

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

DOI:10.34119/bjhrv5n6-045

Recebimento dos originais: 10/10/2022

Aceitação para publicação: 10/11/2022

Geovanna Caroline Brito da Silva

Cirurgiã-Dentista Graduada em Odontologia

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba

Endereço: Rua Padre Pinto, Nº 289, Solânea, Paraíba – PB, CEP: 58225-000

E-mail: geovannacarolineb@gmail.com

Jefferson Lucas Mendes

Graduando em Odontologia

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba

Endereço: Av. Coronel Pedro Targino, S/N, Araruna, Paraíba – PB, CEP:58233-000

E-mail: jefflucasmendes@gmail.com

Brenno Anderson Santiago Dias

Graduando em Odontologia

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba

Endereço: Av. Coronel Pedro Targino, S/N, Araruna, Paraíba – PB, CEP:58233-000

E-mail: brennosantiagod@gmail.com

Erika Thaís Cruz da Silva

Mestranda em Odontologia

Instituição: Universidade de Pernambuco

Endereço: Av. Gov. Agamenon Magalhães - Santo Amaro, Recife – PE, CEP:50100-010

E-mail: erika-thais-silva@hotmail.com

Rodrigo Barros Esteves Lins

Doutor em Odontologia

Instituição: Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro do Martins, Maceió – AL,
CEP:57072-900

E-mail: rodrigo.lins@foufal.ufal.br

Sandra Aparecida Marinho

Doutora em Odontologia

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba

Endereço: Av. Coronel Pedro Targino, S/N, Araruna, Paraíba – PB, CEP:58233-000

E-mail: san_mar2000@yahoo.com.br

Marcelo Gadelha Vasconcelos

Doutor em Odontologia

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba

Endereço: Av. Coronel Pedro Targino, S/N, Araruna, Paraíba – PB, CEP: 58233-000

E-mail: marcelo.vasconcelos@yahoo.com.br

Rodrigo Gadelha Vasconcelos

Doutor em Odontologia

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba

Endereço: Av. Coronel Pedro Targino, S/N, Araruna, Paraíba – PB, CEP: 58233-000

E-mail: rodrigogadelhavasconcelos@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: A fotopolimerização correta é um dos requisitos básicos para garantir, a longo prazo, o sucesso clínico do tratamento restaurador. Nesse âmbito, o conhecimento sobre a irradiância da unidade fotoativadora é um aspecto necessário para alcançar uma polimerização satisfatória. *Objetivo:* Avaliar a irradiância emitida pelos aparelhos fotoativadores da Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII, no ano de 2021, perante a desinfecção e o uso de diferentes barreiras de proteção nas ponteiras condutoras de luz. *Metodologia:* O estudo realizado foi do tipo experimental com abordagem de análise descritiva e quantitativa dos achados e utilização de prontuário próprio, adaptado para coleta de dados. A amostra foi composta por 34 fotoativadores distribuídos nas três clínicas de atendimento e na pré-clínica do Campus VIII. Para a avaliação da irradiância foi utilizado um radiômetro odontológico digital do modelo comercial RD-7 fabricado pela Ecel. Os dados das mensurações foram submetidos a análise pelo programa estatístico *Statistical Package for Social Sciences* versão 22.0. O valor mínimo de irradiância aceitável adotado nesta pesquisa foi de 400mW/cm². *Resultados:* O teste de análise de variância (ANOVA) de uma via (fator métodos de proteção) com o teste post-hoc de Tukey com nível de significância fixado em 5% constatou que nenhum método diferiu do outro em relação aos fotoativadores de cada clínica ($p > 0,05$). A análise de variância (ANOVA) de uma via com o teste post-hoc de LSD (*least significant difference*) também foi realizada e como resultado foi constatado que os fotoativadores do grupo “após limpeza (álcool 70%)” apresentaram o maior valor da média de irradiância, sendo diferente estatisticamente em relação aos dos grupos “1ª camada de PVC” e “2ª camada de PVC” ($p < 0,02$). Já os demais grupos não diferiram em relação a todos os grupos avaliados. *Conclusão:* Foi possível concluir que a higienização das ponteiras com álcool 70% pode ser benéfica para a emissão adequada da irradiância do fotoativador e, conseqüentemente, para obtenção de melhores resultados clínicos. Ademais, não foram constatadas diferenças estatísticas significativas entre os métodos de recobrimento das ponteiras com barreiras de proteção, isto é, tais aparatos não interferiram na emissão de irradiância dos aparelhos.

Palavras-chave: fotoativador, irradiância, fotopolimerização.

ABSTRACT

Introduction: Correct light curing is one of the basic requirements to ensure, in the long term, the clinical success of restorative treatment. In this context, knowledge about the irradiance of the light curing unit is a necessary aspect to achieve satisfactory polymerization. *Objective:* To evaluate the irradiance emitted by the photoactivators of the State University of Paraíba - Campus VIII, in the year 2021, in the face of disinfection and the use of different protection barriers in the light-conducting tips. *Methodology:* The study carried out was of the experimental type, with an approach of descriptive and quantitative analysis of the findings and

use of own medical records, adapted for data collection. The sample consisted of 34 photoactivators distributed in the three service clinics and in the pre-clinic of Campus VIII. For the evaluation of the irradiance, a digital dental radiometer of the commercial model RD-7 manufactured by Ecel was used. Measurement data were analyzed using the statistical program Statistical Package for Social Sciences version 22.0. The minimum acceptable irradiance value adopted in this research was 400mW/cm². *Results:* The one-way analysis of variance (ANOVA) test (protection methods factor) with Tukey's post-hoc test with a significance level set at 5% found that no method differed from the other in relation to the photoactivators of each clinic ($p>0.05$). One-way analysis of variance (ANOVA) with the post-hoc LSD (least significant difference) test was also performed and as a result it was found that the light curing agents in the "after cleaning (70% alcohol)" group had the highest mean irradiance, being statistically different in relation to the groups "1st layer of PVC" and "2nd layer of PVC" ($p<0.02$). The other groups did not differ in relation to all the groups evaluated. *Conclusion:* It was possible to conclude that cleaning the tips with 70% alcohol can be beneficial for the adequate emission of the photoactivator irradiance and, consequently, to obtain better clinical results. Furthermore, there were no statistically significant differences between the methods of covering the tips with protective barriers, that is, such devices did not interfere with the irradiance emission of the devices.

Keywords: photoactivator, irradiance, photopolymerization.

1 INTRODUÇÃO

O aumento do uso de resinas compostas vem se tornando expressivo nos últimos anos em virtude da estética superior e das melhorias contínuas nas propriedades mecânicas desses materiais, bem como pela maior longevidade para restaurações resinosas em dentes posteriores (SULIMAN; ABDO; ELMASMARI, 2020). O desempenho clínico e a longevidade das restaurações de resina composta, por sua vez, são dependentes de variados fatores e muitos deles estão associados ao uso e eficácia dos fotoativadores (HAO *et al.*, 2015; NASSAR; AJAJ; HASANAIN, 2018).

Nesse âmbito, o conhecimento sobre a irradiância da unidade fotoativadora é um aspecto necessário para alcançar uma polimerização satisfatória. Contudo, constatou-se que a maioria dos dentistas não está familiarizada com essa informação, o que pode ocasionar uma cura inadequada do material resinoso. Sendo assim, os profissionais devem entender determinados conceitos, como o de irradiância que é uma medida da intensidade de luz fornecida pelos fabricantes. Ela consiste na potência radiante do aparelho fotoativador que é entregue a uma determinada superfície/área e que é expressa em unidades de watt por área -miliwatts por centímetro quadrado (mW/cm²) (SULIMAN; ABDO; ELMASMARI, 2020).

Comumente, são utilizadas barreiras translúcidas para proteger a ponta transmissora de luz do aparelho fotoativador na tentativa de evitar a contaminação cruzada durante o

procedimento clínico justamente por impedir o contato direto dos fotoativadores com os tecidos bucais, favorecendo o controle de infecções, a fim de prevenir a transmissão de doenças. Todavia, essas barreiras influenciam na irradiância. Além da subpolimerização, falhas clínicas prematuras podem ocorrer, como fratura da restauração, infiltração marginal e alterações de cor (RÚBIO *et al.*, 2021).

Nesse contexto, da mesma forma que outro aparelho do consultório, as unidades fotoativadoras demandam de cuidados regulares que devem ser verificados esporadicamente, uma vez que seus componentes são propensos ao desgaste com o tempo. Logo, o conhecimento do cirurgião-dentista acerca do bom funcionamento do foativador é necessário para que ele possa solicitar a manutenção quando necessário (MARSON; MATTOS; SENSI, 2010).

Ante o exposto, levando em consideração a importância da proteção da ponteira do fotoativador, da manutenção periódica e da emissão de uma adequada irradiância para a qualidade de cura dos materiais dentários, o objetivo deste trabalho foi avaliar a irradiância emitida pelos aparelhos fotoativadores da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Campus VIII, no ano de 2021, perante a desinfecção e o uso de diferentes barreiras de proteção nas ponteiras condutoras de luz.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

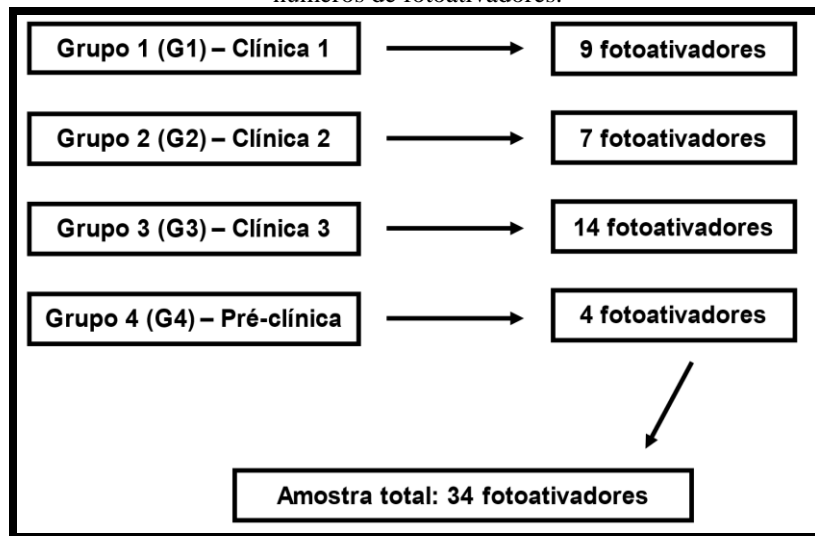
O estudo realizado foi do tipo experimental, caracterizado por um método de amostragem intencional não probabilístico, com abordagem de análise descritiva e quantitativa dos achados e utilização de prontuário próprio, adaptado para coleta de dados.

2.2 AMOSTRA

A amostra selecionada para a realização desta pesquisa foi composta por 34 aparelhos fotoativadores distribuídos nas três clínicas de atendimento e na pré-clínica de atividades práticas do curso de Odontologia da UEPB – Campus VIII.

Os 34 fotoativadores selecionados para a amostragem foram separados de acordo com a numeração da clínica odontológica em que se encontravam. Sendo assim, a amostra da pesquisa concernente à mensuração dos níveis de irradiância foi subdividida em 4 grupos, compostos, cada um, pela quantidade de aparelhos existentes que foram incluídos na pesquisa conforme os critérios pré-estabelecidos que serão expostos adiante. A divisão dos grupos correspondentes às clínicas e ao número de fotoativadores de cada uma delas incluídos na amostra foram distribuídos conforme ilustra a Figura 1 abaixo:

Figura 1 – Figura esquemática da subdivisão dos quatro grupos componentes da amostra e seus respectivos números de fotoativadores.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Os fotoativadores presentes nas três clínicas de atendimento são da marca comercial *Gnatus*[®] da linha de modelo *LD Max* e apresentam as seguintes especificações: *design* peça de mão acoplável com fio, peso leve, tempos programáveis de fotoativação (10, 20, 40, 60, 80 e 90 segundos) com sonorizador de *bip* curto ao término da operação, ponteira condutora de luz de acrílico provida de viseira protetora ocular e tecnologia à base de LED (diodo emissor de luz) que utiliza uma fonte de luz azul para a ativação de diversos produtos odontológicos (Figura 2). O tempo de vida clínica desses aparelhos já perdura aproximadamente doze anos desde a criação do Campus VIII.

Figura 2 – Fotografia do fotoativador *LD Max Gnatus*[®] presente nos equipos odontológicos das três clínicas de atendimento do Campus VIII.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Por outro lado, os fotoativadores presentes na pré-clínica do curso de Odontologia só começaram a ser utilizados em agosto de 2021, durante o retorno das atividades práticas após um maior controle da pandemia e redução dos casos de COVID-19 em decorrência da vacinação da população. Desse modo, tais aparelhos possuem um tempo de vida clínica menor em relação aos utilizados nas clínicas escolas, sendo, portanto, mais novos e preservados.

Os fotoativadores da pré-clínica, por sua vez, são de um modelo mais moderno do mercado chamado de *Emitter A FIT*, fabricados pela *Schuster*. Eles apresentam as seguintes especificações: formato anatômico de fácil manuseio, ausência de fio (sistema *wireless*) que juntamente ao seu leve peso facilita seu posicionamento e autonomia do profissional, bateria recarregável de alta performance com sistema inteligente que desliga automaticamente o aparelho após 2 minutos sem uso, tempos programáveis de fotoativação (5, 10 e 20 segundos) com sonarizador de *bip* curto a cada 5 segundos e no final da operação, ponteira condutora de luz de fibra óptica com protetor ocular e capacidade de giro de 360° que facilita o acesso luminoso em difíceis regiões e lâmpada do tipo LED (Figura 3).

Figura 3 – Fotografia do fotoativador *Emitter A FIT* do fabricante *Schuster Comércio de Equipamentos Odontológicos Ltda* utilizado para execução de atividades e provas práticas dos estudantes na pré-clínica do curso de Odontologia do Campus VIII.



Fonte: Disponível em: <<https://cdn.utilidadesclinicas.com.br/produtos/550/fotopolimerizador-emitter-a-fit-bivolt-sch10196a-2.png>>. Acesso em: 27 jan. 2022.

É válido destacar que os fotoativadores das três clínicas escolas são utilizados com maior frequência pelos estudantes, visto que o curso de Odontologia do Campus VIII possui um turno integral, oferecendo atendimentos semanalmente de manhã, à tarde e à noite. Em contrapartida, os aparelhos presentes na pré-clínica são utilizados eventualmente em atividades e/ou provas práticas simuladas em dentes artificiais de manequins odontológicos, tendo, portanto, uma menor periodicidade de uso.

2.4 COLETA DE DADOS

Estabelecendo como parâmetro diferentes trabalhos registrados na literatura (BARATA *et al.*, 2021; GONÇALVES *et al.*, 2013; HAO *et al.*, 2015; MARSON; MATTOS; SENSI, 2010; NASSAR; AJAJ; HASANAIN, 2018; OMIDI *et al.*, 2018; SOUZA-JUNIOR *et al.*, 2021) que se utilizaram deste mesmo recurso, nesta pesquisa, para a mensuração dos valores de irradiância dos fotoativadores foi utilizado um radiômetro odontológico portátil que é um equipamento capaz de medir a emissão radiante por dispor de um sensor que reproduz a irradiância em mW/cm².

Desse modo, foi utilizado um aparelho radiômetro odontológico digital do modelo comercial RD-7 fabricado pela *Excel* (Figura 4) que possui suas especificações técnicas gerais descritas adiante na Tabela 1.

Figura 4 – Fotografia do radiômetro RD-7 fabricado pela *ECEL Indústria e Comércio Ltda.*



Fonte: Disponível em: <<https://cutt.ly/KOgifRQ>>. Acesso em: 30 jan. 2022.

Tabela 1 – Especificações técnicas do radiômetro RD-7 *Ecel*.

Faixa de sensibilidade	400nm a 500nm
Faixa de intensidade	0 a 1500mW/cm ²
Precisão	+/- 5% da leitura
Voltagem	Bateria de 9V (volts)
Comprimento	120mm
Largura	66mm
Altura	23mm

Peso	150g (gramas)
Leitura de saída	mW/cm ²
Opções de medida	LED ou lâmpada halógena

Fonte: Manual do Proprietário Radiômetro RD-7. Disponível em: <https://equiposerv.com.br/custom/635/uploads/RD_7_Manual_Radiometro_Ecel.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2022.

É válido salientar que o radiômetro utilizado na pesquisa veio calibrado de fábrica, não sendo necessário, portanto, de calibração periódica com o uso normal. A escala métrica na parte frontal do radiômetro RD-7, segundo o manual do fabricante, é calibrada entre 100 e 2000mW/cm². Quanto mais alta for a leitura, maior será a intensidade de luz azul emitida. Além disso, esse radiômetro foi projetado para não ser sensível a interferências como campos magnéticos, influências elétricas externas, descargas eletrostáticas, a pressão ou variação de pressão, desde que o equipamento seja instalado, mantido limpo, conservado, transportado e operado conforme a instrução de uso do fabricante.

Para execução da coleta de dados, dois avaliadores devidamente calibrados e orientados sobre o modo de uso correto do radiômetro, compareceram às clínicas escolas e à pré-clínica em horários vagos sem atendimentos marcados e/ou fluxo de estudantes com o propósito de obter um ambiente tranquilo para a realização da aferição da irradiância dos fotoativadores.

Em conformidade com o protocolo adotado pelos autores Marson, Mattos e Sensi (2010) acerca do modo de uso do radiômetro odontológico, essa pesquisa seguiu o mesmo modelo pelo qual o dispositivo foi mantido em uma superfície estável plana e a ponteira ativa condutora de luz da unidade fotoativadora foi posicionada pelos avaliadores de maneira centralizada e perpendicular à superfície do receptor fotossensível do radiômetro (Figura 5), permitindo o íntimo contato para o posterior acionamento da luz azul e verificação da constância da irradiância (Figura 6).

Figura 5 – Fotografia dos dois avaliadores calibrados realizando o posicionamento do radiômetro em uma superfície plana e estabilizada para permitir o contato centralizado da ponteira condutora de luz dos fotoativadores em relação à parte sensorial desse equipamento responsável pela leitura da irradiância.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Figura 6 – Fotografia aproximada do momento da leitura de irradiância evidenciando o íntimo contato entre a superfície do receptor fotossensível do radiômetro e da ponteira condutora de luz do aparelho de fotoativação.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

A avaliação da irradiância dos aparelhos fotoativadores nesta pesquisa foi realizada através de uma metodologia adaptada e fundamentada em diferentes trabalhos registrados na literatura. Por conseguinte, de cada estudo explorado obteve-se o embasamento para determinar os tempos de aferição, intervalo e quantidade de leituras tomadas e padronizações de procedimentos (BARATA et al., 2021; GONÇALVES et al., 2013; HAO et al., 2015; MARSON; MATTOS; SENSI, 2010; NASSAR; AJAJ; HASANAIN, 2018; OMIDI et al., 2018; SOUZA-JUNIOR et al., 2021).

No entanto, é válido ressaltar que alguns princípios foram adotados na metodologia executada durante a mensuração da irradiância com o intuito de padronizar o procedimento de leitura com o uso do radiômetro. Logo, as seguintes regras foram estabelecidas e devidamente seguidas:

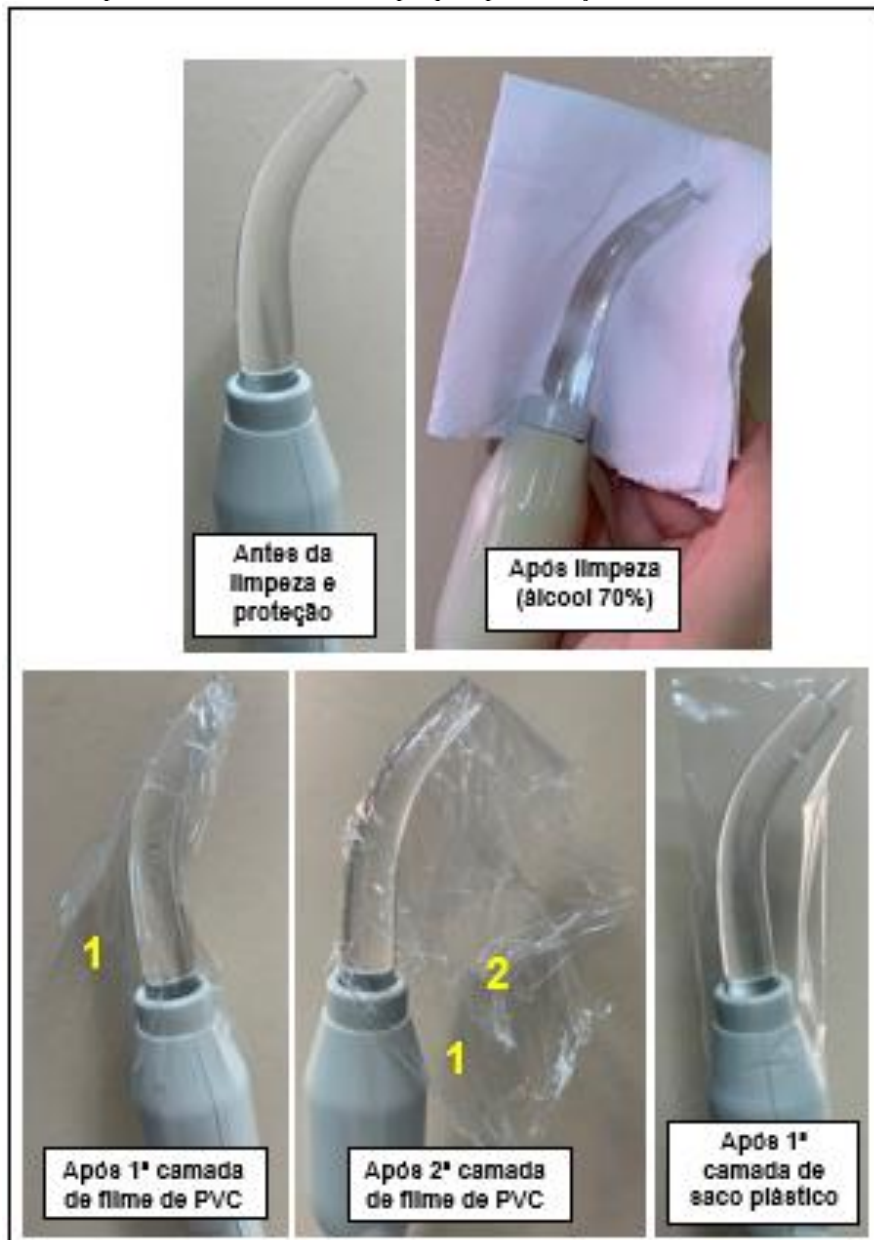
- Antes da realização de qualquer procedimento de aferição da irradiância, os operadores checavam se o radiômetro estava com a bateria completamente carregada, caso não estivesse, a bateria de 9V era trocada imediatamente por uma nova por precaução a fim de evitar discrepâncias de valores nas leituras;
- Antes da realização do procedimento de aferição da irradiância dos fotoativadores do grupo 4 (G4), especificamente da pré-clínica e ausentes de fio (sistema *wireless*), os operadores se certificaram de que as baterias das unidades fotoativadoras estavam carregadas possibilitando o acionamento dos aparelhos para a leitura sem discrepâncias de valores;

- O tempo de aferição foi determinado pelo intervalo entre a ativação da luz azul e a estabilização da ponteira óptica do fotoativador na região fotossensível para que o radiômetro efetuasse a leitura do valor de irradiância que, por sua vez, aparecia no *display* do dispositivo poucos segundos após o acionamento do fotoativador. Logo, apesar de serem estabelecidos tempos pré-definidos de acionamento luminoso para a mensuração de irradiância (20 e 40 segundos), os operadores otimizaram tempo durante as coletas e não esperaram todo o intervalo estipulado até o final do processo de fotoativação. Isso não foi necessário, visto que o radiômetro efetuava uma leitura relativamente rápida assim que a ponteira estivesse perfeitamente estável e corretamente adaptada ao aparelho.

Posto isto, nesta pesquisa, optou-se pela metodologia de submeter os fotoativadores à diferentes circunstâncias clínicas com o intuito de avaliar a existência ou não de mudanças nos valores de irradiância mediante ao uso de um método de desinfecção para a remoção de resíduos de materiais adesivos na ponteira transmissora de luz, bem como perante a aplicação de duas barreiras físicas de proteção comumente utilizadas pelos estudantes nos atendimentos odontológicos por serem resistentes e impermeáveis, a primeira delas foi o filme de PVC que possui na sua composição o polímero policloreto de vinila e a segunda barreira consistiu em um saco plástico translúcido composto pelo polímero polietileno. Desse modo, cada fotoativador incluído na amostra foi submetido a cinco situações clínicas distintas (Figura 7), como segue a respectiva descrição abaixo:

1. Aferição da irradiância sem a limpeza da ponteira condutora de luz com papel toalha embebido de álcool 70% e sem a proteção com barreiras descartáveis;
2. Aferição da irradiância após a limpeza da ponteira condutora de luz com papel toalha embebido de álcool 70% e sem a proteção com barreiras descartáveis;
3. Aferição da irradiância após a limpeza com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com uma fina camada de filme de PVC;
4. Aferição da irradiância após a limpeza com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com duas camadas de filme de PVC;
5. Aferição da irradiância após a limpeza com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com uma camada de saco plástico translúcido.

Figura 7 – Fotografia ilustrativa das cinco situações clínicas envolvendo a desinfecção e proteção com barreiras físicas que as ponteiros dos aparelhos foram submetidas na pesquisa para medição da irradiância com o radiômetro.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Para cada uma dessas condições clínicas citadas foram realizadas seis medições de irradiância divididas entre os dois avaliadores, ou seja, cada um deles efetuou três medições, sendo a primeira delas selecionando no *display* do aparelho um tempo de fotoativação de 20 segundos e as outras duas restantes pelo dobro do tempo da primeira, isto é, 40 segundos. Esses tempos foram pré-definidos tendo em vista que eles são, habitualmente, os mais empregados pelos profissionais para fotoativação de materiais odontológicos, porém, como já elucidado, a irradiância era registrada assim que ocorria a estabilização da ponteira e a parte fotossensível do radiômetro efetuava a leitura.

Sendo assim, levando em consideração que foram estabelecidas cinco situações distintas e seis leituras com o radiômetro eram destinadas para cada uma delas, ao todo, cada fotoativador da amostra foi submetido a trinta aferições de irradiância divididas entre os dois operadores devidamente calibrados.

Os resultados das mensurações foram registrados em fichas próprias para cada grupo da amostra e para cada uma das cinco situações clínicas já abordadas. Posteriormente, os valores de irradiância foram transcritos para uma base de dados informatizada (*Microsoft Excel, Microsoft Corporation*[®], *EUA*) em formato de planilhas. Nas planilhas das três clínicas de atendimento, especificamente, a primeira coluna apresentava a numeração dos equipos odontológicos nos quais os fotoativadores incluídos na amostra estavam localizados e outras seis colunas eram correspondentes às seis leituras de irradiância, sendo as três primeiras delas efetuadas e registradas numericamente nos espaços disponíveis pelo primeiro avaliador e as três leituras restantes pelo segundo avaliador. Por outro lado, a planilha destinada a pré-clínica apresentava como única divergência que a primeira coluna era composta pela numeração de patrimônio fixada à superfície de cada aparelho fotoativador para sua devida identificação, já as demais colunas seguiam o mesmo modelo das outras planilhas para o registro numérico das seis leituras de irradiância pelos dois avaliadores.

Em sequência, através da adaptação de um protocolo proposto por Marson, Mattos e Sensi (2010), a partir dos valores coletados das seis mensurações de irradiância de situações clínicas distintas, foi calculada a média aritmética resultante de cada fotoativador da amostra. Todos os resultados obtidos foram registrados em fichas próprias de médias em formato de planilhas do *Excel* para cada grupo da amostra, nas quais consta, na primeira coluna, a numeração sequencial de acordo com o equipo para identificação dos fotoativadores e nas outras colunas presentes se tem a descrição das cinco situações clínicas estabelecidas nessa pesquisa e os devidos locais disponíveis para o lançamento das médias aritméticas totalizadas em mW/cm^2 (o modelo das planilhas é exposto no tópico dos *Resultados* nos quadros 1, 2 e 3).

Nesse sentido, essas planilhas com os valores das médias aritméticas foram elaboradas separadamente com o propósito de facilitar a transferência dos dados coletados para o programa estatístico utilizado para realizar os cruzamentos e traçar os resultados da pesquisa, como também objetivou-se comparar essas médias resultantes com o valor mínimo de irradiância aceitável nessa pesquisa: $400mW/cm^2$.

Levando em consideração que o valor de irradiância de $400mW/cm^2$ foi o mais frequentemente citado e preconizado por variados autores da literatura para determinar uma polimerização satisfatória de materiais resinosos pelas unidades fotoativadoras (ALSHAAFI *et*

al., 2016; BARATIERI *et al.*, 2010; CALDARELLI *et al.*, 2011; CRAIG; POWERS; SAKAGUCHI, 2012; GONÇALVES *et al.*, 2013; REIS; LOGUERCIO, 2007; RÚBIO *et al.*, 2021; SHIMOKAWA *et al.*, 2016; SOUZA-JUNIOR *et al.*, 2021; TORRES *et al.*, 2013), é válido esclarecer que com base nisso, optou-se por adotá-lo como valor de referência para esta pesquisa.

Por fim, destaca-se que houve a separação dos dados obtidos entre os quatro grupos da amostra durante a coleta com a finalidade de comparar os valores de irradiância entre os fotoativadores das três clínicas de atendimento e da pré-clínica do curso de Odontologia da UEPB – Campus VIII para verificar qual delas obteve mais aparelhos adequados para o uso conforme o valor de referência estabelecido nesta pesquisa ($400\text{mW}/\text{cm}^2$) e com base nisso, avaliar, em um momento posterior, quais unidades fotoativadoras apresentaram valores abaixo do preconizado na literatura para uma polimerização satisfatória dos compósitos resinosos e que portanto, necessitariam de um tempo compensatório de fotoativação.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para resumo e análise dos dados foi utilizado o programa estatístico *Statistical Package for Social Sciences (SPSS® Inc., Chicago, EUA)* versão 22.0. O teste de análise de variância (ANOVA) de uma de uma via (fator métodos de proteção) com o teste post-hoc de Tukey com nível de significância fixado em 5% foi utilizado para realizar uma comparação dos fotoativadores de cada clínica (1, 2 e 3) e da pré-clínica em relação aos métodos de proteção do aparelho. Também foi realizada uma comparação dos fotoativadores das clínicas da UEPB, desconsiderando a clínica avaliada. Para isso, foi realizado o teste ANOVA de uma via com o teste post-hoc de LSD (*least significant difference*) considerando estatisticamente significativos os valores de $p < 0,05$.

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

De acordo com a resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde, este trabalho não necessitou da aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UEPB, uma vez que a pesquisa não envolveu a população humana como objeto de estudo e sim, equipamentos odontológicos.

3 RESULTADOS

3.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA – AVALIAÇÃO DOS VALORES DE IRRADIÂNCIA

Os valores de irradiância obtidos na coleta de dados foram devidamente registrados em uma base de dados informatizada (*Microsoft Excel, Microsoft Corporation®*, EUA) e posteriormente, submetidos a uma análise estatística com o recurso de um *software (SPSS® Inc., Chicago, EUA)* para o levantamento dos resultados. Na amostra total, 34 aparelhos fotoativadores com tecnologia à base de LED foram avaliados pelo teste de aferição da irradiância com o radiômetro odontológico.

Para a análise estatística e obtenção dos resultados, inicialmente, realizou-se uma comparação dos fotoativadores de cada clínica (1, 2 e 3) e da pré-clínica em relação aos métodos de proteção do aparelho. Para isso, foi utilizada a análise de variância (ANOVA) de uma via (fator métodos de proteção) com o teste post-hoc de Tukey e empregou-se um grau de significância de $\alpha=0,05$. Posto isso, a média e desvio-padrão dos valores de irradiância em mW/cm^2 são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Média e desvio-padrão dos valores de irradiância (mW/cm^2) das clínicas 1,2,3 e da pré-clínica diante de diferentes métodos de proteção.

	Antes da limpeza e proteção	Após limpeza (álcool 70%)	1ª camada de filme PVC	2ª camada de filme PVC	1ª camada saco plástico	Valor-p
Clínica 1 (n=9)	396,74 (243,5) a	511,46 (215,7) a	414,80 (234,0) a	420,19 (239,9) a	430,68 (237,68) a	> 0,05
Clínica 2 (n=7)	554,95 (196,2) a	648,05 (156,1) a	588,79 (157,8) a	588,07 (147,9) a	610,41 (163,4) a	> 0,05
Clínica 3 (n=14)	453,86 (208,0) a	489,26 (203,7) a	430,83 (221,5) a	423,24 (220,4) a	448,80 (230,7) a	> 0,05
Pré-clínica (n=4)	1.107,06 (39,4) a	1.103,83 (35,6) a	1.078,00 (28,1) a	1.064,38 (32,7) a	1.075,88 (38,3) a	> 0,05

Análise estatística: ANOVA de uma via com post-hoc de Tukey.

Observação: letras minúsculas iguais representam ausência de diferença estatística.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Observa-se, na tabela 2 acima, que os valores da amostra representados pela letra minúscula “n” para as clínicas 1,2,3 e para a pré-clínica foram de respectivamente: n=9, n=7, n=14 e n=4, totalizando uma amostra de 34 fotoativadores. A análise estatística foi realizada para cada grupo das cinco situações clínicas que os aparelhos foram submetidos: sem a limpeza da ponteira condutora de luz com álcool 70% e sem a proteção com barreiras descartáveis; após a limpeza da ponteira condutora de luz com álcool 70% e sem a proteção com barreiras descartáveis; após a limpeza com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com uma camada de filme de PVC; após a limpeza com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de

luz com duas camadas de filme de PVC e após a limpeza com álcool 70% proteção da ponteira condutora de luz com uma camada de saco plástico translúcido.

Para cada um desses cinco métodos, notou-se que não houve diferença estatística significativa representada pela letra minúscula “a” que aparece predominantemente ao lado de todos os valores da tabela.

De acordo com a análise estatística realizada, verificou-se que os valores de desvio-padrão estavam bastante altos, dificultando, conseqüentemente, a detecção de qualquer diferença estatística, assim como os valores de médias foram próximos. Portanto, como resultado, nenhum método diferiu do outro em relação aos fotoativadores de cada clínica ($p>0,05$).

Como alternativa diante da dificuldade inicial de detectar diferença estatística devido à alta variação dos valores de desvio-padrão, os dados da pré-clínica foram removidos por caracterizarem um viés de pesquisa, visto que, conforme mostrado na tabela 2, os valores médios de irradiância eram superiores e discrepantes em relação às outras três clínicas já que as unidades de fotoativação da pré-clínica eram mais modernas e possuíam um baixo tempo de vida clínica, podendo mascarar os resultados reais. Com isso, foi realizada uma comparação dos fotoativadores das clínicas da UEPB – Araruna, desconsiderando a clínica avaliada a fim de facilitar a identificação de possíveis diferenças estatísticas.

Com a remoção dos dados da pré-clínica e agrupando todos os dados das clínicas, a amostra foi reduzida para 30 fotoativadores. Todavia, tais dados apresentaram uma grande variabilidade, ou seja, um desvio-padrão extremamente alto e a presença de *outliers* (dados que se diferenciam drasticamente de todos os outros). Dessa forma, testes paramétricos não seriam possíveis de serem realizados. Diante dessa limitação, foi realizada uma aleatorização entre esses 30 aparelhos e apenas 10 deles foram selecionados, obtendo-se uma amostra final representada pela letra minúscula “n” de 10 fotoativadores ($n=10$). Com isso, foi possível alcançar uma homogeneidade de dados, indicando-se os testes paramétricos.

Dessa forma, para a análise estatística e obtenção dos resultados, realizou-se uma comparação dos fotoativadores das clínicas da UEPB, desconsiderando a clínica avaliada. Para isso, foi utilizada a análise de variância (ANOVA) de uma via com o teste post-hoc de LSD (*least significant difference*). Posto isso, a média e desvio-padrão dos valores de irradiância em mW/cm^2 obtidos com a realização dessa estatística comparativa são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Média e desvio-padrão dos valores de irradiância (mW/cm²) das clínicas da UEPB diante de diferentes métodos de proteção.

	Antes da limpeza e proteção	Após limpeza (álcool 70%)	1 ^a camada de filme PVC	2 ^a camada de filme PVC	1 ^a camada saco plástico	Valor-p
Clínicas UEPB	566,03 (99,9) ab	627,53 (39,3) a	544,25 (54,0) b	541,07 (106,7) b	565,57 (102,2) ab	< 0,02

Análise estatística: ANOVA de uma via com post-hoc de LSD.

Observação: letras minúsculas iguais representam ausência de diferença estatística.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Observa-se, na tabela 3 acima, que a análise estatística foi realizada para cada grupo das cinco situações clínicas que os aparelhos foram submetidos: sem a limpeza da ponteira condutora de luz com álcool 70% e sem a proteção com barreiras descartáveis; após a limpeza da ponteira condutora de luz com álcool 70% e sem a proteção com barreiras descartáveis; após a limpeza com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com uma camada de filme de PVC; após a limpeza com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com duas camadas de filme de PVC e após a limpeza com álcool 70% proteção da ponteira condutora de luz com uma camada de saco plástico translúcido. As letras minúsculas que aparecem iguais, representadas por “a” e “b” na tabela representam a ausência de diferença estatística.

Como resultado, constatou-se que o grupo “após limpeza (álcool 70%)” apresentou o maior valor da média de irradiância, sendo diferente estatisticamente em relação aos grupos “1^a camada de PVC” e “2^a camada de PVC” (p<0,02). Já os demais grupos não diferiram em relação a todos os grupos avaliados. Portanto, nota-se que na tabela 3, a letra minúscula “a” aparece no grupo “após limpeza (álcool 70%)” e a letra “b” nos grupos “1^a camada de PVC” e “2^a camada de PVC”, indicando, por serem letras diferentes, a presença de diferenças estatísticas entre o primeiro grupo citado e os dois últimos. Por outro lado, os demais grupos “antes da limpeza” e “1^a camada saco plástico” possuem letras iguais “ab” entre os outros grupos, apontando ausência de diferença estatística entre eles.

É válido ressaltar que em virtude da proximidade dos valores de média entre os grupos, ao executar testes estatísticos conservadores ou tradicionais, como Tukey e Bonferroni, não foram observadas diferenças estatísticas. Contudo, ao empregar o teste post-hoc de LSD (*least significant difference*), um teste menos conservador e mais sensível, foi possível detectar diferença significativa, conforme demonstrado na tabela 3.

3.2 ANÁLISE DESCRITIVA – AVALIAÇÃO DOS VALORES DE IRRADIÂNCIA

Os quadros 1, 2 e 3 mostram a relação sequencial dos fotoativadores de acordo com o equipo odontológico ao qual estavam acoplados nas clínicas, 1, 2 e 3, respectivamente, e os

valores das médias de irradiância expressos por eles perante às cinco circunstâncias de proteção e desinfecção das ponteiras.

Quadro 1 – Média dos valores de irradiância (mW/cm²) dos fotoativadores da clínica 1 diante das cinco situações clínicas que foram submetidos na pesquisa. Nota-se que os aparelhos destacados em vermelho (4/8/9/11) apresentaram valores médios de irradiância abaixo do valor de referência preconizado de 400mW/cm².

Numeração dos fotoativadores (CLÍNICA 1)	Após limpeza (álcool 70%)	Antes da limpeza	1ª camada de filme PVC	2ª camada de filme PVC	1ª camada saco plástico
4	314,6 7	289	259,3 3	267,5	289,3 3
6	585,3 3	494,5	500,8 3	504,1 7	486,5
7	687,8 3	649,6 7	651,6 7	671,3 3	698,8 3
8	584,6 7	388,8 3	272,8 3	281,5	329,1 7
9	116,3 3	33,67	103,3 3	105	104,6 7
10	775,6 7	682,1 7	719	735,5	745,3 3
11	305,6 7	17,17	102,6 7	91,17	102,3 3
13	590,8 3	449	557,6 7	555,1 7	553,1 7
14	642,1 7	566,6 7	565,8 3	570,3 3	566,8 3

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Quadro 2 – Média dos valores de irradiância (mW/cm²) dos fotoativadores da clínica 2 diante das cinco situações clínicas que foram submetidos na pesquisa. Nota-se que o aparelho destacado em vermelho (4) apresentou um valor médio de irradiância abaixo do valor de referência preconizado de 400mW/cm².

Numeração dos fotoativadores (CLÍNICA 2)	Após limpeza (álcool 70%)	Antes da limpeza	1ª camada de filme PVC	2ª camada de filme PVC	1ª camada saco plástico
1	683	701,3 3	563,8 3	538,1 7	583
4	314,6 7	357,6 7	269,6 7	297,8 3	277,1 7
5	746	728,8 3	720,8 3	715,8 3	719,5
7	744,3 3	690,3 3	706,6 7	712,6 7	733,1 7
9	604,1 7	542,5	541,1 7	555,1 7	550,5
10	690	646	619	602	708
13	754,1 7	218	700,3 3	694,8 3	701,5

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Quadro 3 – Média dos valores de irradiância (mW/cm²) dos fotoativadores da clínica 3 diante das cinco situações clínicas que foram submetidos na pesquisa. Nota-se que os aparelhos destacados em vermelho (1/3/4/5/6/7) apresentaram valores médios de irradiância abaixo do valor de referência preconizado de 400mW/cm².

Numeração dos fotoativadores (CLÍNICA 3)	Após limpeza (álcool 70%)	Antes da limpeza	1ª camada de filme PVC	2ª camada de filme PVC	1ª camada saco plástico
1	468,3 3	430,3 3	388,1 7	394,8 3	404,5
2	723,5	692,1 7	689,5	688,3 3	706,5
3	153,6 7	116,5	0	0	18,5
4	222,6 7	232,1 7	155,5	145,8 3	165
5	199,3 3	129,5	186,6 7	172,8 3	190,3 3
6	318,1 7	309,6 7	208,1 7	227,3 3	209,1 7
7	447,3 3	383,3 3	408,5	386,8 3	417
8	497,3 3	467,8 3	447,5	440,3 3	458,8 3
9	605,8 3	571,1 7	573,6 7	495	618,5
11	632,5	657,6 7	588,3 3	597,3 3	611,5
12	454,8 3	349,5	434,8 3	418,8 3	420,8 3
13	705,1 7	661,3 3	601,8 3	593,3 3	658,3 3
15	659	639	626,6 7	642,5	657,7
16	762	713,8 3	722,3 3	722	746,5

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Com base nos dados apresentados nos quadros 1, 2 e 3, foi possível inferir que do total de 34 fotoativadores (100%) avaliados, 23 aparelhos (67,65%) apresentaram valores de média de irradiância acima do preconizado nessa pesquisa de 400mW/cm² e os 11 restantes (32,35%) apresentaram valores médios de irradiância abaixo do estabelecido como mínimo necessário para garantir uma polimerização satisfatória dos materiais resinosos (400mW/cm²). Desses 11 fotoativadores (32,35%) que desempenharam leituras de irradiância deficientes para o processo de fotopolimerização, 4 deles (11,76%) eram da clínica 1, 1 aparelho (2,94%) era da clínica 2 e 6 unidades (17,65%) eram da clínica 3. No que se refere aos fotoativadores da pré-clínica, todos as mensurações realizadas ultrapassaram o valor de irradiância de 1000mW/cm².

4 DISCUSSÃO

Tendo em vista que a qualidade das restaurações em resina composta, evidentemente, está associada, de forma direta, à capacidade de emissão de luz dos fotoativadores (SOUZA-

JUNIOR *et al.*, 2021), um fator relevante que os profissionais devem considerar além do controle adequado da umidade e o emprego de técnicas incrementais apropriadas é o uso de uma unidade fotoativadora com irradiância suficiente para polimerizar o material resinoso (NASSAR; AJAJ; HASANAIN, 2018).

Para mensurar e avaliar os valores de irradiância emitidos por aparelhos fotoativadores, variados autores realizaram estudos com o auxílio de um radiômetro odontológico capaz de medir a emissão radiante por dispor de um sensor que reproduz a irradiância em mW/cm^2 (BARATA *et al.*, 2021; GONÇALVES *et al.*, 2013; HAO *et al.*, 2015; MARSON; MATTOS; SENSI, 2010; NASSAR; AJAJ; HASANAIN, 2018; OMIDI *et al.*, 2018; SOUZA-JUNIOR *et al.*, 2021). Por sua vez, a presente pesquisa adotou esse mesmo recurso.

Desse modo, ao submeter, inicialmente, os 34 fotoativadores da amostra desta pesquisa a cinco situação clínicas distintas para o teste de aferição da irradiância com o radiômetro: sem a limpeza da ponteira condutora de luz com álcool 70% e sem a proteção com barreiras descartáveis; após a limpeza da ponteira condutora de luz com álcool 70% e sem a proteção com barreiras descartáveis; após a limpeza com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com uma camada de filme de PVC; após a limpeza com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com duas camadas de filme de PVC e após a limpeza com álcool 70% proteção da ponteira condutora de luz com uma camada de saco plástico translúcido, os resultados da análise estatística realizada mostraram que os valores de desvio-padrão estavam elevados e portanto, não houve a detecção de diferença estaticamente significativa ou seja, nenhum método diferiu do outro em relação aos fotoativadores de cada clínica ($p > 0,05$) dado que os valores de médias foram próximos (Tabela 2).

Levando em consideração o critério do uso de barreiras físicas de proteção nas ponteiros dos aparelhos, ao comparar os valores das médias de irradiância entre os métodos após a limpeza com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com uma camada de filme de PVC; após a limpeza com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com duas camadas de filme de PVC e após a limpeza com álcool 70% proteção da ponteira condutora de luz com uma camada de saco plástico translúcido e os achados apontarem não haver diferença estatística entre eles, é possível ponderar que o uso de qualquer uma dessas barreiras impermeáveis como método de proteção não interfere na emissão de irradiância. Sendo assim, o clínico, por sua vez, pode considerar revestir a ponteira do fotoativador com uma camada de saco plástico translúcido ou apenas com uma camada de filme PVC como método de proteção, visto que tal conduta contribuiria para economia de material e tempo de preparo do equipo odontológico para receber o paciente.

Todavia, é interessante destacar que apesar da estatística não apontar diferenças significativas entre os métodos empregados, observou-se, tabela 2, que os valores das médias de irradiância do grupo “após limpeza (álcool 70%)” foram maiores quando comparados aos valores do grupo “antes da limpeza e proteção” para as clínicas 1, 2 e 3. Isso sugere que o ato de higienizar a ponteira do fotoativador com um agente desinfetante pode ser viável para melhorar os resultados clínicos.

Nesse âmbito, no que diz respeito ao método de higienização dos fotoativadores, um estudo realizado por Bezerra *et al.* (2021), com uma metodologia baseada em um questionário aplicado a acadêmicos do curso de odontologia do Centro Universitário Maurício de Nassau localizado em Recife, apontou que a maioria dos alunos higienizam os aparelhos com álcool 70 GL e utilizam barreira plástica. Já em relação a frequência da limpeza, verificou-se que a maioria afirmou realizar antes de cada atendimento, o que é uma conduta importante para prevenir o risco de contaminação cruzada.

Também foi possível notar que, na tabela 2, os valores das médias de irradiância do grupo “1ª camada saco plástico” foram ligeiramente superiores em comparação aos valores dos grupos “1ª camada de filme PVC” e “2ª camada de filme PVC” para as clínicas 1, 2 e 3, especificamente. Apesar disso, os dados estatísticos presentes na tabela 3 apontaram não existir diferença estatisticamente significativa entre esses três grupos. Logo, o profissional pode optar pelo uso da barreira de proteção mais conveniente conforme sua preferência.

Soares *et al.* (2020) evidenciaram que as barreiras à base de PVC têm uma menor interferência na irradiância (5%). Os autores também afirmaram que com a aplicação de múltiplas camadas, a presença de rugosidades, linhas ou dobras podem ser recorrentes, gerando o aumento da espessura da barreira. Logo, somente uma fina camada desse material é suficiente para promover menores alterações na irradiância (SOARES *et al.*, 2020). Em conformidade a isso, a presente pesquisa também defende essa hipótese, visto que a análise estatística não apontou diferença estatisticamente significativa entre os métodos de proteção com aplicação de uma e duas camadas de plástico filme de PVC e uma camada de saco plástico translúcido nas ponteiros dos fotoativadores da amostra.

Os resultados deste estudo puderam constatar que os fotoativadores da pré-clínica obtiveram valores das médias de irradiância consideravelmente elevados em comparação aos valores apresentados pelos aparelhos das clínicas 1, 2 e 3 (tabela 2). Esses resultados superiores podem ser justificados pelo baixo tempo de vida clínica em virtude dos 4 aparelhos presentes na pré-clínica serem praticamente seminovos e ter uma frequência de uso reduzida pelos estudantes. Sendo assim, como eles são utilizados, esporadicamente, em atividades e/ou provas

práticas simuladas em dentes artificiais em condições controladas, a fotoativação em situações reais de procedimentos odontológicos não é realizada por tais aparelhos, tornando-os, conseqüentemente, menos propensos a perda de rendimento no que se refere a sua emissão de irradiância.

Assim, destaca-se a importância de se conhecer a idade do aparelho de fotoativação utilizado, já que com o avanço dos anos, a irradiância e a quantidade de luz emitida por ele tende a ser afetada negativamente (ERNST *et al.*, 2018; HAO *et al.*, 2015; SHORTALL *et al.*, 2016). Esse fato foi corroborado em um estudo de Marghaireh, Alzraikat e Taha (2013) que verificaram a existência de uma associação negativa entre o número de vezes estimado que o aparelho é utilizado e a irradiância que ele vem a emitir, sendo esta reduzida conforme o aparelho é mais utilizado, tanto devido a degradação da fonte de luz com o decorrer do tempo, quanto a diminuição da saída de luz devido ao acúmulo de detritos e restos de materiais na ponteira (PRICE, 2017).

Torna-se importante ressaltar que num determinado momento da pesquisa, os dados coletados da pré-clínica foram, então, desconsiderados por caracterizarem um viés de pesquisa dado que os valores médios de irradiância foram discrepantes em comparação às outras três clínicas, dificultando a detecção de diferença estatística. Sendo assim, optou-se, em um segundo momento da análise estatística da irradiância, pela realização de uma comparação dos fotoativadores das clínicas da UEPB – Araruna, desconsiderando a clínica avaliada a fim de facilitar a identificação de possíveis diferenças estatísticas. Para isso, uma amostra de 10 fotoativadores das clínicas 1, 2 e 3 foi selecionada através de uma aleatorização.

Em sequência, ao submeter, os 10 fotoativadores selecionados às cinco situações clínicas distintas para o teste de aferição com o radiômetro: sem a limpeza da ponteira condutora de luz com álcool 70% e sem a proteção com barreiras descartáveis; após a limpeza da ponteira condutora de luz com álcool 70% e sem a proteção com barreiras descartáveis; após a limpeza com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com uma camada de filme de PVC; após a limpeza com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com duas camadas de filme de PVC e após a limpeza com álcool 70% proteção da ponteira condutora de luz com uma camada de saco plástico translúcido, os resultados da análise estatística realizada indicaram que o grupo “após a limpeza da ponteira condutora de luz com álcool 70% e sem a proteção com barreiras descartáveis” apresentou o maior valor da média de irradiância, sendo diferente estatisticamente em relação aos grupos “1ª camada de PVC” e “2ª camada de PVC” ($p < 0,02$), conforme já mostrado na tabela 3. Por outro lado, os demais grupos não diferiram em relação a todos os grupos avaliados.

Também foi possível notar que, na tabela 2, os valores das médias de irradiância do grupo “1ª camada saco plástico” foram ligeiramente superiores em comparação aos valores dos grupos “1ª camada de filme PVC” e “2ª camada de filme PVC” para as clínicas 1, 2 e 3, especificamente. Embora os resultados não tenham dado diferença estatisticamente significativa para essas combinações.

Notou-se ainda, na tabela 3, que os valores das médias de irradiância do grupo “1ª camada saco plástico” foram ligeiramente superiores em comparação aos valores dos grupos “1ª camada de filme PVC” e “2ª camada de filme PVC”. Embora os resultados não tenham dado diferença estatisticamente significativa para essas combinações, foi possível inferir que o grupo “1ª camada de saco plástico” apresentou um valor médio de irradiância ligeiramente superior, tendo um aumento de $21,32\text{mW/cm}^2$ em comparação ao valor médio atribuído ao grupo “1ª camada de filme PVC” e, um aumento de $24,5\text{mW/cm}^2$ comparado ao valor médio de irradiância atribuído ao grupo “2ª camada de filme PVC” (tabela 3). Esses dados permitem o pressuposto de que o recobrimento da ponteira condutora de luz do fotoativador com uma camada de saco plástico translúcido pode ser um método de proteção efetivo para a melhoria dos resultados clínicos durante a fotoativação dos materiais dentários.

Em contraste a tal achado, Khode *et al.* (2017) relataram que o material à base de PVC possui uma melhor aderência a ponteira do fotoativador devido às suas propriedades e capacidade de ser moldado, reduzindo a ocorrência de bolhas entre a barreira e a superfície da guia de luz. Eventualmente formadas, as bolhas de ar podem aumentar ainda mais a quantidade de refração, diminuindo a passagem de luz e a eficácia de cura do material. Esse efeito, por sua vez, é mais propenso de ocorrer com as barreiras de saco plástico translúcido composto pelo polímero polietileno, pois o material não se sobrepõe à ponta do LED, aumentando a refração da luz (KHODE *et al.*, 2017; SHORTALL *et al.*, 2016). Logo, é importante inferir que caso o profissional opte por utilizar o saco plástico como barreira, ele deve se atentar a deixar o material bem distendido na região da extremidade da ponteira, não permitindo a presença de rugosidades ou dobras que alterem a espessura da camada de revestimento.

Ainda nesse contexto, foi possível observar que, na tabela 3, o método de proteção da ponteira com duas camadas de plástico filme PVC obteve o menor valor médio de irradiância (2ª camada filme PVC – $541,07\text{mW/cm}^2$) quando comparado aos valores da média de irradiância da proteção da ponteira com apenas uma camada de plástico filme PVC (1ª camada filme PVC – $544,25\text{mW/cm}^2$) e uma camada de saco plástico translúcido (1ª camada saco plástico – $565,57\text{mW/cm}^2$). Embora os resultados da pesquisa não tenham apontado diferença estatisticamente significativa, esse achado pressupõe que o uso de somente uma camada de

barreira de proteção é suficiente para se ter uma melhor emissão de luz do que com o uso de duas camadas. O operador, por sua vez, ao envolver a ponteira utilizando apenas uma camada de plástico filme PVC ou saco plástico translúcido estaria otimizando tempo clínico, bem como economizando o material.

Em um estudo similar realizado por Rúbio *et al.* (2021) constatou-se que dentre as barreiras biológicas aplicadas, uma camada de PVC apresentou melhores resultados para todos os fotoativadores e que apesar do uso de barreiras de biossegurança terem reduzido a irradiância dos aparelhos, esses valores não foram inferiores ao mínimo adequado para a polimerização de resinas compostas convencionais ($400\text{mW}/\text{cm}^2$), o mesmo valor de referência adotado na presente pesquisa que também obteve, com a aplicação de barreiras físicas de proteção, valores médios de irradiância que não foram inferiores ao mínimo preconizado na literatura por variados autores ($400\text{mW}/\text{cm}^2$).

Além disso, destaca-se que apesar dos resultados não apresentarem diferença estatisticamente significativa entre os grupos “antes da limpeza e proteção” e “após limpeza (álcool 70%)”, verificou-se, na tabela 3, um aumento de $61,5\text{mW}/\text{cm}^2$ no valor da média da irradiância após a higienização da ponteira com o agente desinfetante, o que pode indicar ser um método útil para melhorar os resultados clínicos no procedimento de fotopolimerização.

Nessa perspectiva, para higienizar o fotoativador, Rueggeberg *et al.* (2017) recomendam o uso de técnicas de esterilização a frio, bem como soluções de limpeza. Para a desinfecção a frio pode ser usada uma solução de etanol a 70% ou glutaraldeído a 2% contanto que seja mantido um contato de no mínimo dez minutos entre a ponteira de luz e a solução desinfetante para garantir a ação viricida e esporicida (MENDOZA; ORTEGA; SALINAS, 2020).

Ajaj, Nassar e Hasanain (2018) relatam que dentre os variados métodos de controle de infecção dos aparelhos, a autoclavagem das ponteiros de fotoativação convencionais ocasiona o acúmulo de uma crosta opaca na extremidade da sua superfície, o que reduz significativamente a irradiância da luz. Como também, o uso de soluções de esterilização a frio provoca uma diminuição na irradiância da ponteira de forma irreversível para marcas específicas de agentes de esterilização a frio. Outra alternativa proposta foi o uso de sondas de ativação de luz pré-esterilizadas descartáveis, contudo, sua maior desvantagem é o alto custo.

No estudo realizado por Rúbio *et al.* (2021), todos os fotoativadores obtiveram maior irradiância no grupo controle, isto é, quando não faziam uso de barreiras descartáveis. Corroborando com tal resultado, na presente pesquisa também foi constatado um dado similar mostrado na tabela 3, na qual os valores das médias de irradiância dos grupos “antes da limpeza e proteção” ($566,03\text{ mW}/\text{cm}^2$) “após limpeza (álcool 70%)” ($627,53$), que não foram revestidos

por barreiras protetoras descartáveis, foram superiores aos grupos no quais foram aplicados métodos de proteção “1ª camada de filme PVC” (544,25mW/cm²), “2ª camada de filme PVC” (541,07mW/cm²) e “1ª camada saco plástico” (565,57mW/cm²). Embora tais dados tenham sido evidenciados, a análise da pesquisa apontou diferença estatisticamente significativa apenas entre os grupos “após limpeza (álcool 70%)”, “1ª camada de filme PVC” e “2ª camada de filme PVC” (p<0,02). Já os demais grupos não diferiram em relação a todos os grupos avaliados (tabela 3).

De acordo com Cadenaro *et al.* (2019) e Rueggeberg *et al.* (2017), as barreiras biológicas podem reduzir a irradiância em até 40%, o que comprometeria a polimerização de resinas compostas convencionais (MENDONZA *et al.*, 2020; REIS; LOGUERCIO, 2007).

Variados autores da literatura preconizam o valor mínimo de irradiância de 400mW/cm² para garantir uma polimerização satisfatória dos materiais resinosos pelas unidades fotoativadoras (ALSHAAFI *et al.*, 2016; BARATIERI *et al.*, 2010; CALDARELLI *et al.*, 2011; CRAIG; POWERS; SAKAGUCHI, 2012; GONÇALVES *et al.*, 2013; REIS; LOGUERCIO, 2007; RÚBIO *et al.*, 2021; SHIMOKAWA *et al.*, 2016; SOUZA-JUNIOR *et al.*, 2021; TORRES *et al.*, 2013) e com base nisso, foi o valor adotado como de referência para essa pesquisa.

Dessa forma, os valores das médias de irradiância dos fotoativadores das clínicas 1, 2, 3 e da pré-clínica apresentados pela análise estatística na tabela 2 e 3 foram, majoritariamente, superiores ao valor mínimo preconizado nessa pesquisa (400mW/cm²). Entretanto, ao analisar os valores das médias de cada fotoativador, de forma individual, para cada situação clínica ao qual foram submetidos, conforme mostrado nos quadros 1, 2 e 3, foi possível notar que alguns aparelhos, das clínicas 1, 2 e 3 especificamente, apresentaram valores de irradiância abaixo do preconizado nessa pesquisa (400mW/cm²). Possivelmente, isso ocorreu pelo tempo de vida clínica considerável dos aparelhos, bem como pelo uso constante e/ou vasto manuseio sem as devidas precauções pelos universitários.

Souza-Junior *et al.* (2021) ratificam que além da degradação dos próprios componentes do fotoativador, a emissão de irradiância também pode ser influenciada por queda de tensão elétrica ou por contato elétrico inadequado.

Apesar de ser uma porcentagem inferior a metade do total de fotoativadores avaliados, o achado de 32,35% de aparelhos atuando com deficiência na emissão de irradiância é preocupante, visto que eles estão em uso vigente nas clínicas da UEPB pelos estudantes para realização de procedimentos restauradores com resina composta e conforme relatam Rúbio *et al.* (2021), a subpolimerização de restaurações resinosas (<400mW/cm²) podem ter como resultado a ocorrência de fraturas, bem como a redução das propriedades mecânicas do material,

como baixa resistência, aumento da sorção de água e instabilidade de cor da resina. Ademais, pode gerar irritação da polpa dental e facilitar a incidência de cáries secundárias de tal forma a diminuir a longevidade clínica das restaurações.

Diante disso, os 11 fotoativadores (32,35%) que desempenharam leituras de irradiância deficientes para o processo de fotopolimerização devem, indispensavelmente, ser reparados em uma manutenção para que consigam operar com a irradiância mínima requerida para garantir uma condição de uso adequada ($>400\text{mW}/\text{cm}^2$) ou caso seja necessário, trocados por novos equipamentos com desempenho de emissão radiante satisfatório. Além disso, seria ideal o desenvolvimento de um programa de monitoramento periódico das unidades fotoativadoras da UEPB, visto que autores da literatura como Suliman, Abdo e Elmasmari (2020) julgam importante sempre manter a luz de polimerização monitorada através de dispositivos medidores de irradiância, bem como manter um registro para mostrar que a saída de luz foi fiscalizada.

Uma correlação existente na literatura aponta que a perda de eficiência dos fotoativadores movidos a bateria está diretamente associada à quantidade de ciclos de carregamento, isto é, a quantidade de vezes que o aparelho é carregado. Por sua vez, a fonte de alimentação fica comprometida, levando a diminuição do desempenho do equipamento (SOUZA-JUNIOR *et al.*, 2021). Nesse contexto, um ponto de destaque é que nenhum dos 4 fotoativadores da pré-clínica apresentou valores de média de irradiância abaixo do preconizado de $400\text{mW}/\text{cm}^2$ perante às cinco situações clínicas propostas nessa pesquisa e todos eles possuem alimentação por baterias recarregáveis, permitindo seu uso “sem fio”. Sendo assim, os valores de médias de irradiância elevados apresentados por tais aparelhos podem ser justificados pelo baixo tempo de vida clínica e frequência de uso. Logo, como essas 4 unidades fotoativadoras são praticamente seminovas e usadas eventualmente pelos estudantes, provavelmente, suas baterias foram expostas a poucos ciclos de carregamento, não afetando, portanto, seu desempenho na emissão de irradiância.

Por fim, é cabível salientar que apesar de ser relevante para o meio acadêmico e útil para suprir a necessidade de mais estudos nesta área odontológica, a presente pesquisa possui algumas limitações intrínsecas com relação à metodologia, pois como foi discutido por Suliman, Abdo e Elmasmari (2020), os clínicos podem medir a irradiância de seus fotoativadores com auxílio de um radiômetro odontológico, porém esses equipamentos podem ser imprecisos, visto que ele mensura apenas a irradiância fornecida na extremidade da ponteira da unidade de fotoativação e não a exposição radiante recebida pela restauração (ANDRÉ *et al.*, 2018). Logo, os dentistas podem, eventualmente, ter dificuldade em saber quanta irradiância e energia estão fornecendo às suas restaurações (SULIMAN; ABDO; ELMASMARI, 2020).

Além disso, a amostra foi outra limitação desse estudo, ela foi composta pelos fotoativadores das três clínicas escolas que tinham um tempo de vida clínica considerável e pelos aparelhos da pré-clínica que eram novos, mais modernos e com baixo tempo de vida clínica. Sendo assim, os valores das médias de irradiância dos fotoativadores da pré-clínica caracterizaram um viés de pesquisa por terem sido bastante superiores e discrepantes em relação aos das demais clínicas e em virtude disso, durante a análise estatística, foram encontradas dificuldades para detectar diferenças estatisticamente significantes.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados nessa pesquisa foi possível inferir que o método de higienizar as ponteiras com um agente desinfetante, como o álcool 70%, pode ser benéfico para a emissão adequada da irradiância do fotoativador e, conseqüentemente, para obtenção de melhores resultados clínicos.

Por outro lado, diferentemente dos resultados encontrados por outros autores na literatura que apontam que o uso de barreiras físicas translúcidas reduzem consideravelmente a irradiância emitida pelos fotoativadores, o presente estudo não constatou diferenças estatísticas significativas entre os métodos de recobrimento das ponteiras com barreiras de proteção, isto é, tais aparatos não interferiram na emissão de irradiância dos aparelhos, o que não dispensa o seu uso, visto que é de extrema importância para evitar qualquer tipo de contaminação cruzada entre o dispositivo e os tecidos bucais.

Além disso, os achados desse estudo ressaltam a importância da manutenção periódica ou substituição oportuna dos fotoativadores com deficiência na emissão de irradiância. Essa conduta pode garantir a qualidade contínua dos tratamentos restauradores nos quais se aplicam a etapa de fotoativação de materiais dentários. Nesse sentido, novos estudos devem ser realizados a fim de reforçar a importância da frequência de manutenção, bem como a conscientização dos profissionais sobre o uso de barreiras de proteção que controlem o risco de contaminação cruzada, melhorando as abordagens de biossegurança durante os atendimentos odontológicos.

Portanto, tendo em vista que uma fotopolimerização apropriada é um fator essencial para que restaurações diretas de resina composta atinjam propriedades mecânicas e funcionais satisfatórias para uma grande longevidade, é recomendável que os cirurgiões-dentistas verifiquem, periodicamente, a irradiância emitida pelos seus fotoativadores.

REFERÊNCIAS

- AJAJ, R.A.; NASSAR, H. M.; HASANAIN, F. A. Infection control barrier and curing time as factors affecting the irradiance of light-cure units. **J Int Soc Prev Community Dent.**, Mumbai, v.8, n.6, p.523-528, 2018.
- ALSHAAFI, M.M. *et al.* Emission characteristics and effect of battery drain in “budget” curing lights. **Oper Dent.**, Seattle, v.41, n.4, p.397-408, 2016.
- ANDRÉ, C. B. *et al.* Stability of the light output, oral cavity tip accessibility in posterior region and emission spectrum of light-curing units. **Oper Dent.**, Seattle, v.43, n.4, p.398-407, 2018.
- BARATA, T. J. E. *et al.* Fuentes de luz de uso clínico en el pre grado: 7 años de seguimiento. **Rev. Estomatol. Herediana [online]**, v.31, n.1, p.37-43, 2021.
- BARATIERI, L.N. *et al.* **Odontologia Restauradora – Fundamentos e Técnicas (Volume 1)**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Gen Grupo Editorial Nacional/Editora Santos, 2010.
- BEZERRA, A.L.C.A. *et al.* Avaliação do nível de conhecimento de acadêmicos de Odontologia sobre fotopolimerização. **Revista da ABENO**, [S.I], v.21, n.1, p.1065, 2021.
- CADENARO, M.; *et al.* The role of polymerization in adhesive dentistry. **Dent Mater.**, Copenhagen, v.35, n.1, p.e1-e22, 2019.
- CALDARELLI, P. G. *et al.* Aparelhos fotopolimerizadores: evolução e aplicação clínica – uma revisão da literatura. **Odontol. Clín.-Cient. [online]**, v.10, n.4, p.317-321, 2011.
- CRAIG, R. G.; POWERS, J. M.; SAKAGUCHI, R. L. **Materiais dentários restauradores**. 13ª ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2012.
- ERNST, C.P.; *et al.* Visible light curing devices: irradiance and use in 302 German dental offices. **J Adhes Dent.**, New Malden, v. 20, n. 1, p. 41-55, 2018.
- GONÇALVES, L. S. *et al.* Clinical effectiveness of light-curing units of the School of Dentistry of the Federal University of Goiás. **RSBO. [online]**, v.10, n.3, p.228-233, 2013.
- HAO, X. *et al.* A survey of power density of light-curing units used in private dental offices in Changchun City, China. **Lasers Med Sci.**, Londres, v.30, n.2, p.493-497, 2015.
- KHODE, R. T. *et al.* Evaluation of effect of different disposable infection control barriers on light intensity of light-curing unit and microhardness of composite – An in vitro study. **J Conserv Dent.**, Amritsar, v.20, n.3, p.180-184, 2017.
- MAGHAIREH, G. A.; ALZRAIKAT, H.; TAHA, N. A. Assessing the irradiance delivered from light-curing units in private dental offices in Jordan. **J Am Dent Assoc.**, Chicago, v.144, n.8, p.922-927, 2013.
- MARSON, F. C.; MATTOS, R.; SENSI, L. G. Avaliação das condições de uso dos fotopolimerizadores. **Revista Dentística on line**, v.9, n.19, p.15-20, 2010.

MENDOZA, F. M. V.; ORTEGA, J. L. G.; SALINAS, Y. R. A. Photopolymerization devises light intensity relation with physical translucent barriers use. **WJARR**, [S.I], v.8, n.1, p.180-187, 2020.

NASSAR, H. M.; AJAJ, R.; HASANAIN, F. Efficiency of light curing units in a government dental school. **J Oral Sci.**, Tóquio, v.60, n.1, p.142-146, 2018.

OMIDI, BR. *et al.* Intensity output and effectiveness of light curing units in dental offices. **J Clin Exp Dent.**, Espanha, v.10, n.6, p.e555-e560, 2018.

PRICE, R. B. T. Light curing in dentistry. **Dent Clin North Am.**, Filadélfia, v.61, n.4, p.751-778, 2017.

REIS, A.; LOGUERCIO, A. D. **Materiais Dentários Direitos – dos Fundamentos à Aplicação Clínica**. 1ª ed. São Paulo: Editora Santos, 2007.

RÚBIO, G. R. *et al.* The influence of translucent barriers on the effectiveness of dental light curing. **Research, Society and Development**, [S. l.], v.10, n.7, p.e53910716713, 2021.

RUEGGERBERG, F. A. *et al.* Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. **Braz. Oral Res.**, São Paulo, v.31, p.64-91, 2017.

SHIMOKAWA, C. A. K. *et al.* Light output from six battery operated dental curing lights. **Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.**, Amsterdã, v.69, p.1036-1042, 2016.

SHORTALL, A. C. *et al.* Guidelines for the selection, use, and maintenance of LED light-curing units-Part 1. **British dental journal**, Londres, v.221, n.8, p.453-460, 2016.

SOARES, C. J. *et al.* Effect of infection control barriers on the light output from a multi-peak light curing unit. **J Dent.**, Bristol, v.103, p.103503, 2020.

SOUZA-JUNIOR, J. H. N. *et al.* Evaluation of the light intensity emitted by the light-curing devices of a dental school clinic in the north of Brazil: a pilot study. **J Health Sci.**, Londrina, v.23, n.1, p.68-71, 2021.

SULIMAN, A. A.; ABDO, A. A.; ELMASMARI, H. A. Training and experience effect on light-curing efficiency by dental practitioners. **J Dent Educ.**, Washington, v.84, n.6, p.652-659, 2020.

TORRES, C.R.G. *et al.* **Odontologia Restauradora - Estética e Funcional: Princípios para a Prática Clínica**. 1ª ed. São Paulo: Editora Santos, 2013.