



Investigación original

Estabilidad del pH de geles blanqueadores de peróxido de hidrógeno con diferentes tiempos de aplicación

José Alejandro Castro-González¹, Luiza Siniscalchi-Soares²,
Leandro Augusto-Hilgert³, Rayssa Ferreira-Zanatta⁴

¹. Departamento de Odontología, Faculdade de Ciencias da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, Brazil. Departamento de Ortodoncia, Facultad de Odontología. Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador. <https://orcid.org/0000-0002-5073-02502>

². Faculdade de Odontologia da APCD. São Paulo, Brazil. <https://orcid.org/0000-0002-4941-0065>

³. Departamento de Odontologia, Faculdade de Ciencias da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, Brazil. <https://orcid.org/0000-0002-2980-7786>

⁴. Departamento de Odontologia, Faculdade de Ciencias da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, Brazil. <https://orcid.org/0000-0001-5230-1508>

Autor de correspondencia:

Rayssa Ferreira Zanatta

E-mail: rayssa.zanatta@unb.br

Recibido: marzo 2023

Aceptado: enero 2024

Citar como:

Castro-González JA, Siniscalchi-Soares L, Augusto-Hilgert L, Zanatta-Ferreira R. pH Stability of Whitening Hydrogen Peroxide Gels with Different Application Times. [Estabilidad del pH de geles blanqueadores de peróxido de hidrógeno con diferentes tiempos de aplicación]. *Rev Odont Mex.* 2023; 27(4): 12-19. DOI: 10.22201/fo.1870199xp.2023.27.4.85245

Resumen

Introducción: El blanqueamiento dental es una técnica estética y conservadora, siendo el peróxido de hidrógeno en altas concentraciones uno de los agentes más utilizados. **Objetivo:** Evaluar la estabilidad del pH de geles blanqueadores con alta concentración de peróxido de hidrógeno,

durante la aplicación, sin y en contacto con esmalte bovino. **Material y métodos:** Se midió el pH de tres geles blanqueadores con peróxido de hidrógeno con la ayuda de un medidor de pH calibrado, los cuales fueron Opalescence™ Boost™ 40% (OpB), Whiteness HP Blue 35% (WHPB), y Whiteness HP 35% (WHP). Los geles se usaron siguiendo las recomendaciones del fabricante, y el pH se midió cada 5 minutos hasta alcanzar el tiempo de aplicación de cada producto, respectivamente, 20 minutos para OpB, 40 minutos para WHPB y 15 minutos para WHP. A continuación, se realizó también la medición con los geles en contacto con el esmalte dental bovino. **Resultados:** OpB y WHPB presentaron un pH alcalino y estable, mientras que WHP inició con un pH neutro al momento de la aplicación, pero se volvió ácido con el tiempo; no hubo diferencias significativas entre los pH de los geles tanto solos como sobre el esmalte. **Conclusiones:** El pH de OpB y WHPB se mantuvo estable durante su uso, tanto solo como en interacción con el tejido dental, mientras que WHP redujo su pH a los 15 min.

Palabras clave: Geles. Blanqueadores. pH. Estabilidad. Peróxido de hidrógeno.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el blanqueamiento dental se considera un procedimiento mínimamente invasivo y estético para pacientes que demandan blanquear sus dientes, siguiendo los estándares estéticos de las sociedades occidentales modernas^{1,2}. Los factores intrínsecos y extrínsecos pueden ocasionar la alteración cromática de los dientes; los primeros están relacionados con la tinción de la estructura dental interna por enfermedades sistémicas, consumo de ciertos medicamentos (como la tetraciclina), traumatismo dental, necrosis pulpar, mientras que los segundos están relacionados con el depósito de agentes cromógenos en la superficie del esmalte, como la clorhexidina, pigmentos provenientes del consumo de bebidas o alimentos, tabaquismo, biopelícula, entre otros³⁻⁶.

Desde que fue descrito por primera vez por Haywood y Heymann⁷ utilizando una solución antiséptica a base de peróxido de carbamida al 10%, se utiliza una amplia variedad de productos químicos como principios activos para el blanqueamiento dental, como el perborato de sodio, el peróxido de carbamida y el peróxido de hidrógeno^{6,8}. El blanqueamiento dental se puede realizar mediante dos métodos diferentes: i) procedimientos en el consultorio utilizando geles a base de peróxido de hidrógeno en altas concentraciones, que varían entre 35% y 40%^{5,9,10}, con un tiempo de aplicación que varía de acuerdo al fabricante, condición dental, indicaciones, y administrados en dosis únicas o múltiples. ii) Blanqueamiento supervisado, conocido popularmente como blanqueamiento en casa, que utiliza peróxido de hidrógeno en gel de baja concentración (normalmente hasta un 10%) o peróxido de carbamida (entre 16% y 22%). Para ello es necesario utilizar bandejas caseras llenas de geles durante períodos diarios predefinidos (de 30 minutos a 8 horas) durante 1 a 4 semanas^{4,11}. El paciente realiza la aplicación del agente, por lo que el éxito del tratamiento depende totalmente del mismo, quien debe utilizar el gel según las recomendaciones del odontólogo. Hoy en día, los estudios demuestran que ninguna técnica es mejor que otra en términos de resultados de blanqueamiento¹².

Los geles funcionan como resultado de la degradación de sus componentes que liberan radicales libres altamente reactivos que, para estabilizarse, se unen a las moléculas orgánicas responsables de la pigmentación de los tejidos dentales, rompiendo los dobles enlaces del

carbono y cambiando su patrón de reflexión de la luz, lo que culmina en el blanqueamiento de la estructura dental^{12,13}. El bajo peso molecular del peróxido de hidrógeno facilita su difusión a través del esmalte y la dentina¹⁴⁻¹⁶, liberando oxígeno reactivo que, al ser inestable, busca reaccionar con otras sustancias libres o débilmente unidas^{13,17}. El espesor del esmalte y dentina, el número de secciones de blanqueamiento realizadas, la frecuencia de aplicación, composición y concentración de peróxido en los geles son algunos de los factores que influyen en la penetración de los radicales libres derivados del oxígeno en la cámara pulpar^{15,16}. Aun así, estos factores también pueden influir en la aparición de sensibilidad dental e irritación gingival, inducidas por el blanqueamiento^{18,19}, que son los efectos secundarios más comunes de la técnica.

Las soluciones de peróxido suelen ser más estables en ambientes ácidos y pueden provocar un efecto de desgaste erosivo en la superficie de los tejidos dentales y aumentar la sensibilidad dental después del tratamiento. Para evitar estos efectos, los geles más concentrados se presentan en un sistema bifásico, en el que una fase contiene la solución de peróxido ácida y estable y, en la otra, un agente espesante asociado o no a sustancias remineralizantes (calcio, fluoruros, etc.) en medio alcalino. Al mezclarse, la solución final se vuelve tixotrópica con un pH cercano a la neutralidad y cuanto mayor sea el pH de los geles, mayor será su degradación, lo que se traduce en una mayor liberación de radicales libres²⁰. Sin embargo, durante la degradación del peróxido, se produce una liberación continua de radicales libres, con un aumento en la cantidad de iones de hidrógeno que pueden hacer que la solución regrese a un ambiente más ácido²¹ y se vuelva nuevamente erosiva. Por lo tanto, se cuestiona incluso si los geles con pH neutro o alcalino pueden volverse ácidos durante el proceso de blanqueamiento.

Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo evaluar la estabilidad de los geles blanqueadores de peróxido de hidrógeno del 35% al 40%, utilizado en las terapias del consultorio, solos y en contacto con esmalte. Las hipótesis nulas probadas fueron que: i) el pH de los geles probados no cambiará durante el período de aplicación indicado por el fabricante, ii) no habrá diferencia en el pH de los geles probados al colocarlos sobre el esmalte.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional y experimental *in vitro* con geles de peróxido de hidrógeno y esmalte dental bovino (n=3). Los geles probados fueron Opalescence™ Boost™ 40% (OpB) (Ultradent Products Inc., Utah, EUA), Whiteness HP Blue 35% (WHPB) (FGM Dental Group, Santa Catarina, Brasil) y Whiteness HP 35% (WHP) (FGM Dental Group, Santa Catarina, Brasil). La composición y características de cada uno se describen en la Tabla 1.

Cada gel se preparó mezclando el principio activo con el espesante, siguiendo las indicaciones recomendadas por el fabricante. La mezcla se colocó dentro de un tubo de vidrio de 15 mm de diámetro y con un espesor de hasta 8 mm para asegurar la cobertura total del electrodo, el cual se puso en contacto con el gel inmediatamente después de su manipulación (Figura 1). La medición del pH de los geles se registró y analizó con la ayuda de un medidor de pH de contacto (PG2000, Gehaka, São Paulo, Brasil) utilizando un electrodo sensible a la variación del pH, que fue calibrado utilizando soluciones amortiguadoras con valores de pH de 4, 7 y 10. El pH se midió en intervalos de 5 minutos hasta completar el tiempo de exposición indicado por el fabricante, que fue de 20 minutos para el OpB, 40 minutos para el WHPB y 15 minutos para WHP (Tabla 1).

Tabla 1. Productos, composición, y protocolo de aplicación

Acrónimo	Marca comercial	Componente activo y concentración*	Tiempo de aplicación clínica	Composición	pH
OpB	Opalescence™ Boost™ 40% (Ultradent Products Inc., Utah, EUA)	H ₂ O ₂ 40%	Aplicaciones múltiples: 20 minutos cada una (máximo 3)	Espesante, nitrato de potasio, fluoruro y peróxido de hidrógeno	Neutral
WHPB	Whiteness HP Blue 35% (FGM Dental Group, Santa Catarina, Brasil)	H ₂ O ₂ 35%	Aplicación única: 40 min	Agentes neutralizantes, pigmento violeta inerte, gluconato de calcio, glicol, agua desionizada y peróxido de hidrógeno	Alcalino y estable
WHP	Whiteness HP 35% (WHP) (FGM Dental Group, Santa Catarina, Brasil)	H ₂ O ₂ 35%	Aplicaciones múltiples: 15 minutos cada una (máximo 3)	Espesante y peróxido de hidrógeno	Casi neutral

H₂O₂: Peróxido de hidrógeno, pH: potencial de Hidrógeno especificado por el fabricante

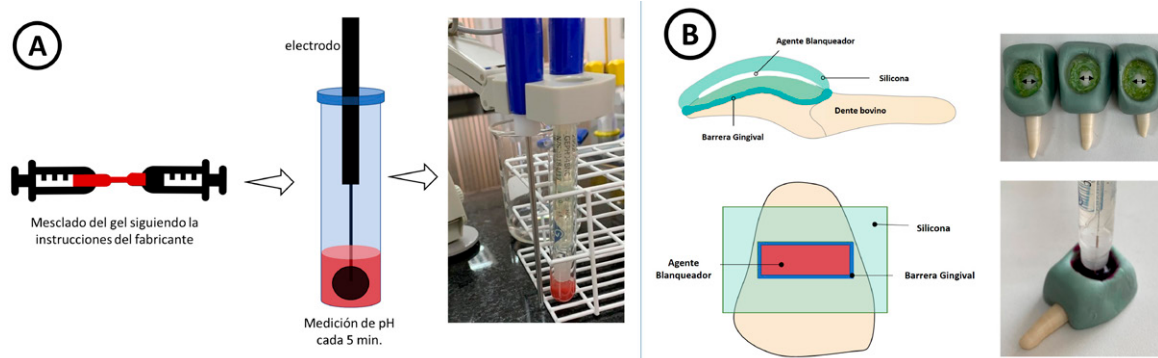


Figura 1. Esquema de la colocación del gel sobre las coronas.

Luego de las lecturas de cada gel, el electrodo se lavó con agua destilada para eliminar el exceso del gel y se secó con papel absorbente. Luego, fue recalibrado y se realizaron nuevas mediciones con los geles en contacto con el esmalte dental bovino. Para ello se limpiaron tres coronas bovinas con piedra pómez y agua, y se utilizó una para cada gel. La superficie bucal fue aplanada con un dispositivo pulidor (DP-10, Panambra Industrial e Técnica SA, São Paulo, Brasil) utilizando papel abrasivo de óxido de aluminio (EXTEC® Aluminum Oxide #600, Extec Corp., Connecticut, EUA), para obtener un área plana y estandarizada, mejorando el área de contacto del gel con el esmalte. Se construyó una barrera sobre la superficie del esmalte con masilla de silicona de condensación (Zetaplus, Zhermack SpA, Rovigo, Italia) y se selló con una barrera gingival para evitar que el gel fluyera (Figura 1). Lo cual permitió que los geles estudiados se colocaran sobre la corona hasta 8 mm de espesor para asegurar una cobertura completa del electrodo. La medición del pH se realizó cada 5 min como se describió anteriormente. Los datos de medición del pH fueron analizados cualitativamente. Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para comparar los valores del gel aislado y en contacto con el esmalte. Las pruebas estadísticas tuvieron un nivel de significancia del 5% ($p < 0.05$).

RESULTADOS

Los valores de pH para el tiempo evaluado de cada gel se muestran en la Figura 2. El gel WHP mostró una reducción significativa del pH después de 15 minutos, cuando se midió solo o en contacto con el esmalte dental bovino, de 7.3 a 6.0 y de 7.3 a 5.9, respectivamente. Los geles OpB y WHPB mantuvieron un pH estable y alcalino durante los tiempos evaluados (valores superiores a 7.0), con una variación inferior a 0.5 a lo largo del ensayo. Las medianas de los valores de pH y el rango intercuartil se muestran en la Tabla 2. Aunque la prueba U de Mann-Whitney presentó una diferencia significativa entre los valores solos y en contacto con el esmalte dental bovino para los geles OpB y WHPB, la diferencia fue clínicamente insignificante y ambos permanecieron alcalinos durante el período probado.

Tabla 2. Valores de las medianas y rango intercuartil (RIC) del pH de los agentes blanqueadores probados

Gel	Solo	Sobre esmalte	p**
OpB*	7.46 (0.02)	7.64 (0.09)	0.002
WHPB*	8.66 (0.02)	8.48 (0.04)	0.002
WHP*	6.41 (0.60)	6.25 (0.65)	0.772

*Datos expresados como mediana (rango intercuartil), **Prueba U de Mann Whitney.

DISCUSIÓN

Los geles blanqueadores a base de peróxido de hidrógeno de alta concentración se utilizan ampliamente como tratamiento de blanqueamiento dental en el consultorio²⁰. Nuestro estudio comparó la estabilidad del pH de diferentes productos para uso profesional con una alta concentración de peróxido de hidrógeno, sin y en contacto con esmalte dental bovino. Los resultados muestran valores desde un pH ligeramente ácido (6.0-5.9) hasta un pH alcalino (8.5-8.7) sin y en contacto con el esmalte, respectivamente (Figura 2). El pH de los geles blanqueadores es un tema de preocupación para los dentistas, ya que un gel ácido (pH 5.5 a 6.5) puede provocar la disolución del esmalte²²⁻²⁴, aumentando la rugosidad y el desgaste del esmalte y el riesgo de sensibilidad dental^{10,24-26}.

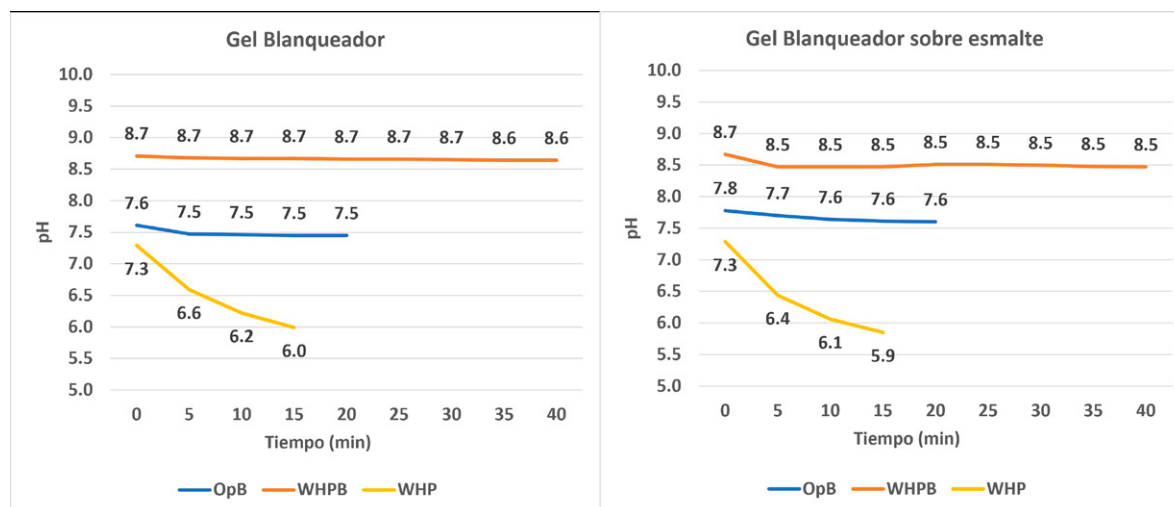


Figura 2. Variación cuantitativa del pH de cada gel para el tiempo analizado.

Los geles blanqueadores modernos tienen niveles de pH más cercanos al neutro y, cuanto menor sea la concentración de peróxido de hidrógeno, más alcalino tiende a ser el gel²⁵. En la mayoría de las veces, la información sobre el pH de los geles blanqueadores se puede encontrar en la hoja de seguridad de los productos (como se describe en la Tabla 1), pero mantener el pH durante la aplicación del gel sobre el esmalte es de suma importancia para evitar el desgaste erosivo de la estructura dental. En este estudio, los geles probados presentaron un comportamiento estable en términos de pH tanto solos como en contacto con el esmalte. Tanto el gel OpB como el WHPB, presentaron un pH alcalino o cercano a neutro (7.0) después de la mezcla, con una excelente estabilidad después del tiempo de uso recomendado por el fabricante, incluso en contacto con el esmalte. Por tanto, en el uso clínico, la tasa de degradación del peróxido y la formación de radicales libres tiende a ser más lenta, siendo menos probable que produzca cambios morfológicos en la superficie del esmalte²⁷. Una menor tasa de degradación promovida por el uso de geles con pH neutro o alcalino también puede suponer un menor riesgo de sensibilidad dental, como se ha demostrado en varios estudios^{25,28,29}. Aun así, ambos geles tienen agentes en su composición que ayudan a la reducción de la sensibilidad y/o efectos perjudiciales sobre la estructura dental, como el flúor o el calcio. Algunos estudios clínicos indican que la presencia de tales agentes podría aumentar la saturación del gel blanqueador y minimizar la pérdida de minerales³⁰. La adición de pequeñas cantidades de calcio reduce eficazmente los efectos negativos sobre la dureza y la rugosidad del esmalte³¹ sin alterar la eficacia del blanqueamiento, ya que no reducen la penetración del gel a través de los prismas del esmalte¹⁶.

Por otro lado, el gel WHP pasó de neutro a ligeramente ácido en los primeros 5 min y permaneció así hasta finalizar el tiempo de 15 min recomendado por el fabricante (Figura 2). Para dicho gel, el fabricante recomienda hasta tres aplicaciones de 15 min cada una, para un total de 45 min de tiempo de sesión (Tabla 1), posiblemente debido a esta caída de pH, para evitar o minimizar los efectos secundarios. Una de las posibles explicaciones de la disminución del pH es la ausencia de otros productos, como neutralizadores, rellenos o incluso flúor y calcio, que pretenden reducir los efectos nocivos sobre el esmalte, como la reducción de la microdureza y el aumento de la rugosidad³². El valor mínimo alcanzado para el gel WHP fue de aproximadamente 5.99 solo y 5.85 en contacto con el esmalte, considerado cercano al valor crítico (5.5) para la disolución del esmalte²²⁻²⁴, por lo que no se esperan efectos críticos sobre la microdureza o la rugosidad.

El comportamiento de los geles blanqueadores, así como su estabilidad y control del pH, están directamente influenciados por el tipo de espesante utilizado, contribuyendo a una mayor descomposición del peróxido y resultando en una menor estabilidad del pH⁵. Sin embargo, no se ha encontrado información sobre el tipo y la cantidad de espesante utilizado en los geles probados y el fabricante tampoco la proporcionó en las instrucciones del producto. Por tanto, se rechaza la primera hipótesis porque el pH del gel WHP presentó una disminución en los valores de pH, pasando de un pH neutro (7.3) a un pH ácido (alrededor de 6.0) en las dos condiciones probadas. La segunda hipótesis se acepta ya que el pH de los geles probados en ambas condiciones, solo y en contacto con el esmalte dental bovino, no presentó diferencias significativas.

CONCLUSIÓN

El pH de los geles blanqueadores se vio ligeramente afectado por la interacción con el esmalte dental bovino y el tiempo de uso clínico. A pesar de ser un estudio observacional con un tamaño de muestra pequeño, fue posible comprobar la estabilidad del pH después de la manipulación y contacto con el sustrato dental. Los geles Opalescence™ Boost™ 40% y Whiteness HP Blue

35% mostraron una mayor estabilidad del pH durante el tiempo de uso clínico, con una disminución mínima, permaneciendo estables. El Whiteness HP 35% presentó una disminución de pH significativa de inicio al final del tiempo sugerido (15 min), tanto solo como en contacto con el esmalte, pasando de neutro a ligeramente ácido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bernardon JK, Sartori N, Ballarin A, Perdigão J, Lopes CG, Baratieri LN. Clinical performance of vital bleaching techniques. *Oper Dent*. 2010; 35(1): 3-10. DOI: 10.2341/09-008CR
2. Silva FBD, Chisini LA, Demarco FF, Horta BL, Correa MB. Desire for tooth bleaching and treatment performed in Brazilian adults: findings from a birth cohort. *Braz Oral Res*. 2018; 32: e12. DOI: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0012
3. Armênio RV, Fitarelli F, Armênio MF, Demarco FF, Reis A, Loguercio AD. The effect of fluoride gel use on bleaching sensitivity: A double-blind randomized controlled clinical trial. *J Am Dent Assoc*. 2008; 139(5): 592-597. DOI: 10.14219/jada.archive.2008.0220
4. Alkahtani R, Stone S, German M, Waterhouse P. A review on dental whitening. *J Dent*. 2020; 100: 103423. DOI: 10.1016/j.jdent.2020.103423
5. Zanatta RF, Mailart MC, Freitas MR, Moecke SE, Torres CRG. Paradigmas e a ciência do clareamento dental? o que já sabemos. *Rev APCD*. 2020; 74(1): 11-17. <https://apcd.org.br/revista-da-apcd/ano-2020>
6. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. *J Dent*. 2017; 67S: S3-S10. DOI: 10.1016/j.jdent.2017.09.006
7. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int*. 1989; 20(3): 173-176. PMID: 2762507
8. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching – a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2003; 14(4): 292-304. DOI: 10.1177/154411130301400406
9. Azevedo JFDG. *Avaliação clínica de diferentes técnicas de clareamento de dentes polpados quanto à efetividade durante 12 meses*. [Tesis de Doctorado]. Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidad de São Paulo; 2009. 1-143. DOI: 10.11606/T.25.2009.tde-05112009-101336
10. Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. *J Esthet Restor Dent*. 2015; 27(5): 240-257. DOI: 10.1111/jerd.12152
11. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser--a systematic review. *Dent Mater*. 2007; 23(5): 586-96. DOI: 10.1016/j.dental.2006.03.018
12. de Geus JL, Wambier LM, Kossatz S, Loguercio AD, Reis A. At-home vs In-office Bleaching: A Systematic Review and Meta-analysis. *Oper Dent*. 2016; 41(4): 341-356. DOI: 10.2341/15-287-LIT
13. Torres CR, Zanatta RF, Godoy MM, Borges AB. Influence of bleaching gel peroxide concentration on color and penetration through the tooth structure. *J Contemp Dent Pract*. 2021; 22(5): 479-483. PMID: 34318764.
14. Gökay O, Yilmaz F, Akin S, Tunçbilek M, Ertan R. Penetration of the pulp chamber by bleaching agents in teeth restored with various restorative materials. *J Endod*. 2000; 26(2): 92-94. DOI: 10.1097/00004770-200002000-00008
15. Benetti AR, Valera MC, Mancini MNG, Miranda CB, Balducci I. In vitro penetration of bleaching agents into the pulp chamber. *Int Endod J*. 2004; 37(2): 120-124. DOI: 10.1111/j.0143-2885.2004.00761.x
16. Torres CRG, Zanatta RF, Silva TJ, Borges AB. Effect of calcium and fluoride addition to hydrogen peroxide bleaching gel on tooth diffusion, color, and microhardness. *Oper Dent*. 2019; 44(4): 424-432. DOI: 10.2341/18-113-L

17. Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod.* 2004; 30(1): 45-50. DOI: 10.1097/00004770-200401000-00010
18. BrowningWD, BlalockJS, Frazier KB, Downey MC, Myers ML. Duration and timing of sensitivity related to bleaching. *J Esthet Restor Dent.* 2007; 19(5): 256-264. DOI: 10.1111/j.1708-8240.2007.00123_1.x
19. Reis A, Tay LY, Herrera DR, Kossatz S, Loguercio AD. Clinical effects of prolonged application time of an in-office bleaching gel. *Oper Dent.* 2011; 36(6): 590-596. DOI: 10.2341/10-173-C
20. Torres CRG, Crastechini E, Feitosa FA, Pucci CR, Borges AB. Influence of pH on the effectiveness of hydrogen peroxide whitening. *Oper Dent.* 2014; 39(6): E261-E268. DOI: 10.2341/13-214-L
21. Caneppele TMF, Torres CRG, Huhtala MFRL, Bresciani E. Influence of whitening gel application protocol on dental color change. *Scientific World Journal.* 2015; 2015: 420723. DOI: 10.1155/2015/420723
22. Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Rees JS. A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *J Dent.* 2004; 32(7): 581-590. DOI: 10.1016/j.jdent.2004.06.003
23. Dawes C. What Is the critical pH and why does a tooth dissolve in acid? *J Can Dent Assoc.* 2003; 69(11): 722-724. PMID: 14653937
24. Loguercio AD, Servat F, Stanislawczuk R, Mena-Serrano A, Rezende M, Prieto MV, et al. Effect of acidity of in-office bleaching gels on tooth sensitivity and whitening: a two-center double-blind randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2017; 21(9): 2811-2818. DOI: 10.1007/s00784-017-2083-5
25. Trentino AC, Soares AF, Duarte MAH, Ishikiriama SK, Mondelli RFL. Evaluation of pH levels and surface roughness after bleaching and abrasion tests of eight commercial products. *Photomed Laser Surg.* 2015; 33(7): 372-377. DOI: 10.1089/pho.2014.3869
26. Basson RA, Grobler SR, Kotze TJ vW, Osman Y. Guidelines for the selection of tooth whitening products amongst those available on the market. *SADJ.* 2013; 68(3): 122-129. PMID: 23951776
27. Lugo-Varillas JG, Tinedo-López PL, Watanabe-Oshiro G, Correa-Medina A, Álvarez-Vidigal E, Hermoza Novoa M. Influence of pH value of bleaching gels on surface roughness of bovine enamel. *Odovtos-Int J Dent Sc.* 2020; 22(2): 311-321. DOI: 10.15517/ijds.2020.39733
28. Reis A, Kossatz S, Martins GC, Loguercio A. Efficacy of and effect on tooth sensitivity of in-office bleaching gel concentrations: A randomized clinical trial. *Oper Dent.* 2013; 38(4): 386-393. DOI: 10.2341/12-140-C
29. Mendonça RP, Baliza JR, Burey A, Cavalcante LMA, Loguercio AD, Calazans FS, et al. In vitro analysis of the pH stability of dental bleaching gels during in-office procedures. *J Clin Exp Dent.* 2021; 13(1): e22-e29. DOI: 10.4317/jced.57367
30. Alexandrino L, Gomes Y, Alves E, Costi H, Rogez H, Silva C. Effects of a bleaching agent with calcium on bovine enamel. *Eur J Dent.* 2014; 8(3): 320-325. DOI: 10.4103/1305-7456.137634
31. Hughes JA, West NX, Parker DM, van den Braak MH, Addy M. Effects of pH and concentration of citric, malic and lactic acids on enamel, in vitro. *J Dent.* 2000; 28(2): 147-152. DOI: 10.1016/s0300-5712(99)00060-3
32. Borges AB, Samezima LY, Fonseca LP, Yui KC, Borges ALS, Torres CRG. Influence of potentially remineralizing agents on bleached enamel microhardness. *Oper Dent.* 2009; 34(5): 593-597. DOI: 10.2341/08-081-L