

EFICÁCIA CLAREADORA DE GÉIS CLAREADORES CASEIROS À BASE DE PERÓXIDO DE CARBAMIDA EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO EM LONGO PRAZO

Palavras-Chave: Peróxido de Carbamida; Armazenamento; Temperatura

Autores(as):

Barbara Feliciano Costa, FOP – Unicamp

Lara Pepita de Souza Oliveira, FOP – Unicamp

Julliana Andrade da Silva, FOP – Unicamp

Prof. Dr. Waldemir Francisco Vieira-Junior, FOP – Unicamp

Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar, FOP – Unicamp

Prof^a. Dr^a. Débora Alves Nunes Leite Lima (orientadora), FOP – Unicamp

INTRODUÇÃO:

O clareamento dental é um tratamento eficaz e seguro para obter um sorriso mais branco, aumentando significativamente a satisfação dos pacientes.^{1,2} Esse procedimento pode ser realizado com o uso de peróxido de hidrogênio (PH) ou peróxido de carbamida (PC), o qual se decompõe em PH e ureia.³ A concentração desses agentes e o tempo de aplicação variam de acordo com a técnica empregada, seja o clareamento feito no consultório, seja o clareamento realizado em casa.^{4,5}

Para o clareamento realizado em consultório, são comumente empregados agentes clareadores em concentrações mais elevadas, comumente PH a 35%-38%, administrados com intervalos entre as sessões.⁶ Em contraste, no clareamento caseiro supervisionado, utilizam-se agentes clareadores em concentrações mais baixas, como o PC a 10-16%, aplicados em moldeiras personalizadas.²

O manchamento da superfície dental, que pode ser classificado como extrínseco ou intrínseco, resulta do acúmulo de moléculas orgânicas compostas por cadeias conjugadas que contêm ligações simples ou duplas, conhecidas como cromóforos.^{7,8} O processo de clareamento dessas manchas envolve reações de oxirredução, que liberam radicais livres em contato com a superfície dos dentes. Esses radicais são difundidos através do esmalte dental, promovendo a clivagem dessas moléculas extensas em moléculas de menor tamanho.^{9,10}

Os agentes clareadores são produtos considerados quimicamente instáveis, cuja estabilidade pode ser negativamente influenciada por fatores como temperatura, luz, umidade, pH e impurezas, entre outros.^{1,11,12} Nesse contexto, investigações anteriores que questionaram a estabilidade do PC constataram que altas

temperaturas e o tempo de armazenamento são fatores que contribuem para alterações no gel clareador, podendo assim interferir na diminuição de sua eficácia.¹

No entanto, a literatura existente ainda é pouco expressiva e carece de evidências científicas robustas que comprovem que altas temperaturas de armazenamento dos agentes clareadores, por períodos prolongados, impactem diretamente a eficácia do clareamento dental. Em vista dessa lacuna, o objetivo deste estudo *in vitro* foi investigar os efeitos de diferentes condições de tempo e temperatura de armazenamento na eficácia de géis clareadores contendo 10% e 16% de PC. As hipóteses estabelecidas para a investigação foram: 1) O aumento da temperatura e do tempo de armazenamento poderia interferir negativamente na eficácia clareadora do produto, e 2) A variação na concentração dos géis clareadores (10% e 16%) não afetaria significativamente o desempenho na avaliação da eficiência clareadora.

METODOLOGIA:

Delineamento Experimental

A eficácia clareadora dos géis comerciais, Whiteeness Simple – FGM, contendo CP nas concentrações de 10% e 16%, foi avaliada sem armazenamento prévio do produto e após três e doze meses de armazenamento em três temperaturas diferentes (geladeira a 2°C, temperatura ambiente a 25°C e estufa a 37°C). Com esses géis, o clareamento foi realizado em 150 espécimes obtidos de dentes bovinos, que foram alocados aleatoriamente por estratificação em 15 grupos (n=10), conforme mostrado na Tabela 1. Para alocação dos grupos, mais 50% dos espécimes foram preparados e sua cor inicial

foi avaliada, permitindo a exclusão de amostras com valores de L^* significativamente diferentes (mais claros e mais escuros) por meio de blocagem, garantindo similaridade estatística inicial.¹³ O cálculo do tamanho da amostra foi baseado em poder estatístico de 80%, $\alpha=0,05$ e $\beta=0,20$. Os grupos SA_{10%} e SA_{16%} representaram o controle positivo do estudo, com clareamento realizado imediatamente após a aquisição do produto do fornecedor, e o grupo ST, o controle negativo, com amostras armazenadas a 37°C em saliva remineralizante (composta por Ca 1,5 mmol/L, P 0,9 mmol/L, KCl mmol/L e solução tampão Tris 0,1 mol/L), com reposições diárias.¹⁰ As variáveis de resposta para análise de cor foram ΔE_{ab} , ΔE_{00} e ΔW_{ID} obtidas a partir do sistema CIELAB.^{1,10,14,15}

Tabela 1. Distribuição dos grupos amostrais

Grupo	Especificação
SA _{10%}	PC 10% sem armazenamento prévio (controle positivo 10%)
SA _{16%}	PC 16% sem armazenamento prévio (controle positivo 16%)
3M _{10%2°C}	PC 10% armazenado por 3 meses em refrigerador
3M _{10%25°C}	PC 10% armazenado por 3 meses em temperatura ambiente
3M _{10%37°C}	PC 10% armazenado por 3 meses em estufa
3M _{16%2°C}	PC 16% armazenado por 3 meses em refrigerador
3M _{16%25°C}	PC 16% armazenado por 3 meses em temperatura ambiente
3M _{16%37°C}	PC 16% armazenado por 3 meses em estufa
12M _{10%2°C}	PC 10% armazenado por 12 meses em refrigerador
12M _{10%25°C}	PC 10% armazenado por 12 meses em temperatura ambiente
12M _{10%37°C}	PC 10% armazenado por 12 meses em estufa
12M _{16%2°C}	PC 16% armazenado por 12 meses em refrigerador
12M _{16%25°C}	PC 16% armazenado por 12 meses em temperatura ambiente
12M _{16%37°C}	PC 16% armazenado por 12 meses em estufa
ST	Grupo controle negativo (armazenamento em saliva remineralizante)

Preparação dos espécimes

Os dentes bovinos recém-extraídos foram armazenados em solução de timol a 0,1% e limpos com lâminas de bisturi. As coroas foram então seccionadas das raízes usando um disco diamantado de dupla face acoplado a uma peça de mão reta em baixa rotação (Kit Acadêmico 3NS – Kavo, Lençóis Paulistas, SP, Brasil). As coroas foram receberem profilaxia com pedra-pomes e água, e os espécimes foram preparados com as medidas de 4 mm × 4 mm com altura de 3 mm usando uma peça de mão reta em baixa rotação (Kit Acadêmico 3NS – Kavo, Lençóis Paulistas, SP, Brasil). O aplainamento, regularização e polimento dos corpos de prova foram realizados em politriz metalográfica Aropol E (Arotec Indústria e Comércio Ltda, Cotia, SP, Brasil), com lixas de granulação P600, P1200, P2500 e P4000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) e feltros (1 µm e 1/4 µm), sendo os detritos removidos com água destilada em cuba ultrassônica por 10 minutos (Marconi, Piracicaba, SP, Brasil).

Coloração das amostras

Cada amostra passou por um ciclo de coloração por 6 dias, com trocas diárias de 100 ml de solução de chá preto (Dr. Oetker LTDA, São Paulo, SP, Brasil). Após esse ciclo, a coloração extrínseca foi removida com profilaxia utilizando pedra-pomes e água destilada. Os espécimes foram então colocados em tubos Eppendorf contendo saliva remineralizante e mantidos a 37°C, com trocas diárias dessa solução por 14 dias para estabilização da cor obtida.¹⁶

Clareamento dos espécimes

Os espécimes foram tratados com géis de CP a 10% e 16%, de acordo com os grupos amostrais. Uma camada uniforme do produto foi aplicada em cada amostra e incubada por 4 horas diariamente durante 14 dias. Durante o clareamento, as amostras foram armazenadas em um aparelho contendo gaze umedecida com água destilada e colocadas em uma estufa (37°C ± 2) para simular as condições orais. Após o período diário de 4 horas, o gel clareador foi removido com hastes flexíveis de algodão, e os espécimes foram enxaguados com água destilada. Então, foram então armazenados novamente em saliva remineralizante (37°C) até a próxima aplicação, no dia seguinte, no mesmo horário.¹⁰ As amostras dos grupos SA_{10%} e SA_{16%} foram tratadas com géis recém-adquiridos, enquanto as amostras dos outros grupos foram clareadas com géis armazenados pelos tempos e temperaturas estabelecidos no estudo. O grupo ST não recebeu tratamento e consistiu em armazenar as amostras em saliva remineralizante (37°C) durante o período de clareamento dos demais espécimes.

Avaliação da cor

As medidas de cor das amostras foram obtidas por meio de espectrofotômetro digital (Konica Minolta CM-700d) antes do tratamento experimental e 24 horas após o último dia de clareamento. Foram realizadas três leituras na superfície do esmalte das amostras, que foram posicionadas em um porta-amostras do equipamento e colocadas em cabine de luz na opção “luz do dia” (GTI Graphic Technology Inc., Newburgh, NY, EUA). Com base nas médias obtidas, os valores de ΔE_{ab} , ΔE_{00} e ΔW_{ID} foram calculados de acordo com as seguintes equações:^{10,17}

$$\Delta E_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

$$\Delta W_{ID} = 0,511\Delta L^* - 2,324\Delta a^* - 1,100\Delta b^*$$

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_{LH}}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_{LH}}\right)}$$

Análise estatística

Análises descritivas e exploratórias foram inicialmente conduzidas para avaliar se os dados atendiam aos pressupostos da análise de variância (ANOVA). Em seguida, modelos lineares generalizados foram estimados para analisar os efeitos do agente clareador, tempo de armazenamento e temperatura nas variáveis responsáveis pela quantificação da variação de cor (ΔE_{ab} , ΔE_{00} e ΔW_{ID}). Todas as análises foram realizadas no software R, considerando um nível de significância de 5%.

RESULTADOS:

Tabela 2. Média (desvio padrão) de ΔE_{ab} em função do agente clareador e armazenamento.

Peróxido de Carbamida	Temperatura de Armazenamento	Tempo de Armazenamento (meses)		
		Sem Armazenamento	3	12
		Média (desvio padrão)	Média (desvio padrão)	Média (desvio padrão)
10%	Sem Armazenamento	\$8,75 (2,04)	-	-
	2 °C	-	\$7,13 (2,86) Aa	\$7,63 (2,80) Aa
	25 °C	-	\$8,16 (3,87) Aa	\$9,16 (1,85) Aa
	37 °C	-	\$8,08 (2,64) Aa	\$5,61 (1,20) Bb
16%	Sem Armazenamento	\$8,16 (1,55)	-	-
	2 °C	-	\$8,77 (3,42) Aa	\$8,96 (2,48) Aa
	25 °C	-	\$8,55 (2,87) Aa	\$9,13 (2,12) Aa
	37 °C	-	\$9,41 (5,11) Aa	\$5,33 (1,63) Bb
Saliva Remineralizante	-	2,14 (0,91)	-	-

nsNão houve diferença significativa entre as duas concentrações do agente clareador ($p>0,05$). #Difere dos grupos sem armazenamento, nas mesmas condições de agente clareador ($p\leq 0,05$). \$Difere do grupo saliva artificial ($p\leq 0,05$). p(agente)=0,2087; p(tempo de armazenamento)=0,0282; p(temperatura de armazenamento)=0,0020; p(agente x tempo)=0,3981; p(agente x temperatura)=0,4641; p(tempo x temperatura)=0,0001; p(agente x tempo x temperatura)=0,8796. Letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical comparando as temperaturas nas mesmas condições de gel e tempo de armazenamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p\leq 0,05$).

Tabela 3. Média (desvio padrão) de ΔE_{00} em função do agente clareador e armazenamento

Peróxido de Carbamida	Temperatura de Armazenamento	Tempo de Armazenamento (meses)		
		Sem Armazenamento	3	12
		Média (desvio padrão)	Média (desvio padrão)	Média (desvio padrão)
10%	Sem Armazenamento	\$6,13 (1,40)	-	-
	2 °C	-	\$5,21 (2,06) Aa	\$5,74 (1,95) Aa
	25 °C	-	\$6,01 (2,76) Aa	\$6,72 (1,27) Aa
	37 °C	-	\$6,04 (1,88) Aa	\$4,08 (0,94) Bb
16%	Sem Armazenamento	\$5,72 (1,04)	-	-
	2 °C	-	\$6,33 (2,30) Aa	\$6,68 (1,62) Aa
	25 °C	-	\$6,41 (2,12) Aa	\$6,64 (1,48) Aa
	37 °C	-	\$6,90 (3,53) Aa	\$3,86 (1,09) Bb
Saliva Remineralizante	-	1,62 (0,76)	-	-

nsNão houve diferença significativa entre as duas concentrações do agente clareador ($p>0,05$). #Difere do grupo sem armazenamento, nas mesmas condições de agente clareador ($p\leq 0,05$). \$Difere do grupo saliva artificial ($p\leq 0,05$).

p(agente)=0,2278; p(tempo de armazenamento)=0,0177; p(temperatura de armazenamento)=0,0007; p(agente x tempo)=0,3580; p(agente x temperatura)=0,4640; p(tempo x temperatura)<0,0001; p(agente x tempo x temperatura)=0,8748. Letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical comparando as temperaturas nas mesmas condições de gel e tempo de armazenamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p\leq 0,05$).

Tabela 4. Média (desvio padrão) de ΔW_{ID} em função do agente clareador e armazenamento.

Peróxido de Carbamida	Temperatura de Armazenamento	Tempo de Armazenamento (meses)		
		Sem Armazenamento	3	12
		Média (desvio padrão)	Média (desvio padrão)	Média (desvio padrão)
10%	Sem Armazenamento	\$14,36 (4,04)	-	-
	2 °C	-	\$10,27 (4,87) Aa	\$11,31 (5,12) Aa
	25 °C	-	\$11,63 (6,78) Aa	\$13,62 (3,27) Aa
	37 °C	-	\$11,51 (4,32) Aa	\$8,59 (1,76) Bb
16%	Sem Armazenamento	\$12,75 (2,73)	-	-
	2 °C	-	\$12,91 (6,17) Aa	\$12,72 (3,93) Aa
	25 °C	-	\$12,58 (5,21) Aa	\$13,94 (4,39) Aa
	37 °C	-	\$13,87 (8,76) Aa	\$8,52 (2,61) Bb
Saliva Remineralizante	-	0,02 (1,74)	-	-

nsNão houve diferença significativa entre as duas concentrações do agente clareador ($p>0,05$). #Difere do grupo sem armazenamento, nas mesmas condições de agente clareador ($p\leq 0,05$). \$Difere do grupo saliva artificial ($p\leq 0,05$). p(agente)=0,1641; p(tempo de armazenamento)=0,2101; p(temperatura de armazenamento)=0,0285; p(agente x tempo)=0,4086; p(agente x temperatura)=0,7371; p(tempo x temperatura)=0,0057; p(agente x tempo x temperatura)=0,9379. Letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical comparando as temperaturas nas mesmas condições de gel e tempo de armazenamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p\leq 0,05$).

Observa-se nas Tabelas 2, 3 e 4 que os três parâmetros para a avaliação de cor apresentaram resultados semelhantes. Observa-se que todos os grupos que receberam agente clareador apresentaram valores significativamente maiores que o grupo controle negativo, que não recebeu clareador e permaneceu em saliva artificial por 14 dias consecutivos ($p<0,05$). Observa-se ainda que os grupos que permaneceram em armazenamento por 12 meses a 37 °C apresentaram menor variação de cor que os grupos sem armazenamento, independentemente da concentração do agente clareador ($p<0,05$). Também, independentemente da concentração do gel, na temperatura de 37 °C, a variabilidade de cor foi significativamente menor quando armazenado por 12 meses do que por 3 meses ($p<0,05$). Para o tempo de 3 meses não se observou diferença significativa entre as três temperaturas de armazenamento ($p>0,05$). Já para 12 meses de armazenamento, o delta E foi menor quando o gel foi armazenado na temperatura de 37 °C ($p<0,05$).

DISCUSSÃO:

Esse estudo avaliou a eficácia clareadora de géis contendo PC a 10% e 16% submetidos a

diferentes tempos e temperaturas de armazenamento. A primeira hipótese do estudo foi confirmada, pois as condições de armazenamento (tempo e temperatura) afetaram o desempenho do gel, uma vez que as seringas armazenadas a 37°C por 12 meses promoveram menor clareamento. Da mesma forma, a segunda hipótese foi aceita, pois observou-se que as diferentes concentrações dos géis mostraram um padrão semelhante de mudança, ou seja, para a mesma temperatura, os géis de CP a 10% e 16% mostraram a mesma eficácia clareadora.

As variáveis que quantificam a mudança de cor dos espécimes (ΔE_{ab} , ΔE_{00} e ΔW_{ID}) utilizam as coordenadas L^* , a^* e b^* do sistema CIELAB. L^* indica o nível de brilho do objeto (em uma escala de 0 a 100, representando preto e branco, respectivamente), e a^* e b^* simbolizam os graus de verde-vermelho e azul-amarelo, respectivamente.^{6,7,15,18} O valor de ΔE_{ab} considera os limites de perceptibilidade (1.2) e aceitabilidade (2.7). Os valores de ΔE_{00} , comparados a ΔE_{ab} , são mais confiáveis devido às correções feitas em sua equação relacionadas aos padrões de croma e matiz e à função de rotação (RT), considerando também os limiares de perceptibilidade (0.8) e aceitabilidade (1.8). Por fim, o parâmetro ΔW_{ID} expressa o índice de brancura dos espécimes, considerando seus próprios limiares de perceptibilidade (0,72) e aceitabilidade (2,60).^{10,17,19} Com base nisso, observou-se no presente estudo que os géis clareadores apresentaram valores acima de perceptibilidade e aceitabilidade, promovendo eficácia clareadora.

Os resultados deste estudo indicam uma redução na eficácia do clareamento quando os agentes clareadores são expostos a altas temperaturas de armazenamento por longo prazo (12 meses), corroborando achados anteriores.¹ Este fenômeno surge do aumento da velocidade das reações químicas dos peróxidos usados no clareamento dental em temperaturas elevadas, levando a uma mudança no equilíbrio químico para aumentar a concentração de CP no início da reação, resultando na degradação do agente clareador.^{1,12} Este equilíbrio químico segue o princípio de Le Chatelier, que postula mudanças na direção da reação para restaurar o equilíbrio diante de estímulos externos, como o aumento da temperatura durante o armazenamento dos agentes clareadores.^{4,20} Além disso, a degradação inicial do CP resulta na formação de água, que pode diluir a formulação dos agentes clareadores, contribuindo para a redução observada na eficácia do clareamento neste estudo.¹

Entretanto, este estudo também revelou a preservação da eficácia do clareamento em géis armazenados em temperaturas relativamente altas no curto prazo (3 meses) indicando que tempos de armazenamento prolongados são necessários para a degradação do peróxido.¹ Tal achado está alinhado

com pesquisas anteriores de Sobral-Souza, que não mostraram degradação do CP após 3 de estabilidade acelerada.¹² Além disso, os resultados obtidos também sugerem que o armazenamento de agentes clareadores em temperaturas moderadas (2°C e 25°C), tanto a curto quanto a longo prazo, não prejudica a eficácia do clareamento dental, alinhando-se com os achados avaliados em outros estudos.¹

Consequentemente, a seleção das temperaturas para este estudo valida a importância das diretrizes fornecidas pelo fabricante para preservação da eficácia do produto. O gel comercial Whiteness Simple (FMG) especifica que seus produtos devem ser armazenados entre 5°C e 25°C. Consistente com essas recomendações, os resultados revelaram uma eficácia clareadora notável em produtos mantidos a 2°C e 25°C. Em contraste, o armazenamento a 37°C por 12 meses resultou em uma redução na eficácia clareadora, demonstrando claramente que esta temperatura está além da faixa ideal estabelecida pelo fabricante.

Outro aspecto relevante a ser abordado diz respeito à concentração dos géis utilizados neste estudo, no qual nota-se que não há correlação significativa com a eficácia do clareamento nos demais tempos de armazenamento, como já evidenciado na literatura.^{7,21,22} Para a mesma temperatura e período, concentrações distintas de agentes clareadores (CP 10% e 16%) não apresentaram variações significativas na eficácia do clareamento, o que corrobora os resultados de uma revisão sistemática.²²

É importante ressaltar também a necessidade de mais pesquisas com outras marcas comerciais ou produtos de outros fabricantes com análises de outros tipos de propriedades, como rugosidade superficial e microdureza, que podem interferir na cor da amostra.^{14,23,24} Portanto, como sugestões para investigações futuras, recomenda-se estudar a relação entre as condições de armazenamento de agentes clareadores de diferentes concentrações e outras propriedades importantes do esmalte dentário, como microdureza e rugosidade, além de sua associação com a sensibilidade dentária, para obter validação clínica quanto ao uso desses componentes.

CONCLUSÕES:

Pode-se concluir que a análise de cor obtida a partir das variáveis ΔE_{ab} , ΔE_{00} e ΔW_{ID} não mostrou diferenças significativas entre os grupos clareados sem armazenamento prévio e aqueles após três meses de armazenamento (sob as mesmas condições de agente clareador) nas diferentes temperaturas analisadas. A mesma tendência foi observada para os grupos que foram clareados após 12 meses de armazenamento a 2°C e 25°C. Após 12 meses de

armazenamento a 37°C, independentemente do agente clareador, os grupos exibiram valores menores das variáveis de cor ΔE_{ab} , ΔE_{00} e ΔW_{ID} do que os outros grupos.

BIBLIOGRAFIA

1. Chisini LA, Conde MCM, Meireles SS, et al. Effect of temperature and storage time on dental bleaching effectiveness. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.*, 2019, v. 31, n. 1, p. 93-97.
2. Rodrigues JL, Rocha PS, Pardim SLS, et al. Association Between In-Office And At-Home Tooth Bleaching: A Single Blind Randomized Clinical Trial. *Braz Dent J.*, 2018; 29(2):133-139.
3. Okonogi S, Kaewpinta A, Rades T, et al. Enhancing Stability and Tooth Bleaching Activity of Carbamide Peroxide by Electrospun Nanofibrous Film. *Pharmaceutics (Basel)*; 2020; (11):381.
4. Hortkoff D, Bittercourt BF, Nadal JM, Gomes OM, et al. Clinical Study of Bleaching Gel Storage Temperature on Tooth Color and Sensitivity. *Oper Dent.*, 2019; 44(5):459-468.
5. Meireles SS, Oliveira RDB, Barbosa MTG, et al. Efficacy and tooth sensitivity of at-home bleaching in patients with esthetic restorations: a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.*, 2022; 26(1):565-573.
6. Cavalli V, Silva BGD, Berger SB, et al. Decomposition Rate, pH, and Enamel Color Alteration of At-Home and In-Office Bleaching Agents. *Braz Dent J.* 2019; 30(4):385-396.
7. Farawati FAL, Hsu SM, O'Neill E, et al. J. Effect of carbamide peroxide bleaching on enamel characteristics and susceptibility to further discoloration. *J Prosthet Dent.* 2019; 121(2):340-346.
8. Rodríguez-Martínez J, Valiente M, Sánchez-Martín MJ. Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects. *J Esthet Restor Dent.* 2019; 31(5):431-440.
9. Abe EM, Youssef MN, Turbino ML. Effect of Bleaching Agents on the Nanohardness of Tooth Enamel, Composite Resin, and the Tooth-Restoration Interface. *Oper Dent.* 2016; 41(1):44-52.
10. Gonçalves IMC, Sobral-Souza DF, Roveda Jr AC, et al. Effect of experimental bleaching gels with polymers Natrosol and Aristoflex on the enamel surface properties. *Braz Dent J.* 2023; 34(2):56-66.
11. Bonesi CM, Ulian LS, Balem P, Angeli VW. Carbamide peroxide gel stability under different temperature conditions: is manipulated formulation an option? *Braz J Pharm Sci.* 2011; 47(4):719-724.
12. Sobral-souza DF, Gouveia THN, Condeles AL, et al. Effect of accelerated stability on the physical, chemical, and mechanical properties of experimental bleaching gels containing different bioadhesive polymers. *Clin Oral Investig.* 2022; 26(3): 3261-3271.
13. Vieira-Junior WF, Lima DA, Tabchoury CP, et al. Effect of Toothpaste Application Prior to Dental Bleaching on Whitening Effectiveness and Enamel Properties. *Oper Dent.* 2016; 41(1):E29-38.
14. Silva BG, Gouveia THN, Silva MAP, et al. Evaluation of home bleaching gel modified by different thickeners on the physical properties of enamel: An in situ study. *Eur J Dent.* 2018; 12(4):523-527.
15. Pini NIP, Picelli MC, Vieira-Júnior WF, et al. In-office tooth bleaching with chitosan-enriched hydrogen peroxide gels: in vitro results. *Clin Oral Investig.*, 2022; 26(1):471-479.
16. Gouveia THN, Souza DFS, Aguiar FHB, et al. Effect of ammonium acryloyldimethyltaurate copolymer on the physical and chemical properties of bleached dental enamel. *Clin Oral Investig.* 2020; 24(8):2701-2711.
17. Lins RBE, Rosalen PL, Lazarini JG, et al. Assessment of a novel bleaching agent formula containing 35% hydrogen peroxide and titanium tetrafluoride: an in vitro study. *Braz Oral Res.* 2021; 31;35:e066.
18. Okonogi, S, Kaewpinta, A, Chaijareenont, P. Stability and Influence of Storage Conditions on Nanofibrous Film Containing Tooth Whitening Agent. *Pharmaceutics.*, 2021; 13(4):449.
19. Pérez MM, Herrera LJ, Carrillo F, et al. Whiteness difference thresholds in dentistry. *Dent Mater.* 2019; 35(2):292-297.
20. Freire A, Archegas LR, de Souza EM, Vieira S. Effect of storage temperature on pH of in-office and at-home dental bleaching agents. *Acta Odontol Latinoam.* 2009; 22(1):27-31.
21. Costacurta AO, Borges CE, Centenaro C, et al. The bleaching efficacy of carbamide peroxide gels containing potassium nitrate desensitizer. *J Clin Exp Dent.* 2020; 12(7):e644-e649.
22. Pontes M, Gomes J, Lemos C, et al. Effect of Bleaching Gel Concentration on Tooth Color and Sensitivity: A Systematic Review and Meta-analysis. *Oper Dent.* 2020; 45(3):265-275.
23. Zanolli J, Marques A, da Costa DC, et al. Influence of tooth bleaching on dental enamel microhardness: a systematic review and meta-analysis. *Aust Dent J.* 2017; 62(3):276-282.
24. Zeczowski M, Tenuta LMA, Ambrosano GMB, et al. Effect of different storage conditions on the physical properties of bleached enamel: An in vitro vs. in situ study. *J Dent.* 2015; 43(9):1154-1161.