

Análise da potência dos fotopolimerizadores em consultórios odontológicos em um município da Paraíba, Brasil

Analysis of the power of photopolymerizers in dental offices in a city of Paraíba, Brazil

Maria Eduarda Ferreira¹

Marcelo Gadelha Vasconcelos²

ORCID: 0000-0003-0396-553X

Rodrigo Gadelha Vasconcelos²

ORCID: 0009-0002-9054-9445

¹ Graduanda em Odontologia pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB; Av. Coronel Pedro Targino, Araruna - CEP: 58233-000, Paraíba PB, Brasil

² Doutor em Patologia Oral pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Professor efetivo da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB; Av. Coronel Pedro Targino, Araruna CEP: 58233-000, Paraíba, PB, Brasil

Autor correspondente: Maria Eduarda Ferreira - Universidade Estadual da Paraíba - UEPB; Av. Coronel Pedro Targino, Araruna - CEP: 58233-000, Paraíba, PB, Brasil; Telefone: (83) 3373-1040; E-mail: m.eduardaferreira@gmail.com

RESUMO

Objetivo: avaliar a irradiância de fotoativadores utilizados em Unidades Básicas de Saúde de um município da Paraíba, os submetendo a diferentes circunstâncias clínicas. **Método:** foram analisados seis aparelhos por meio de um radiômetro digital RD-7[®], submetidos a condições clínicas de desinfecção com álcool 70% e utilização de barreiras físicas. As medições foram realizadas em tempos pré-determinados e analisadas estatisticamente por análise de variância de um fator e teste *post-hoc*. **Resultados:** a desinfecção com álcool 70% aumentou significativamente a irradiância, enquanto o uso de barreiras, como filme de PVC ou saco plástico, não apresentou impacto estatisticamente significativo. No entanto, barreiras de menor espessura, como uma camada de PVC, mostraram melhores médias de irradiância quando comparada aos outros métodos de proteção. **Conclusão:** o álcool 70% melhora a eficiência dos fotoativadores, e barreiras descartáveis são práticas para evitar contaminação cruzada sem comprometer a eficácia clínica, sendo recomendada uma camada fina de PVC.

Palavras-chaves: Luzes de Cura Dentária; Resina Composta; Dentística Operatória.

ABSTRACT

Objective: to evaluate the irradiance of dental curing lights used in Basic Health Units in a city of Paraíba, under different clinical conditions. **Method:** six devices were analyzed using a digital radiometer RD-7[®], subjected to clinical conditions of disinfection with 70% alcohol and the use of physical barriers. Measurements were performed at predetermined intervals and statistically analyzed using one-way analysis of variance and *post-hoc* tests. **Results:** disinfection with 70% alcohol significantly increased irradiance, while the use of barriers, such as PVC film or plastic bags, showed no statistically significant impact. However, thinner barriers, such as a single layer of PVC, yielded better average irradiance compared to other protective methods. **Conclusion:** 70% alcohol improves the efficiency of dental curing lights, and disposable barriers are practical for preventing cross-contamination without compromising clinical efficacy, with a thin PVC layer being recommended.

Keywords: Curing Lights Dental; Composite Resin; Operative Dentistry.

INTRODUÇÃO

As restaurações de resina composta são procedimentos comuns na odontologia, mas são suscetíveis a falhas, sendo a fotoativação um dos fatores cruciais para garantir resultados clínicos satisfatórios e duradouros¹⁻². Entretanto, se a intensidade da unidade fotoativadora for inadequada, o intertravamento com a matriz de colágeno desmineralizada pelo ácido fosfórico é comprometido, aumentando a probabilidade de perda precoce da restauração³. Portanto, a exposição adequada à fotoativação é essencial para garantir o sucesso a longo prazo das restaurações de resina composta².

Apesar da importância crítica da fotoativação, muitos profissionais desconhecem a eficácia dos aparelhos presentes em seus consultórios, bem como sua capacidade de proporcionar uma polimerização adequada aos compósitos resinosos. Assim, é fundamental realizar uma análise sistemática da eficácia desses dispositivos, pois essa avaliação não só garante uma fotoativação ideal, mas também ajuda a prevenir falhas clínicas, contribuindo para a longevidade e eficácia das restaurações⁴⁻⁵.

Dessa forma, torna-se essencial avaliar a intensidade dos fotoativadores por meio de um dispositivo denominado radiômetro, capaz de quantificar a concentração de luz emitida em mW/cm^2 ⁴⁻⁵. O uso do radiômetro para medir a irradiância do aparelho de fotoativação é de extrema importância, permitindo que os profissionais assegurem uma polimerização dentro dos padrões aceitáveis, prevenindo assim possíveis falhas clínicas⁴⁻⁵.

Nesse contexto, a irradiância é definida como um parâmetro que avalia a quantidade de fótons que chega ao material restaurador após ser emitida por uma determinada fonte de luz, expressa em watts por centímetro quadrado (W/cm^2)⁵⁻⁶. Para garantir uma polimerização ideal de um incremento de 2mm de resina – tamanho comumente utilizado na técnica incremental – é necessário multiplicar a irradiância do aparelho fotoativador pelo tempo de exposição à luz, que deve situar-se entre 16 e 24 J/cm^2 ⁷⁻⁸. Dessa forma, para a polimerização de um incremento de 2mm de resina composta, é necessário que a irradiância seja, no mínimo, $400 \text{ mW}/\text{cm}^2$ por um tempo de 40 segundos, resultando em $16 \text{ J}/\text{cm}^2$ ⁹.

Quando esse procedimento é realizado de forma insatisfatória, podem ocorrer infiltrações marginais, alterações nas propriedades mecânicas dos materiais monoméricos, alterações cromáticas e sensibilidade pós-operatória⁷. Diversas condições

podem influenciar a eficácia da fotoativação além da irradiância nominal do aparelho. Fatores como o nível de carga da bateria, integridade, limpeza e desinfecção do dispositivo, material e tamanho da ponteira do aparelho, bem como sua inclinação, posicionamento e distância em relação à restauração, são todos elementos que podem influenciar a quantidade de energia luminosa que efetivamente atinge o material restaurador⁹.

Portanto, considerando a importância da proteção da ponteira do fotoativador, a manutenção periódica e a emissão de irradiância adequada para a qualidade de cura dos materiais dentários, este estudo teve como objetivo avaliar a irradiância emitida pelos aparelhos fotoativadores das Unidades Básicas de Saúde (UBS) do município de Junco do Seridó - Paraíba, considerando a desinfecção e o uso de diferentes barreiras de proteção nas ponteiras condutoras de luz.

MÉTODOS

Aspectos éticos

Conforme estabelecido na resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde, este trabalho não exigiu a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UEPB, porque a pesquisa não envolveu a população humana como objeto de estudo, mas sim equipamentos odontológicos.

Caracterização do estudo

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

O prontuário destinado à avaliação macroscópica foi elaborado para coletar informações gerais sobre os aparelhos fotoativadores, incluindo o ano de aquisição, a marca comercial, histórico de manutenções e qual o tipo de fonte de luz utilizada. Além disso, o prontuário apresenta um espaço específico para o registro da análise dos aspectos estruturais do equipamento. Nesse campo, o avaliador deve assinalar se cada componente do aparelho possui alguma avaria física, especificando qual, caso positivo, ou se está em boas condições de uso. Também foi reservado um espaço adicional no

prontuário para anexar uma foto do aparelho avaliado, permitindo uma documentação visual complementar.

Já o prontuário para avaliação da irradiância é composto por cinco tabelas, cada uma representando uma condição clínica à qual os aparelhos foram submetidos. Em cada tabela, há campos para o registro das leituras realizadas em tempos determinados (20 segundos, 40 segundos e mais uma repetição de 40 segundos). Adicionalmente, há um espaço reservado para o cálculo da média aritmética das medições, conforme ilustrado na Figura 1.

FICHA DE AVALIAÇÃO DA IRRADIÂNCIA DOS FOTOATIVADORES

Município: _____
 Data da coleta de dados: ___/___/___
 Consultório (C)
 Número de Fotopolimerizadores por Consultório _____.
 Público ()

Antes da proteção e desinfecção com álcool 70%		
20s		Média aritmética:
40s		
40s		

Proteção com duas camadas de PVC		
20s		Média aritmética:
40s		
40s		

Após desinfecção com álcool 70%		
20s		Média aritmética:
40s		
40s		

Proteção com uma camada de sado plástico		
20s		Média aritmética:
40s		
40s		

Figura 1 – Prontuários para registro da irradiância. Fonte: Próprio autor.

Amostra

A amostra para esta pesquisa consistiu em seis aparelhos fotoativadores, distribuídos nas três UBS do município de Junco do Seridó, na Paraíba. Esses seis fotoativadores foram selecionados e agrupados de acordo com a numeração das UBS de atenção básica.

A pesquisa, focada na mensuração dos níveis de irradiância, subdividiu a amostra em três grupos, cada um composto pela quantidade de aparelhos existentes em uma unidade específica.

Características da amostra

Os fotoativadores nas três UBS incluem o Ralii-cal[®] (presente nas unidades 1 e 2), o Emitter A FIT[®] fabricado pela *Schuster* (presente nas unidades 1, 2 e 3) e o Gnatus[®] da linha de modelo LD Max (presente na unidade 3).

O Ralii-cal[®] é um aparelho fotoativador LED (diodo emissor de luz) de segunda geração, caracterizado por ser sem fio e capaz de realizar 1200 fotoativações de 10 segundos antes de necessitar de uma nova recarga. Sua irradiância é de 1200 mW/cm², com comprimento de onda entorno de 460 nm, apresentando baixa emissão de calor e dispensando a necessidade de ventilação. O aparelho possui um radiômetro integrado, permitindo que o profissional verifique sua funcionalidade. Além disso, conta com um modo rampa, no qual nos primeiros cinco segundos a potência da luz emitida aumenta gradualmente, contribuindo para minimizar o estresse na união entre a restauração e a estrutura dental¹⁰.

Os fotoativadores da marca comercial Emitter A FIT[®], fabricado pela *Schuster* também com tecnologia LED e pertencentes à segunda geração, apresentando um comprimento de onda de 420 a 480 nm e uma potência de luz de 1250 mW/cm². Com um sistema *wireless*, podem ser utilizados com ou sem fio, e contam com o recurso *stand by*, que desliga automaticamente após dois minutos de inatividade. Seu modo de operação é em rampa, aumentando gradualmente a intensidade da luz nos primeiros cinco segundos de uso, e possuem temporizadores de 5, 10 e 20 segundos, emitindo um sinal sonoro ao final da operação. Além disso, possuem uma ponteira de fotoativação feita em fibra óptica, a qual é autoclavável e evita dispersão de luz¹¹.

O fotoativador utilizado na UBS 3 é da marca Gnatus[®], pertencente à linha de modelos LD Max. Esse aparelho possui um *design* com peça de mão acoplável com fio, é leve e oferece tempos programáveis de fotoativação de 10, 20, 40, 60, 80 e 90 segundos. Ao término da operação, emite um sinal sonoro, e sua ponteira condutora de luz é feita de acrílico e vem com uma viseira protetora ocular. Além disso, utiliza tecnologia baseada em LED.

Todos os aparelhos apresentavam bons aspectos macroscópicos, sem a presença de desgaste ou ruptura dos botões externos e nem uma deteriorização do fio acoplado. Apenas o fotoativador Gnatus[®] da linha de modelo LD Max que apresentava uma rachadura na viseira protetora. Além disso, quatro dos seis aparelhos inclusos na

amostra possuíam resquícios de materiais dentários adesivos visíveis na sua superfície. Ainda assim, a coleta de dados foi realizada normalmente, com a leitura inicial da irradiância feita na presença desses resíduos, a fim de avaliar sua influência nos resultados. Na segunda situação clínica, após a desinfecção dos fotoativadores com álcool 70%, esses materiais foram removidos.

Coleta de dados

Utilizando como referência diversos estudos encontrados na literatura⁹⁻¹²⁻¹⁶ que empregaram o mesmo método, esta pesquisa adotou um radiômetro odontológico portátil para a medição dos níveis de irradiância dos fotoativadores. Esse dispositivo é capaz de medir a emissão radiante por meio de um sensor que reproduz a irradiância em mW/cm^2 .

Assim, utilizou-se um radiômetro odontológico digital do modelo comercial RD-7[®], fabricado pela Ecel, o qual possui suas especificações técnicas gerais, que incluem faixa de sensibilidade de 400nm a 500nm, faixa de intensidade de 0 a 1500 mW/cm^2 , precisão em torno de 5% da leitura, alimentação por bateria de 9V (volts), dimensões de 120mm de comprimento, 66mm de largura e 23mm de altura. Ademais, possui opção de medida em LED ou lâmpada halógena com leitura de saída em mW/cm^2 .

É importante observar que o radiômetro utilizado na pesquisa foi inicialmente calibrado de fábrica, eliminando a necessidade de calibração periódica com o uso normal. A escala métrica na parte frontal do radiômetro RD-7[®], conforme indicado no manual do fabricante, é calibrada na faixa de 100 a 2000 mW/cm^2 . É crucial destacar que leituras mais elevadas indicam uma maior intensidade de luz azul emitida. Adicionalmente, o design desse radiômetro foi concebido para não ser sensível a interferências, como campos magnéticos, influências elétricas externas, descargas eletrostáticas ou variações de pressão, desde que o equipamento seja instalado, mantido limpo, conservado, transportado e operado de acordo com as instruções do fabricante.

Para realizar a coleta de dados, o avaliador, devidamente equipado e instruído sobre o correto uso do radiômetro, compareceu às UBS do município em horários sem atendimentos marcados ou fluxo significativo de pacientes, buscando um ambiente tranquilo para a aferição da irradiância dos fotoativadores.

Seguindo o protocolo estabelecido pelos autores Marson, Mattos e Sensi (2010)¹⁷ em relação ao uso do radiômetro odontológico, esta pesquisa adotou o mesmo procedimento, mantendo o dispositivo em uma superfície estável e plana. A ponteira ativa condutora de luz da unidade fotoativadora foi posicionada de maneira centralizada e perpendicular à superfície do receptor fotossensível do radiômetro pelos avaliadores. Isso permitiu o íntimo contato para o subsequente acionamento da luz azul e verificação da constância da irradiância.

Medição da irradiância

É importante destacar que alguns princípios foram adotados na metodologia durante a medição da irradiância para padronizar o procedimento de leitura com o uso do radiômetro. Assim, as seguintes regras foram estabelecidas e rigorosamente seguidas:

- Antes de iniciar qualquer medição de irradiância, garantíamos que o radiômetro estivesse com a bateria completamente carregada. Caso contrário, substituíamos imediatamente a bateria de 9V para evitar discrepâncias nos valores das leituras.
- Para os sistemas sem fio (*wireless*), antes da medição da irradiância, verificávamos se as baterias das unidades fotoativadoras estavam devidamente carregadas. Isso assegurava que os aparelhos pudessem ser ativados sem discrepâncias nos valores medidos.

Nessa pesquisa, os fotoativadores foram submetidos a diversas condições clínicas, sendo a primeira definida como o grupo controle, a fim de estabelecer uma referência inicial para comparação e avaliar se há alterações nos valores de irradiância ao utilizar um método de desinfecção para remover resíduos de materiais adesivos na ponteira transmissora de luz. Além disso, buscou analisar o impacto da aplicação de duas barreiras físicas de proteção comumente empregadas por estudantes e profissionais durante os procedimentos odontológicos. Essas barreiras são conhecidas por sua resistência e impermeabilidade. A primeira delas consiste em um filme de PVC, composto pelo polímero policloreto de vinila. A segunda barreira é um saco plástico translúcido feito de polietileno. Assim, cada fotoativador da amostra foi submetido a cinco situações distintas:

1. Aferição da irradiância sem a desinfecção 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 desinfecção 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 desinfecção com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com uma fina camada de filme de PVC;
4. Aferição da irradiância após a desinfecção com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com duas camadas de filme de PVC;
5. Aferição da irradiância após a desinfecção com álcool 70% e proteção da ponteira condutora de luz com uma camada de saco plástico translúcido.

Para cada uma dessas condições clínicas mencionadas foram realizadas três medições de irradiância. A primeira medição foi realizada selecionando 20 segundos no *display* do aparelho, enquanto as outras duas medições subsequentes foram realizadas pelo dobro do tempo da primeira, ou seja, 40 segundos. Esses tempos foram pré-definidos considerando que eles são comumente utilizados pelos profissionais para fotoativação de materiais odontológicos. Dessa forma, considerando que foram definidas cinco situações distintas, e que três leituras com o radiômetro foram realizadas para cada uma delas, cada fotoativador da amostra foi submetido a um total de quinze aferições de irradiância.

É importante ressaltar que a ausência de um grupo experimental sem desinfecção e com proteção, no qual apenas seria realizada a troca das barreiras descartáveis entre os atendimentos, configura uma limitação deste estudo. Apesar de buscar avaliar condições que melhor representassem práticas clínicas recomendadas, a inclusão desse grupo poderia fornecer informações adicionais sobre a influência isolada da proteção sem a desinfecção da ponteira condutora de luz. No entanto, optou-se por não incluí-lo devido ao foco metodológico em analisar os efeitos combinados da desinfecção e proteção, considerando que a ausência de desinfecção poderia comprometer a validade e o controle dos dados.

Os resultados das mensurações foram documentados em fichas específicas para cada grupo da amostra e para cada uma das cinco situações clínicas previamente mencionadas. Posteriormente, os valores de irradiância foram transcritos para um banco de dados informatizado, utilizando o Microsoft Excel, da Microsoft Corporation® no

formato de planilhas. Nas planilhas referentes às três UBS, especificamente, a primeira coluna apresentava a numeração e marca dos fotoativadores incluídos na amostra. As seis colunas subseqüente correspondiam às três leituras de irradiância.

Posteriormente, seguindo uma adaptação de um protocolo proposto por Marson, Mattos e Sensi (2010)¹⁷, foram determinadas as médias aritméticas com base nos dados coletados das três medições de irradiância em diferentes situações clínicas para cada fotoativador incluído na amostra. Esses dados foram organizados em planilhas do Excel para cada grupo da amostra. A primeira coluna de cada planilha lista as numerações sequenciais correspondentes aos números e marcas comerciais dos fotoativadores para identificação. As demais colunas representam as descrições das cinco situações clínicas definidas na pesquisa, com espaços destinados ao registro das médias aritméticas totais em mW/cm².

Nesse contexto, essas planilhas contendo os valores das médias aritméticas foram elaboradas separadamente com o objetivo de facilitar a transferência dos dados coletados para o programa estatístico utilizado na análise e apresentação dos resultados da pesquisa. Além disso, a intenção foi comparar essas médias resultantes com o valor mínimo estabelecido nessa pesquisa, que é de 400mW/cm².

O valor de irradiância de 400mW/cm² foi frequentemente citado e preconizado por diversos autores na literatura como referência para determinar uma polimerização satisfatória de materiais resinosos pelas unidades fotoativadoras^{7,9,14,16,18}. Portanto, foi decidido adotá-lo como valor de referência para esta pesquisa.

Por fim, é importante destacar que os dados obtidos foram segregados entre os três grupos da amostra durante a coleta, com o objetivo de comparar os valores de irradiância entre os fotoativadores das três UBS no município de Junco do Seridó, Paraíba. Essa análise visa verificar qual das unidades obteve mais aparelhos adequados para o uso, conforme o valor de referência estabelecido nesta pesquisa (400mW/cm²). Com base nisso, foi avaliado se alguma das unidades fotoativadoras apresentaram valores abaixo do preconizado na literatura para uma polimerização satisfatória dos compósitos resinosos. Dessa forma, foi possível identificar se algum aparelho necessitava de um tempo compensatório para uma devida polimerização.

Análise estatística

Para análise dos dados, foi empregado o programa estatístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS® Inc., Chicago, EUA) versão 22.0. A análise de variância (ANOVA) de uma de uma via, com o teste *post-hoc* de Tukey fixando um nível de significância de 5%, foi utilizado para comparar as marcas comerciais dos fotoativadores presentes em cada UBS em relação aos métodos de proteção do aparelho. Além disso, foi realizada uma comparação apenas dos métodos de proteção, desconsiderando a unidade e o aparelho avaliado. Para essa análise, foi empregado o teste ANOVA de uma via, com o teste *post-hoc* de LSD (*Least Significant Difference*), considerando estatisticamente significativos os valores de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Análise descritiva – avaliação dos valores de irradiância

O Quadro 1 exibe a sequência dos fotoativadores de acordo com as UBS presentes no município de Junco do Seridó, juntamente com os valores médios de irradiância expressos por eles em cinco diferentes circunstâncias de proteção e desinfecção das ponteiras.

Quadro 1 – Média dos valores de irradiância (mW/cm²) dos fotoativadores das UBS diante das cinco situações clínicas que foram submetidos na pesquisa. Junco do Seridó – Paraíba, 2023.

	Antes de desinfecção e proteção	Desinfecção com álcool 70%	Com uma camada de PVC	Com duas camadas de PVC	Com uma camada de saco plástico
UBS I					
Radii-cal®	743,66	909,66	898,33	849,33	892
Emitter A FIT®	723,66	911	887	881	876,33
UBS II					
Emitter A FIT®	877,33	916	901	895	858,33
Radii-cal®	853,33	892	874	875,66	852,66

UBS III

Gnatus®	538	609	528,33	525	538
Emitter A FIT®	873	911,66	900,66	890,33	862,33

Com base nos dados apresentados no Quadro 1, podemos inferir que todos os 6 fotoativadores avaliados demonstraram valores de média de irradiância acima do limite preconizado nesta pesquisa, isto é, nenhum apresentou valor abaixo de 400mW/cm². Isso sugere que todos os fotoativadores forneceram leituras de irradiância que são consideradas suficientes para o processo de fotoativação, sem necessidade de um tempo compensatório adicional.

Ademais, o fotoativador da marca comercial Emitter A FIT® mostrou-se superior em todas as cinco situações em comparação com os outros aparelhos utilizados nas UBS 2 e 3, sendo inferior apenas na unidade 1 em relação ao Rádi-cal®. No entanto, Emitter A FIT® ainda se destacou nas situações de "Desinfecção com álcool 70%" e "com duas camadas de PVC".

Análise estatística – avaliação dos valores de irradiância

Os valores de irradiância obtidos durante coleta de dados foram devidamente registrados em uma base de dados informatizada (Microsoft Excel, Microsoft Corporation®, EUA). Posteriormente, esses dados foram submetidos a uma análise estatística utilizando o *software* SPSS® Inc., de Chicago, EUA, para a obtenção dos resultados. A amostra total inclui a avaliação de seis aparelhos fotoativadores com tecnologia baseada em LED.

Para a análise estatística e obtenção dos resultados, inicialmente, foi realizada uma comparação das marcas comerciais de cada fotoativador em relação aos métodos de proteção do aparelho. Nesse sentido, utilizou-se a análise de variância (ANOVA) de uma via (fator métodos de proteção), com o teste *post-hoc* de Tukey, adotou um nível de significância de $\alpha=0,05$. Os resultados, incluindo a média dos valores de irradiância em mW/cm² e os valores de p para cada marca, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Média dos valores de irradiância em mW/cm² e os valores de p para cada marca comercial de fotoativadores e aplicação de ANOVA de uma via com *post-hoc* de Tukey. Junco do Seridó – Paraíba, 2023.

	Antes de desinfecção e proteção	Desinfecção com álcool 70%	Com uma camada de PVC	Com duas camadas de PVC	Com uma camada de saco plástico	Valor -p
Radii-cal [®] n ²	798,49 a	900,83 a	899,66 a	862,49 a	872,3 a	>0,5
Emitter A FIT [®] n ³	824,66 a	912,88 a	896,22 a	888,77 a	865,66 a	>0,5
Gnatus [®] n ¹	538 a	609 a	528,33 a	525 a	538 a	>0,5

n = valor da amostra; a = indicativo de que não houve diferença estatística significativa.

Na Tabela 1 acima, os valores da amostra para cada marca comercial são representados pelas letras minúsculas "n", onde totalizou uma amostra de 6 fotoativadores. A análise estatística foi conduzida para cada um dos cinco grupos que representam diferentes situações clínicas às quais os aparelhos foram submetidos. Em todos os cinco métodos avaliados, observou-se que não houve diferença estatística significativa, indicada pela predominância da letra minúscula "a" abaixo de todos os valores na tabela.

Logo, observou-se uma proximidade considerável nos valores das médias, sugerindo uma pequena variação entre eles. Essa proximidade, aliada ao número limitado de fotoativadores na amostra, dificultou a identificação de diferenças estatisticamente significativas através da análise de variância (ANOVA) com o teste *post-hoc* de Tukey. Consequentemente, nenhum dos métodos apresentou discrepâncias significativas em relação aos fotoativadores de cada UBS ($p > 0,05$).

Diante da dificuldade inicial em detectar diferença estatística, uma alternativa foi buscar homogeneidade, calculando a média de todos os aparelhos incluídos na pesquisa, sem levar em consideração a UBS e nem a marca comercial de cada aparelho e alterando o teste de análise de variância para um menos conservador e mais sensível. O objetivo era verificar uma possível diferença entre as cinco situações clínicas que a amostra foi submetida.

Dessa forma, para a nova análise estatística e obtenção dos resultados, empregou-se a análise de variância (ANOVA) de uma via com o teste *post-hoc* de LSD (*Least Significant Difference*). Assim, os resultados que englobam a média dos valores de irradiância em mW/cm² e o valor de p são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - média dos valores de irradiância em mW/cm² e o valor de p par aplicação do teste ANOVA de uma via e teste *post-hoc* de LSD. Junco do Seridó – Paraíba, 2023.

Antes de desinfecção e proteção	Desinfecção com álcool 70%	Com uma camada de PVC	Com duas camadas de PVC	Com uma camada de saco plástico	Valor -p
768,16 b	857,38 a	828,99 ab	806,93 ab	813,27 b	< 0,5

a e b = representam a diferença estatística entre os grupos. ab = representa a ausência de diferença estatística.

Na Tabela 2 acima foram conduzidas análises estatísticas para cada um dos grupos que representam diferentes condições clínicas às quais os aparelhos foram submetidos. As diferentes letras minúsculas “a” e “b” na tabela indicam diferença estatística entre os grupos comparados, enquanto elas juntas “ab” indicam a ausência de diferença estatística.

Os resultados revelaram que o grupo sujeito à "Desinfecção com álcool 70%" apresentou a maior média de irradiância, sendo estatisticamente diferente dos grupos "Antes da desinfecção e proteção" e "com uma camada de saco plástico", com um valor de $p < 0,02$. Por outro lado, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os demais grupos avaliados, como "com uma camada de PVC" e "com duas camadas de PVC". Estes últimos grupos apresentaram letras iguais "ab" em relação aos demais, indicando que não houve diferença estatística entre eles.

É crucial notar que, devido à proximidade dos valores médios entre os grupos, os testes estatísticos tradicionais, como Tukey e Bonferroni, não evidenciaram diferenças estatisticamente significativas. No entanto, ao empregar o teste *post-hoc* de LSD (*Least Significant Difference*), conhecido por ser menos conservador e mais sensível, foi possível detectar uma diferença significativa, como indicado na Tabela 2.

DISCUSSÃO

Normalmente, os profissionais costumam focar apenas no controle da umidade e na aplicação da técnica incremental correta¹⁹. No entanto, é importante destacar que a qualidade da restauração em resina composta também está intimamente ligada à capacidade de emissão de luz dos aparelhos fotoativadores. Portanto, é fundamental que os profissionais considerem o uso de uma unidade fotoativadora com irradiância adequada para garantir a polimerização eficaz do material resinoso. Essa é uma variável significativa que pode impactar diretamente na durabilidade e na qualidade do procedimento restaurador¹⁶.

No presente estudo, seis fotoativadores distribuídos entre as três UBS no município de Junco do Seridó - Paraíba foram selecionados para compor a amostra e submetidos a cinco diferentes situações clínicas, com o objetivo de medir sua irradiância em cada uma delas. Os resultados da análise estatística evidenciaram diferenças entre os métodos avaliados, indicando que a desinfecção com álcool 70% pode melhorar os valores de irradiância emitidos pelos fotoativadores. Entretanto, o uso de barreiras descartáveis, como o saco plástico translúcido ou o filme de PVC, continua sendo uma alternativa prática para evitar contaminação cruzada.

Os estudos conduzidos por Silva et al. (2022)¹⁴ e Procópio et al. (2021)²⁰ confirmam a eficácia das barreiras físicas de proteção transparentes e descartáveis como um dos métodos mais amplamente aceitos e difundidos. Essas barreiras são comumente adotadas devido à sua resistência e impermeabilidade, o que reduz significativamente as chances de contaminação cruzada. McAndrew et al. (2011)²¹, Sword et al. (2016)²² e Scott et al. (2004)²³ evidenciaram que o filme de PVC apresenta os melhores resultados em comparação com outros materiais utilizados como barreira física, à exemplo o polietileno, polietileno de baixa densidade ou poliuretano. Soares et al. (2020)²⁶ complementam que as barreiras à base de PVC causam uma interferência menor na irradiância, cerca de 5%. Eles também destacam que a aplicação de múltiplas camadas pode resultar em rugosidades, linhas ou dobras, aumentando a espessura da barreira e potencialmente afetando negativamente a transmissão da luz. Portanto, uma camada fina desse material é suficiente para minimizar as alterações na irradiância.

Em consonância com esses estudos, o presente trabalho mostrou que o grupo "com uma camada de PVC" apresentou médias de irradiância ligeiramente superiores em comparação aos grupos "com duas camadas de PVC" e "com uma camada de saco

plástico". Embora as diferenças entre os métodos de proteção não tenham sido estatisticamente significativas, os resultados sugerem que a utilização de uma camada de PVC oferece menor interferência na emissão de irradiância, sendo uma opção prática e eficaz para otimizar a fotoativação de materiais dentários.

Essa constatação respalda o estudo de Khode et al. (2017)³¹, os quais destacaram que o material à base de PVC apresenta uma melhor aderência à ponteira do fotoativador devido às suas propriedades e capacidade de moldagem, reduzindo assim a incidência de bolhas entre a barreira e a superfície da guia de luz.

Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que os fotoativadores utilizados no município de Junco do Seridó alcançaram níveis de irradiância superiores à média estabelecida (400mW/cm²) em todas as situações clínicas avaliadas. Esse desempenho pode ser atribuído ao tempo de uso desses equipamentos, que é inferior a três anos, e ao fato de estarem em boas condições de conservação, sem apresentar alterações macroscópicas significativas.

Portanto, esse fato está em consonância com os estudos conduzidos por Ernst et al. (2018)²⁷, Hao et al. (2015)²⁸ e Shortall et al. (2016)²⁹, os quais afirmam que, com o passar dos anos, a irradiância e a quantidade de luz emitida pelos fotoativadores tendem a ser negativamente afetadas. Price et al., (2017)⁸ também corroboram essa constatação, ao encontrarem uma associação negativa entre o número de vezes que o aparelho é utilizado e a redução da irradiância emitida por ele.

Outro fator que contribui para os resultados obtidos é o fato de que a maioria dos fotoativadores utilizados nas UBS são aparelhos de segunda geração. Conforme indicado pelo estudo de Granadeiro et al. (2021)³⁰, esses equipamentos são compatíveis com o espectro de luz da canforoquinona (460 nm), o que possibilita uma maior conversão de monômeros em polímeros nas resinas mais comumente utilizadas no mercado.

Os dados apresentados neste trabalho estão em concordância com o estudo de Rúbio et al. (2021)¹⁸, nos quais todos os fotoativadores demonstraram uma maior irradiância quando não foram utilizadas barreiras descartáveis. Na Tabela 2, as médias de irradiância do grupo "Desinfecção com álcool 70%" (857,38 mW/cm²), sem o uso de barreiras protetoras descartáveis, foram superiores aos grupos nos quais foram aplicados métodos de proteção, como "com uma camada de PVC" (828,99 mW/cm²), "com duas

camadas de PVC" (806,93 mW/cm²) e "com uma camada de saco plástico" (813,27 mW/cm²). Embora esses dados tenham sido observados, ao realizar análise de variância (ANOVA) de uma via com teste *post-hoc* de LSD, observou-se diferença estatisticamente significativa apenas entre os grupos "Desinfecção com álcool 70%", "antes da desinfecção e proteção" e "com uma camada de saco plástico" ($p < 0,02$), não sendo estatisticamente diferente do grupo "com uma camada de PVC" ou "com uma camada de saco plástico".

Outra observação relevante é que o grupo que exibiu a menor média de irradiância foi o "antes da desinfecção e proteção" possuindo uma diferença de 89,22 mW/cm² do grupo "Desinfecção com álcool 70%". Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que quatro dos seis fotoativadores incluídos na amostra foram encontrados com resíduos de materiais adesivos polimerizados em suas ponteiros. Esse fato pode ser confirmado pelo estudo de Procópio et al. (2021)²⁰, o qual afirma que a presença de resíduos nas ponteiros resulta em uma redução significativa nos valores de irradiância. Isso indica que o álcool 70% pode ser um método útil para melhorar os resultados clínicos no procedimento de fotoativação.

Assim, as UBS do município de Junco do Seridó contam com fotoativadores que atendem às necessidades para a realização dos procedimentos restauradores. É de extrema importância que os profissionais continuem monitorando periodicamente os aparelhos e realizando as manutenções necessárias para evitar a subpolimerização de materiais monoméricos, o que pode resultar em baixa resistência, aumento da sorção de água e instabilidade na cor da resina, irritação pulpar e aumentar a incidência de cáries secundárias, reduzindo assim a longevidade clínica das restaurações^{7,12-14}.

Por fim, é importante ressaltar que, embora seja relevante para o meio acadêmico e útil para preencher lacunas na área odontológica, a presente pesquisa apresenta algumas limitações intrínsecas em relação à metodologia, como a limitação dos radiômetros, uma vez que esses equipamentos podem ser imprecisos, uma vez que medem apenas a irradiância fornecida na extremidade da ponteira da unidade de fotoativação e não a exposição radiante recebida pela restauração^{6,32}.

A amostra deste estudo foi outra limitação, uma vez que foi composta por um número limitado de fotoativadores disponíveis nas UBS do município de Junco do Seridó. Ademais, durante a análise estatística, foram encontradas dificuldades para

detectar diferenças significativas, uma vez que os valores médios de irradiância foram muito próximos, dificultando a análise.

CONCLUSÃO

Os resultados da avaliação da potência dos aparelhos de fotoativadores usados nos consultórios odontológicos da rede pública em Junco do Seridó - Paraíba indicaram que estão em excelente estado de conservação e funcionamento. Além disso, o método de higienização das ponteiros com um agente desinfetante, como o álcool 70%, pode ser vantajoso para assegurar a emissão adequada da irradiância do fotoativador e, conseqüentemente, alcançar melhores resultados clínicos. Em relação ao uso de barreiras físicas de proteção, não se encontrou diferença estatisticamente significativa entre uma camada de PVC, duas camadas de PVC e saco plástico translúcido, entretanto, é de extrema importância seu uso para evitar contaminação cruzada, sendo recomendado o uso de uma camada de filme PVC.

Portanto, considerando que uma fotoativação adequada é fundamental para garantir que os materiais monoméricos alcancem propriedades mecânicas e funcionais satisfatórias para uma longa durabilidade, é recomendável que os cirurgiões-dentistas verifiquem periodicamente a irradiância emitida pelos seus fotoativadores e adotem métodos de desinfecção e proteção que menos interfiram na irradiância.

REFERÊNCIAS

1. Garbim JR, Oliveira RC, Pássaro AL, Imparato JCP. Reparar ou Substituir? Quando e como intervir em restaurações defeituosas. *Rio de Janeiro Dental Journal*. V. 7, n. 1. Maio 2022. doi: 10.29327/244963.7.1-4.
2. Balhaddad AA, Garcia I, Collares F, Feliz CM, Ganesh N, Alkabashi Q, et al. Assessment of the radiant emittance of damaged/contaminated dental light-curing tips by spectrophotometric methods. *Restorative Dentistry & Endodontics*, v. 45, n. 4, p. e55, 2020. doi: 10.5395/rde.2020.45.e55
3. Rombaldo ACCM, Pozzobon L, Mendonça MJ, Camilotti V. Como os fotopolimerizadores podem afetar a microdureza da resina composta?. *Uningá Journal*, Cascavel-PR, v. 58, 2021. doi: <https://doi.org/10.46311/2318-0579.58.eUJ3963>

4. Assaf C, Fahd JC, Sabbagh J. Assessing Dental Light-curing Units' Output Using Radiometers: A Narrative Review. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, v. 10, n. 1, p. 1–8, 2020. doi 10.4103/jispcd.JISPCD_407_19
5. Rabelo ZH, Silva YCB, Oliveira LL, Linhares NP, Ferreira BP, Sousa AML, et al. A influência da irradiância dos fotopolimerizadores nas propriedades mecânicas da resina composta microhíbrida. *Electronic Journal Collection Health*, v. 12, n. 10, 2020. doi: <https://doi.org/10.25248/reas.e4542.2020>
6. Suliman AA, Abdo AA, Elmasmari HA. Training and experience effect on light-curing efficiency by dental practitioners. *J Dent Educ.*, Washington, v.84, n.6, p.652-659. 2020.
7. Reis A., Loguercio AD. *Materiais Dentários Restauradores Diretos: dos fundamentos a aplicação clínica*. 2. ed. São Paulo: Editora Santos, 2021.
8. Price RB, Ferracane JL., Hickel R., Sullivan B. The light-curing unit: An essential piece of dental equipment. *International Dental Journal*, 70(6), 407–417. 2020. doi: 10.1111/idj.12582
9. Bezerra ALCA, Alvarenga MOP, Durão MA, Monteiro CQM e Dias TJC. Eficácia de polimerização de aparelhos fotopolimerizadores utilizados em clínica escola de Odontologia do Recife. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 4, 2022. doi: 10.33448/rsd-v11i4.25574
10. Rádi-cal. Catálogo Rádi-cal. Disponível em: <https://www.sdi.com.au/pt-br/product/radii-cal/>. Acesso em: 31 mar. 2024.
11. Schuster. Catálogo Emitter. A Fit. Disponível em: <https://www.schuster.ind.br/produtos/emitter-a-fit/>. Acesso em: 31 mar. 2024.
12. Barata TJE, Carvalho ICR, Uchoa-Junior FA, Firmiano TC, Oliveira AP, Freitas GC, et al. Fuentes de luz de uso clínico en el pre grado: 7 años de seguimiento. *Rev. Estomatol. Herediana*. v.31, n.1, p.37-43. 2021. doi: <https://doi.org/10.20453/reh.v31i1.3924>
13. Irala LED, Garcia FC, Macedo RP, Busato ALS, Silveira CS. Avaliação da potência de aparelhos fotopolimerizadores em consultórios odontológicos variando a sua distância do radiômetro. *RSBO*. V. 19, n.1, p: 110-6. doi: <https://doi.org/10.21726/rsbo.v19i1.1767>

14. Silva GCB, Mendes JL, Dias BAS.; et al. Avaliação da irradiância dos aparelhos fotoativadores da Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII. *Brazilian Journal of Health Review*. v. 5, n. 6, p.22393-22420. 2022. Doi: 10.34119/bjhrv5n6-045
15. Amaral GO, Carvalho MM de, Santos AD dos. Análise dos fotopolimerizadores dos cirurgiões dentistas de santa fé do sul e região. *An. Fórum Inic. Cient. Unifunec*. V.13, n. 13. 2022. 13(13). doi: <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/forum/article/view/5787>.
16. Souza-junior JHN, 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. <https://revista.pgsscogna.com.br/index.php/JHealthSci/article/view/8165,%2020210330>.
17. Marson FC, Mattos R, Sensi LG. Avaliação das condições de uso dos fotopolimerizadores. *Revista Dentística on line*, v.9, n.19, p.15-20, 2010.
18. Rúbio GR, Júnior AL, Nobre GFA, Freitas MIM, Fraga MAA, Finck NS. The influence of translucent barriers on the effectiveness of dental light curing. *Research, Society and Development*. v.10, n.7, p.e53910716713, 2021. doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16713>
19. Ajaj RA, Nassar HM, Hasanain FA. 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. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_226_18
20. Procópio A, Rosa RV, Neiva IF, Obici AC. Effect Of Polishing Procedure And Use Of Barriers Protection In The Light Guiding Tips On The Irradiance Of Led Based Curing Unit. *Rev. Fac. Odontol. Univ. Fed. Bahia*. V. 51, n.1 p:9-71. [file:///C:/Users/vanda/Downloads/44212-Texto%20do%20Artigo-169731-1-10-20210406%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/vanda/Downloads/44212-Texto%20do%20Artigo-169731-1-10-20210406%20(2).pdf)
21. McAndrew R, Lynch CD, 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. *Br Dent J*. V. 210 n,8. 2011. doi: 10.1038/sj.bdj.2011.312
22. Sword RJ, Do UN, Chang JH, Rueggeberg FA. Effect of curing light barriers and light types on radiant exposure and composite conversion. *J Esthet Restor Dent*. V.28 n.1 p:29-42. 2016. doi: 10.1111/jerd.12173
23. Scott BA, Felix CA, Price RBT. Effect of disposable infection control barriers on

- light output from dental curing lights. *J Can Dent Assoc.* V.70 n.2 p:105–10. 2004. <https://www.cda-adc.ca/jcda/vol-70/issue-2/105.html>
24. Cadenaro M, Maravic T, Comba A, Mazzoni A, Fanfoni L, Hilton T, et al. The role of polymerization in adhesive dentistry. *Dent Mater., Copenhagen*, v.35, n.1, p.e1-e22. 2019. doi: 10.1016/j.dental.2018.11.012
25. Rueggeberg FA, Giannini M, Arrais CAG, Price RBT. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Braz. Oral Res., São Paulo*, v.31, p.64-91. 2017. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0061
26. Soares CJ, Braga SSL, Ribeiro MTH, Price RB. Effect of infection control barriers on the light output from a multi-peak light curing unit. *J Dent., Bristol*, v.103, p.103503. 2020. doi: 10.1016/j.jdent.2020.103503
27. Ernst CP, Price RB, Callaway A, Masek A, Schwarm H, Rullmann I, Willershausen B, Ehlers V. 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. doi:10.3290/j.jad.a39881
28. Hao X, Luo M, Wu J, Zhu S. 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. doi: 10.1007/s10103-013-1351-0
29. Shortall AC, Price RB, MacKenzie L, Burke FJ. . 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. doi:10.1038/sj.bdj.2016.772
30. Granadeiro, C. F; Rangel, L. F. G. O; de Toledo, L. F. C; Oliveira, R. S. Evolução dos Aparelhos Fotopolimerizadores – Revisão de Literatura. *Revista Pró-UniverSUS.* V. 12 n.2 p:60-64. 2021. doi: <https://doi.org/10.21727/rpu.v12i2.3005>
31. Khode RT, Shenoi PR, Kubde RR, Makade CS, Wadekar KD, Khode PT. 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. doi: 10.4103/JCD.JCD_171_16
32. André CB, Nima G, Sebold M, Giannini M, Price RB. 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. doi:10.2341/17-033-L