



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BACHARELADO EM ODONTOLOGIA**

ANTONY MELQUIADES DE MOURA SILVA

**ANÁLISE DA IRRADIÂNCIA E CONDIÇÕES DE USO DAS UNIDADES DE
FOTOATIVAÇÃO DAS CLÍNICAS-ESCOLA DE ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – CAMPUS I**

**CAMPINA GRANDE
2024**

ANTONY MELQUÍADES DE MOURA SILVA

**ANÁLISE DA IRRADIÂNCIA E CONDIÇÕES DE USO DAS UNIDADES DE
FOTOATIVÇÃO DAS CLÍNICAS-ESCOLA DE ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – CAMPUS I**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

Área de concentração: Materiais Dentários.

Orientadora: Profa. Dra. Nadja Maria da Silva Oliveira

**CAMPINA GRANDE
2024**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586a Silva, Antony Melquiades de Moura.
Análise da irradiância e condições de uso das unidades de fotoativação das clínicas-escola de odontologia da Universidade Estadual Da Paraíba – CAMPUS I [manuscrito] / Antony Melquiades de Moura Silva. - 2024.
37 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024.

"Orientação : Prof. Dra. Nadja Maria da Silva Oliveira, Departamento de Odontologia - CCBS".

1. Fotopolimerizador. 2. Irradiância. 3. Radiômetro. 4. Instrumentos dentários. I. Título

21. ed. CDD 617.695

ANTONY MELQUÍADES DE MOURA SILVA

ANÁLISE DA IRRADIÂNCIA E CONDIÇÕES DE USO DAS UNIDADES DE
FOTOATIVAÇÃO DAS CLÍNICAS-ESCOLA DE ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – CAMPUS I

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Odontologia da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Odontologia.

Área de concentração: Materiais
Dentários.

Aprovado em: 11/11/2024.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Nadja Maria da Silva Oliveira (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. André Rodrigo Justino da Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Priscilla Guimarães Silva Vasconcelos
UNIFACISA – Centro Universitário

Aos meus pais, que perderam tantas oportunidades para me dar a melhor de todas, o estudo, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar junto a mim em todos os momentos, até mesmo naqueles em que eu menos esperava a sua mão, por ter me levantado quando falhei e pensei que não poderia seguir, por ter me dado infinitas chances de recomeçar e a graça de chegar até aqui.

À minha mãe, Terezinha, por aceitar embarcar nessa jornada árdua e onerosa, por todas as orações feitas, por investir todos os recursos que estavam ao seu alcance em mim, por me auxiliar a ter autoconfiança e nunca duvidar da minha capacidade, serei eternamente grato.

Ao meu pai, Antonio, por todos os desdobramentos para me ofertar um melhor conforto e qualidade de vida, por todos os dias incansáveis de trabalho para me dar o alimento.

Às minhas irmãs, Agda e Jéssica, por serem meus pilares de conforto nos momentos em que mais estive vulnerável, por dividirem suas experiências e conhecimentos comigo, por me mostrarem uma nova forma de enxergar os problemas.

Aos meus sobrinhos, Mariana, Pedro e Joaquim, por me trazerem mais sentido à vida, sem vocês eu jamais pensaria ser capaz de desenvolver tamanha empatia e amor incondicional por um outro alguém. Vocês me fazem querer avançar no meu propósito cada dia mais.

Aos meus primos, e também colegas de apartamento, Karla e Kássio, por terem escutado meus desabafos, me ofertado um ombro amigo quando mais precisava e pelos momentos de distração. Lembrarei do nosso tempo com muito prazer e saudades.

Aos meus familiares em geral e cunhados, não conseguiria tecer palavras que representassem em completitude o quão grato sou por tantas ajudas e disposições.

A Valdecir e Hozana, por me ofertarem inúmeras assistências, desde o tempo pandêmico até os dias atuais, suas nobres ações contribuíram grandiosamente para minha formação.

Aos meus amigos e colegas de classe, em especial Gabriel, Camila e Edmundo, pelos momentos de descontração, amizade, apoio e partilha. Os últimos cinco anos não seriam os mesmos sem vocês.

À Professora Nadja, por toda confiança, orientação e conselho dado durante nosso tempo de pesquisa. Sua inteligência e alegria são inspiradoras e admiráveis, felizes aqueles que têm a oportunidade de lhe conhecer e de lhe ter como orientadora.

À Universidade Estadual da Paraíba, pelos financiamentos em extensão e pesquisa.

“Se você se sentir insignificante, é melhor
pensar novamente
Melhor acordar, porque você é parte de
algo muito maior
Não apenas uma partícula no universo
Não apenas algumas palavras em um
versículo da bíblia
Somos parte de algo muito maior”.
(Beyoncé Giselle Knowless-Carter)

RESUMO

Os fotopolimerizadores são aparelhos utilizados na rotina clínica de estudantes de Odontologia e Cirurgiões-dentistas para fotoativar diversos biomateriais, como resinas compostas, cimentos resinosos e cimentos de ionômero de vidro modificados por resina. Para que esse aparelho consiga realizar com êxito suas funções, é de suma importância verificar os níveis de irradiância e as suas condições de uso, como a presença de degradações físicas e elétricas. Sendo assim, o presente trabalho objetiva analisar os níveis de irradiância e condições de uso de fotopolimerizadores das Clínicas-escola de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba – Campus I. Trata-se de um estudo transversal quantitativo, o qual realizou aferições a partir de um radiômetro para averiguar os níveis de irradiância. Na análise da irradiância, os fotopolimerizadores foram acionados previamente obedecendo um protocolo e o resultado computado foi obtido pela média aritmética entre três aferições realizadas na mesma sessão. Para as condições de uso, aplicou-se uma inspeção visual considerando aspectos físicos/estruturais, elétricos e de limpeza/cuidados. Para tanto, formularam-se dois instrumentos de coleta de dados para a identificação e registro dos achados, ao fim, os dados foram submetidos à análise descritiva. Os resultados apresentaram um cenário em que os níveis de irradiância de 78,04% das unidades de fotoativação encontravam-se abaixo do recomendado pela literatura. Dentre esses equipamentos com baixa irradiância, 25% com emissão de luz, mas com 0mW/cm^2 de irradiância; 21,87% totalmente inoperantes e 6,25% em funcionamento, mas sem emissão de luz. Esses achados corroboram para que insucessos clínicos dos procedimentos executados aconteçam. Além disso, as condições de uso demonstraram grande degradação e contaminação dos aparelhos, como presença de sujidades/detritos, ponteiras fraturadas, ausência de barreira protetora laranja e botões inoperantes. Dessa forma, é notória a importância da necessidade da aquisição de novos equipamentos para melhorar a qualidade de procedimentos odontológicos e garantir segurança aos pacientes, tendo isto sendo obtido com a aquisição e renovação desses aparatos pela Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.

Palavras-Chave: fotopolimerizador; irradiância; radiômetro; condições de uso.

ABSTRACT

Light-curing devices are devices used in the clinical routine of dentistry students and dentists to photoactivate various biomaterials, such as composite resins, resin cements and resin-modified glass ionomer cements. In order for these devices to successfully perform their functions, it is extremely important to check the irradiance levels and their conditions of use, such as the presence of physical and electrical degradation. Therefore, this study aims to analyze the irradiance levels and conditions of use of light-curing devices at the Dental School Clinics of the State University of Paraíba – Campus I. This is a quantitative cross-sectional study, which performed measurements using a radiometer to verify the irradiance levels. In the irradiance analysis, the light-curing devices were previously activated following a protocol and the computed result was obtained by the arithmetic mean of three measurements performed in the same session. For the conditions of use, a visual inspection was applied considering physical/structural, electrical and cleaning/care aspects. For this purpose, two data collection instruments were formulated to identify and record the findings; at the end, the data were submitted to descriptive analysis. The results showed a scenario in which the irradiance levels of 78.04% of the photoactivation units were below those recommended by the literature. Among these equipment with low irradiance, 25% emitted light, but with 0 mW/cm² of irradiance; 21.87% were completely inoperative; and 6.25% were in operation, but without emitting light. These findings corroborate the clinical failures of the performed procedures. In addition, the conditions of use demonstrated great degradation and contamination of the equipment, such as the presence of dirt/debris, fractured tips, absence of orange protective barrier, and inoperative buttons. Thus, the importance of the need to acquire new equipment to improve the quality of dental procedures and guarantee patient safety is clear, and this was achieved with the acquisition and renewal of these devices by the State University of Paraíba – Campus I.

Keywords: dental light curing units; irradiance; radiometer; usage conditions.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fluxograma 1 –	Protocolo metodológico utilizado na pesquisa.....	16
Gráfico 1 –	Quantitativo de fotopolimerizadores de acordo com a classificação da média de irradiância em cada Clínica-escola.....	19
Imagem 1 –	Exemplo de fotopolimerizador exibindo emissão de luz, mas com irradiância em 0 mW/cm ²	20
Gráfico 2 –	Quantitativo de fotopolimerizadores por Clínica-escola com irradiância em 0 mW/cm ² , sem emissão de luz ou inoperantes.....	20
Gráfico 3 –	Médias de irradiância dos fotopolimerizadores da Clínica-escola I.....	21
Gráfico 4 –	Médias de irradiância dos fotopolimerizadores da Clínica-escola II.....	22
Gráfico 5 –	Médias de irradiância dos fotopolimerizadores da Clínica-escola III.....	23
Imagem 2 –	Fotopolimerizador exibindo fratura na ponteira.....	24
Imagem 3 –	Fraturas nos botões do aparelho de fotopolimerização.....	24
Imagem 4 –	<i>Display</i> com fratura e sem funcionamento, além de sujidades no corpo do fotopolimerizador.....	25
Imagem 5 –	Fotopolimerizador com manchas, sujidades e ausência de botão de acionamento.....	26
Gráfico 6 –	Quantitativo das condições de uso encontradas nos fotopolimerizadores em cada Clínica-escola.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BAPO	Óxido Bisacilfosfínico
IMED	Faculdade Meridional de Porto Alegre
ISO	International Organization for Standardization
LED	Diodo Emissor de Luz
mm	Milímetro
mW/cm ²	Miliwatts por Centímetro Quadrado
nm	Nanômetro
PAC	Luz de Arco de Plasma
PPD	1-fenil-1,2-propanodiona
TPO	Óxido Mono-acil Fosfínico
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UV	Luz Ultravioleta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	METODOLOGIA	15
2.1	Caracterização do estudo	15
2.2	Aferição dos níveis de irradiância	15
2.3	Avaliação das condições de uso	15
2.4	Tratamento dos dados	17
2.5	Disposição dos dados	17
3	RESULTADOS	18
4	DISCUSSÃO	28
5	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33
	APÊNDICE A – INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS EM IRRADIÂNCIA	36
	APÊNDICE B – INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS EM CONDIÇÕES DE USO	37

1 INTRODUÇÃO

Os fotopolimerizadores, também chamados de unidades de fotoativação, são aparelhos capazes de emitir luz em um comprimento de onda correspondente ao azul, com seu pico de emissão próximo a 470 nanômetros (nm). Tal aparelho é empregado diariamente na rotina clínica de estudantes de Odontologia e cirurgiões-dentistas para a ativação de diversos biomateriais (Rodokas, 2020). Dentre os principais produtos odontológicos que fazem o uso do sistema de polimerização por luz, encontram-se as resinas compostas, os cimentos resinosos e os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina. A partir da emissão de luz, fotoiniciadores contidos nesses materiais são ativados e desencadeiam uma reação de polimerização do material a ser utilizado (Lima; Scheffel, 2021).

A canforoquinona (fotoiniciador do tipo II) configura-se como a principal substância utilizada como fotoiniciador, seu espectro de ativação compreende um comprimento de onda de 400 nm a 500 nm, sendo o máximo de absorção de aproximadamente 468 nm. A reação de polimerização é dada pelo excitação da canforoquinona e sua interação com uma amina terciária, essa ligação promove a formação de radicais livres permitindo que novas estruturas se conectem a essa cadeia. Dessa forma, a polimerização é compreendida pela conversão de monômeros em polímeros tridimensionais (Melo et al., 2020). Além da canforoquinona, novas substâncias iniciadoras ativadas por luz foram desenvolvidas, a exemplo do 1-fenil-1,2-propanodiona (PPD), o óxido mono-acil fosfínico (TPO) e o óxido bisacilfosfínico (BAPO). Esses fotoiniciadores do tipo I detêm como diferenciais as características de gerarem os radicais livres por meio da fotocálise, sem necessitarem de um co-iniciador e a máxima absorção dos comprimentos de onda próxima da faixa da luz ultravioleta (UV) (Miatello, 2020).

Para a emissão da luz azul pelos fotopolimerizadores, quatro principais tecnologias podem ser utilizadas: luz de arco de Plasma (PAC), laser de argônio, luz halógena de quartzo-tungstênio e diodo emissor de luz (LED). Por muito tempo, a luz halógena de quartzo-tungstênio se enquadrava como a mais utilizada, mas, atualmente, a tecnologia LED é a mais empregada. Não obstante, a emissão de luz por meio da luz halógena provoca um grande aquecimento que pode ser prejudicial aos tecidos dentários e bem como apresenta menor vida útil – cerca de 40 a 100 horas (Bezerra et al., 2021; Melo et al., 2020; Caldarelli et al., 2011).

Os aparelhos portadores da tecnologia a LED possuem a vantagem de fotoativarem fotoiniciadores mais recentes, os quais estão no intervalo de 380-420 nm (Miatello, 2020). Quanto ao PAC e o laser de argônio, estes objetivam uma maior potência de luz capaz de fotopolimerizar com mais eficácia, entretanto, dispõem de maiores custos de manutenção e aquisição, além de geram calor excessivo durante seu funcionamento (Caldarelli et al., 2011).

Quanto aos cuidados necessários com a unidade fotoativadora, a utilização do radiômetro para aferição da irradiância é crucial. Os radiômetros se enquadram como equipamentos seguros para a determinação da eficiência desses aparelhos em polimerizar materiais a partir de valores expressos em mW/cm^2 (Rode, 2006). Por conseguinte, os radiômetros são capazes de medir a intensidade de luz produzida pelos fotopolimerizadores, esses dispositivos podem ser acoplados ou não às unidades de fotoativação e, em suma, são sensíveis apenas a luz em comprimentos de onda de 400 a 500 nm (Reis; Loguercio, 2007).

Inobstante, esses aparelhos emissores de luz azul capazes de fotoativarem biomateriais influenciam diretamente no grau de conversão dos materiais a serem polimerizados, este último termo podendo ser dito como o percentual de monômeros que foram transformados em polímeros. Para tanto, essa mudança de conformação é importantíssima para que as propriedades mecânicas sejam alcançadas e depende, dentre tantos fatores, da quantidade de energia que fora incidida sob o material, da qualidade e colimação da luz, do tempo de exposição à luz, da distância da ponteira emissora para o material a ser fotopolimerizado e da homogeneidade do fecho de luz (Boaventura; Basílio, 2020).

Para que exista um sucesso clínico da aplicação de resinas compostas, por exemplo, um dos cuidados a serem seguidos deve compreender o correto protocolo de fotoativação. Para isso, em incrementos de 2 mm de espessura é recomendado que a irradiância dos fotopolimerizadores seja de ao mínimo $400 \text{ mW}/\text{cm}^2$ (Souza-Junior et al., 2021). A não adesão a essa normativa implica em um aumento das chances de sensibilidade pós-operatória, alterações de cor, surgimento de fendas e trincas, predisposição a fratura, microinfiltração da restauração, risco de agressão pulpar, diminuição do módulo de elasticidade e diminuição da resistência ao desgaste (Beolchi et al., 2015; Silva et al., 2017).

De forma adicional, os operadores dessas unidades também devem estar atentos quanto às condições de uso, que, no geral, envolvem a avaliação dos níveis

de bateria, limpeza, integridade física e frequência de manutenção. Para que, dessa forma, esses fatores não interfiram em uma atenuação da irradiância, o que pode conduzir para uma subpolimerização do biomaterial (Bezerra et al., 2022).

Inevitavelmente, os aparelhos de fotopolimerização estão sujeitos à degradação física gradual, assim como a diminuição dos níveis de irradiância. Portanto, a importância da aferição periódica da intensidade da luz através do radiômetro é cientificamente comprovada como uma forma de controle de qualidade, objetivando, assim, que o uso dos fotopolimerizadores se dê em níveis de luz adequados uma vez que os olhos humanos não são capazes de notificar todas as alterações (Contarin; Casalli; Rigo, 2016).

Diante do exposto, e tomando por referência as vantagens da aferição por meio do radiômetro da intensidade de luz e da averiguação das condições de uso dos fotopolimerizadores, esse estudo objetiva analisar os níveis de irradiância e condições de uso de fotopolimerizadores das Clínicas-escola de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização do estudo

Trata-se de um estudo transversal quantitativo, o qual realizou aferições dos níveis de irradiância e condições de uso de fotopolimerizadores das Clínicas-escola de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba – Campus I durante o primeiro semestre de 2024. Esse tipo de estudo, que é também denominado como estudo descritivo ou estudo observacional transversal, consiste em uma pesquisa que coleta informações de uma amostra específica de indivíduos ou objetos em um único momento. A finalidade principal concentra-se em descrever a prevalência ou a distribuição de uma ou mais variáveis na população analisada (Bastos; Duquia, 2013).

2.2 Aferição dos níveis de irradiância

A sessão de aferição da irradiância dos fotopolimerizadores foi dada através de um Radiômetro do modelo LM-1 da fabricante Woodpecker® (Guilin – Guangxin, China).

Para essa primeira etapa, as unidades de fotoativação portáteis estavam totalmente carregadas, já para aquelas fixas às cadeiras odontológicas, estas apresentavam 15 minutos de acionamento do sistema elétrico do equipo. Todos os tipos de fotopolimerizadores foram ativados por 1 minuto previamente à execução da leitura no radiômetro a fim de se aproximar ao máximo da realidade clínica.

Durante essa testagem, acionou-se cada fotopolimerizador no modo convencional/contínuo três vezes por 30 segundos cada, com intervalos entre as leituras de 01 minuto. A ponteira do dispositivo estava em total contato e paralelamente disposta ao sensor do radiômetro. A média entre as aferições foi o resultado computado para análise em formulário próprio (apêndice A).

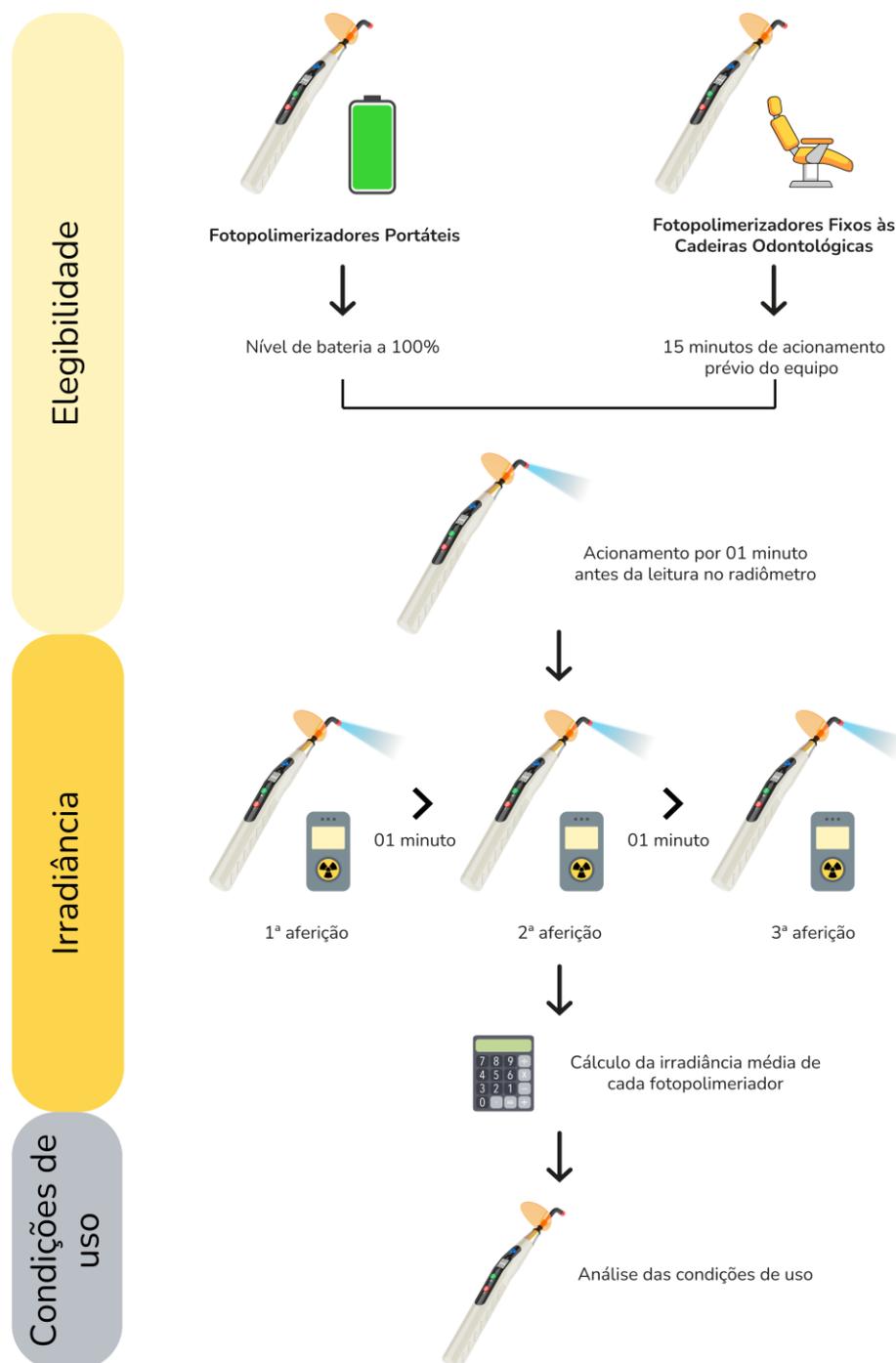
2.3 Avaliação das condições de uso

Para a avaliação das condições de uso, desenvolveu-se um segundo formulário contendo elementos de identificação e as principais condições de

degradação foram encontradas durante a coleta de dados (apêndice B). O uso de luvas de procedimentos descartáveis, máscaras e toucas deverá ser dado em todas as etapas.

O fluxograma 1 sintetiza o protocolo de elegibilidade e das análises da irradiância e condições de uso.

Fluxograma 1 – Protocolo metodológico utilizado na pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

2.4 Tratamento dos dados

Os resultados obtidos passaram por análise estatística descritiva, para tanto, considerou-se o quantitativo de fotopolimerizadores de acordo com a média de irradiância obtida, sendo classificada como média adequada aquela com valores superiores a 400 mW/cm², como tempo de compensação os dentro do intervalo de 300 a 400 mW/cm² e como média de irradiância inadequada a com valores abaixo de 300 mW/cm². O tempo de compensação pode ser compreendido como um nível de irradiância abaixo do recomendado, mas que ainda detém da capacidade de fazer com que o material seja passível de ser fotoativado, contanto que o tempo de exposição à luz seja aumentado (Marson; Mattos; Sensi, 2010).

Quanto às condições de uso, estas também foram submetidas à análise descritiva do número de fotopolimerizadores que forem encontrados para cada estado de degradação.

2.5 Disposição dos dados

Para a disposição dos dados, os achados foram transferidos para tabelas virtuais elaboradas através do programa *Microsoft Excel 2016®* e, então, dispostos em gráficos a partir do *software on-line Flourish®*.

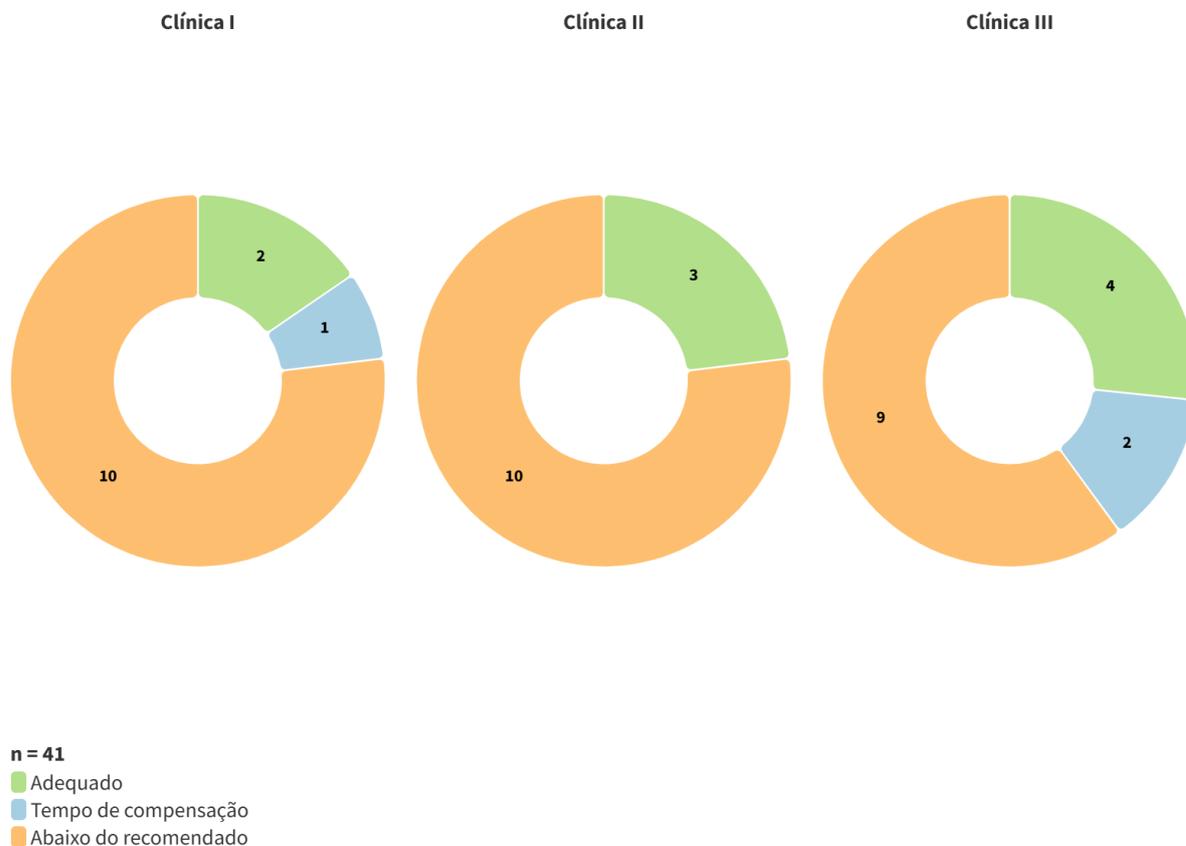
3 RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da presente pesquisa passaram por tabulação e análise de dados de acordo com cada clínica em que cada unidade de fotoativação era localizada. Ao todo, catalogou-se 41 fotopolimerizadores, os quais todos apresentaram tecnologia Light-Emitting Diode (LED). Tais aparelhos eram divididos da seguinte forma: Clínica I com 13 unidades, Clínica II com 13 unidades e Clínica III com 15 unidades.

Durante a análise da irradiância, constatou-se 32 (78,04%) unidades de fotoativação com baixa irradiância. Nas quais, a Clínica I concentrou 10 (76,92%) unidades de fotopolimerizadores fora do estabelecido pela literatura como valor aceitável para correta fotopolimerização. Além desses 10 dispositivos, 01 (7,69%) aparelho de fotoativação encontrava-se com a média de irradiância entre 300 e 400 mW/cm², classificando-o como tempo de compensação. Para a Clínica II, 10 (76,92%) fotopolimerizadores estavam fora do apropriado, não havendo unidades dentro do tempo de compensação. Ainda assim, a Clínica III apresentou 09 (60%) dispositivos com média abaixo do recomendado e 02 (13,33%) com tempo de compensação.

Dessa maneira, apenas 09 (21,95%) unidades de fotoativação encontravam-se com irradiância adequada nas Clínicas-escola de Odontologia da UEPB Campus I, distribuídos em: 02 (15,38%) na Clínica I, 03 (23,07%) na Clínica II e 04 (26,66%) na Clínica III (gráfico 1).

Gráfico 1 – Quantitativo de fotopolimerizadores de acordo com a classificação da média de irradiância em cada Clínica-escola



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

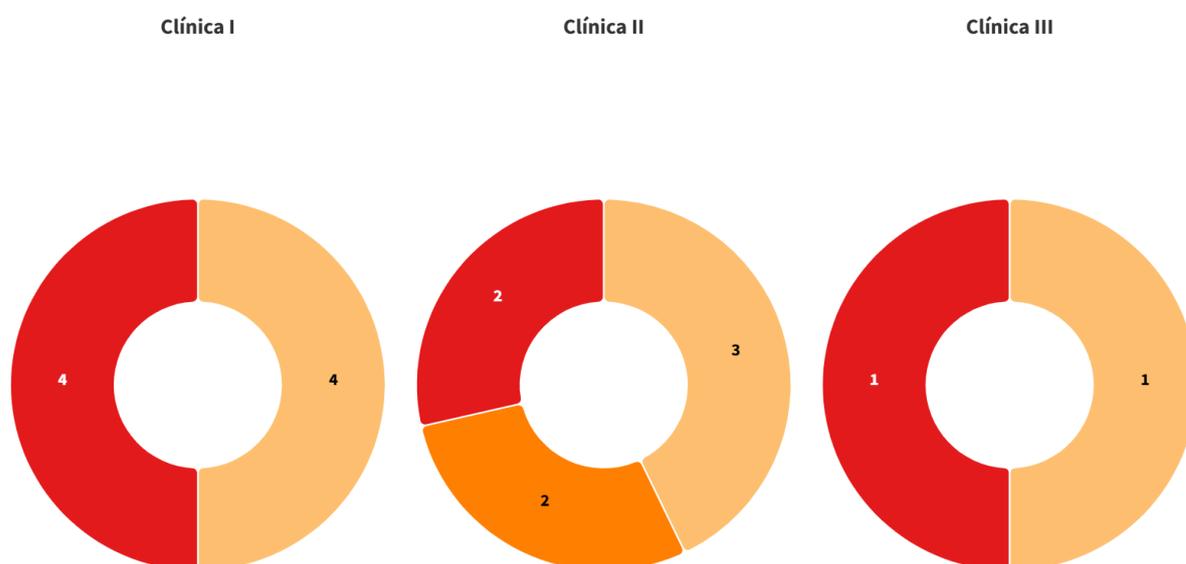
Dentre os 32 fotopolimerizadores com baixa irradiância, as três clínicas somaram 08 (25%) aparelhos em completo funcionamento e com emissão de luz, mas que vieram a apresentar irradiância de 0 mW/cm², sendo 04 (12,5%) na Clínica I, 03 (9,37%) na Clínica II e 01 (3,12%) na Clínica III, como pode ser exemplificado pela imagem 1. Adicionalmente, encontrou-se 07 (21,87%) equipamentos totalmente inoperantes (sem emissão de luz e sem funcionamento), distribuídos da seguinte maneira: Clínica I com 04 (30,76%), Clínica II com 02 (15,38%) e Clínica III com 01 (6,66%). Por fim, a Clínica II detinha 02 (6,25%) aparelhos em funcionamento, mas que não havia emissão de luz (ver gráfico 2).

Imagem 1 – Exemplo de fotopolimerizador exibindo emissão de luz, mas com irradiância em 0 mW/cm²



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Gráfico 2 – Quantitativo de fotopolimerizadores por Clínica-escola com irradiância em 0 mW/cm², sem emissão de luz ou inoperantes



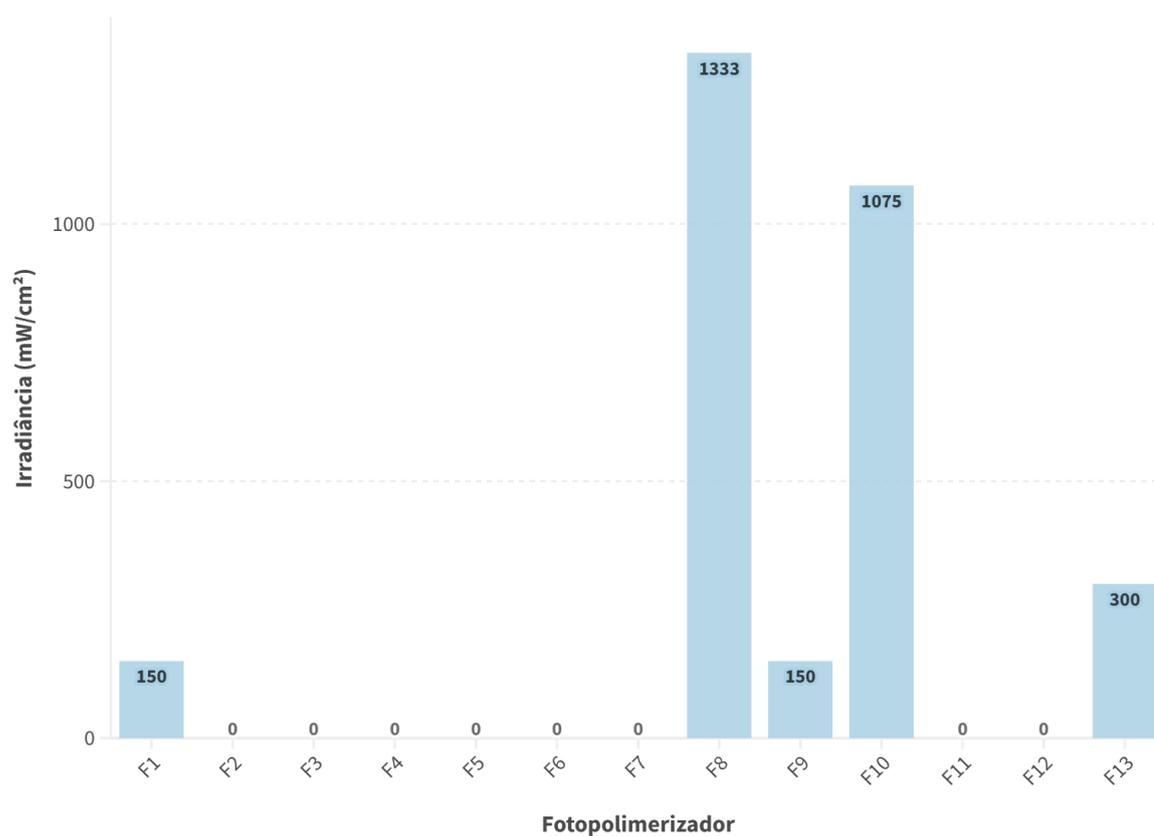
n = 17

- Em funcionamento e emissão de luz, mas com irradiância em 0mW/cm²
- Em funcionamento, mas sem emissão de luz
- Totalmente inoperante (sem funcionamento e sem emissão de luz)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

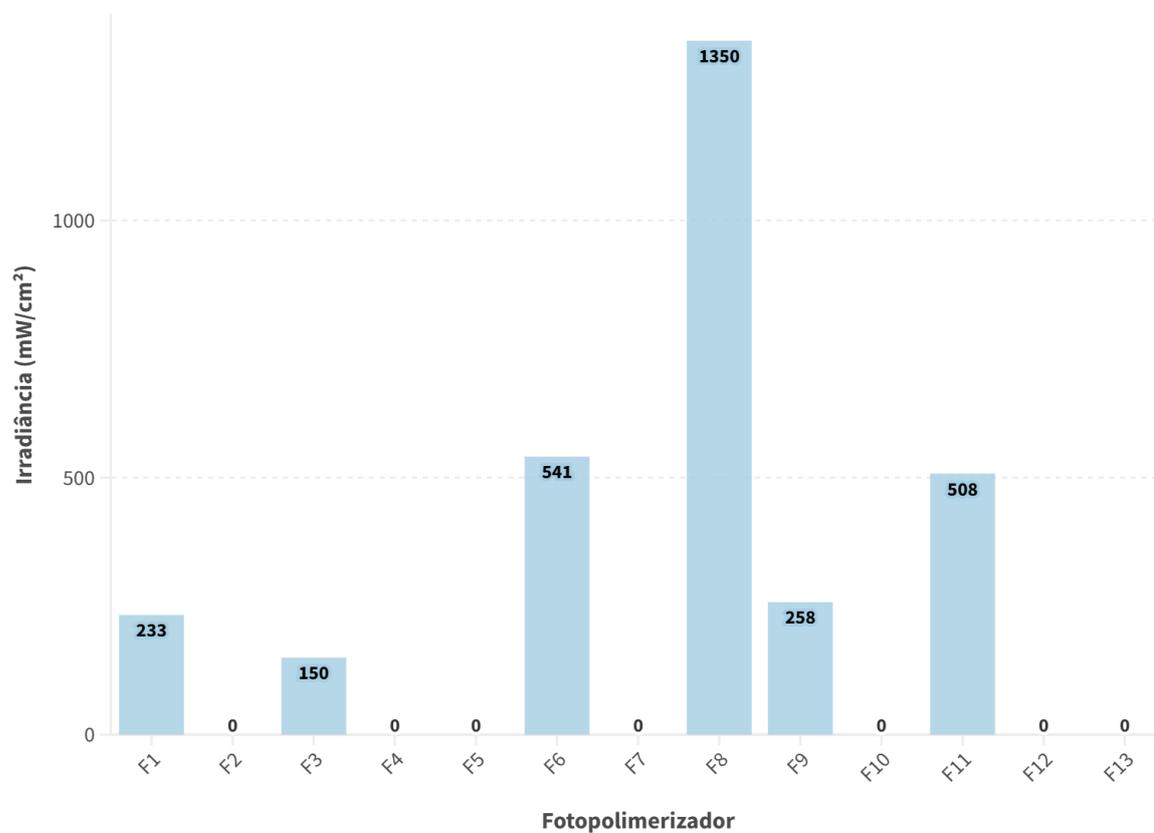
Os gráficos 3, 4 e 5 detalham os valores de irradiância para cada clínica e aparelho de fotoativação que foram encontrados perante a pesquisa.

Gráfico 3 – Médias de irradiância dos fotopolimerizadores da Clínica-escola I



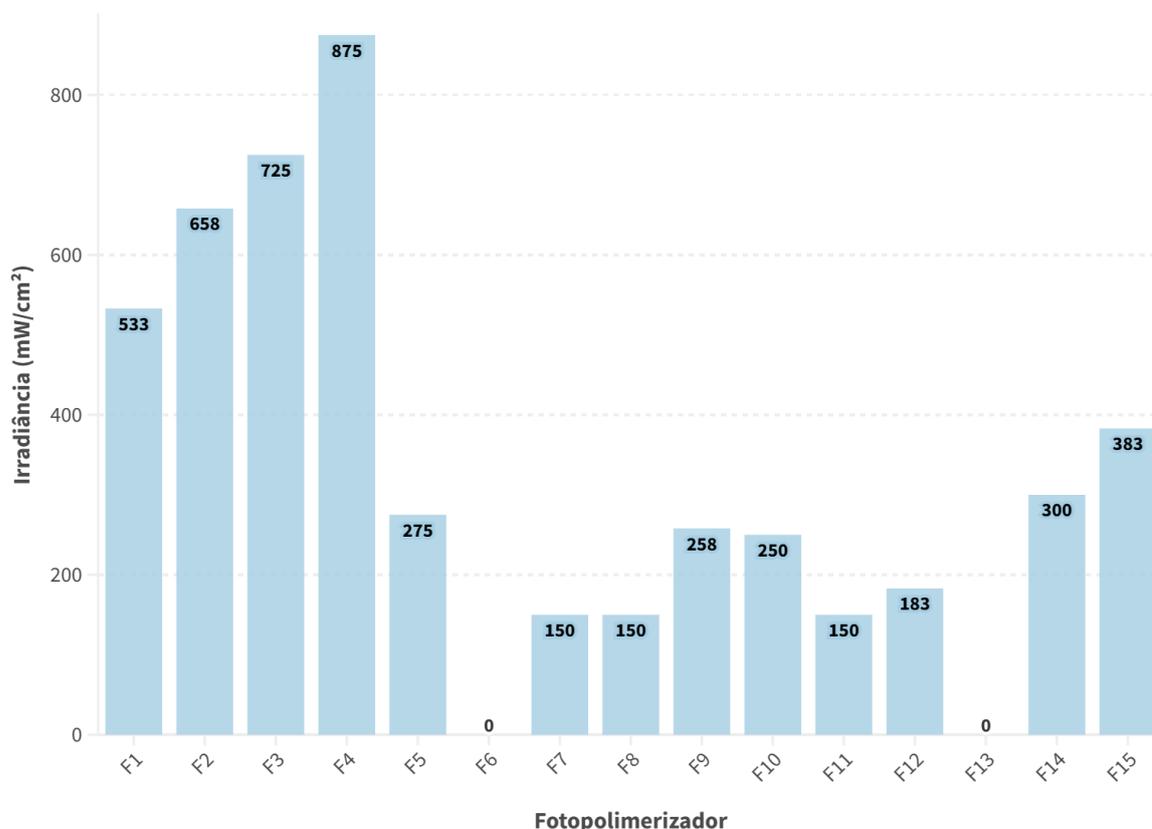
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Gráfico 4 – Médias de irradiância dos fotopolimerizadores da Clínica-escola II



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Gráfico 5 – Médias de irradiância dos fotopolimerizadores da Clínica-escola III



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Quanto às condições de uso nas clínicas avaliadas, apenas 01 (2,43%) unidade de fotoativação encontrava-se em completa integridade física. Os principais problemas detectados foram, em ordem decrescente: detritos e sujidades em 35 (85,36%) aparelhos, apagamento de informações técnicas em 34 (82,92%), ausência de barreira protetora laranja em 26 (63,41%), riscos na ponteira em 24 (58,53%), fraturas no revestimento/corpo do fotopolimerizador em 19 (46,34%), fraturas na ponteira em 11 (26,82%), botões inoperantes em 9 (21,95%), sistema sonoro inoperante em 8 (19,51%), outros problemas em 5 (12,19%), display inoperante em 4 (9,75%), fraturas no cabeamento elétrico em 4 (9,75%), mau contato do sistema elétrico em 2 (4,87%) e fraturas no display em 2 (4,87%). Na categoria “outros problemas”, 02 dispositivos foram verificados sem a ponteira transmissora de luz, 02 apresentando funcionamento, porém com ausência da emissão de luz, e 01 com a barreira protetora laranja desadaptada.

As imagens 2, 3, 4 e 5 exemplificam alguns achados de deterioração nos fotopolimerizadores.

Imagem 2 – Fotopolimerizador exibindo fratura na ponteira



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Imagem 3 – Fraturas nos botões do aparelho de fotopolimerização



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Imagem 4 – *Display* com fratura e sem funcionamento, além de sujidades no corpo do fotopolimerizador



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

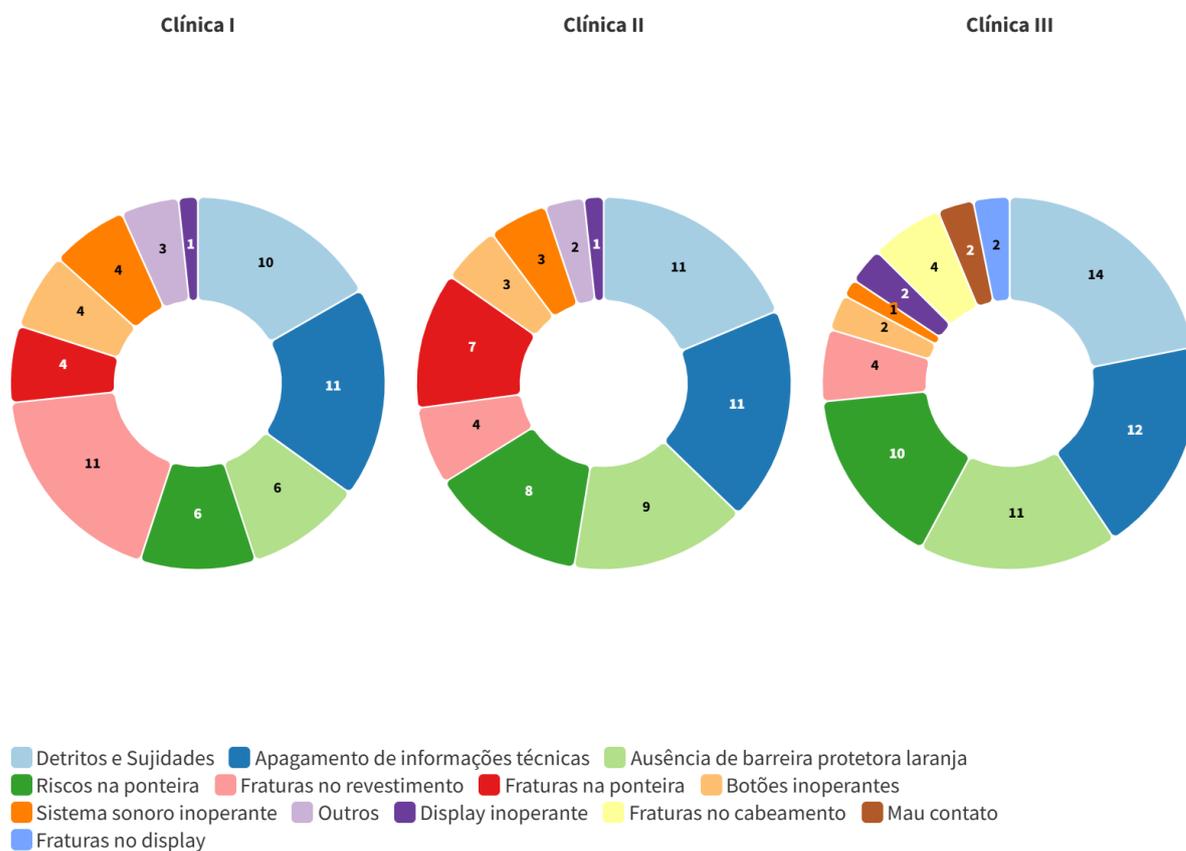
Imagem 5 – Fotopolimerizador com manchas, sujidades e ausência de botão de acionamento



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Destarte, o gráfico 6 detalha as principais adversidades de condições de uso encontradas por clínica-escola.

Gráfico 6 – Quantitativo das condições de uso encontradas nos fotopolimerizadores em cada Clínica-escola



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

5 DISCUSSÃO

Na odontologia restauradora moderna, as resinas compostas e seus derivados têm ocupado um espaço crucial nas reabilitações orais, sendo o material mais utilizado na prática clínica devido às suas interessantes propriedades físicas, químicas e biológicas. Para que o material obtenha êxito ao desempenhar a sua função, a sua correta manipulação é extremamente importante, e, para isso, uma das instâncias a serem analisadas diz respeito a sua correta polimerização, em especial a fotoativação. Dessa maneira, a longevidade dos trabalhos reabilitadores desses compósitos depende intrinsecamente da capacidade de emissão de luz dos fotopolimerizadores, que pode ser expressa através do nível de irradiância (Rabelo et al, 2020).

A irradiância, dita também como potência, refere-se à capacidade da unidade de fotoativação em emitir fótons. Para acompanhar numericamente essa propriedade, é necessário o uso de um aparelho que consiga aferir com precisão os níveis emitidos em irradiância pelos fotopolimerizadores, o radiômetro. Como forma de quantificar esses níveis, são comumente empregados nos radiômetros valores na escala de mW/cm^2 , ou seja, o quanto de fótons é emitido pela fonte emissora dividido pela área de saída da luz na sua ponta ativa. A literatura mais atual estabelece como recomendado níveis de irradiância acima de $400 \text{ mW}/\text{cm}^2$ para que seja possível desencadear uma reação de polimerização em um incremento de resina composta de 1,5 a 2 mm de espessura em 40 segundos (Lopes et al, 2023).

No estudo executado por Borges e Henry (2018), foi mensurado o nível de irradiância dos fotopolimerizadores dos alunos de Odontologia da Universidade de Uberaba a partir de um radiômetro. Em seus achados, assim como na presente pesquisa, todos os aparelhos encontrados apresentavam tecnologia LED. Quanto à irradiância, em uma primeira aferição apenas 8% dos equipamentos estavam com irradiância abaixo do recomendado, mas dentro do tempo de compensação ($300\text{-}400 \text{ mW}/\text{cm}^2$), não havendo dispositivos que estivessem em níveis críticos de inaceitabilidade. Todavia, essa realidade não foi a mesma que a observada no curso de Odontologia para a Universidade Estadual da Paraíba em seu Campus I, uma vez que os resultados encontrados neste estudo evidenciam que mais de dois terços dos fotopolimerizadores existentes apresentam níveis inadequados de irradiância, sejam eles dentro do tempo de compensação ou abaixo dele.

Equitativamente, os resultados obtidos por Contarin, Casalli e Rigo (2015) ao aferirem a irradiância das unidades de fotoativação da IMED, uma faculdade privada, foi constatado que 100% dos equipamentos utilizados estavam em consonância com o convencionado pela literatura. Tal fato também diverge ao que foi achado no presente estudo visto que somente 21,95% dos fotopolimerizadores da UEPB estão classificados como adequados para uso. Isso implica dizer que o padrão de equipamentos de fotopolimerização possuído pela UEPB em seu Campus I, até o momento da obtenção dos dados desse estudo, está em um nível abaixo do que o de outras instituições.

Outrossim, em uma investigação também realizada na UEPB, mas em seu Campus VIII, houve uma discreta similaridade nos valores obtidos com a atual análise. Foi apurado que 32,35% dos equipamentos de fotoativação estavam em compatibilidade com o padrão de irradiância sugerido como apropriado, enquanto que no Campus I a porcentagem foi de 21,95%. Dessa forma, ambos os estudos realizados na UEPB, mesmo que em campis diferentes, apontaram que até o momento da realização das duas pesquisas a instituição detinha de equipamentos com um maior número de fotopolimerizadores inadequados para uso, sendo 67,25% no Campus VIII e 78,04% no Campus I (Silva et al, 2022).

Portanto, medidas resolutivas, sejam elas de manutenção ou aquisição de novos equipamentos, são necessárias para que a promoção de saúde obtenha êxito e um padrão de formação em Odontologia seja alcançado. Na mesma ótica, valores abaixo do recomendado implicam em condições desfavoráveis para a obtenção do melhor proveito dos materiais, em suma os compósitos. A qualidade do trabalho, de mesmo modo, está intrinsecamente ligada aos protocolos de ativação desses materiais, portanto, quando não respeitados, consequências clínicas como descoloração, fendas marginais, sensibilidade pós-operatória e fraturas estão mais propensas a acontecerem (Bezerra et al, 2022).

Para que o controle de quantidade e qualidade de luz que está sendo emitida seja efetivo, é indispensável que o operador utilize de um radiômetro e de um registro dos dados obtidos ao longo do tempo, ao passo que apenas a inspeção visual é impossível de avaliar criteriosamente. Isso devido ao fato de que a degradação física com os sucessivos usos do fotopolimerizador, combinada com fraturas e sujidades nas ponteiros podem causar baixos valores de irradiância. Assim como mostrado nos dados obtidos, mesmo com a verificação visual da

emissão de luz, oito unidades de fotoativação apresentaram média de irradiância de 0 mW/cm². Clinicamente, apesar desses baixos valores, as resinas compostas podem apresentar dureza superficial, o que produz uma falsa sensação de correta polimerização, mas que a longo prazo corrobora para a falha total desses materiais (Rueggeberg et al, 2017).

Quanto às condições de uso, a presença de detritos e sujidades, como resíduos de resinas, cimentos e adesivos, em aproximadamente 85% dos fotopolimerizadores foi um dado de grande preocupação, visto que representam uma interrupção da passagem da luz (gerando baixos valores de irradiância), mas também representando uma via de contaminação cruzada entre pacientes (McAndrew et al, 2011). Dessa forma, existe uma postura indevida dos operadores desses equipamentos, devendo estabelecer medidas como as mostradas por Ribeiro et al (2016), o qual foi evidenciado em sua pesquisa que a maior parte dos avaliados utilizavam barreiras protetoras descartáveis e/ou métodos de desinfecção com álcool. Além disso, fatores associados como riscos, trincas e fraturas na ponteira podem explicar também a baixa irradiância, uma vez que, de maneira análoga, há no local dessas falhas um desvio da propagação da luz (Beltrani et al, 2012).

Por outro lado, a presença de características como botões, sistema sonoro e display inoperante, bem como fraturas no *display*, faz com que a programação, controle e acompanhamento do tempo de ativação do aparelho seja indevida ou até mesmo impossibilitada. À vista disso, obter um apropriado tempo de fotoativação é crucial para que o material consiga ser devidamente polimerizado, uma boa irradiância pode não ser suficiente caso o tempo de exposição do material à luz não seja adequado, assim dizendo, essas variáveis (irradiância e tempo de exposição) estão diretamente relacionadas com o grau de conversão das resinas fotopolimerizáveis (Melo et al, 2020).

A ausência de barreiras laranja protetoras em mais da metade dos fotopolimerizadores e a presença de barreira desadaptada em um aparelho traduz um dado alarmante para a saúde ocular dos operadores. Essas barreiras promovem uma filtração da cor azul emitida pelos fotopolimerizadores, garantindo um campo visível para o correto posicionamento da ponteira o mais próximo possível à área de operação. Suplementarmente, a exposição a longo prazo e frequente a esse tipo de onda de curto comprimento pode gerar danos por efeito fotoquímico, como a

apoptose celular, comprometendo seriamente a saúde dos olhos de quem utiliza esses aparelhos sem as devidas proteções (Araújo; Alves; Fernandes, 2023).

Por fim, o apagamento de informações técnicas e de fabricação em cerca de 82% dos aparelhos de fotoativação analisados contribui de forma negativa para a rastreabilidade, uma característica de fundamental importância para equipamentos usados em saúde. A partir dela, é possível um aprimoramento das respostas em situações de resolução de problemas, da mesma maneira que contribui para a supervisão pós-venda, garantindo que os dispositivos mantenham seus níveis de segurança a longo prazo. A ISO 13485:2016 instaura a importância dessa propriedade para a fabricação de dispositivos médicos a fim de melhorar o controle de qualidade e a redução de risco em seu uso. (Creanova, s.d; International Organization for Standardization, 2016).

No tocante às limitações desta pesquisa, por se tratar de um estudo transversal, os dados obtidos estão sujeitos a observação dada em um determinado único momento, sendo então um estudo inábil em reconhecer alterações ao longo do tempo e o impacto de elementos sazonais e ambientais que podem causar distorções nos resultados. A avaliação da irradiância foi realizada como se um atendimento ao paciente fosse executado naquele instante, logo, como exemplo prático, os aparelhos estavam sujeitos a variações na tensão elétrica que pudessem existir momentaneamente, bem como as condições de uso não consideraram a possibilidade de melhorias e manutenções estarem acontecendo ao decorrer da avaliação.

Posto isto, é basilar que os fotopolimerizadores da Universidade Estadual da Paraíba Campus I sejam inseridos em um programa de manutenção preventiva e corretiva ou de aquisição de novo equipamentos a fim de reverter os baixos valores de irradiância e as condições de uso encontradas. Fato esse comprovado pela aquisição de novos aparatos clínicos do Departamento de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.

6 CONCLUSÃO

Em suma, a partir do uso de um radiômetro, foi capaz de constatar que a maior parte das unidades de fotoativação disponibilizadas nas Clínicas-escola de Odontologia da UEPB - Campus I encontravam-se, até o momento da coleta de dados da pesquisa, distantes de obterem níveis de irradiância aceitáveis, o que corrobora para que insucessos em procedimentos clínicos ocorram. De modo similar, as condições de uso encontradas mostram diversas falhas estruturais, nos componentes elétricos e de presença de informações técnicas.

Destarte, esses achados complementaram à urgência em aquisição de novos equipamentos e da instauração da manutenção dos existentes, tendo-se em vista que a segurança e saúde dos operadores e pacientes encontravam-se expostas a riscos.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, J. A.; ALVES, P. D. M.; FERNANDES, D. B. **EFETIVIDADE DO TRATAMENTO DE FILTRO AZUL EM ÓCULOS CONVENCIONAIS CONTRA À LUZ DO FOTOPOLIMERIZADOR ODONTOLÓGICO**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade Mais de Ituiutaba, Ituiutaba, Minas Gerais.
- BASTOS, J. L. D.; DUQUIA, R. P. **Um dos delineamentos mais empregados em epidemiologia: estudo transversal [volume 17, número 4]**. Scientia Medica (Porto Alegre), v. 23, n. 2, p. 134, 2013.
- BELTRANI, F. C.; CALDARELLI, P. G.; KOSSATZ, S.; HOEPPNER, M. G. **Avaliação da intensidade de luz e dos componentes dos aparelhos fotopolimerizadores da Clínica Odontológica da Universidade Estadual de Londrina**. Revista Brasileira de Pesquisa Em Saúde/Brazilian Journal of Health Research, v. 14, n. 1, 2012.
- BEOLCHI, R. S.; MOURA-NETTO, C.; PALO, R. M.; TORRES, C. R. G.; PELISSIER, B. **Changes in irradiance and energy density in relation to different curing distances**. Brazilian Oral Research, 29(1), 1–7, 2015.
- BEZERRA, A. L. C. A.; ALVARENGA, M. O. P.; DURÃO, M. A.; MONTEIRO, G. Q. M.; DIAS, T. J. C. **Eficácia de polimerização de aparelhos fotopolimerizadores utilizados em clínica escola de Odontologia do Recife**. Research, Society and Development, v. 11, n. 4, p. e13011425574-e13011425574, 2022.
- BEZERRA, A. L. C. A.; ALVARENGA, M. O. P.; DURÃO, M. A.; MONTEIRO, G. Q. M.; GOMES, A. S. L. **Avaliação do nível de conhecimento de acadêmicos de Odontologia sobre fotopolimerização**. Revista da ABENO, v. 21, n. 1, p. 1065-1065, 2021.
- BOAVENTURA, R. S.; BASÍLIO, M. A. **Sistemas de fotoativação e seus impactos nas restaurações em resina composta: uma revisão de literatura**. 2020.
- BORGES, G. S. V.; HENRY, H. D. A. **AVALIAÇÃO DA IRRADIÂNCIA DOS APARELHOS FOTOPOLIMERIZADORES DOS ALUNOS DA POLICLÍNICA GETÚLIO VARGAS DA UNIVERSIDADE DE UBERABA**. 2018.
- CALDARELLI, P. G.; BELTRANI, F. C.; PEREIRA, S. K.; CARDOSOS, S. A.; HOEPPNER, M. G. **Aparelhos fotopolimerizadores: evolução e aplicação clínica-uma revisão da literatura**. Odontologia Clínico-Científica (Online), v. 10, n. 4, p. 317-321, 2011.
- CONTARIN, C. R.; CASALLI, J. L.; RIGO, L. **Avaliação da potência dos aparelhos fotopolimerizadores utilizados no curso de odontologia da IMED**. Journal of oral investigations, v. 4, n. 1, p. 19-25, 2016.
- CREANOVA. **Medical device manufacturing: product traceability according to ISO 13485 and EU MDR**. Disponível em: <https://creanova.com/medical-device->

manufacturing-product-traceability-according-to-iso-13485-and-eu-mdr/. Acesso em: 7 jul. 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 13485:2016 – Medical devices – Quality management systems – Requirements for regulatory purposes**. Geneva: ISO, 2016.

LIMA, F. Q.; SCHEFFEL, D. L. S. **Irradiância de fotopolimerizadores utilizados por alunos de graduação simulando diferentes profundidades de preparo**. 2021.

LOPES, P. C.; BRAGA, F. P.; MONTEIRO, J. F.; ROCHA, A. M.; MARTINS, V. M. **Influência das propriedades dos fotopolimerizadores na polimerização da resina composta: revisão de literatura narrativa**. Research, Society and Development, v. 12, n. 8, p. e5912842875-e5912842875, 2023.

MARSON, F. C.; MATTOS, R.; SENSI, L. G. **Avaliação das condições de uso dos fotopolimerizadores**. Revista Dentística On-Line. 2010;9(19):15-20.

MCANDREW, Robert; LYNCH, C. D.; PAVLI, M.; BANNON, A.; MILWARD, P. **The effect of disposable infection control barriers and physical damage on the power output of light curing units and light curing tips**. British Dental Journal, v. 210, n. 8, p. E12-E12, 2011.

MELO, S. R. R. A.; MIRANDA, C. B.; PEREIRA, T. M. S. P.; CARVALHO, C. F. **Análise dos diferentes sistemas de fotopolimerização dos materiais resinosos: revisão de literatura**. Revista da Faculdade de Odontologia da UFBA, v. 50, n. 2, p. 41-52, 2020.

MIATELLO, A. **Influência dos Fotoiniciadores Tipo I e Tipo II na Polimerização das Resinas Compostas**. 2020. Dissertação (Mestrado em Medicina Dentária) – Instituto Universitário de Ciências da Saúde, Cooperativa de Ensino Superior Politécnico e Universitário, Portugal, 2020.

RABELO, Z. H.; SILVA, Y. C. B.; OLIVEIRA, L. L.; LINHARES, N. P.; FERREIRA, P. B.; SOUSA, A. M. L.; COSTA, T. H. N. G.; DINELLY, E. M. P.; LEMOS, M. V. S.; MENDES, T. A. D. **A influência da irradiância dos fotopolimerizadores nas propriedades mecânicas da resina composta microhíbrida**. Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 12, n. 10, p. e4542-e4542, 2020.

REIS, A.; LOGUERCIO, A. D. **Materiais dentários diretos: dos fundamentos à aplicação clínica**. Santos, 2007.

RIBEIRO, R. A. O.; LIMA, F. F. C.; LIMA, I. M.; NASCIMENTO, A. B. L.; TEIXEIRA, H. M. **Avaliação da intensidade de luz e da manutenção dos aparelhos fotopolimerizadores utilizados em clínicas odontológicas da cidade do Recife-PE**. Revista de Odontologia da UNESP, v. 45, p. 351-355, 2016.

RODE, K. M. **Estudo do efeito da distância da ponta de aparelhos fotoativadores na microdureza e no grau de conversão da resina composta**

usando luz halógena, laser de argônio e LED. 2006. Tese (Doutorado em Odontologia – Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

RODOKAS, J. E. P. **Aparelho odontológico com funções para fotopolimerização de resinas compostas e fototerapia.** 2020. Dissertação (Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento - Biotecnologia Médica) – Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2020.

RUEGGERBERG, F. A.; GIANNI, M.; ARRAIS, C. A. G.; PRICE, R. B. T. **Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review.** Brazilian oral research, v. 31, p. e61, 2017.

SILVA, F. J. V.; SILVA, E. L.; JANUÁRIO, M. V. S.; VASCONCELOS, M. G.; VASCONCELOS, R. G. **Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas.** Rev. Salusvita (Online), 36(1), 187–203, 2017.

SILVA, G. C. B.; MENDES, J. L.; DIAS, B. A. S.; SILVA, E. T. C.; LINS, R. B. E.; MARINHO, S. A.; VASCONCELOS, M. G.; VASCONCELOS, R. G. **Avaliação da irradiância dos aparelhos fotoativadores da Universidade Estadual da Paraíba–Campus VIII: Evaluation of the irradiance of photoactivating devices at the state University of Paraíba-Campus VIII.** Brazilian Journal of Health Review, v. 5, n. 6, p. 22393-22420, 2022.

SOUZA-JUNIOR, J. H. N.; ANDRADE, A. F.; VOLPATO, L. E. R.; TONETTO, M. R.; JUNIOR, A. R. S.; HIRATA, B. S. **Evaluation of the light intensity emitted by the light-curing devices of a dental school clinic in the north of brazil: a pilot study.** Journal of Health Sciences, v. 23, n. 1, p. 68-71, 2021.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS EM IRRADIÂNCIA

Aparelho	Aferição
Número de série: Marca: Modelo: Ano de fabricação: Clínica: Equipo: Data de análise: () LED () Halógeno () PAC () Laser de argônio	1ª aferição: 2ª aferição: 3ª aferição: MÉDIA:

APÊNDICE B – INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS EM CONDIÇÕES DE USO

Aparelho	Condições elétricas, físicas e de limpeza
Número de série:	<input type="checkbox"/> Display inoperante
Marca:	<input type="checkbox"/> Ligação instável (mau contato)
Modelo:	<input type="checkbox"/> Fraturas na ponteira
Ano de fabricação:	<input type="checkbox"/> Presença de riscos na ponteira
Clínica:	<input type="checkbox"/> Fraturas no cabeamento
Equipo:	<input type="checkbox"/> Fraturas no cabeamento
Data de análise:	<input type="checkbox"/> Presença de detritos e sujidades
<input type="checkbox"/> LED	<input type="checkbox"/> Fraturas no display
<input type="checkbox"/> Halógeno	<input type="checkbox"/> Botões inoperantes
<input type="checkbox"/> PAC	<input type="checkbox"/> Fraturas no revestimento do corpo
<input type="checkbox"/> Laser de argônio	<input type="checkbox"/> Apagamento de informações técnicas
	<input type="checkbox"/> Ausência de barreira protetora laranja
	<input type="checkbox"/> Sistema sonoro inoperante
	<input type="checkbox"/> Ausência de funcionamento