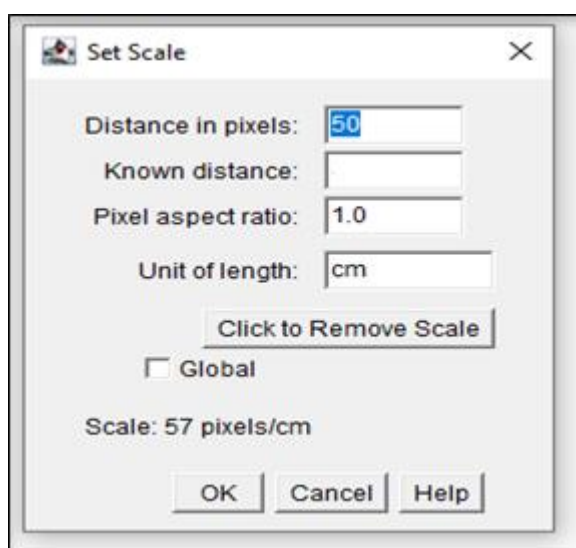
Figura 5 - Imagem aberta, com uma linha de 1cm feita na régua para calibração por definição da escala



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O terceiro passo foi clicar no menu “Analyze” e em seguida em “Set Scale”. Permitindo definir a escala espacial da imagem ativa para que os resultados da medição pudessem ser apresentados em unidades calibradas, como cm, mm ou μm . Em seguida, foi inserido a *distância* e a unidade de medida e clicou em 'OK'. O campo *Distância em Pixels* foi preenchido automaticamente. Como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Janela para configurar a escala



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Após fazer a linha na distância conhecida, digitou-se a distância conhecida e a unidade que foi usada. Após o campo *Distância em Pixels* preenchido foi marcada a opção “Global”, depois de marcado a *Global*, a escala definida desta caixa de diálogo foi usada para todas as imagens abertas durante a sessão atual, em vez de apenas para a imagem ativa. Após a configuração da escala, selecionou o comando “Line” e escolheram os pontos a serem medidos. Ao terminar de fazer a linha, clicou em “F” para salvar em imagem.

Com a calibração e captura da imagem feita, fez-se o processo de medidas com auxílio do software Image J e obteve os resultados dimensionais das medidas de comprimento e largura das luvas. Esses parâmetros foram repetidos em todas as análises dimensionais, aplicando o cálculo de média e desvio padrão para cada critério de avaliação das medições conforme a norma da ABNT.

5.5 TESTE DE IMPERMEABILIDADE

O ensaio de impermeabilidade foi realizado como é estabelecido na Norma ABNT NBR ISO 11193-1:2015. Para a realização desse teste foram usados 5 unidades de luvas de cada grupo, as luvas foram retiradas aleatoriamente diretamente da caixa. Usou-se um medidor com 1000 ml de água a temperatura ambiente de 38 °C no mandril oco. Após a captura da imagem o ensaio procedeu em três observações: Verificação de vazamento imediatamente após inserção de água, seguida de observação aguardando a ocorrência de vazamentos entre 2 min a 4min após despejar a água na luva e a terceira análise foi aguardar o tempo de deformação.

A câmera responsável pela imagem foi fixada com auxílio de um suporte no sentido vertical, o tamanho da foto foi de 9:16 e com zoom de 1x. A Distância do objeto (luva) a câmera de 96 cm e a distância do solo a câmera 87cm. Para essas medidas foi usada uma trena junto a luva na captura da imagem para converter as dimensões reais da luva quando manipulada no software Image J. Após a captura da imagem, a mesma foi processada com auxílio do software Image J, devidamente calibrado para a análise, obtendo assim os resultados dimensionais da deformação das luvas conforme ilustra na Figura 7.

Figura 7 - Preparo e suporte do teste de ensaio de Impermeabilidade



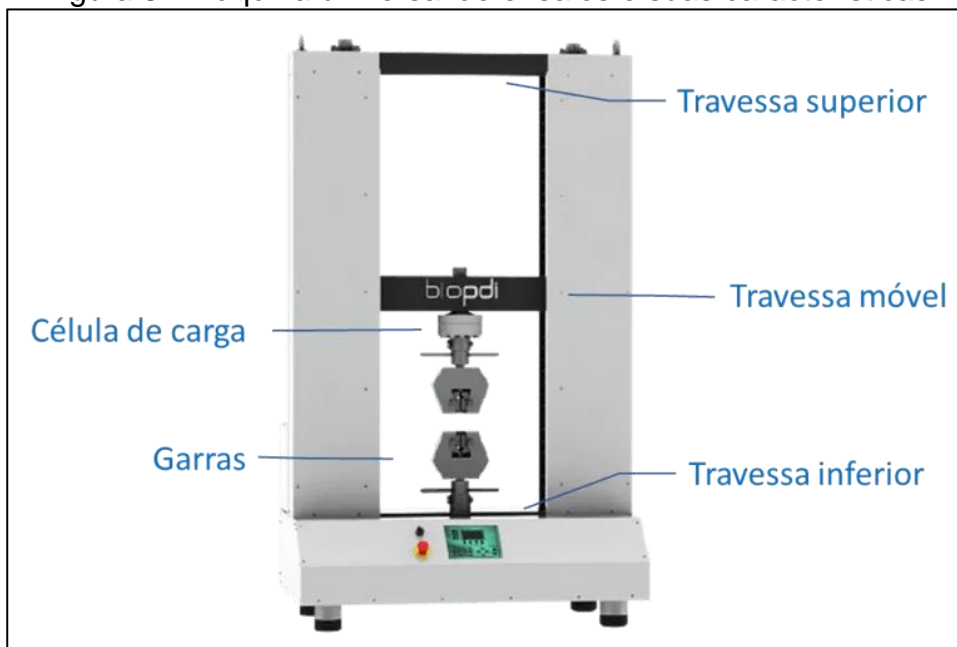
Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

5.6 ENSAIO MECANICO DE TRAÇÃO (FORÇA NA RUPTURA E ALONGAMENTO NA RUPTURA)

O ensaio de tração foi realizado em uma Máquina Universal de Ensaio, conforme demonstrado na Figura 8, onde as luvas foram submetidas a uma força na

ruptura e alongamento e assim promovendo a deformação do material conforme o esforço até fraturar o material conforme estabelecido na Norma ABNT NBR 13393:2019.

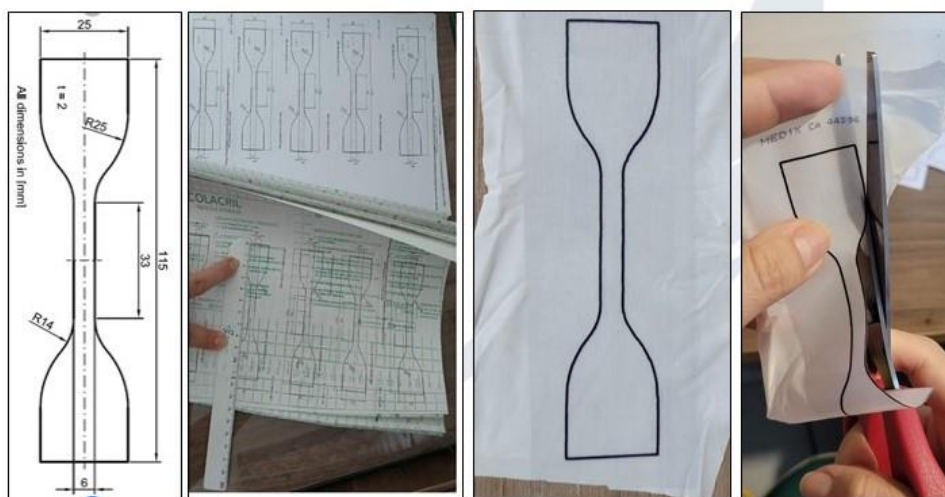
Figura 8 - Máquina universal de ensaios e suas características



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

O ensaio de tração no ponto ruptura e alongamento está previsto na Norma ABNT NBR 13393:2019. Neste ensaio foram preparados 5 (Cinco) corpo de prova de cada marca em formato *dumb-bell tipo 2* (halteres) de acordo com a norma ABNT NBR ISSO 11193-1: 2015. As superfícies do corpo de prova estavam entre 0,05 mm e 0,08 mm de largura e comprimento de 0,15mm. Para o preparo dos moldes do corpo de prova foi usado papel plástico adesivo contact na impressora, para ser impresso em tamanho real modelo do corpo de prova. Após a impressão foi conferido as medidas com uma régua, depois da conferencia de medidas a luva foi colada no plástico adesivo contact, cortado com uma tesoura e depois removido o plástico adesivo da amostra de acordo a Figura 9.

Figura 9 - Molde do corpo de prova impresso, com medidas e realizando o corte



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Os corpos de prova em formato *dumb-bell tipo 2* (utilizado no ensaio de resistência à tração), foram separados por marcas A, B.C e D para realização do teste de tração. As amostras foram embaladas e enviadas para realização do teste de ensaio a tração no laboratório Biopdi em São Carlos -SP. Como mostra os corpos de prova conforme apresentado na Figura 10.

Figura 10 - Corpos de prova de todas as marcas prontos para realização do teste de tração



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Para a realização do ensaio a tração, as 5 (cinco) amostras de cada marca de luva foram retiradas do saco e feitas marcações dos pontos da região elástica (linear) para a leitura de alongamento de acordo com a norma ABNT. Após as

marcações, as 5 amostras de cada marca foram conectadas uma por uma nas garras da máquina MBIO IIV- 20CKN, com célula de carga de 500N e a velocidade de deslocamento de 450MM/MIN. A extremidade inferior foi mantida fixa e a superior foi presa a uma haste oscilante para assim distribuir uniformemente a tensão sobre a seção transversal. As 5 (cinco) amostras do corpo de prova de cada marca foram submetidas ao ensaio de força na tração a ruptura versus alongamento na ruptura conforme estabelecido na norma da ABNT NBR ISO 11193-2:2013, antes do envelhecimento em estufa como mostra a Figura 11.

Figura 11 - Equipamento universal de teste de materiais



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

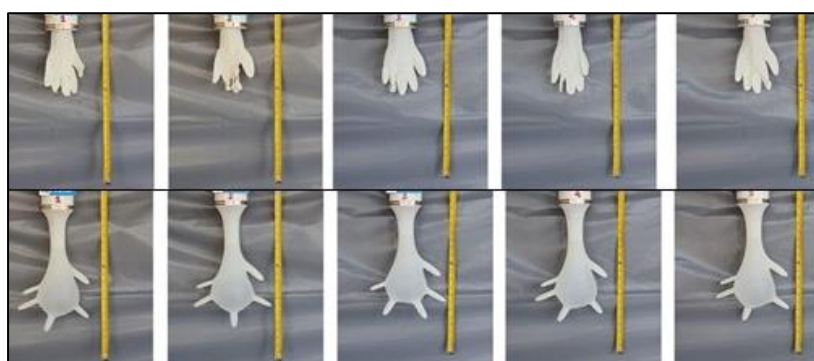
Os resultados dos testes dimensionais e de impermeabilidade apresentados nas Tabela 1 e Tabela 2 fornecem insights cruciais sobre a qualidade desses produtos amplamente utilizados em ambientes clínicos. O objetivo desses ensaios foi avaliar se as luvas de diferentes fabricantes atendiam aos padrões estabelecidos pelo INMETRO, relacionados ao comprimento, largura e capacidade de resistência à deformação e impermeabilidade.

6.1 TESTE DE INSPEÇÃO VISUAL

No teste de inspeção visual, o método adotado para o preparo das amostras demonstrou uma abordagem cuidadosa e sistematizada, seguindo as normas estabelecidas. A uniformidade nos procedimentos, a escolha criteriosa dos materiais e a simulação de condições práticas forneceram uma base sólida para a interpretação dos resultados. Este nível de detalhe no procedimento experimental aumenta a confiabilidade dos resultados, essencial para a validade e relevância das conclusões obtidas nos testes de inspeção visual e impermeabilidade.

Para a realização do teste de Inspeção Visual, as 5 amostras de luvas de cada marca foram extraídas aleatoriamente da caixa recém-aberta. Onde as luvas secas foram presas a um mandril circular vazado com uma abraçadeira metálica. Após de ser presa foi cheia com 1.000 ml de água. E isto foi repetido para todos os outros grupos, conforme apresentado na Figura 12 .

Figura 12 - Esquema do teste de inspeção visual com as luvas seca e cheia



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Durante o teste de inspeção visual verificou-se que, após a inserção de água na marca A nenhuma luva testada apresentou vazamento. Em relação às luvas de marca B, apenas uma luva se rasgou, se partindo em duas. Já a marca C, duas luvas apresentaram vazamento imediatamente após a introdução de água. Enquanto a marca de luva D, apenas uma luva testada apresentou vazamento. Na segunda observação, durante o tempo de 1 a 2 minutos, não se observou vazamento nas demais luvas. No tempo de 1 minuto as luvas de marca A e as luvas de marca B foram as que apresentaram maior deformação acentuada, com redução de área próximo ao mandril. As demais marcas de luvas (C e D) apresentaram menor deformação acentuada em relação às demais. Porém todas as marcas estão aprovadas de acordo com a norma da ABNT MBR ISO 10282: 2014.

No estudo de Batista *et al.* (2016) durante o teste de inspeção visual, os autores verificaram que das 1007 luvas examinadas, 3,87% evidenciaram defeitos estruturais visualmente detectáveis, como manchas, rasgos ou furos. Notavelmente, a marca C registrou a maior incidência desses defeitos no teste de inspeção visual, com 18 luvas (9%), uma diferença estatisticamente significativa em comparação com as demais marcas ($p < 0,05$). Dentro das 39 luvas reprovadas no teste de inspeção visual, as regiões aderidas foram o defeito mais prevalente, sendo observadas em 23 luvas (58,9%), sendo a região dos dedos a mais afetadas, com 26 luvas (66%).

6.2 TESTE DIMENSIONAL

Para a avaliação dos pontos de medidas das luvas no Teste Dimensional, a captura da imagem foi feita pela câmera e logo após foi processada no computador com o auxílio do software Image J devidamente calibrado para os pontos de medição para obter as medidas de comprimento e largura. Esses pontos de medição do teste foram repetidos para todos os outros grupos de luva. Como mostra abaixo na Figura 13.

Figura 13 - Pontos de medição para comprimento de largura e comprimento das luvas



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

No ensaio dimensional foi identificado que não houve variação no comprimento das luvas, independentemente do fabricante. Quanto à largura, não foram observadas diferenças entre as marcas A e D. A análise dimensional das luvas nesta pesquisa evidenciou alterações não perceptíveis visualmente no que diz respeito ao comprimento e à largura, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados das medidas das dimensões das luvas látex

Fabricantes	Comprimento	Largura
	Média ± DP	Média ± DP
MARCA A	24,29 ± 0,66 ^a	7,04 ± 0,21 ^a
MARCA B	23,38 ± 0,39 ^b	6,88 ± 0,19 ^b
MARCA C	24,35 ± 1,12 ^c	7,91 ± 0,39 ^c
MARCA D	23,30 ± 1,15 ^d	7,01 ± 0,58 ^d
ANOVA	F = 2,01p < 0,152	F 7,59 p = 0,002

Letras diferentes sobrescrito apresenta diferença significativa entre as médias na largura em relação ao fabricante, segundo o teste de múltipla análise de Tukey IC 95%.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Para análise estatística utilizou-se o teste post-hoc de Tukey para identificar diferença significativa entre as médias. Considerou-se um alfa 5% ($p < 0,05$) para significância e um Intervalo de Confiança 95%.

Diante desses achados é notável que no comprimento não há diferença entre os fabricantes. Já na Largura não há diferença significativa entre as marcas A e D. A consistência observada no comprimento das luvas, um dado de significância que sugere que os fabricantes mantiveram uma uniformidade nesse aspecto. Uniformidade esta que é fundamental para assegurar que as luvas proporcionem um

ajuste adequado às mãos dos usuários, contribuindo assim para o conforto e eficácia durante o uso.

Num contexto semelhante, Machado *et al.* (2019) destacaram que a região entre os dedos das luvas de látex foi identificada como a área com a maior incidência de danos físicos. Essa constatação ressalta a importância fundamental de manejar com cautela esse tipo de EPI durante a prestação de auxílio à saúde do paciente. Essas descobertas coletivas ressaltam a necessidade de considerar não apenas a consistência nas dimensões das luvas, mas também a atenção especial à manipulação cuidadosa durante o uso, visando garantir a eficácia e integridade desses EPIs críticos.

No entanto, a observação mostra de que não houve diferenças notáveis na largura entre as marcas A e D destaca a necessidade de uma análise mais aprofundada. Apesar da aparente uniformidade, a variabilidade nas dimensões das luvas pode desempenhar um papel crucial no conforto do usuário e na eficácia da proteção oferecida.

A consistência nos resultados dimensionais pode ser atribuída à conformidade rigorosa com a norma ABNT NBR ISO 11193-1:2015 no processo de fabricação. Entretanto, é importante destacar que a análise dimensional é uma parte crucial na avaliação da qualidade das luvas, pois variações significativas podem impactar a funcionalidade e a segurança do produto (BRASIL, 2011).

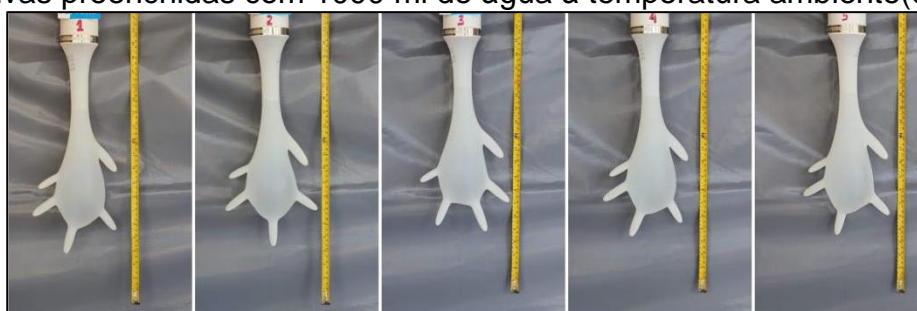
Portanto, embora visualmente imperceptíveis, as pequenas alterações dimensionais observadas reforçam a necessidade de uma avaliação cuidadosa e contínua da qualidade das luvas. Isso é particularmente relevante em ambientes clínicos, onde o ajuste preciso das luvas é necessário para garantir a eficácia da proteção oferecida, além de proporcionar conforto ao usuário. A uniformidade no comprimento e a aparente semelhança na largura entre as marcas A e D são aspectos positivos.

6.3 TESTE DE IMPERMEABILIDADE

Para o ensaio de impermeabilidade das luvas de látex foi usado um cano de PVC, uma luva, uma abraçadeira e um suporte metálico universal. Após a luva presa no cano com a abraçadeira, foi colocado 1000 ml de água a temperatura ambiente

no mandril oco., tomando-se bastante cuidado para não causar danos à luva. As 5 luvas testadas foram observadas com relação à existência de vazamento imediatamente após a introdução de água. A observação foi realizada após 2 minutos da primeira. Após tempo de 4 minutos observou-se que as luvas apresentaram deformação acentuada, com redução de área próximo ao mandril como demonstrado na Figura 14. Esses parâmetros foram utilizados em todos os outros grupos de luvas.

Figura 14 - Esquema do teste de impermeabilidade no tempo de deformação das luvas preenchidas com 1000 ml de água à temperatura ambiente(38°C)



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

No teste de impermeabilidade foi observado a deformação acentuada em todas as marcas, com redução de área próximo ao mandril. Os resultados obtidos na Tabela 2 demonstraram que em relação ao comprimento houve diferença significativa entre os fabricantes e na Largura não houve diferença significativa entre as marcas A e D.

Tabela 2 - Resultados das medidas das dimensões das luvas látex

Fabricantes	Comprimento	Largura
	Média ± DP	Média ± DP
MARCA A	39,67 ± 1,39 ^a	9,56 ± 0,23 ^a
MARCA B	37,32 ± 0,84 ^b	9,71 ± 0,24 ^b
MARCA C	39,01 ± 1,39 ^c	8,30 ± 0,28 ^c
MARCA D	32,28 ± 1,63 ^d	9,59 ± 0,37 ^d
ANOVA	F = 59,02 p < 0,001	F = 26,64 p < 0,001

Letras diferentes sobrescrito apresenta diferença significativa entre as médias no comprimento e na largura em relação ao fabricante, segundo o teste de múltipla análise de Tukey IC 95%.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Os resultados do teste de impermeabilidade no comprimento mostraram que há diferença entre os fabricantes. Na Largura não há diferença significativa entre as marcas A e D. Para análise utilizou-se o teste post-hoc de Tukey para identificar diferença significativa entre as médias. Considerou-se um alfa 5% ($p < 0,05$) para significância e um Intervalo de Confiança 95%. A existência significativa entre as médias do comprimento e largura em relação ao fabricante, revelou observações importantes quanto à deformação e diferenças nas dimensões entre as luvas dos diferentes fabricantes, conforme apresentado na Tabela 2. Quando observado todos os grupos houve diferença e uma deformação acentuada em todas as marcas, com uma redução de área próxima ao mandril, induz a presença de fragilidade nas luvas de látex sob condições específicas de teste.

No estudo conduzido por Vinches *et al.* (2013), a análise das mudanças nas características das luvas após repetidas deformações e o desgaste durante a manipulação ressalta a necessidade da substituição regular das luvas. Recomenda-se não apenas a troca frequente, mas também a consideração do uso de duas camadas desse material para otimizar a proteção em situações em que a integridade das luvas pode ser comprometida.

A diferença significativa no comprimento entre os fabricantes indica variações que podem ser atribuídas à qualidade do material e ao processo de fabricação. Essas variações podem ter implicações práticas, especialmente em ambientes clínicos, onde a consistência nas dimensões das luvas é crucial para garantir o ajuste adequado e, conseqüentemente, a eficácia na proteção (TRINDADE; SERRA; TIPPLE, 2016).

Por outro lado, a ausência de diferença significativa na largura entre as marcas A e D sugere uma certa uniformidade nesse aspecto específico. Isso pode ser considerado um ponto positivo, indicando que, apesar das variações no comprimento, as marcas conseguiram manter uma consistência relativa na largura.

A deformação observada levanta preocupações sobre a resistência do material ao estresse mecânico. Essa fragilidade pode resultar em possíveis danos durante o uso prático, comprometendo a segurança das luvas como barreira de proteção. É fundamental entender as condições específicas sob as quais ocorreu a deformação para melhor avaliar a adequação das luvas em diferentes contextos (SCHMIDT *et al.*, 2021).

A diferença nos resultados entre comprimento e largura destaca a complexidade na avaliação da qualidade das luvas, pois diversos fatores podem contribuir para essas variações, reforçando assim a necessidade de uma avaliação criteriosa durante a seleção de luvas, considerando não apenas a conformidade com padrões, mas também a resistência ao estresse mecânico.

Alguns autores ressaltam que, embora um percentual significativo de luvas apresentem perfurações de fábrica, há uma escassez de estudos abordando a qualidade deste EPI antes de seu uso (OBERG *et al.*, 2007; LOPES *et al.*, 2009).

De acordo com Trindade, Serra e Tipple (2016), a durabilidade das luvas pode impactar a integridade do Equipamento de Proteção Individual. A possibilidade de bactérias ultrapassarem luvas contendo microperfurações está associada às características de dureza e flexibilidade do material (BARDORF *et al.*, 2016).

Os resultados obtidos nas Tabela 1 e Tabela 2 demonstraram que houve variação entre as marcas, tanto no comprimento e largura. No entanto, todas as luvas avaliadas apresentaram um nível de qualidade aceitável pelo ABNT.

Foi possível constatar que, em geral, existe fragilidade e deformação nas luvas de látex como demonstrado na Tabela 3. O teste de impermeabilidade confirmou que existe uma grande disformidade sofrida pelas luvas de marca A e B. Porém, as luvas de marca A não apresentaram rasgo ou furo. Já nas luvas de marca C foi possível visualizar uma grande quantidade de furos, enquanto as luvas de marca D apresentaram apenas 1 vazamento na altura do punho por meio de furos. Apenas uma luva se rasgou ao meio (Marca B). Percebe-se que todas as luvas testadas sofreram pequenas deformidades e duas das marcas analisadas apresentaram grandes deformidades. Nas demais luvas não houve perda de líquido, e assim comprovando a existência da permeabilidade do material testado.

Tabela 3 - Resultados dos vazamentos de luvas no teste de impermeabilidade

Fabricantes	Total de Luvas	Nº de luvas com vazamento
Marca A	5	0
Marca B	5	1
Marca C	5	2
Marca D	5	1

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A análise desses dados revela que todas as marcas de luvas testadas sofreram pequenas deformidade. No entanto, a ausência de rasgos ou furos nas luvas A, apesar da grande deformação, mostrou uma resistência considerável a forças mecânicas, demonstrando uma característica positiva em termos de integridade estrutural.

É relevante salientar que esses achados corroboram com resultados obtidos por Serratine, Pacheco e Miero (2007), onde os autores investigaram a firmeza do látex de três marcas de luvas comerciais diferentes, e observaram que uma das marcas demonstrou uma resistência significativamente superior ($p=0,03$). Este dado, embora alinhado com a presente pesquisa, destacou ainda a ocorrência de perfurações em luvas de todas as marcas analisadas. Assim, a análise conjunta desses estudos ressalta a necessidade de considerar não apenas a resistência global do material, mas também a ocorrência de possíveis perfurações, fornecendo uma compreensão mais abrangente sobre a eficácia das luvas em diferentes contextos e situações práticas.

Por outro lado, as luvas B, além de apresentarem grandes deformações, tiveram uma luva rompida ao meio, evidenciando uma fragilidade mais pronunciada, o que poderia comprometer a eficácia da barreira de proteção oferecida por essas luvas.

Batista *et al.* (2016) conduziu uma pesquisa focada na avaliação da integridade e no índice de contaminação de luvas empregadas em procedimentos odontológicos. A análise envolveu um total de 1007 luvas de látex, das quais 39 apresentaram defeitos estruturais visíveis, enquanto 968 luvas foram consideradas aprovadas após serem submetidas a uma série de testes de qualidade. Esse estudo buscou fornecer uma visão abrangente sobre a eficácia e confiabilidade das luvas utilizadas em contextos odontológicos, destacando a importância da integridade estrutural e da qualidade do material desses equipamentos de proteção.

Já na situação das luvas C, destaca-se a presença de uma grande quantidade de furos, revelando uma falha crítica na impermeabilidade desse produto. Esse dado levanta questões sérias sobre a adequação dessas luvas para uso em situações que exigem proteção contra líquidos. Em contrapartida, as luvas D mostraram apenas um vazamento na altura do punho, indicando um desempenho mais satisfatório em comparação com as demais marcas. Esse resultado sugere que a D conseguiu manter uma barreira mais eficaz na região do punho.

Diferente desse estudo, Lopes (2019) verificaram em sua pesquisa que 2 (duas) marcas de luvas apresentaram um nível de contaminação relativamente baixo após 48 horas, indicando boa segurança, quando comparado com as outras marcas de luvas examinadas neste estudo.

A observação de pequenas deformações em todas as luvas testadas, além das grandes deformações mencionadas anteriormente, mostra a complexidade da fabricação de luvas de látex. Pequenas alterações estruturais podem ocorrer, mas é fundamental determinar até que ponto essas deformações comprometem a eficácia das luvas como barreira protetora.

A revisão conduzida por Gorirni (2015) emerge como um contribuinte significativo, evidenciando a propensão inerente das luvas, devido à composição de seu material, à fragilidade e suscetibilidade a rupturas. Isso demonstra a necessidade de adotar medidas preventivas para mitigar o risco de perfurações. Mesmo que as luvas desempenhem um papel fundamental como barreira de proteção, a constatação de que não são totalmente impermeáveis ressalta a necessidade premente de estratégias adicionais para reforçar a segurança durante o uso desses equipamentos de proteção. Essa compreensão reforça a importância de uma estratégia abrangente na seleção e utilização de luvas, levando em consideração não apenas a resistência geral do material, mas também a vulnerabilidade potencial a deformações que podem comprometer a integridade das luvas em situações práticas.

Nesse cenário, os resultados do presente estudo estão em consonância com os estudos de Serratine, Pacheco e Miero (2007) e Batista *et al.* (2016), cujos dados evidenciam a existência de variação na qualidade entre as marcas de luvas. Assim, constatando que apesar de todas as luvas avaliadas tenham apresentado variações morfológicas, ao mesmo tempo algumas exibiram apenas depressões. Já outras marcas demonstraram áreas de fragilidade, sendo mais propensas às perfurações.

Em conclusão, os resultados ressaltam a importância de considerar não apenas a conformidade com padrões dimensionais, mas também a resistência ao estresse mecânico e a capacidade de manter a impermeabilidade durante o uso prático. A escolha de luvas de látex deve ser guiada por uma avaliação abrangente que leve em consideração esses fatores para garantir a segurança e proteção adequada em ambientes clínicos e laboratoriais.

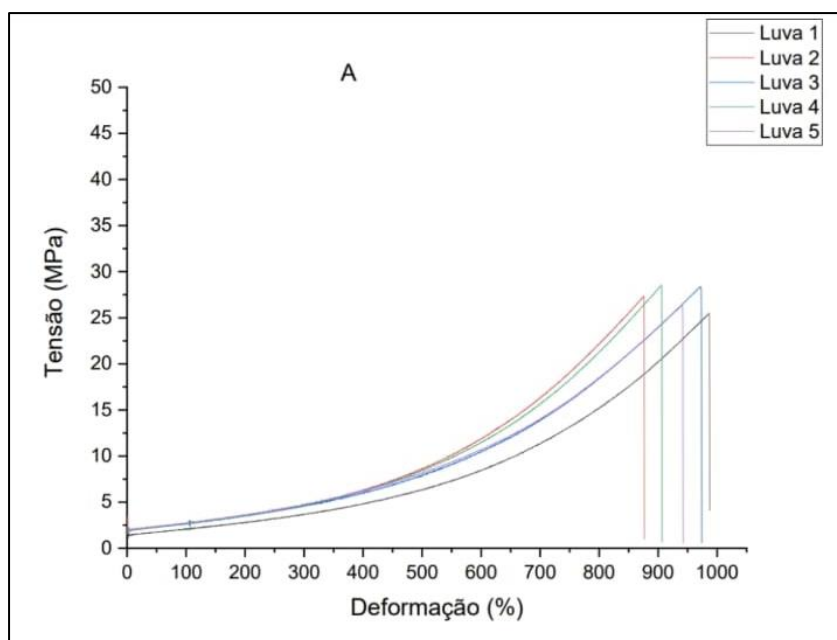
Portanto, diante dos resultados obtidos, faz-se necessário a ampliação de mais estudos com protocolo de qualidade visando a prevenção de acidentes e biossegurança nos atendimentos de clínicos. Já que a presente pesquisa, ao avaliar os ensaios das luvas, comprova alterações não visíveis ao olho nu em relação a comprimento e largura.

6.4 ENSAIO MECANICO DE TRAÇÃO (FORÇA NA RUPTURA E ALONGAMENTO NA RUPTURA)

O ensaio mecânico de tração abrange força na ruptura e alongamento na ruptura. Estes foram avaliados conforme a norma da ABNT NBR ISO 11193-2:2013 em todos os outros grupos de luva. O comportamento mecânico das luvas foram essenciais para compreender a resistência das luvas em condições de estresse mecânico, fornecendo uma visão abrangente de seu desempenho prático.

O Gráfico 1 representa os dados do ensaio de tração das 5 amostras de luva de marca A.

Gráfico 1 - Tração das amostras de luva de marca A: Tensão (Mpa) x Deformação (%)



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

No Gráfico 1, as curvas demonstram que as amostras possuem comportamento semelhante, com uma boa resistência à tração e uma capacidade

boa de alongamento antes de romper. O comportamento elástico (região inicial das curvas) é seguido por uma deformação plástica, conforme indicado pela Tensão de Escoamento, até atingir o ponto de ruptura.

A Tabela 4, mostra os resultados das 5 amostras da Luva de marca A, referente ao valor da Força Máxima (N), Tensão Máxima (Mpa) e Alongamento (%) na ruptura.

Tabela 4 - Tração das 5 amostras da luva de marca A

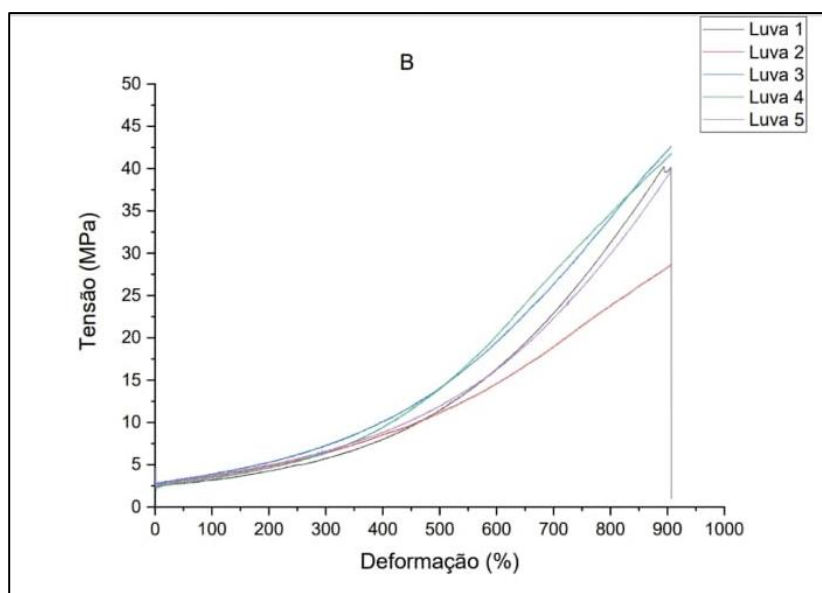
Amostra	Força Máxima (N)	Tensão Máxima (Mpa)	Alongamento (%)
1	12,22	25,47	987,50
2	13,11	27,33	887,19
3	13,62	28,38	991,30
4	13,69	28,52	927,56
5	12,66	26,38	959,77
Valor Médio ± DP	13,07±0,63	27,22±1,31	950,67±43,74

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

De modo geral, esses dados indicam uma variação entre as cinco amostras da Luva de marca A em relação à força máxima (N) e à tensão máxima (Mpa), sugerindo uma boa consistência nos parâmetros mecânicos analisados. A força máxima variou entre 12,22 e 13,69 N, com uma média de 13,07±0,63 N, enquanto a tensão máxima oscilou entre 25,47 e 28,52 Mpa, resultando em uma média de 27,22±1,31 Mpa. Já o alongamento (%) apresentou maior variação entre as amostras, com um intervalo de 887,1913 a 997,0563%, refletindo uma média de 950,67±43,74%. Apesar da variação no alongamento, os resultados indicam que a luva mantém um desempenho geral consistente em termos de resistência e elasticidade, o que sugere qualidade estável nos materiais analisados.

O Gráfico 2 representa os dados do ensaio de tração das 5 amostras de luva B.

Gráfico 2 - Tração das amostras de luva B: Tensão (Mpa) x Deformação (%)



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

No Gráfico 2, verifica-se que a curva de tensão-deformação segue um padrão típico de ensaios de tração, onde a tensão aumenta proporcionalmente à deformação até atingir um pico, que corresponde à ruptura do material. As amostras mostram comportamento semelhante, com pequenas variações nas suas propriedades mecânicas. De maneira geral, os materiais demonstram uma boa resistência mecânica com elevado alongamento, o que sugere que são flexíveis e capazes de suportar grandes deformações antes da ruptura.

A Tabela 5 indica os resultados do ensaio à tração das 5 amostras da Luva B, mostrando as informações de Força máxima (N), Tensão Máxima (Mpa) e Alongamento (%) na ruptura.

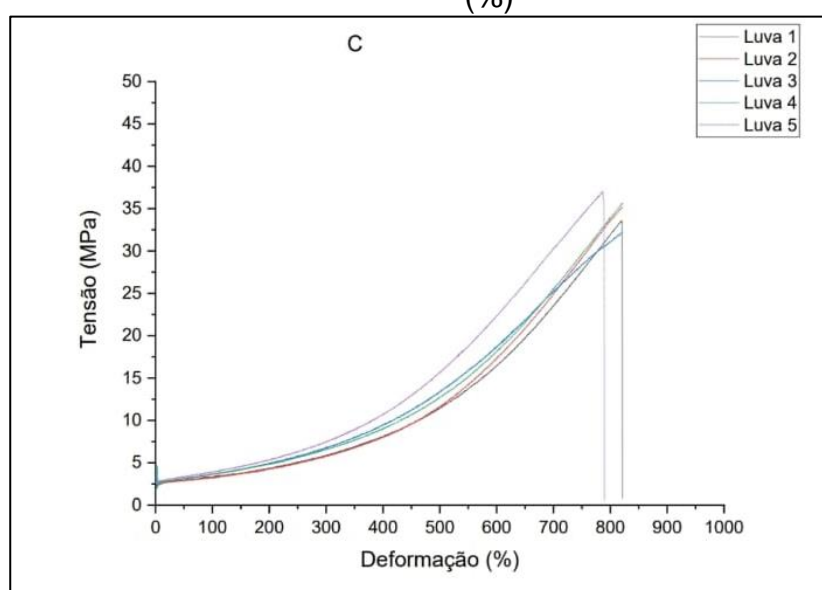
Tabela 5 - Tração das 5 amostras da luva B

Amostra	Força Máxima (N)	Tensão Máxima (Mpa)	Alongamento %
1	12,77	40,22	907,03
2	12,16	38,30	1137,20
3	16,52	52,04	1067,91
4	14,91	46,96	997,03
5	17,94	56,52	959,77
Valor Médio ± DP	14,86±2,45	46,81±7,76	1037,32±89,20

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Os resultados de ensaios de tração realizados nas cinco amostras de luvas B, mostram uma considerável variação entre as amostras, destacando uma alta capacidade de alongamento das luvas, com tensões máximas e forças que suportam diferentes cargas antes da falha. A Força Máxima variou de 12,16 N a 17,94 N, com uma média de $14,86 \pm 2,45$ N. A Tensão Máxima apresentou uma variação de 38,30 Mpa a 56,52 Mpa, com média de $46,81 \pm 7,76$ Mpa, indicando a resistência que cada amostra suportou antes de romper. O Alongamento, que mede a deformação do material antes da ruptura, variou de 907,0363% a 1137,2075%, com média de $1037,32 \pm 89,20\%$. O Gráfico 3 representa os dados do ensaio de tração das 5 amostras de luva de marca C.

Gráfico 3 - Tração das amostras de luva de marca C: Tensão (Mpa) x Deformação (%)



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Nota-se que as 5 (cinco) amostras possuem comportamentos similares, e de maneira geral, o Gráfico 3 mostra que as amostras da Luva de C possuem uma alta capacidade de alongamento antes de romper, o que é um indicativo de um material flexível e resistente. Apesar de algumas variações, as amostras demonstram um desempenho consistente.

Por meio da Tabela 6 evidencia os resultados do ensaio à tração das 5 amostras da Luva de marca C, com as informações sobre a Força máxima (N), Tensão Máxima (Mpa) e Alongamento (%) na ruptura.

Tabela 6 - Tração das 5 amostras da luva de marca C

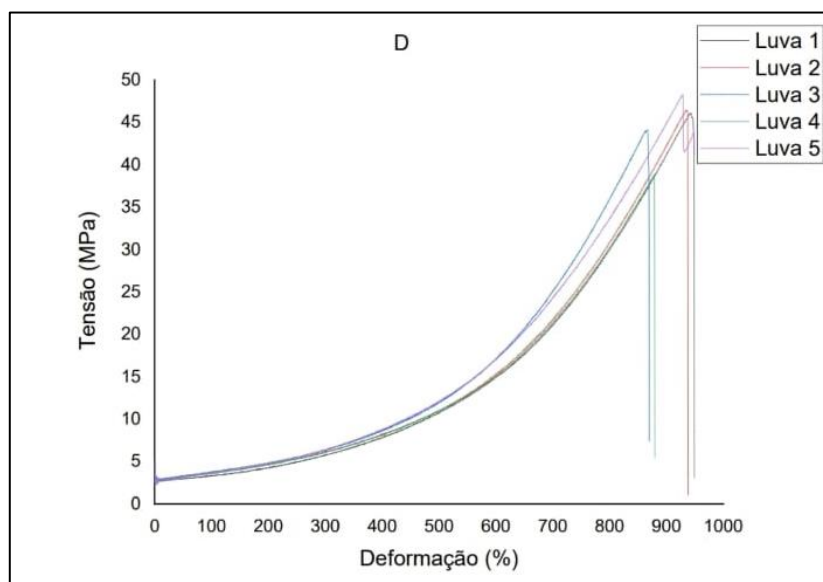
Amostra	Força Máxima (N)	Tensão Máxima (Mpa)	Alongamento %
1	14,62	46,06	949,1225
2	14,74	46,44	936,8088
3	13,99	44,09	867,6675
4	12,32	38,83	879,2700
5	15,33	48,31	956,8063
Valor Médio ± DP	14,21±1,15	44,75±3,63	917,94±41,42

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Segundo os dados, verifica-se que as amostras da Luva de marca C, apresentam uma boa consistência nos parâmetros de tração. A Força Máxima variou entre 12,32 N e 15,33 N, com uma média de 14,21±1,15 N, o que indica uma variação relativamente pequena entre as amostras. A Tensão Máxima também apresentou variação moderada, com valores entre 38,83 Mpa e 48,31 Mpa, resultando em uma média de 44,75±3,63 Mpa. O alongamento, por sua vez, apresentou maior dispersão, com valores entre 870,2799% e 956,8063%, com uma média de 917,94±41,42%, o que sugere que, embora todas as amostras sejam flexíveis e apresentem bom alongamento, há uma variação mais significativa nessa característica. Portanto, esses dados indicam que a Luva de marca C possui uma resistência adequada, com bons níveis de alongamento, mantendo uma performance consistente nas diferentes amostras testadas. A variação observada no alongamento pode estar relacionada a diferenças nas propriedades do material ou na fabricação, mas o desempenho geral das luvas parece satisfatório em termos de força e elasticidade.

O Gráfico 4 representa os dados do ensaio de tração das 5 amostras de luva de marca D.

Gráfico 4 - Tração das amostras de luva de marca D: Tensão (Mpa) x Deformação (%)



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

A curva de cada amostra indica que, à medida que a deformação aumenta, a tensão também cresce até um ponto máximo, seguido pela ruptura do material. As amostras possuem comportamento semelhante, com variações leves na força e na deformação máximas. O Gráfico 4 mostra um material com boa resistência e alta capacidade de alongamento, demonstrando a elasticidade e a força das luvas antes de se romperem.

Na Tabela 7, evidencia os resultados do ensaio à tração das 5 amostras da Luva de marca D conforme a Força máxima (N), Tensão Máxima (Mpa) e Alongamento (%) na ruptura.

Tabela 7 - Tração das 5 amostras da luva de marca D

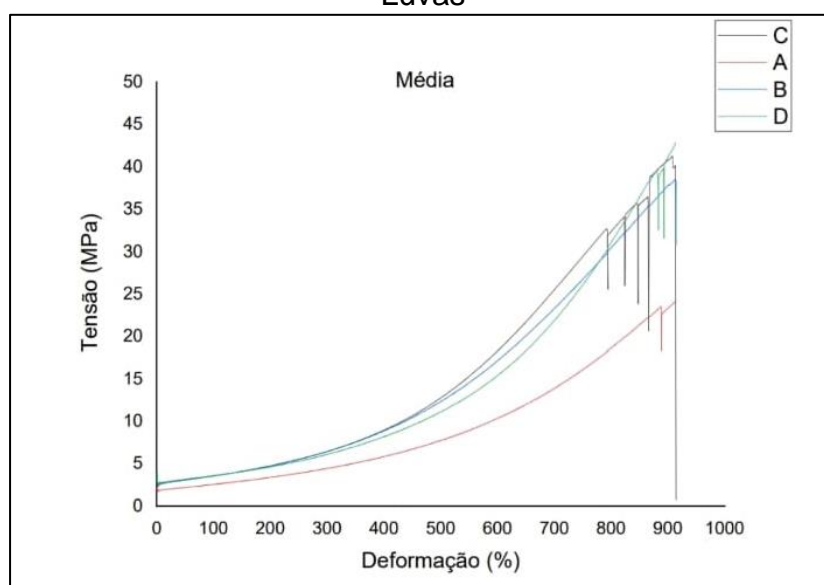
Amostra	Força Máxima (N)	Tensão Máxima (Mpa)	Alongamento %
1	10,66	33,59	821,1750
2	11,60	36,54	887,1913
3	10,90	34,34	863,6775
4	13,10	41,29	914,5275
5	11,76	37,05	801,7550
Valor Médio ± DP	11,61 ±0,96	36,57 ±3,01	849,85 ±43,34

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Quanto às amostras de luvas da marca D, verifica-se que a força Máxima variou entre 10,66 N e 13,10 N, com uma média de $11,61 \pm 0,96$ N. A Tensão Máxima oscilou de 33,59 Mpa a 41,29 Mpa, com uma média de $36,57 \pm 3,01$ Mpa. O Alongamento, que indica a capacidade de deformação antes da ruptura, variou de 801,7550% a 914,5275%, com média de $849,85 \pm 43,34\%$. Esses dados mostram uma leve variação entre as amostras, com a média geral apontando que as luvas possuem uma resistência significativa e capacidade de deformação considerável antes de sua ruptura.

O Gráfico 5 mostra a comparação das médias de todas as marcas de luvas em condições de estresse mecânico, fornecendo uma visão abrangente de seu desempenho prático.

Gráfico 5 - Médias de Tensão (Mpa) x Alongamento (%) de todas os 4 grupos de Luvas



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Nota-se através do valor mediano entre os tipos de marca luva que não existe um padrão claro no seu comportamento mecânico, pois cada marca varia significativamente, indicando que cada marca de luva possui características diferentes quanto à resistência e quanto à elasticidade.

A Tabela 8 apresenta a comparação das médias e desvios-padrão da tensão máxima (Mpa) e do alongamento (%) entre as diferentes marcas de luvas: A, B, C e D.

Tabela 8 - Média e desvio padrão em relação a tensão máxima e alongamento segundo a identificação das luvas das diferentes marcas avaliadas

Identificação	Variáveis	
	Tensão Máxima (Mpa)	Alongamento (%)
	Média ± DP	Média ± DP
LUVA A	27,22 ± 1,31 ^a	950,67 ± 43,74 ^a
LUVA B	46,81 ± 7,71 ^b	1037,32 ± 88,19 ^b
LUVA C	36,57 ± 3,01 ^c	849,85 ± 43,34 ^c
LUVA D	44,75 ± 3,63 ^d	917,94 ± 41,41 ^d
ANOVA	F = 19,09 p < 0,001	F = 9,12 p < 0,001

Letras diferentes entre as médias significa diferença ao nível ($p < 0,001$) segundo o teste de Tukey ao nível de 95% IC.

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Do ponto de vista estatístico, verifica-se que há diferenças entre todas as marcas de luvas, tanto na tensão máxima quanto no alongamento, conforme indicado pelos valores de F, que demonstram um p-valor $< 0,001$ para ambas as variáveis. Isso sugere que, ao nível de significância de 95%, as médias de tensão máxima e alongamento variam de maneira estatisticamente relevante entre as luvas testadas.

A luva de marca B destacou-se por apresentar a maior média de tensão máxima e alongamento, sugerindo ser potencialmente mais resistente e elástica em relação às demais marcas. Isso pode ser explicado pela correlação observada entre a tensão e o alongamento – quanto maior a tensão, maior o alongamento, como mostrado na luva de marca B. No entanto, é interessante notar que, apesar de marca A apresentar a menor média de tensão máxima, seu alongamento é relativamente alto, o que sugere que, embora menos resistente à tração, essa luva possui uma capacidade de estiramento relativamente grande antes de romper.

Conforme os resultados obtidos, demonstrou-se que houve variações na resistência e elasticidade entre as marcas de luvas testadas, o que sugere diferenças de qualidade nos EPIs. De acordo com a NR 6, que regula os EPIs no Brasil, esses equipamentos devem garantir a segurança dos trabalhadores contra riscos específicos, sendo obrigatória a sua certificação pelo Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2022). A norma também estabelece que as luvas de proteção devem apresentar características que assegurem sua eficiência, como resistência à tração e ao alongamento, aspectos críticos observados no estudo. Assim, a luva de

marca B, que apresentou a maior média de tensão máxima e alongamento, destaca-se como potencialmente mais eficiente em relação às demais marcas, enquanto a luva de marca A, com menor resistência, ainda atende aos requisitos de elasticidade, o que indica a importância de considerar ambos os fatores ao selecionar o EPI mais adequado, conforme preconiza a NR 6.

Dentro desse contexto, a avaliação estatística das luvas de diferentes marcas, realizada por meio dos resultados do ensaio mecânico, se torna fundamental para assegurar que o EPI esteja em conformidade com a NR 6 e ofereça a proteção adequada. As diferenças de tensão máxima e alongamento observadas nas luvas testadas indicam que, além de cumprir as exigências da NR 6, é importante considerar a qualidade do material e seu comportamento mecânico ao escolher os EPIs.

Além disso, é necessário considerar a sensibilidade de cada usuário, o tamanho da mão e o uso específico das luvas, que são fatores críticos na escolha de EPIs. Esses aspectos influenciam diretamente o conforto e a funcionalidade das luvas. Usuários com maior sensibilidade ao material, especialmente ao látex, podem desenvolver alergias, o que requer o uso de luvas feitas de borracha sintética ou outros materiais hipoalergênicos. Além disso, o ajuste adequado das luvas ao tamanho das mãos é essencial, pois luvas muito apertadas podem comprometer a circulação e a destreza manual, enquanto luvas muito largas podem aumentar o risco de acidentes, como rasgos ou falhas na proteção (BALBINO; SILVINO, 2023).

Variáveis como o ambiente de trabalho, duração do uso e o tipo de procedimento também precisam ser considerados. Luvas utilizadas em procedimentos cirúrgicos, por exemplo, exigem maior sensibilidade tátil e resistência, enquanto luvas para procedimentos não cirúrgicos podem priorizar outras características, como a durabilidade e o custo-benefício. Portanto, a escolha das luvas deve levar em conta tanto as necessidades individuais dos usuários quanto os requisitos técnicos estabelecidos pela regulamentação (BALBINO; SILVINO, 2023).

7 CONCLUSÃO

Diante dos achados, nota-se que não há um padrão claro entre os tipos de marca luva em termos de comportamento mecânico, o que reforça a ideia de que a qualidade varia significativamente entre as marcas. Também é possível observar que as médias de tensão máxima e alongamento são diferentes para todas as marcas de luva, indicando que cada marca possui características distintas quanto à resistência e à elasticidade.

Dessa maneira, a necessidade de mais estudos com mais protocolos de qualidade em relação a furos e deformações das luvas, já que verificou-se que todas as luvas analisadas sofreram pequenas deformações, destacando duas marcas que apresentaram grandes deformações.

De acordo com a Norma Regulamentadora nº6 (NR-06), que determina a utilização dos EPIs nas atividades que envolvem algum risco ao trabalhador, foi possível concluir que o uso de luvas de látex é um equipamento de proteção individual essencial para que as chances de acidentes sejam minimizadas nos atendimentos clínicos por parte dos profissionais em procedimentos odontológicos.

8 SUGESTÃO E CONTRIBUIÇÕES

8.1 SUGESTÕES

- ✓ Seria interessante a realização de um estudo que quantificasse e identificasse todos os testes de resistência nas luvas de látex.

8.2 CONTRIBUIÇÕES

- ✓ Possibilitar novos estudos na utilização das luvas de látex;
- ✓ Contribuição com informações para a literatura científica, tendo em vista a disponibilidade de poucos estudos relacionados a avaliação dos testes de resistência a luvas de látex.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13391**: luva cirúrgica: especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 10282**: luvas cirúrgicas de borracha, estéreis ou a serem esterilizadas, de uso único: especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 11193-1**: luvas para exame médico de uso único: parte 1: especificação para luvas produzidas de látex de borracha ou solução de borracha. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ATKINSON, V.; FREITAS, G. P. M.; AMORIM J. Biossegurança em odontologia: revisão de literatura a respeito do uso de equipamentos de proteção individual. **Revista Cathedral**. São Paulo, v. 2, n. 1, p. 23-51, 2020.

BALBINO, C. M.; SILVINO, Z. R. Luvas grandes em mãos pequenas: as dificuldades dos profissionais de enfermagem: Design Science Research. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 15, n. 29, 2023.

BARDORF, M. H. *et al.* Influence of material properties on gloves' bacterial barrier efficacy in the presence of microperforation. **American Journal of Infection Control**, [S. l.], v. 44, n. 12, p. 1645-1649, 2016.

BATISTA, A. C. R.; BORBA, D. W. **Efeito do envelhecimento térmico em luvas isolantes confeccionadas em material elastomérico**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

BATISTA, J. N. S. *et al.* Avaliação da qualidade de luvas de látex utilizadas em procedimentos odontológicos. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 73, n. 2, p. 107-111, 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Segurança no ambiente hospitalar**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/seguranca-no-ambiente-hospitalar.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 55, de 4 de novembro de 2011**. Estabelece os requisitos mínimos de identidade e qualidade para as luvas cirúrgicas e luvas para procedimentos não cirúrgicos de borracha natural, de borracha sintética, de mistura de borrachas natural e sintética e de policloreto de vinila, sob regime de vigilância sanitária. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Coronavírus COVID19 - **Recomendações de proteção aos trabalhadores dos serviços de saúde no atendimento de COVID-19 e outras síndromes gripais**. Brasília, DF: Ministério da Saúde. 2020. Disponível

em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/covid-19/publicacoes-tecnicas/recomendacoes/recomendacoes-de-protecao-aos-trabalhadores-do-servico-de-saude.pdf/view>. Acesso em: 01 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº 5, de 15 de fevereiro de 2008**. Estabelece os requisitos mínimos de identidade e qualidade para as luvas cirúrgicas e luvas de procedimentos não-cirúrgicos de borracha natural, borracha sintética ou mistura de borrachas natural e sintética. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-32: segurança e saúde no trabalho em estabelecimentos de saúde**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022.

BRASIL. Ministério do trabalho e emprego. **NR-6: equipamento de proteção Individual - EPI**. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília. 2022.

BRASIL. Ministério do trabalho e emprego. **NR-9: avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos**. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília. 2021.

GORINI, V. O. **Avaliação da integridade de luvas de procedimentos e cirúrgicas**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) - Centro Universitário São Lucas, Porto Velho, Rondônia, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Portaria n.º 332, de 26 de junho de 2012**. Aprova a revisão dos requisitos de avaliação da conformidade para luvas cirúrgicas e de procedimento não cirúrgico de borracha natural, borracha sintética e de misturas de borrachas sintéticas. Rio de Janeiro: INMETRO, 2012. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/rtac001862.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Portaria n.º 357, de 21 de setembro de 2007**. Regulamento de avaliação da conformidade para luvas cirúrgicas e luvas de procedimentos não-cirúrgicos. Rio de Janeiro: INMETRO, 2007. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/RTAC001204.pdf>. Acesso: 29 jan. 2024.

LOPES, M. P. **Avaliação da contaminação de luvas de procedimento antes do atendimento odontológico**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) - Centro Universitário São Lucas, Porto Velho, Rondônia, 2019.

LOPES, N. *et al.* Análise da permeabilidade das luvas de látex para procedimento mais utilizadas por alunos da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v. 8, n. 2, p. 206-212, 2009

MACHADO, M. B. **Contribuições para a tecnovigilância das luvas de látex e a biossegurança**. 2019. Dissertação (Mestrado em Enfermagem Fundamental) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

MARTINS, F. L. *et al.* Aspectos regulatórios e normativos sobre luvas de látex cirúrgicas e de procedimento. **Brazilian Journal of Allergy and Immunology**, São Paulo, v. 3, n.1, p. 7-12, 2015.

MASTROENI, M. F. **Biossegurança aplicada a laboratórios e serviços de saúde**. 7. ed. São Paulo: Atheneu, 2018.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Manual de biossegurança laboratorial**. 4. ed. Brasília, DF: OPAS, 2021.

SANTANA, L. F. *et al.* A supervisão do enfermeiro sobre o uso de luvas pela equipe de enfermagem da unidade básica de saúde. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 108-114, 2020.

SANTOS, H. P. A. *et al.* A importância da biossegurança no laboratório clínico de biomedicina. **Revista Saúde em Foco**, [S. l.], n. 11, p. 210-225, 2019.

SCHMIDT, L. *et al.* Avaliação da permeabilidade de luvas de látex utilizadas em laboratório para a manipulação de nanopartículas poliméricas. **Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração**, São Paulo, v. 18, n. e2138, 2021.

SENNA, M. H. *et al.* Segurança do trabalhador na manipulação de antineoplásicos. **Avances en Enfermería**, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 141-158, 2013.

SERRATINE, A. C. P.; PACHECO, E.; MIERO, M. Avaliação da Integridade das luvas cirúrgicas após a utilização em cirurgias odontológicas. **Arquivos Catarinenses de Medicina**, Florianópolis, v. 36, n. 1, p. 85-89, 2007.

SOUZA, D. O. A saúde dos trabalhadores e a pandemia de COVID-19: da revisão à crítica. **Revista Vigilância Sanitária em Debate**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 125-131, 2020.

TRINDADE, J. P. A.; SERRA, J. R.; TRIPPLE, A. F. V. Índice de perfuração de luvas de procedimento/cirúrgica utilizadas por trabalhadores do expurgo de um centro de material e esterilização. **Texto & Contexto - Enfermagem**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, e1410015, 2016.

VINCHES, L. *et al.* Experimental evaluation of the penetration of TiO₂ nanoparticles through protective clothing and gloves under conditions simulating occupational use. **Nanoscience Methods**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 1-15, 2013.

YOUNES, T.; FREDDO, S. L.; LUCIETTO, D. A. Biossegurança em odontologia: o ponto de vista dos pacientes. **Arquivos em Odontologia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 14, e14, 2017.