

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA, CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO E POTÊNCIA DOS APARELHOS FOTOATIVADORES UTILIZADOS EM CONSULTÓRIOS ODONTOLÓGICOS PÚBLICOS NO MUNICÍPIO DE SANTA LUZIA-PB

Evaluation of the Effectiveness, Usage Conditions, and Power Output of
Light-Curing Devices Used in Public Dental Clinics in Santa Luzia,
Paraíba, Brazil

 Maria Eduarda Ferreira^a

 Rodrigo Gadelha Vasconcelos^b

 Marcelo Gadelha Vasconcelos^b

^aGraduanda em Odontologia, Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, Paraíba, Brasil.

^bDocente, Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, Paraíba, Brasil.

Autor de correspondência: Rodrigo Gadelha Vasconcelos E-mail:
rodrigogadelhavasconcelos@yahoo.com.br

Data de envio: 20/06/2025 **Data de aceite:** 19/06/2026



RESUMO

Objetivo: Avaliar a irradiância de aparelhos fotoativadores utilizados em Unidades Básicas de Saúde (UBS) do município de Santa Luzia-PB, considerando diferentes métodos de proteção e desinfecção. **Materiais e métodos:** Seis aparelhos foram avaliados com o radiômetro RD-7®, sob diferentes condições: desinfecção com álcool 70% e uso de barreiras físicas (uma ou duas camadas de filme PVC e saco plástico). As medições foram realizadas com tempos de exposição de 20 e 40 segundos. Os dados foram analisados por meio de testes estatísticos não paramétricos.

Resultados: O álcool 70% interferiu minimamente na irradiância, apresentando os melhores desempenhos. Barreiras mais espessas, como duas camadas de PVC e saco plástico, reduziram significativamente a potência emitida. Uma única camada de PVC mostrou-se eficiente e menos prejudicial à irradiância. Equipamentos com danos na ponteira condutora apresentaram queda de desempenho. O tempo de 40 segundos resultou em maior irradiância do que o de 20 segundos. **Discussão:** Os resultados indicam que barreiras inadequadas e danos físicos comprometem a eficácia dos aparelhos, podendo interferir na qualidade da polimerização dos materiais restauradores. Além disso, a escolha do tempo de fotoativação impacta diretamente a entrega de energia. O uso de álcool 70% e de barreiras finas preserva a irradiância sem comprometer a biossegurança. **Conclusão:** A manutenção adequada, o uso racional de barreiras físicas e o tempo ideal de fotoativação são fatores essenciais para garantir a eficácia clínica dos aparelhos fotoativadores em UBS.

Palavras-Chaves: Lâmpadas de Polimerização Dentária; Dentística Operatória; Materiais Dentários.

ABSTRACT:

Aim: To evaluate the irradiance of light-curing devices used in Primary Health Care Units (UBS) in the municipality of Santa Luzia, PB, considering different protection and disinfection methods. **Materials and Methods:** Six devices were assessed using the RD-7® radiometer under different conditions: disinfection with 70% alcohol and use of physical barriers (one or two layers of PVC film and plastic bag). Measurements were performed with exposure times of 20 and 40 seconds. Data were analyzed using non-parametric statistical tests. **Results:** The use of 70% alcohol minimally interfered with irradiance, yielding the best performance. Thicker barriers, such as two layers of PVC or plastic bags, significantly reduced power output. A single layer of PVC proved efficient and less detrimental to irradiance. Devices with visible damage to the light guide tip showed decreased performance. An exposure time of 40 seconds resulted in higher irradiance compared to 20 seconds. **Discussion:** The findings suggest that inappropriate barriers and physical damage compromise device effectiveness and may affect the quality of resin polymerization. Furthermore, the chosen exposure time directly influences energy delivery. The use of 70% alcohol and thin barriers helps preserve irradiance without compromising biosafety. **Conclusion:** Proper maintenance, rational use of physical barriers, and optimal light-curing time are essential to ensure the clinical effectiveness of light-curing devices in public dental clinics.

Keywords: Curing Lights, Dental; Dentistry, Operative; Dental Materials.

INTRODUÇÃO

A fotoativação desempenha um papel crucial nos procedimentos restauradores odontológicos, sendo responsável por garantir a adequada polimerização dos materiais monoméricos. Quando a luz emitida pelos aparelhos fotoativadores é de intensidade insuficiente, há comprometimento do intertravamento com a matriz de colágeno desmineralizada, resultando em maior suscetibilidade a falhas precoces, como infiltrações marginais, degradação das propriedades mecânicas e alterações estéticas das restaurações^{1,2}. Apesar da relevância desse processo, muitos profissionais desconhecem o desempenho real dos aparelhos que utilizam, o que pode comprometer a longevidade e a qualidade dos tratamentos³.

Um dos principais parâmetros que determinam a eficácia da fotoativação é a irradiância, definida como a densidade de energia luminosa que atinge o material restaurador. Esse parâmetro, medido em watts por centímetro quadrado (W/cm^2), está diretamente relacionado à dose de energia necessária para polimerizar incrementos de materiais monoméricos. Para alcançar uma polimerização eficiente, recomenda-se que a irradiância do aparelho, combinada ao tempo de exposição, totalize entre 16 e 24 J/cm^2 ³. Na prática, isso implica que a emissão mínima deve ser de 400 mW/cm^2 por 40 segundos para garantir resultados adequados⁴.

A avaliação da eficiência dos aparelhos fotoativadores pode ser realizada com o auxílio de radiômetros, dispositivos que permitem mensurar a intensidade luminosa emitida. Essa análise é essencial para identificar possíveis deficiências nos equipamentos, promover sua manutenção preventiva e assegurar que estejam aptos a oferecer um desempenho clínico satisfatório. O uso do radiômetro possibilita ao profissional monitorar e corrigir eventuais inadequações, prevenindo falhas clínicas e prolongando a durabilidade das restaurações^{5,6}.

Entretanto, além da irradiância, diversos fatores podem interferir na eficácia da fotoativação. Condições como o nível de carga da bateria, a integridade e limpeza do dispositivo, os métodos de desinfecção, bem como características da ponteira, como material, tamanho, inclinação e distância da ponteira em relação ao material restaurador, influenciam diretamente na quantidade de energia luminosa efetivamente emitida⁴.

Diante dessa realidade, o presente estudo busca avaliar a irradiância e as condições de uso dos aparelhos fotoativadores empregados em consultórios odontológicos da rede pública de Santa Luzia-PB. Além disso, pretende-se analisar a influência dos métodos de proteção utilizados nos dispositivos, identificando como esses métodos impactam a emissão de irradiância. Ao identificar e discutir as limitações desses equipamentos, espera-se conscientizar os profissionais sobre a importância da manutenção regular, do monitoramento contínuo da intensidade luminosa e da escolha adequada dos métodos de proteção. Esse esforço visa reduzir falhas restauradoras e garantir a qualidade e eficácia dos tratamentos odontológicos realizados nesses serviços.

MATERIAIS E 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.

Características do estudo

Este estudo possui natureza experimental, com abordagem descritiva e estatística para a análise dos dados, utilizando uma amostragem intencional não probabilística. A metodologia foi adaptada para atender às especificidades do problema investigado, buscando avaliar a eficiência e as condições de uso de aparelhos fotoativadores em consultórios odontológicos públicos. A abordagem experimental permitiu a simulação de condições clínicas reais, garantindo a reprodutibilidade e a relevância prática dos resultados.

A coleta de dados foi realizada nos consultórios odontológicos públicos do município de Santa Luzia-PB, no ano de 2024. Para garantir a confiabilidade dos resultados, foi implementado um controle de viés, que envolveu a padronização dos procedimentos de coleta e a utilização de um único avaliador treinado para realizar as medições. Além

disso, todos os aparelhos foram avaliados sob condições semelhantes, minimizando variáveis externas que pudessem influenciar os resultados.

Características da amostra

A amostra foi composta por seis aparelhos fotoativadores, representando a totalidade dos dispositivos disponíveis nas UBS do município de Santa Luzia-PB. Os aparelhos foram distribuídos em três modelos comerciais distintos: um da linha Prime LED® (Dentmed), três do modelo Optilight Max® (Gnatus) e dois do modelo Emitter A FIT® (Schuster), sendo todos caracterizados como segunda geração. (Figura 1).

Figura 1 - Aparelhos inclusos na coleta de dados



O modelo Prime LED®, fabricado pela Dentmed, caracteriza-se pela possibilidade de uso com ou sem fio, apresentando intensidade luminosa de até 1.500 mW/cm² por LED. Possui feixe de luz colimado, temporizador programável com opções de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 segundos, além de três modos de aplicação: contínuo, rampa e pulsado. Sua base de descanso é equipada com carregador de bateria e radiômetro interno e externo, permitindo a verificação da intensidade luminosa. O comprimento de onda emitido pelo dispositivo varia entre 420 e 490 nm⁷.

O Optilight Max®, desenvolvido pela Gnatus, utiliza LEDs semicondutores como fonte de luz fria, emitindo luz em comprimentos de onda entre 420 nm e 480 nm. O dispositivo também conta com três modos de operação (contínuo, rampa e pulsado) e permite a configuração de tempos de exposição de 5, 10, 15 e 20 segundos. Este modelo é sem fio, com uma ponteira condutora de luz giratória, removível e de fácil esterilização, proporcionando praticidade e segurança durante os procedimentos⁸.

Por fim, o modelo Emitter A FIT[®], fabricado pela Schuster, é equipado com bateria de lítio recarregável e apresenta intensidade luminosa de até 1.700 mW/cm², com comprimento de onda variando entre 420 e 480 nm. Este dispositivo oferece dois modos de operação: rampa, no qual a intensidade da luz aumenta gradualmente, e Ortho, que mantém a intensidade máxima de forma constante. Possui temporizador ajustável e um radiômetro interno automático que monitora a potência luminosa. A ponteira condutora de luz é confeccionada em fibra óptica orientada, sendo autoclavável a 134°C e com capacidade de giro de 360°, garantindo precisão e flexibilidade no uso clínico⁹.

Coleta de dados

Primeira fase: exame macroscópico e seleção da amostra

Com base na metodologia de Barata et al.¹⁰, a primeira etapa consistiu em uma inspeção macroscópica dos fotoativadores presentes nos consultórios odontológicos públicos. Um pesquisador treinado realizou uma análise visual detalhada, avaliando a conservação externa dos dispositivos e verificando a presença de danos físicos estruturais, como fissuras, desgastes e alterações na ponteira condutora. Essa etapa teve como objetivo identificar fatores que poderiam comprometer a intensidade luminosa emitida pelos aparelhos, impactando sua eficiência clínica.

Todas as observações relevantes foram registradas em fichas padronizadas, assegurando a documentação sistemática das condições estruturais e funcionais dos aparelhos. O prontuário utilizado foi estruturado para registrar informações gerais, como o ano de aquisição, a marca comercial, o histórico de manutenções realizadas e o tipo de fonte de luz empregada.

Adicionalmente, o prontuário contém uma seção destinada ao registro das condições estruturais do equipamento, em que o avaliador deve indicar se algum componente apresenta avarias físicas, especificando o tipo de dano, ou se o aparelho se encontra em boas condições de uso. Também foi incluído um campo para anexar imagens dos aparelhos avaliados, proporcionando uma documentação visual complementar.

Segunda fase: aferição da irradiância:

Para essa etapa, foram adotados parâmetros estabelecidos em estudos prévios registrados na literatura¹⁰⁻¹⁵. A medição da irradiância foi realizada utilizando um radiômetro odontológico portátil, modelo RD-7® (Ecel). O aparelho foi calibrado de fábrica e posicionado em uma superfície estável, enquanto a ponteira condutora de luz dos fotoativadores foi centralizada e colocada perpendicularmente ao sensor fotossensível. Para garantir a precisão das medições, verificou-se previamente que o radiômetro estivesse com a bateria completamente carregada, substituindo-a sempre que necessário. Além disso, para os fotoativadores sem fio, foi assegurado que as baterias estivessem devidamente carregadas antes do início das medições, prevenindo discrepâncias nos valores obtidos. As medições foram feitas em condições controladas, garantindo o contato próximo e constante entre os dispositivos.

Os fotoativadores analisados foram submetidos a cinco condições clínicas distintas:

1. **Grupo controle:** Sem proteção e antes da desinfecção com álcool 70%;
2. **Após desinfecção:** Ponteira desinfetada com álcool 70%;
3. **Uma camada de PVC:** Proteção da ponteira com filme de PVC;
4. **Duas camadas de PVC:** Proteção com duas camadas de filme de PVC;
5. **Saco plástico:** Proteção com uma camada de saco plástico translúcido.

Cada condição foi avaliada em três tempos de fotoativação: 20 segundos, 40 segundos e uma repetição adicional de 40 segundos. Esses tempos foram escolhidos por refletirem práticas clínicas comuns na fotoativação de materiais monoméricos, permitindo uma análise mais próxima das condições reais de uso. Ao todo, cada aparelho passou por 15 medições, totalizando 90 leituras.

Os resultados foram registrados em fichas específicas compostas por cinco tabelas, cada uma representando diferentes condições clínicas às quais os aparelhos foram submetidos. Cada tabela inclui campos específicos para o registro das medições realizadas em intervalos de 20 segundos, 40 segundos e uma repetição adicional de 40 segundos.

Posteriormente, esses dados foram organizados em um banco de dados informatizado, contendo informações como o identificador do aparelho, condição clínica avaliada, valores de irradiância, método de proteção e presença de avarias. Essa estruturação permitiu a classificação dos dispositivos conforme os critérios de eficiência estabelecidos por Marson et al.¹¹:

- **Aparelho apropriado (A):** Irradiância $\geq 400 \text{ mW/cm}^2$;
- **Aparelho com necessidade de tempo de compensação (TC):** Irradiância entre 300 e 400 mW/cm^2 ;
- **Aparelho com necessidade de manutenção (M):** Irradiância $< 300 \text{ mW/cm}^2$.

Análise estatística:

Para análise dos dados, foi empregado o programa estatístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS® Inc., Chicago, EUA) versão 22.0. Foram utilizados testes não paramétricos, em razão de um outlier identificado (um aparelho mais antigo com irradiâncias substancialmente inferiores aos demais) adequados para dados com distribuição não normal. O teste de Friedman foi aplicado para avaliar a influência dos métodos de proteção e desinfecção na irradiância emitida pelos aparelhos. Esse teste permite comparar mais de duas condições relacionadas, sem a necessidade de pressupor normalidade dos dados. Para aprofundar as comparações, utilizou-se o teste de Wilcoxon, que é uma análise pareada, ideal para identificar diferenças significativas entre os métodos. Este teste foi aplicado para verificar as diferenças entre os métodos de proteção, para avaliar a relação entre avarias físicas e irradiância, bem como a influência do tempo de fotoativação na irradiância.

RESULTADOS

Resultados descritivos

A análise dos resultados descritivos revelou importantes tendências relacionadas aos parâmetros de irradiância e às condições clínicas dos fotoativadores avaliados nos consultórios odontológicos de rede pública de Santa Luzia.

A análise macroscópica demonstrou que todos os aparelhos avaliados apresentaram algum tipo de avaria física. As mais frequentes foram a presença de materiais adesivos aderidos à ponteira condutora de luz (observada em 50% dos aparelhos, $n = 3$), seguida por rachaduras na ponteira ativa (33%, $n = 2$) e no corpo do aparelho (17%, $n = 1$). Essas avarias têm potencial para comprometer a eficiência clínica dos dispositivos, especialmente no caso de ponteiros danificados. A distribuição dessas avarias pode ser visualizada no Gráfico1, assim como a imagem de algumas delas na Figura 2.

Gráfico 1 - Frequência das avarias físicas encontradas



Figura 2 - Imagens das avarias físicas



De acordo com o tempo de uso dos equipamentos analisados, os 3 leds da marca Optilight Max® apresentavam 6 anos, 8 anos e 10 anos de manuseio, respectivamente. Já os 2 fotoativadores da marca Emitter A FIT® possuíam 4 e 2 anos de uso, respectivamente. Por outro lado, o aparelho Prime LED® exibia 2 anos de utilização.

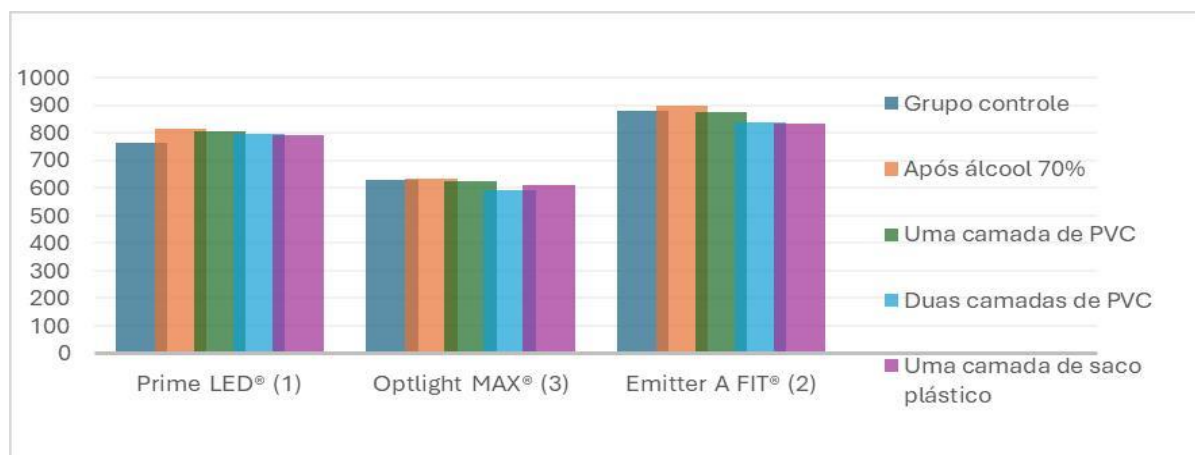
Na análise da irradiância emitida, entre os aparelhos avaliados, cinco foram classificados como "apropriados" (irradiância ≥ 400 mW/cm²) em todas as condições

clínicas. Um dos dispositivos, da marca Optilight Max[®], com 10 anos de uso, foi classificado como "necessitando de tempo de compensação" devido à irradiância entre 300 e 400 mW/cm², sendo o mais antigo entre os avaliados.

Na comparação entre os métodos de proteção e desinfecção, o grupo submetido à desinfecção com álcool 70% apresentou as maiores médias de irradiância. Por outro lado, a utilização de duas camadas de filme de PVC resultou nos menores valores de irradiância entre as situações avaliadas, evidenciando uma maior interferência. Dentre as barreiras protetoras, o uso de uma camada de filme de PVC destacou-se como o mais eficaz em termos de manutenção de irradiância. Os resultados completos de cada método de proteção estão ilustrados no Gráfico 2.

Quando analisadas as marcas comerciais, os aparelhos da marca Emitter A FIT[®] apresentaram as maiores médias de irradiância em todas as condições testadas, enquanto os dispositivos da Optilight Max[®] registraram os menores valores. Esse padrão pode estar relacionado tanto à idade dos dispositivos quanto à qualidade dos componentes utilizados em sua fabricação. O desempenho detalhado das marcas em relação às situações clínicas também pode ser visualizado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Gráfico que demonstra a média de irradiância de cada marca comercial de acordo com a situação clínica a que ele foi submetido



Legenda

O número ao lado da marca comercial indica a quantidade de aparelhos.

Por fim, observou-se que a rotina de proteção e desinfecção adotada nas UBS analisadas é heterogênea, entretanto, nenhuma destacou o uso de PVC. Quatro unidades relataram utilizar saco plástico como método de proteção devido à facilidade

de troca, enquanto uma relatou realizar apenas desinfecção com álcool 70% após cada paciente; e outra não mencionou o uso de qualquer método de proteção ou desinfecção.

Resultados inferenciais

Influência das avarias físicas na irradiância

O teste de Friedman indicou que a presença de avarias físicas influencia significativamente a irradiância emitida pelos aparelhos ($p < 0,05$). Para identificar as diferenças específicas, aplicou-se o teste de Wilcoxon, considerando apenas os resultados do grupo controle para evitar a influência da desinfecção com álcool 70%, assim como é possível observar na Tabela 1.

Tabela 1 - Influência das avarias físicas na irradiância

	Material aderido a ponteira	Danos na ponteira	Corpo do aparelho danificado
Média de irradiância	838,88 a	546,50 b	762,66

Os resultados indicam que a presença de danos estruturais na ponteira condutora de luz impactou de forma significativamente mais negativa a irradiância emitida pelos aparelhos em comparação à adesão de materiais adesivos na mesma ($p = 0,001$). Por outro lado, a ocorrência de rachaduras no corpo do aparelho não apresentou influência estatisticamente significativa na emissão de irradiância.

Influência do método de proteção e desinfecção

A análise estatística com o teste de Friedman revelou que os métodos de proteção e desinfecção influenciam significativamente a irradiância emitida pelos aparelhos fotoativadores ($p < 0,05$). O teste de Wilcoxon foi aplicado para comparações pareadas, evidenciando a comparação do desempenho de cada grupo.

Tabela 2 - Comparação da influência dos métodos de proteção e desinfecção na irradiância

Comparação	Valor -p	Resultado
Grupo controle Vs. Após álcool 70%.	p= 0,001	Álcool 70% interferiu menos.
Grupo controle Vs. Métodos de proteção.	p= 0,001	Grupo controle interferiu menos.
Após álcool 70% Vs. Os outros grupos.	p= 0,001	Álcool 70% interferiu menos.
1 camada de PVC Vs. 2 camadas de PVC	p= 0,001	1 camada de PVC interferiu menos.
1 camada de PVC Vs. 1 camada saco plástico	p= 0,001	1 camada de PVC interferiu menos.
2 camadas de PVC Vs. 1 camada de saco plástico	p> 0,05	Nenhuma diferença.

A análise dos dados apresentados na Tabela 2 evidencia que o grupo submetido à desinfecção com álcool 70% exerceu a menor influência sobre a irradiância dos aparelhos, seguido pelo grupo controle, que também apresentou desempenho favorável. Esses resultados sugerem que a desinfecção com álcool 70% é uma prática eficaz para manter a performance dos fotoativadores melhorando a sua emissão de irradiância.

Ao avaliar especificamente os métodos de proteção, observou-se que o uso de uma única camada de filme de PVC apresentou uma influência menos acentuada na irradiância, quando comparado ao uso de duas camadas de filme PVC ou de uma camada de saco plástico. Por outro lado, ao comparar os grupos com duas camadas de PVC e uma camada de saco plástico, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre eles ($p > 0,05$), indicando que ambos os métodos possuem impacto semelhante sobre a irradiância dos dispositivos.

Influência do tempo de fotoativação

Os aparelhos foram submetidos a tempos de fotoativação de 20 segundos, 40 segundos e uma segunda medição de 40 segundos, uma vez que são os tempos mais utilizados na prática clínica. A Tabela 3 apresenta os resultados da comparação desses tempos após aplicação do teste de Wilcoxon.

Tabela 3 - Resultado da comparação entre os tempos de fotoativação a irradiância

	20s.	40s	40s	Valor-p
Média de irradiância	723	733,86	733,86	p=0,001
	a	b	b	

Legenda

As letras minúsculas diferentes “a” e “b” representa diferença estatística entre os grupos.

A análise dos dados apresentados na Tabela 3 demonstra que o tempo de 40 segundos apresentou uma emissão de irradiância significativamente maior em comparação ao tempo de 20 segundos ($p = 0,001$), evidenciando a influência do tempo de fotoativação sobre a performance dos aparelhos. Ademais, a primeira e a segunda medições realizadas com o tempo de 40 segundos apresentaram valores idênticos, indicando consistência na emissão de irradiância para esse intervalo de tempo.

DISCUSSÃO

Entre os seis aparelhos analisados, apenas um, da marca Optilight Max[®], com 10 anos de uso, foi identificado como necessitando de tempo adicional de fotoativação para compensar sua irradiância reduzida. Este dispositivo apresentou o menor desempenho em comparação às demais marcas avaliadas. Esses achados corroboram os estudos de Ernst et al.¹⁶, Hao et al.¹⁷ e Shortall et al.¹⁸, que afirmam que a irradiância e a quantidade de luz emitida pelos fotoativadores tendem a ser negativamente impactadas com o passar dos anos.

Além disso, Almeida et al.¹⁹ e Ernst et al.¹⁶ destacam uma relação inversa entre a frequência de uso do aparelho e sua irradiância, indicando que o desgaste provocado pelo uso intensivo pode comprometer o desempenho. Bezerra et al.⁴ reforçam que aparelhos antigos, especialmente aqueles sem manutenção regular, frequentemente apresentam redução na irradiância devido ao desgaste de componentes como LEDs e circuitos internos, prejudicando a eficácia da polimerização. Souza-Junior et al.¹² acrescentam que fatores externos, como queda

de tensão elétrica ou contato elétrico inadequado, também podem contribuir para a redução da irradiância emitida, agravando o comprometimento dos dispositivos.

Outro fator relevante que influencia a emissão de irradiância pelos aparelhos fotoativadores, além do tempo de uso, é a integridade da ponteira condutora de luz, conforme relatado por Pracz et al.²⁰. Danos ou contaminações nessa região podem reduzir significativamente a intensidade da luz emitida, comprometendo a polimerização adequada dos materiais odontológicos. No presente estudo, todos os aparelhos analisados apresentaram algum tipo de avaria física, sendo as mais frequentes a presença de materiais adesivos aderidos à ponteira (50%), danos estruturais na ponteira ativa (33%) e rachaduras no corpo do aparelho (17%).

A análise estatística realizada revelou que danos estruturais na ponteira condutora de luz impactaram de forma significativa os níveis de irradiância emitidos pelos aparelhos, em comparação à adesão de materiais adesivos ($p = 0,001$). Por outro lado, rachaduras no corpo do aparelho não demonstraram impacto estatisticamente significativo na emissão de irradiância, indicando que esses danos têm menor relevância clínica no desempenho dos dispositivos. Esses resultados estão alinhados com as observações de Bezerra et al.⁴, que enfatizam que a integridade das ponteiras é crucial para a eficiência dos fotoativadores. Danos físicos ou contaminações podem dispersar ou absorver parte da luz emitida, resultando em menor irradiância e comprometendo a polimerização, conforme também apontado por Ribeiro et al.²¹.

Procópio et al.²² reforçam essa ideia ao destacar que a presença de resíduos nas ponteiras pode reduzir significativamente os valores de irradiância, já que materiais odontológicos ou contaminantes obstruem a saída de luz. A limpeza adequada com soluções recomendadas é essencial para remover essas obstruções, garantindo a máxima eficiência luminosa. Na presente pesquisa, mesmo os danos físicos influenciando mais do que os materiais aderidos a ponteira, observou-se que a desinfecção com álcool 70% resultou em melhora significativa na irradiância, destacando-se como o método que menos interferiu na eficiência clínica dos aparelhos. Essa superioridade foi demonstrada de forma estatisticamente significativa, como evidenciado no Gráfico 2 e na Tabela 2.

Portanto, esses achados corroboram os resultados de Rúbio et al.²³, que identificaram maior irradiância em aparelhos quando não eram utilizadas barreiras descartáveis. Além disso, Silva¹⁴ discute a eficácia da desinfecção com soluções de etanol a 70% ou glutaraldeído a 2%, recomendando um tempo de contato mínimo de dez minutos entre a ponteira de luz e a solução desinfetante.

Castanheiro et al.²⁴ destacam que o uso de barreiras físicas também pode influenciar a intensidade de luz emitida pelos fotoativadores, dependendo da espessura e do material da barreira utilizada. Barreiras mais espessas ou feitas de materiais menos transparentes tendem a reduzir a irradiância, prejudicando a polimerização dos materiais monoméricos. No presente estudo, a proteção com uma camada de filme PVC foi o método de barreira física que menos interferiu na irradiância dos aparelhos, apresentando diferença estatisticamente significativa em relação à aplicação de duas camadas de PVC e ao uso de saco plástico ($p = 0,001$). Não foi observada diferença significativa entre o uso de duas camadas de PVC e uma camada de saco plástico ($p > 0,05$).

Logo, esses resultados estão em consonância com os estudos de Khode et al.²⁵ e Soares et al.²⁶, que evidenciam que barreiras de PVC causam interferência mínima na irradiância (cerca de 5%), devido à sua boa aderência à ponteira do fotoativador. Essa propriedade de moldagem reduz a formação de bolhas entre a barreira e a superfície da guia de luz, otimizando a transmissão de luz. Por outro lado, múltiplas camadas de PVC podem introduzir irregularidades que aumentam a espessura da barreira, impactando negativamente a irradiância emitida, conforme discutido por Soares et al.²⁶. Esses autores ainda reforçam que uma camada fina de PVC é suficiente para minimizar alterações na irradiância, sendo um método eficaz para manter a eficiência clínica dos aparelhos.

Ajaj et al.²⁷ também corroboram a eficiência do PVC, destacando que ele reduz o tempo clínico em comparação à esterilização ou desinfecção frequente das ponteiros. No entanto, no município estudado, o método mais comumente empregado foi o uso de saco plástico. Khode et al.²⁵ e Silva et al.¹⁴ alertam que esse método é mais suscetível à formação de bolhas de ar, rugosidades e dobras, devido à dificuldade do material em aderir completamente à ponteira do LED. Esses fatores

podem criar múltiplas camadas, aumentar a refração da luz e comprometer a eficácia de cura dos materiais restauradores.

Silva et al.²⁸ ressaltam que o tempo de exposição do compósito à luz é um fator crucial para que a resina obtenha propriedades mecânicas superiores, além de maiores valores de microdureza e grau de conversão. Segundo os autores, à medida que o tempo de exposição à luz aumenta, é possível atingir camadas mais profundas da restauração, enquanto períodos mais curtos de exposição podem resultar em um desempenho inferior.

Os resultados do presente estudo corroboram essa afirmação, uma vez que o tempo de fotoativação de 40 segundos demonstrou desempenho significativamente superior ao de 20 segundos ($p = 0,001$), conforme apresentado na Tabela 3. Adicionalmente, foi observado que a primeira medição de 40 segundos resultou em valores consistentes com a segunda medição, evidenciando a estabilidade e a confiabilidade desse tempo de exposição na obtenção de melhores propriedades de polimerização.

Portanto, os consultórios da rede pública do município de Santa Luzia contam, em sua maioria, com aparelhos fotoativadores que atendem às exigências para a realização de procedimentos restauradores. Apenas um dos dispositivos avaliados, pertencentes à marca Optilight Max®, apresentaram irradiância entre 300 e 400 mW/cm², sendo necessário o tempo adicional de fotoativação para garantir uma polimerização adequada dos materiais restauradores. Todos os outros aparelhos emitiram irradiância ≥ 400 mW/cm², classificando-se como "apropriados" para uso sem necessidade de ajustes. Contudo, é fundamental que os profissionais realizem monitoramentos regulares e manutenções preventivas nesses dispositivos para evitar problemas como a subpolimerização de materiais restauradores. Isso pode comprometer a resistência mecânica, aumentar a sorção de água e a instabilidade de cor das resinas compostas, além de elevar o risco de estresse pulpar e cáries secundárias, retardar, assim, a longevidade clínica das restaurações^{3,10}.

Os resultados deste estudo destacam a importância de selecionar métodos de proteção e desinfecção que preservem a eficiência dos aparelhos fotoativadores. Apesar de sua relevância acadêmica e da contribuição para preencher lacunas na literatura odontológica, algumas limitações metodológicas precisam ser consideradas.

A amostra foi restrita aos aparelhos disponíveis nas UBS do município, o que pode limitar a generalização dos resultados. Além disso, os radiômetros utilizados, embora úteis, possuem limitações, pois medem apenas a irradiância na extremidade da ponteira e não a exposição radiante efetiva recebida pela restauração²⁹.

CONCLUSÃO

Esse estudo evidenciou que os aparelhos fotoativadores utilizados nos consultórios odontológicos públicos do município de Santa Luzia-PB, em sua maioria, atendem aos requisitos clínicos para a realização de procedimentos restauradores, desde que submetidos a práticas adequadas de manutenção e monitoramento. A desinfecção com álcool 70% destacou-se como o método mais eficaz para preservar a irradiância, enquanto barreiras físicas, como uma camada de filme de PVC, apresentaram o menor impacto negativo entre os métodos avaliados. Em contrapartida, danos estruturais na ponteira condutora de luz e o uso de barreiras menos moldáveis, como saco plástico ou múltiplas camadas de PVC, demonstraram reduzir significativamente a eficiência dos aparelhos.

Os resultados também ressaltam a importância de tempos de fotoativação otimizados, com o intervalo de 40 segundos mostrando-se mais eficaz do que 20 segundos, garantindo uma polimerização mais eficiente dos materiais restauradores.

Além de atender aos objetivos acadêmicos, os achados têm implicações práticas relevantes, especialmente no contexto das Unidades Básicas de Saúde, em que os recursos para manutenção de equipamentos são frequentemente limitados. A adoção de práticas simples e acessíveis, como a desinfecção com álcool 70% e o uso de barreiras adequadas, pode melhorar a eficiência dos aparelhos e reduzir falhas clínicas, como infiltrações marginais e degradação das restaurações. Ademais, a capacitação de profissionais para identificar avarias nos dispositivos e implementar protocolos de manutenção preventiva é essencial para prolongar a vida útil dos aparelhos e otimizar os tratamentos oferecidos.

Esse estudo reforça a necessidade de políticas públicas voltadas para a padronização do uso e cuidado com os equipamentos odontológicos, promovendo tratamentos mais eficazes, seguros e acessíveis no sistema público de saúde.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

1. Balhaddad AA, et al. Assessment of the radiant emittance of damaged/contaminated dental light-curing tips by spectrophotometric methods. *Restor Dent Endod*. 2020;45(4):e55.
2. Rombaldo ACCM, Pozzobon L, Mendonça MJ, et al. Como os fotopolimerizadores podem afetar a microdureza da resina composta? *Uningá J*. 2021;58.
3. Reis A, Loguercio AD. *Materiais Dentários Restauradores Diretos: dos fundamentos a aplicação clínica*. 2nd ed. São Paulo: Editora Santos; 2021.
4. Bezerra ALCA, et al. Eficácia de polimerização de aparelhos fotopolimerizadores utilizados em clínica escola de Odontologia do Recife. *Res Soc Dev*. 2022;11(4).
5. Assaf C, Fahd JC, Sabbagh J. Assessing Dental Light-curing Units' Output Using Radiometers: A Narrative Review. *J Int Soc Prevent Community Dent*. 2020;10(1):1–8.
6. Rabelo ZH, et al. A influência da irradiância dos fotopolimerizadores nas propriedades mecânicas da resina composta microhíbrida. *Electron J Coll Health*. 2020;12(10).
7. Dentmed [Internet]. Disponível em: <https://www.dentmed.com.br>.
8. Gnatus. Optilight Max [Internet]. Ribeirão Preto: Gnatus; citado 2024 Dez 28. Disponível em: <https://www.gnatus.com.br/wp-content/uploads/2017/12/Optilight-Max.pdf>.
9. Schuster. Emitter A FIT [Internet]. Santa Catarina: Schuster; citado 2024 Dez 28. Disponível em: <https://www.schuster.ind.br/produtos/emitter-a-fit/>.
10. 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* [Internet]. 2021 [acesso em 15 jan. 2025];31(1):37-43. Disponível em: <https://doi.org/10.20453/reh.v31i1.3924>.
11. Marson FC, Mattos R, Sensi LG. Avaliação das condições de uso dos fotopolimerizadores. *Rev Dent 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*. 2021;23(1):68-71.
12. 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*. 2021;23(1):68-71.

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 [Internet]. 2019 [acesso em 22 jan. 2025];19(1):110-6. Disponível em: <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. Braz J Health Rev. [Internet]. 2022 [acesso em 05 fev. 2025];5(6):22393-22420. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n6-045>.
15. Amaral GO, Carvalho MM, Santos AD. Análise dos fotopolimerizadores dos cirurgiões dentistas de Santa Fé do Sul e região. An Fórum Inic Cient Unifunec [Internet]. 2022 [acesso em 12 fev. 2025];13(13). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-2577.06916>.
16. Ernst CP, Price RB, Callaway A, Masek A, Schwarm H, Rullmann I, et al. Visible light curing devices: irradiance and use in 302 German dental offices. J Adhes Dent. [Internet]. 2018 [acesso em 20 fev. 2025];20(1):41-55. Disponível em: <https://doi.org/10.3290/j.jad.a39881>.
17. 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. [Internet]. 2015 [acesso em 29 fev. 2025];30(2):493-497. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10103-013-1351-0>.
18. Shortall AC, Price RB, MacKenzie L, Burke FJ. Guidelines for the selection, use, and maintenance of LED light-curing units-Part 1. Br Dent J. [Internet]. 2016 [acesso em 3 de mar. 2025];221(8):453-460. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2016.772>.
19. Almeida VCL, Nogueira MF, Pereira JR. A evolução dos aparelhos fotoativadores e sua importância no sucesso clínico das restaurações. Rev Odontol UNESP [Internet]. [acesso em 5 mar. 2025]. Disponível em: <https://www.revodontolunesp.com.br/journal/rou/article/604a094ea9539505a6621c94>.
20. Pracz A, Farias TI, Neiva IF, Obici AC. Avaliação de pontas condutoras de luz utilizadas em aparelhos fotopolimerizadores. Rev Bras Pesq Saúde [Internet]. 2018 [acesso em 5 mar. 2025]. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/rbps/article/download/24593/16749/71183>.
21. Ribeiro RAO, Lima FFC, Lima IM, Nascimento ABL, Teixeira HM. Avaliação da intensidade de luz e da manutenção dos aparelhos fotopolimerizadores utilizados em clínicas odontológicas da cidade do Recife-PE. Rev Odontol UNESP [Internet]. 2016 [acesso em 5 mar. 2025];45(6):351-355. Disponível em: <https://www.revodontolunesp.com.br/article/doi/10.1590/1807-2577.06916>.
22. 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. 2021;51(1):9-71.

23. Rúbio GR, Júnior AL, Nobre GFA, Freitas MIM, Fraga MAA, Finck NS. The influence of translucent barriers on the effectiveness of dental light curing. *Res Soc Dev*. [Internet]. 2021 [acesso em 18 mar. 2025];10(7):e53910716713. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16713>.
24. Castanheiro EMP, Rombaldo ACCM, Nunes JC, Tsuzuk FM, Navarro CH, Pepelascov DE, et al. Conhecimento e cuidados de utilização sobre fotoativação de resinas compostas entre cirurgiões-dentistas. *Rev Uningá* [Internet]. 2024 [acesso em 2 abr. 2025]. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uninga/article/download/4529/2692/15660>.
25. 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*. 2017 [acesso em 16 abr. 2025];20(3):180-184. Disponível em: https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_171_16.
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*. [Internet]. 2020 [acesso em 8 maio 2025];103:103503. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103503>.
27. 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*. [Internet]. 2018 [acesso em 21 maio 2025];8(6):523-528. Disponível em: https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_226_18.
28. Silva ISP, Bordini EAF, Stuaní VDT, Cassiano FB, Carvalho LAM, Souza Costa CAD, Soares DG. Determinação de parâmetros para formulação e fotoativação de hidrogéis injetáveis de gelatina metacrilada (GelMA). *Braz Oral Res*. 2022;36:292.
29. Suliman AA, Abdo AA, Elmasmari HA. Training and experience effect on light-curing efficiency by dental practitioners. *J Dent Educ*. 2020;84(6):652-659.