



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Efecto de tres diferentes opacadores sobre la estabilidad
de color en un silicón para prótesis maxilofacial

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

ESPECIALISTA EN PRÓTESIS MAXILOFACIAL

P R E S E N T A:

LOURDES ELIZABETH RODRIGUEZ BARRETO

TUTOR: Esp. CARLOS DEL VECCHYO CALCÁNEO

ASESOR: Mtro. OSMAR CHANES CUEVAS
Mtro. JORGE GUERRERO IBARRA
Esp. RENÉ JIMÉNEZ CASTILLO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EFFECTO DE TRES DIFERENTES OPACADORES SOBRE
LA ESTABILIDAD DE COLOR EN UN SILICÓN PARA
PRÓTESIS MAXILOFACIAL.**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PRÓTESIS MAXILOFACIAL

P R E S E N T A:

LOURDES ELIZABETH RODRIGUEZ BARRETO

TUTOR: Esp. CARLOS DEL VECCHYO CALCÁNEO

COTUTORES: Mtro. CHANES CUEVAS OSMAR
Mtro. GUERRERO IBARRA JORGE
DR. JIMÉNEZ CASTILLO RENÉ

Efecto de tres diferentes opacadores sobre la estabilidad de color en un silicón para prótesis maxilofacial.

Lourdes Rodríguez Barreto *, Osmar Chanes Cuevas †, Jorge Guerrero Ibarra §, René Jiménez Castillo**

RESUMEN.

Introducción: La Prótesis Maxilofacial busca reproducir de manera detallada mediante diversos materiales las estructuras faciales ausentes derivada de un trauma y/o enfermedad; No obstante, la decoloración gradual es una de las mayores limitantes en este tipo de rehabilitación.

Materiales y Métodos: Se realizó una comparación entre tres tipos de opacadores (óxido de zinc, caolín y talco) para evaluar la estabilidad del color en silicón industrial Sista de Down Corning, tras ser sometido a irradiación con luz de xenón en cuatro tiempos de exposición, la medición se realizó mediante un espectrofotómetro (Chinespec® HPG-2132, China), obteniendo los valores del sistema CIE L*a*b.

Resultados: El cambio de color (ΔE^*) de todas las muestras fue mayor al valor aceptable ($\Delta E \leq 1$), en sistema de medición de color CIE L*a*b, después de haberlos expuesto a diferentes tiempos de irradiación con luz xenón, mostrando diferencias significativas entre ΔE^* de los opacadores ($p < 0.0001$).

Conclusión: Aunque los tres opacadores superaron el ΔE^* de 1.0 (valor mínimo elegido como percepción de cambio de color) después de haber sido expuestos a cuatro ciclos de exposición con luz de xenón, el opacador caolín fue el que mejor comportamiento tuvo, por lo que se debe considerar utilizar este opacador al momento de realizar prótesis faciales, para que tengan una mejor estabilidad de color.

Palabras Clave:

Estabilidad de Color, Opacadores, Prótesis Maxilofacial, Silicón.

* Residente de la Especialidad de Prótesis Maxilofacial, Facultad de Odontología UNAM

† Laboratorio de Bioingeniería de Tejidos, DEPEI, FO UNAM.

§ Laboratorio de Materiales Dentales DEPEI, FO UNAM

** Coordinador de la Especialidad de Prótesis Maxilofacial de la UNAM

INTRODUCCIÓN

Los defectos faciales son el resultado de alguna anomalía congénita o adquirida. Cuando dichos defectos no pueden ser corregidos quirúrgicamente, la prótesis maxilofacial es un tratamiento alternativo que permite rehabilitar la fisonomía y mejorar la calidad de vida para estos pacientes. (1)

Diversos tipos de materiales pueden ser utilizados para fabricar dichas prótesis, estos incluyen el poli cloruro de vinilo, el poli metacrilato de metilo, los poliuretanos y siliconas. (2) Actualmente las siliconas son el material de elección para la fabricación de éstas, debido a las propiedades que posee como ser inerte, biocompatible y de fácil manipulación. (3)

Una correcta prótesis facial debe ser capaz de reproducir los detalles más finos (color, forma, textura y translucidez). (4)

Las coloraciones intrínseca y extrínseca juegan un papel importante en el éxito de la rehabilitación estética, en la práctica clínica ambas coloraciones se utilizan para hacer coincidir la prótesis con el tono de piel del paciente. A diferencia de la coloración extrínseca, la coloración intrínseca establece el color básico y la translucidez de dichas prótesis, y es menos vulnerable a las condiciones ambientales y la manipulación, pero es más probable que afecte a la estructura y a las propiedades físicas y químicas del silicón. (5)

Diversos autores han reportado que es común sustituir las prótesis al cabo de un año después de su fabricación, esto debido a la pérdida de características en su mayoría extrínsecas; otros estudios mencionan que la vida media de éstas varía desde los 6 hasta los 12 meses, dependiendo de los factores externos a los que son

sometidos (6) (7); entre los principales factores externos que causan la degradación, se encuentran la luz solar (radiaciones IR- UV), la humedad, contaminación del aire y temperatura; la intensidad de estos factores pueden variar dependiendo de las condiciones climáticas y de la localización geográfica. (8)

La estabilidad del color indica la resistencia a decolorarse durante su vida útil. Para describir el color se utiliza el sistema CIE L* a* b* (Commission Internationale d'Eclairage), este sistema describe las tres coordenadas del color (x, y, z) en 3 valores de referencia de L*, a* y b*, ayudando cuantificar numéricamente las diferencias de color (9). Para las prótesis maxilofaciales existen pocos reportes sobre la percepción mínima en la decoloración por ello que el cambio de color se consideró visualmente detectable si el ΔE^* es mayor a 1.0 (10).

Se ha descrito que los opacadores, los cuales consisten en partículas inorgánicas que permanecen en suspensión cuando se incorporan en las fórmulas de protectores solares son eficaces en el bloqueo de rayos ultravioleta, debido a su capacidad de reflexión y dispersión de la luz solar (11) (12), esta propiedad es una ventaja para proteger a las prótesis faciales de la degradación del color por los rayos ultravioleta de la luz solar; no obstante el tamaño de partícula es muy importante para la eficacia de la protección solar y para el aspecto estético en la rehabilitación (13); entre los opacadores reportados se encuentra el dióxido de titanio (TiO₂) y el óxido de zinc (ZnO) (13).

El objetivo de este estudio fue evaluar la estabilidad del color de un silicón para uso en prótesis faciales pigmentada con fibras flock de rayón utilizando tres diferentes opacadores.

MATERIALES Y METODOS

2.1 Elaboración de muestras

Se mezclaron manualmente tres pigmentos de fibras flock de rayón; ocre (180 mg), café (56 mg) y rojo (1 mg) en 20 gr de un silicón tipo room temperature vulcanized (RTV) hasta alcanzar una mezcla homogénea; a continuación se agregó el opacador de acuerdo al grupo de estudio: Opacador 1 Caolín (86 mg), Opacador 2 Óxido de zinc (60 mg) y Opacador 3 Talco (850 mg) obteniendo tres grupos de estudio (n= 25 muestras, 75 muestras en total); posteriormente la mezcla homogénea fue colocada en una mufla de acero, (17.5 mm largo x 15 mm ancho y 2 mm grosor) y llevada a una prensa hidráulica; la mufla se prensó a 10 psi durante 10 minutos, y enseguida la mufla fue colocada en una campana con ausencia de luz por 24 h para que la polimerización del silicón terminará. Finalmente transcurrido las 24 h, la placa rectangular de silicón (17.5 mm largo x 15 mm ancho y 2 mm grosor) fue sacada de la mufla y con un sacabocados circular se obtuvieron las muestras en forma de disco (10 mm de diámetro, 2 mm de espesor); las muestras fueron almacenadas nuevamente en una campana con ausencia de luz hasta el inicio de la prueba de irradiación con luz de xenón, la cual se siguió de acuerdo a la norma ISO 7491, donde menciona que dicha lámpara de xenón oscila con un color de temperatura entre 5000 K a 7000 K y con una iluminación a la muestra de 150 000 lux.

2.2 Radiación con luz de Xenón y medición de color

Los tres grupos de estudio fueron expuestos a 4 ciclos de irradiaciones con luz de xenón dentro de una campana oscura, cada ciclo se llevó a cabo durante 24 h continuas, cumpliendo periodos de tiempo de 24, 48, 72 y 96 horas. La medición de color fue realizada antes y después de cada ciclo de irradiación con luz de xenón utilizando un espectrofotómetro (Chinespec® HPG-2132, China), obteniendo los valores del sistema CIE L*a*b*. Para calcular el cambio de color (ΔE) se empleó la siguiente formula: $\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$ donde:

ΔL^* = diferencia en luminosidad, Δa^* = diferencia en el valor a* (eje verde/rojo), Δb^* = diferencia en el valor b* (eje azul/amarillo)

Ya que existen pocos reportes sobre la percepción mínima en el cambio de color en prótesis faciales. Para este estudio, se eligió un ΔE^* de 1.0 como valor para determinar la percepción mínima en el cambio de color. (10)

$\Delta E^* \leq 1$ la diferencia de color no es apreciable.

$\Delta E^* > 1$ la diferencia de color si es apreciable.

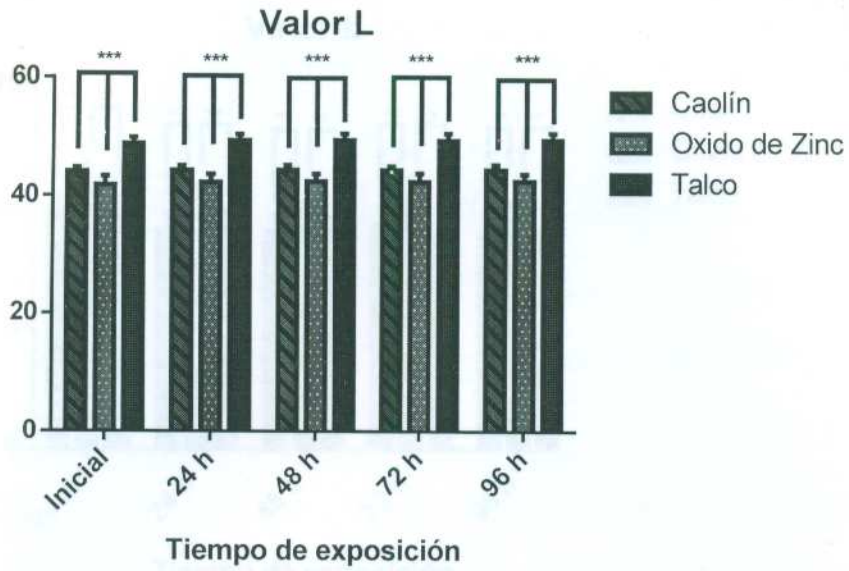
RESULTADOS

Se calculó la media y desviación estándar de los valores L*, a*, b* y ΔE^* obtenidos del espectrómetro (Chinespec® HPG-2132, China). Los valores L*, a*, b* y la diferencia de color (ΔE) de los tres grupos de estudio fueron sometidos a una prueba de normalidad shapiro-wilk, y a una prueba de análisis de varianza (ANOVA) a dos vías. Las medias fueron comparadas mediante la prueba post hoc Tukey con un nivel de significancia <0.05 .

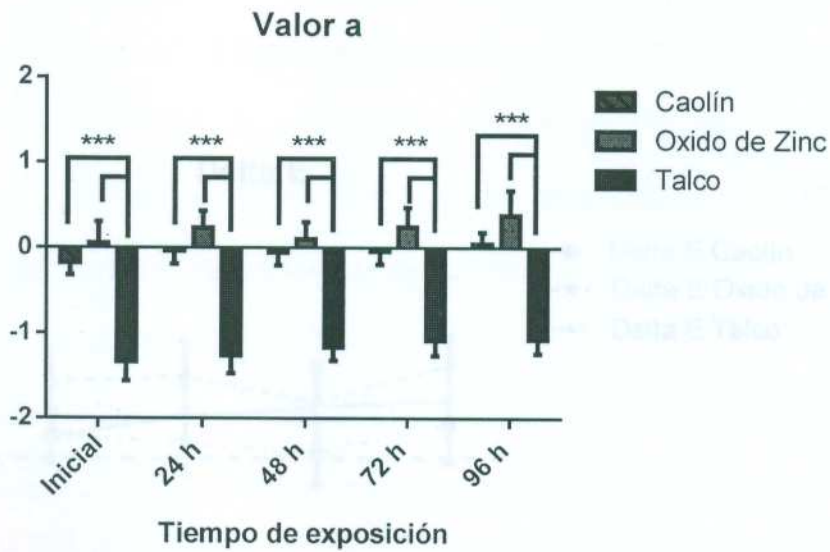
La tabla 1 muestra las medias y desviación estándar de los valores L^* , a^* , b^* y ΔE^* de los tres opacadores utilizados (caolín, óxido de zinc y talco) antes y después de haber sido expuestos a la radiación con luz de Xenón en diferentes tiempos (24, 48, 72 y 96 horas). El cambio de color (ΔE^*) de todas las muestras fue mayor al valor esperado ($\Delta E^* \leq 1$) después de haberlos expuestos a los diferentes tiempos de radiación con luz xenón. La prueba estadística ANOVA a dos vías mostró diferencias significativas entre los ΔE^* de los opacadores ($p < 0.0001$). Posteriormente se aplicó una prueba post hoc Tukey ($\alpha = 0.05$) para comparar las medias de los (ΔE^*), observándose una diferencia entre los ΔE^* del opacador óxido de zinc y talco a las 24 horas, otra diferencia a las 48 horas entre los ΔE^* entre caolín y óxido de zinc y una última diferencia a las 96 horas nuevamente entre los opacadores caolín y óxido de zinc, en la gráfica 4 muestra el comportamiento de los (ΔE^*) de los tres opacadores a los diferentes tiempos de exposición con luz de xenón. Las gráficas 1-3 muestran el comportamiento de los valores L^* , a^* y b^* en los diferentes tiempos de exposición, sus medias y desviación estándar están descritas en la tabla 1.

Tabla1.- Media y desviación estándar de los valores L, a, b, y ΔE^* de los tres opacadores en diferentes tiempos de exposición con luz de xenón.

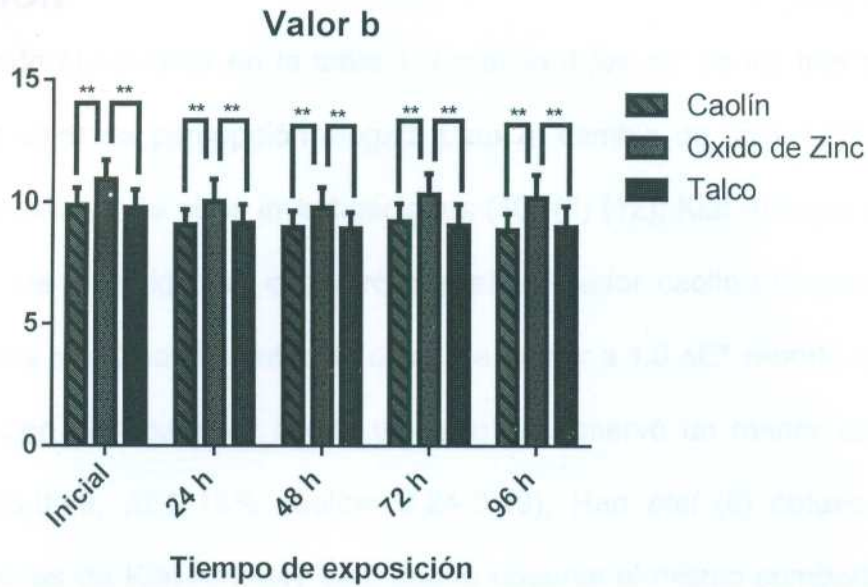
		L	a	b	ΔE^*
Caolín					
	Inicial	44.03 (0.65)	-0.18 (0.31)	9.87 (0.69)	-----
	24 h	44.25 (0.79)	-0.038 (0.34)	9.07 (0.61)	1.19 (0.5)
	48 h	44.34 (0.78)	-0.057 (0.33)	8.97 (0.66)	1.13 (0.62)
	72 h	44.33 (0.65)	-0.043 (0.34)	9.21 (0.72)	1.04 (0.61)
	96 h	44.39 (0.81)	0.048 (0.29)	8.87 (0.65)	1.23 (0.73)
Óxido de Zinc					
	Inicial	41.77 (1.49)	0.053 (0.66)	10.92 (0.79)	-----
	24 h	42.25 (1.33)	0.23 (0.54)	10.03 (0.92)	1.65 (0.78)
	48 h	42.43 (1.22)	0.1 (0.53)	9.76 (0.82)	1.69 (0.82)
	72 h	42.37 (1.37)	0.24 (0.61)	10.30 (0.87)	1.47 (0.87)
	96 h	42.47 (1.19)	0.38 (0.77)	10.17 (0.96)	1.78 (0.70)
Talco					
	Inicial	48.76 (1.004)	-1.33 (0.56)	9.77 (0.72)	-----
	24 h	49.32 (1.008)	-1.26 (0.51)	9.15 (0.75)	1.18 (0.56)
	48 h	49.39 (1.03)	-1.16 (0.40)	8.92 (0.65)	1.35 (0.61)
	72 h	49.33 (1.12)	-1.08 (0.45)	9.05 (0.86)	1.43 (0.75)
	96 h	49.41 (1.17)	-1.07 (0.42)	8.98 (0.83)	1.49 (0.41)



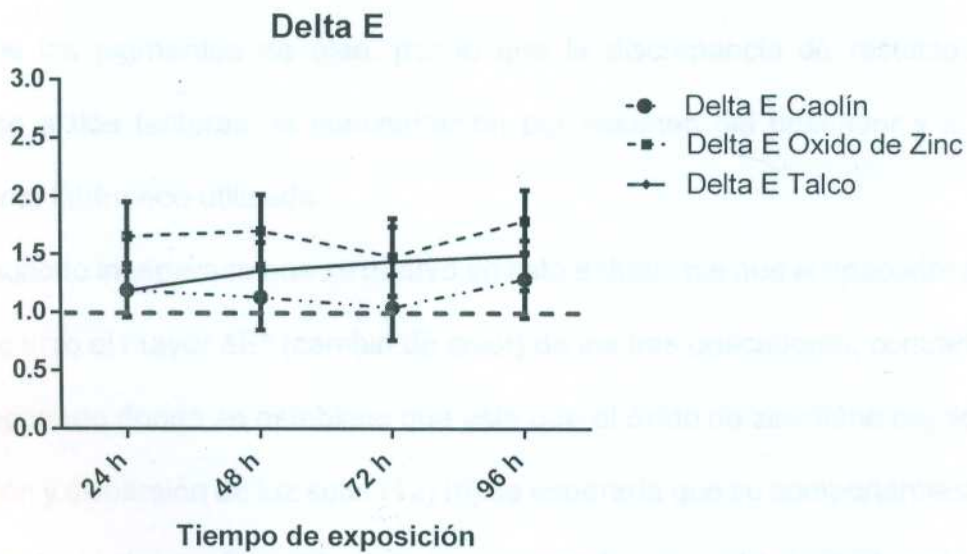
Grafica 1.- Valor L de los tres opacadores a diferentes tiempos de exposición.



Gráfica 2.- Valor a de los tres opacadores a diferentes tiempos de exposición.



Gráfica 3.- Valor b de los tres opacadores a diferentes tiempos de exposición.



Gráfica 4.- ΔE^* de los tres opacadores a diferentes tiempos de exposición

DISCUSIÓN

Como puede observarse en la tabla 1 y gráfica 4 los ΔE^* de los tres opacadores superaron valor de percepción elegida para el cambio de color ($\Delta E^* \leq 1$), estos resultados difieren de otras investigaciones (10) (6) (12); Kiat-Amnuay *etal* (10) en su trabajo de investigación encontró que el opacador caolín utilizado en grupos pigmentados con óleo el cambio de color fue menor a 1.0 ΔE^* , reportó que a mayor concentración de opacador caolín utilizado se observó un menor ΔE^* (ΔE^* 5% caolín=0.33-0.48, ΔE^* 15% caolín= 0.24-0.49); Han *etal* (6) obtuvo resultados similares a los de Kiat-Amnuay *etal*, donde observa el mismo comportamiento de que a medida que se aumenta la concentración del opacador en grupos pigmentados con óleo el ΔE^* disminuye (ΔE^* Opacador 10%= 1.0, ΔE^* Opacador 15%= 0.7). A diferencia de esas investigaciones, en nuestro estudio se utilizaron pigmentos con fibras flock de rayón donde pueden ser más sensibles a los rayos UV que los pigmentos de óleo, por lo que la discrepancia de resultados pudo deberse a dos factores: la concentración por volumen del opacador y el tipo de pigmento intrínseco utilizado.

Un resultado inesperado que se obtuvo en este estudio fue que el opacador de óxido de zinc tuvo el mayor ΔE^* (cambio de color) de los tres opacadores, contrariamente a lo reportado donde se establece que este que el óxido de zinc tiene capacidad de reflexión y dispersión de luz solar (12) (6) se esperaría que su comportamiento fuese semejante al del caolín, no obstante el tamaño de partícula pudo influir en la obtención de este resultado ya que se ha descrito que el tamaño de partícula es extremadamente importante para que pueda dispersar y en su caso absorber las longitudes de onda de los rayos UV (12) (13), puesto que los tres opacadores fueron

comprados comercialmente no se tomó en cuenta esta variable, por lo que se recomienda tenerlo para futuros estudios. En el presente trabajo solo se estudió el efecto de un solo factor externo sobre la degradación del color en las prótesis faciales (radiación UV estimulado con luz de xenón), se sugieren más estudios que involucren el efectos de otros factores para comprender aún mejor el efecto sobre la estabilidad del color.

CONCLUSIÓN

Dentro de las limitaciones del estudio y en base a los resultados obtenidos, se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- 1.- Los rayos UV que se simuló mediante el uso de luz de xenón afectan en la degradación del color en las siliconas para uso de prótesis maxilofacial.
- 2.- Aunque los tres opacadores superaron el ΔE^* de 1.0 que se estableció como valor mínimo para la percepción de cambio de color, el opacador Caolín fue el que mejor comportamiento tuvo, por lo que se debe considerar utilizar este opacador al momento de realizar prótesis faciales, para que tengan una mejor estabilidad de color.
- 3.- Se debe considerar incluir otros factores que afecten en la estabilidad del color como humedad, temperatura, interacción con ácidos grasos (secreciones) para comprender mejor la estabilidad de color de las prótesis maxilofaciales.

Referencias

1. Ariani N, Visser A, van Oort R, Kusdhany L, Rahardjo T, Krom B, et al. Current state of craniofacial prosthetic rehabilitation. *Int. J Prosthodont.* 2013; 26: p. 57-57.
2. Bellamy K, Waters M. Designing a prosthesis to simulate the elastic properties of skin. *Biomed Mater Eng.* 2005; 15: p. 21-27.
3. Aziz T, Waters M, Jagger R. Analysis of the properties of silicone rubber maxillofacial prosthetic materials. *J Dent.* 2003; 31: p. 67-74.
4. Craig R, Koran A, Yu R. Elastomers for maxillofacial applications. *Biomaterials.* 1980; 1: p. 112-117.
5. Hu X, Pan X, Johnston M. Effects of pigments on dynamic mechanical properties of a maxillofacial prosthetic elastomer. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 2014; 112(5): p. 1298-1303.
6. Han Y PJKAS. Effect of opacifiers and UV absorbers on pigmented maxillofacial silicone elastomer, part 1: Color stability after artificial aging. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 2013 Jun; 109(6): p. 397-401.
7. Watson J CGSCKG. A survey of the UK maxillofacial laboratory service: Profiles of staff and work. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2006;(44): p. 406-410.
8. Eleni P, Katsavoua I, Krokidaa M, Polyzoisb G, Gettlemanc L. Mechanical behavior of facial prosthetic elastomers after outdoor weathering. *Dent Mater J.* 2009; 25: p. 1493-1502.
9. Al-Harbi FA, Ayad NM, Saber MA, ArRejaie AS, Morgano SM. Mechanical behavior and color change of facial prosthetic elastomers after outdoor weathering in a hot and humid climate. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 2015; 113(2): p. 146-151.
10. Kiat-amnuay S, Mekayarajjananonth T, Powers JM, Chambers MS, Lemon JC. Interactions of pigments and opacifiers on color stability of MDX4-4210/type A maxillofacial elastomers subjected to artificial aging. *J Prosthet Dent.* 2006; 95: p. 249-57.
11. Kiat-Amnuay S BMPJPR. Influence of pigments and opacifiers on color stability of silicone maxilofacial elastomer.. *Journal Dentistry.* 2009; 37: p. 45-50.
12. Han Y ZYXCPJKaS. Color Stability of pigmented maxilofacial silicone elastomer: Effects of nano-oxides as opacifiers. *Journal Dentistry.* 2010; 38: p. 100-105.
13. Filié Haddad M, Coelho Goiato M, Micheline dos Santos D, Moreno A, Filipe D´almeida N, Alves Pesqueira A. Color Stability of maxilofacial silicone with nanoparticule pigment and opacifier submitted to disinfection and artificial aging. *Journal of Biomedical Optics.* 2011; 16(9).