

## Eficacia y efectividad del alcohol en la desinfección de materiales semicríticos: revisión sistemática

Maira Marques Ribeiro<sup>1</sup>  
Verena Ashley Neumann<sup>2</sup>  
Maria Clara Padoveze<sup>3</sup>  
Kazuko Uchikawa Graziano<sup>3</sup>

Objetivo: evaluar la eficacia y la efectividad del alcohol 60-80% (p/v) en la desinfección de materiales semicríticos, con o sin limpieza previa. Método: estudios obtenidos del portal BIREME, IBECs, MEDLINE, SciELO, PubMed, Ask Medline y referencias de otros estudios. Se elaboraron criterios para juzgar la calidad metodológica de los artículos. De los 906 estudios encontrados, se incluyeron 14. Resultados: después de la desinfección con alcohol, de las 282 pruebas de efectividad y 92 de eficacia, en 104 (36,9%) y en 23 (25,0%) hubo detección de microorganismos, respectivamente. En los estudios de campo, la desinfección no se alcanzó en 74/218 (33,9%) de los productos sometidos a la limpieza previa y en 30/64 (46,9%) no sometidos a la limpieza previa, y en los estudios experimentales la desinfección del alcohol no fue eficaz en 11/30 (36,7%) y 12/62 (19,4%) de los productos, respectivamente. Se encontró ausencia de normalización de los métodos de los estudios. Conclusión: la desinfección de productos semicríticos con alcohol 70% o en concentración aproximada no puede ser recomendada de forma irrestricta a todos los artículos de salud. Sin embargo, en consonancia con el tipo del producto semicrítico, la desinfección puede ser alcanzada con y sin limpieza previa.

Descriptores: Etanol; Desinfección; Descontaminación; Eficacia; Efectividad.

<sup>1</sup> Estudiante de doctorado, Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Enfermera.

<sup>3</sup> PhD, Profesor Titular, Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

## Introducción

Los artículos de salud elaborados con materias primas nobles como metales, silicona, telas y gomas se utilizan numerosas veces entre pacientes en los servicios de salud. Estos productos deben ser descontaminados entre los múltiples usos como una forma de evitar el riesgo de transmisión de microorganismos.

La elección del método de descontaminación depende del potencial de riesgo del producto para causar infecciones. El referencial teórico adoptado actualmente es, en líneas generales, el mismo propuesto desde 1958, cuando se preconizaron los procedimientos mínimos a ser adoptados según ese riesgo, o sea, la esterilización de los materiales críticos, que entran en contacto con tejidos estériles del cuerpo humano, la desinfección de alto nivel y, si posible, la esterilización para los materiales semicríticos, que entran en contacto con la piel no íntegra o la mucosa, y limpieza seguida de desinfección de nivel intermedio o bajo nivel como procedimiento para los materiales no críticos, que entran en contacto con la piel íntegra o no entran en contacto con los pacientes<sup>(1)</sup>. En la época, los autores no enfatizaron la necesidad previa de la limpieza como núcleo céntrico del procesamiento de los materiales a ser desinfectados o esterilizados, lo que se adopta hoy como fuerte recomendación.

En la práctica asistencial, a menudo, los materiales semicríticos como hojas y mangos de laringoscopios, rinovideoscopios y plumillas odontológicas de alta rotación son desinfectados con alcohol 70% (p/v), un desinfectante de nivel intermedio, con o sin limpieza previa<sup>(2)</sup>, justificado por la practicidad, la accesibilidad y el bajo coste.

Con la finalidad de dirimir la duda de si hay efectividad o eficacia en la desinfección de materiales semicríticos con el alcohol, en las concentraciones próximas al 70% (p/v), con y sin limpieza previa, se desarrolló la presente investigación, caracterizada como repaso bibliográfico sistemático de la literatura científica.

Las cuestiones norteadoras de este repaso sistemático fueron: La práctica de la desinfección de materiales semicríticos con el alcohol, en una concentración aproximada del 70% (p/v), sin pre-limpieza es segura para la eliminación de los microorganismos esperados? Hay diferencia de la efectividad y/o de la eficacia cuando a la desinfección con ese producto le precede la limpieza?

De esa manera, el objetivo de esta revisión consistió en evaluar la eficacia y la efectividad del

alcohol en la desinfección de materiales semicríticos, en una concentración aproximada al 70% (p/v), con o sin limpieza previa, evidenciada por la literatura científica.

## Métodos

La práctica basada en la evidencia (PBE) se define, según el Evidence Based Medicine Work Group (Canadá), como el proceso de encontrar, evaluar y utilizar sistemáticamente los resultados de la investigación como base para las decisiones clínicas<sup>(3)</sup>, y tiene en la revisión sistemática una característica importante, en la que se recogen las informaciones relativas a un problema dado, categorizándolas, evaluándolas y sintetizándolas<sup>(4)</sup>.

El presente estudio consiste en un repaso sistemático de la literatura, teniendo como base las investigaciones básicas, de modo a responder a las cuestiones de la investigación.

Los estudios fueron obtenidos a partir de accesos de dominio público, como el portal BIREME (Centro Latino-Americano y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud), que incluyó la búsqueda en las bases y portales de la Literatura Latino-Americana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS), Índice Bibliográfico Español en Ciencias de la Salud (IBECS), *National Library of Medicine/NLM* (MEDLINE), *The Cochrane Library* y *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *National Library of Medicine/NLM* (PubMed) y *Ask Medline*. Publicaciones citadas como referencias en los artículos seleccionados fueron incluidas en esta revisión, siempre teniendo en cuenta los criterios de inclusión.

Los descriptores de la salud utilizados en la búsqueda (con auxilio de conectores booleanos) fueron: limpieza OR desinfección OR descontaminación AND etanol OR 1-propanol OR 2-propanol. La búsqueda en bases de lengua inglesa se realizó con los siguientes *Medical Subject Heading* (MeSH) términos: *cleaning* OR *disinfection* OR *decontamination* AND *alcohol* OR *n-propanol* OR *1-propanol* OR *2-propanol* OR *isopropanol* OR *ethanol*. En el *Ask Medline*, se formuló las siguientes cuestiones: *¿La práctica de desinfección de materiales semicríticos con alcohol 70% (p/v) sin limpieza previa es segura? ¿Hay alguna diferencia cuando la práctica es precedida por la limpieza?* Los criterios de inclusión de los estudios fueron: estudios primarios o repasos sistemáticos que abordaran sobre la eficacia (en laboratorio) o efectividad (en campo) de la desinfección de artículos de salud semicríticos, con alcohol en concentración aproximada del 70% (p/v) – 60% al 80%,

con o sin limpieza previa, presentando como conclusión la eliminación de los microorganismos esperados para el alcance de la desinfección de alto nivel, publicados hasta julio de 2013, y no hubo restricción de idiomas.

Cuando se anhela evaluar la efectividad y/o eficacia de la desinfección de los artículos de salud semicríticos, dos parámetros pueden ser utilizados para definir si la desinfección de alto nivel fue alcanzada o no: eliminación de microorganismos vegetativos, virus, hongos y micro bacterias, con la salvedad de algunos esporos bacterianos<sup>(4)</sup> y reducción de la carga microbiana en 6 logaritmos<sup>(5)</sup>. En esta investigación, se optó por el primer parámetro, pues no todos los autores de la presente revisión realizaron el control positivo de las muestras (*baseline*), con definición de la carga microbiana inicial encontrada en los artículos de salud tras su uso, como también después del proceso de desinfección para que se pudiese evaluar la eficacia y/o efectividad de la desinfección del alcohol, mediante la reducción logarítmica.

Los criterios de exclusión fueron: artículos de reflexión, repasos narrativos, artículos en los que el alcohol no fue el ingrediente activo de la desinfección y artículos que no trataban de la desinfección de materiales semicríticos.

Los estudios fueron analizados por cuatro investigadores, siendo tres de ellos especialistas en el asunto y en los métodos de investigación. El análisis y la selección de los estudios se realizaron en tres fases. En la primera, realizada por un único investigador, los estudios fueron analizados y preseleccionados, según los criterios de inclusión y exclusión por medio de sus resúmenes y, cuando estos no estaban disponibles, por medio del artículo completo. Después de esa preselección, los estudios fueron analizados con el instrumento de recolección de datos, basado en la plantilla de Mendonça, 2008\*, incluyendo: tipo de investigación, objetivos, muestra, método, desenlaces, resultados y conclusión. La tercera fase incluyó la evaluación de los estudios por los cuatro investigadores de forma independiente, visando la recolección de datos específicos a los objetivos de ese repaso sistemático, llegando a los estudios seleccionados para la investigación. Se llevaron a cabo reuniones para discusión y consenso entre los investigadores acerca de los estudios, y su inclusión o exclusión. En la ausencia de *guidelines* para analizar el rigor de los trabajos, experimentales o de campo, se elaboraron criterios de juicio de la calidad metodológica de los artículos (Figura 1).

<b>Criterios de evaluación</b>
<b>Principio activo del alcohol</b>
1. Descripción del tipo de alcohol (etanol, isopropílico etc.).
2. Descripción de la concentración del alcohol.
<b>Modo de aplicación</b>
3. Descripción del tiempo de contacto del alcohol con el producto para la salud – mínimo de 30" por frotación o por inmersión.
4. Descripción de que la solución alcohólica era despreciada a cada uso, en caso de la desinfección por inmersión.
5. Descripción del tipo de material utilizado para la fricción del alcohol sobre el artículo de salud (tejidos, compresas, gasas, entre otros), cuando utilizados métodos de fricción.
<b>Técnica de recogida de la muestra microbiológica</b>
6. Aguardar la evaporación completa del alcohol antes de la colecta del material microbiológico o utilizar neutralizante en el medio de cultura.
7. Utilización de método validado o validar el método de acarreamiento máximo de microorganismos para la colecta de la muestra microbiológica.
8. Descripción del área de la superficie del artículo de salud donde la muestra fue colectada. Idealmente, la muestra debe ser colectada de todas las superficies del artículo.
9. Descripción del uso de técnica aséptica durante la colecta de la muestra microbiológica.
10. Descripción del tipo de material utilizado para la recuperación de los microorganismos de los productos desinfectados (gasa, swab, esponjas, inoculación directa).
<b>Procesamiento de la muestra</b>
11. Utilización de sonicación y/o agitación u otro método validado para fines de desprendimiento satisfactorio de los microorganismos recuperados durante la colecta de la muestra microbiológica.
12. Siembra de la muestra en medios universales de cultura microbiológica. Ex: caseína, soja y tioglicolato de sodio, según <i>Unites States Pharmacopoeia</i> .
13. Siembra de la muestra en el menor tiempo posible.

*La figura 1 continúa en la próxima pantalla*

\* Mendonça SHF. Impacto do uso de conectores sem agulha para sistema fechado de infusão na ocorrência de infecção de corrente sanguínea, relacionada ao cateter venoso central: evidências de uma Revisão Sistemática [dissertação]. São Paulo: Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo; 2008

<b>Criterios de evaluación</b>
14. Siembra de la muestra en condiciones de anaerobiosis cuando el material para la salud sea utilizado en locales en los que la presencia de microorganismos anaerobios es relevante (p. ej.: cavidad oral, nasofaringe, intestino, entre otros).
15. Incubación de la muestra por tiempo extendido de hasta 14 días ( <i>Unites States Pharmacopoeia</i> ). Para estudios que se proponen evaluar la acción del alcohol en la eliminación únicamente de mico bacterias, se permite el tiempo de incubación de 5 a 7 días.
16. Identificación de la especie o género de los microorganismos detectados en las muestras, después de la desinfección no efectiva o no eficaz, para verificar si el microorganismo detectado debería haber sido eliminado por la desinfección de alto nivel.
17. Inclusión de controles positivos en los experimentos.
18. Inclusión de controles negativos en los experimentos.
<b>Tamaño de la muestra</b>
19. Justificación del tamaño muestral o, como mínimo, evaluación por triplicado.
<b>Control de variables externas de interferencia</b>
20. Control de contaminación de confundimiento (p. ej.: calidad del agua utilizada en el procesamiento).
<b>Variables que favorecen la fiabilidad del estudio y acercan las condiciones probadas a la práctica</b>
21. Trabajar con grupos comparativos con o sin limpieza previa.
22. En caso de estudio experimental/laboratorial, el contaminante debe componerse de microorganismos además de materia orgánica.

Nota: Todos los criterios deben ser descritos en los artículos, de lo contrario, para efectos de evaluación de la realización del estudio, se considerará el criterio como no respetado.

Figura 1 – Distribución de los criterios para el análisis de rigor metodológico de los estudios experimentales/laboratoriales o de campo, usando alcohol para la desinfección de los materiales utilizados en la salud. São Paulo, SP, Brasil, 2013.

Tabla 1 – Distribución de los motivos de exclusión de los artículos y respectivo cuantitativo. São Paulo, SP, Brasil, 2013.

<b>Tema del artículo que resultó en la exclusión de la revisión sistemática</b>	<b>Total</b>
Relativos a la higiene de las manos	622
Antisepsia de la piel	54
Desinfección de accesorios para administración de medicamentos, colecta de sangre, como el <i>three way</i> , local de infusión de medicamentos por el equipo	43
El alcohol no era el principio activo principal de los desinfectantes analizados	42
Artículos repetidos	22
Acción del alcohol en el comportamiento de animales	16
Características generales del alcohol	14
Temas generales de control de infección hospitalaria	13
Temas del área alimenticia	13
Sin acceso al resumen y/o al artículo	13
Ausencia de análisis microbiológico	10
Evaluación desinfectante del alcohol en artículos no críticos	10
Estudio experimental utilizando pedazos de metales y vidrios	8
Ingestión de alcohol	6
Relativos a la desinfección de superficies	4
Temas relacionados con el agua y el aire	2
Evaluación desinfectante del alcohol en artículo crítico	2
Revisión sistemática que recopiló datos de artículos no críticos y semicríticos	1
Artículo descriptivo, ausencia de asociación microbiológica con el método de desinfección	1
<b>Total de artículos que no respondieron a los criterios de inclusión</b>	<b>896</b>

El total de 906 estudios fueron localizado en las bases de datos después de la búsqueda por los descriptores, siendo que, de esos, 11 respondieron a los criterios de inclusión. Además, 3 artículos fueron incluidos a partir de las citaciones de referencias bibliográficas en los artículos investigados. Los motivos de la exclusión de 896 estudios se han descrito en la Tabla 1.

## Resultados

De los 14 estudios seleccionados para este repaso<sup>(6-19)</sup>, identificados del E1 al E14, ocho (57,2%)

evaluaron la efectividad de la desinfección con alcohol por medio de la investigación de campo<sup>(6-7,9-12,17,19)</sup> y ocho (57,2%) evaluaron la eficacia de la desinfección con alcohol por medio de investigación laboratorial<sup>(9,14-19)</sup>.

Se realizó un total de 282 pruebas de efectividad de la desinfección con alcohol, de las cuales en 104 (36,9%) hubo crecimiento de microorganismos, y, de entre las 92 pruebas de eficacia, en 23 (25,0%) también hubo detección de microorganismos después de la desinfección con alcohol.

El número y el porcentual de equipos en los que se detectaron microorganismos y la media de carga microbiana detectada después de la desinfección con

alcohol, con o sin limpieza previa, en condiciones experimentales (eficacia) o de campo (efectividad), referentes a los estudios incluidos en esta revisión, pueden ser comprobados en la Tabla 2.

En la Tabla 3 se encuentran detallados los artículos de salud analizados en los estudios, el cuantitativo total y el número de las muestras contaminadas después de la desinfección con alcohol (campo y experimental), la carga microbiana y los microorganismos detectados en esas muestras.

Según instrumento creado para evaluar el rigor metodológico de las investigaciones experimentales/laboratoriales o de campo, se comprobó la ausencia de padronización de los métodos utilizados para evaluación de la efectividad y/o eficacia de la desinfección de los artículos de salud semicríticos con el alcohol 70% o en concentración aproximada. Las limitaciones de los respectivos estudios se encuentran descritas en la Figura 2.

Las técnicas de colecta de las muestras utilizadas fueron diversas en los estudios que evaluaron la efectividad y la eficacia de la desinfección del alcohol. En los estudios de campo, las técnicas utilizadas fueron: impresión directa del artículo de salud en agar<sup>(6,10)</sup>, fricción con compresa estéril embebida en solución salina estéril<sup>(7)</sup>, fricción con *swab* (no describen si este era estéril o si fue embebido en alguna solución)<sup>(9)</sup>, fricción con *swabs* estériles embebidos en solución salina fosfatada tamponada<sup>(12)</sup>, inoculación directa del producto para la salud en cultura de caldo<sup>(17)</sup> y fricción con compresa estéril<sup>(19)</sup>. En los estudios experimentales, las técnicas de colecta fueron: lavado con solución salina estéril tamponada de los canales de los artículos de salud<sup>(8)</sup>, fricción con *swab* embebido en caldo Lethen y neutralizador tween 80<sup>(13)</sup>, fricción con *swab* estéril embebido en solución salina<sup>(14)</sup>, fricción con

*swab* (no describen si este era estéril o si fue embebido en alguna solución)<sup>(15)</sup>, inoculación directa del producto para la salud en solución salina estéril<sup>(16)</sup>, inoculación directa del producto para la salud en medio de transporte viral<sup>(17)</sup> y fricción con compresa estéril<sup>(19)</sup>. En un estudio esa información no estaba descrita<sup>(18)</sup>.

Los medios de cultura para el cultivo también variaron, y fueron los siguientes para los estudios de campo: agar tripticaseína de soja suplementado con sangre de carnero desfibrinado<sup>(6)</sup>, agar de sangre de oveja a 5%<sup>(8)</sup>, agar de sangre (no describe el tipo)<sup>(9,12)</sup> y agar de sangre enriquecida con vitamina K-hemina a 1%<sup>(10)</sup>. En un estudio no fue descrito el tipo de medio<sup>(11)</sup>, caldo de tripticaseína de soja inoculado con agar de tripticaseína de soja, agar de chocolate II y agar *MacConckey*<sup>(17)</sup>, muestra en tampón de fosfato de tioglicolato, pasada por un filtro de porosidad de 0,4 micrómetros y siembra del filtro en agar de sangre<sup>(19)</sup>. En los estudios experimentales, los medios de cultura utilizados fueron: agar *Middlebook 7H11* (para análisis de mico bacteria)<sup>(8)</sup>, agar (no se describe el tipo de agar)<sup>(13)</sup>, agar *Mitis salivarius*, agar *MacConckey*, agar *Baird Parker*<sup>(14)</sup>, agar *Body Heart Infusion* (BHI)<sup>(15)</sup>, agar *dextrose Sabouraud* y agar BBL<sup>(16)</sup>, muestra diluida en caldo *Caso-Bouillon fun* y, después de dilución, siembra en agar de sangre<sup>(19)</sup>.

Los periodos de incubación fueron de 96 horas<sup>(6)</sup>, 72 horas<sup>(7)</sup> y 48 horas<sup>(10,12,19)</sup> en los estudios de campo que tenían como objetivo evaluar la efectividad del alcohol, y en dos estudios de campo el periodo de incubación no fue descrito<sup>(9,11)</sup>. En los estudios experimentales, los periodos de incubación utilizados fueron de 24 horas<sup>(13,15)</sup> y 48 horas<sup>(13,16,19)</sup>. En un estudio de campo<sup>(17)</sup> y en un estudio experimental<sup>(8)</sup> se utilizó el tiempo de incubación de 7 días para evaluar la eliminación o no de especie de mico bacteria.

Tabla 2 – Distribución del número y del porcentual de artículos de salud en los que se detectaron microorganismos, y media de carga microbiana detectada después de la desinfección con alcohol, con o sin limpieza previa, en condiciones experimentales (eficacia) o de campo (efectividad). São Paulo, SP, Brasil, 2013.

Limpieza previa	Equipos analizados (N)	Nº de equipos con microorganismos detectados (%)	Carga microbiana
Efectividad después de la desinfección con alcohol			
Sí	218	74 (33,9)	1 a 170 UFC/equipo y 16 a 500 UFC/mL
No	64	30 (46,9)	1 a 100 UFC/equipo*
Eficacia después de la desinfección con alcohol			
Sí	30	11 (36,7)	8 artículos (<50 UFC/equipo) y 3 artículos (>50 UFC/equipo)
No	62†	12 (19,4)	2-54 UFC/mL‡

\*La carga microbiana fue descrita sólo en uno (E1) de los cuatro estudios (E1, E4, E6, E12) que evaluaron la efectividad de la desinfección del alcohol sin limpieza previa y que presentó crecimiento de microorganismos, aún después de la desinfección. En otro estudio (E5) no hubo detección de microorganismos después de esos procesos de descontaminación.

†El número total de equipamientos analizados no fue descrito en uno (E13) de los cinco estudios (E8, E9, E10, E12, E13) que evaluaron la eficacia de la desinfección del alcohol sin limpieza previa y en el que hubo crecimiento de microorganismos, aún después de la desinfección.

‡La carga microbiana fue descrita sólo en uno (E8) de los cinco estudios (E8, E9, E10, E12, E13) que evaluó la eficacia de la desinfección del alcohol sin limpieza previa y presentó crecimiento de microorganismos, aún después de la desinfección. En otro estudio (E11) no hubo detección de microorganismos después de esos procesos de descontaminación.

Tabla 3 – Distribución de los estudios incluidos, con sus respectivas clasificaciones (de campo o experimental), de los métodos de descontaminación a los cuales los artículos de salud (limpieza y/o desinfección) fueron sometidos, tamaño muestral de los productos analizados y contaminados, carga microbiana y microorganismos recuperados después de la desinfección con alcohol 70% (p/v). São Paulo, SP, Brasil, 2013.

Estudio	Artículos de salud analizados	Limpieza previa	Tipo de alcohol/tiempo de fricción o inmersión del alcohol/material para fricción	Detección de microorganismos (n)/total de artículos de salud analizados (N) (%)	Carga microbiana recuperada	Microorganismos recuperados después de la desinfección
E1 Campo <sup>(6)</sup>	Puntas de jeringa triples	No	Etilico 70%/1 minuto/no informa el material que fue utilizado para friccionar	10/10 (100%)	1 a 100 UFC/material	Identificación no realizada
E2 Campo <sup>(7)</sup>	Nasofaringoscopia	Sí	Etanol 70%/no se describe el tiempo ni el número de fricciones/gasa estéril	0/100 (3 nasofaringoscopios utilizados en 100 pacientes)	NA – ausencia de crecimiento bacteriano	NA
E3 Experimental <sup>(8)</sup>	Endoscopios gastrointestinales	Sí	Isopropilico 70%/20 minutos de inmersión en solución a 20 grados Celsius†	Duodenoscopios: 5/5 (100%) Colonoscopios: 4/5 (80,0%)	Media: 22 UFC/mL± Media: 16 UFC/mL±	<i>Mycobacterium chelonae</i>
E4 campo <sup>(9)</sup>	(Colonoscopia y duodenoscopia) Hojas de laringoscopios	No	Isopropilico 70%/no informado el tiempo ni el número de fricciones/swab por toda la superficie	2/6 (33,3%)	No informado	<i>Streptococcus Viridans</i> , <i>Neisseria catarrhalis</i> , <i>Klebsiella</i>
E5 Campo <sup>(10)</sup>	Películas radiográficas periapicales	No	Alcohol 70% (tipo no informado)/inmersión por 3 minutos	0/7	NA – ausencia de crecimiento bacteriano	NA – ausencia de crecimiento bacteriano
E6 Campo <sup>(11)</sup>	Spray nasal ( <i>Venturi Nasal Atomizers</i> )	No	Isopropanol 70%/no informa el número de veces ni el tiempo de fricción/compresa ( <i>pad</i> ) embebida en alcohol	1/17 (5,9%)	No informado	Staphylococcus epidermidis
E7 Campo <sup>(12)</sup>	Alicates ortodónticos	Sí	Etilico 70%/fricción por 1 minuto/gasa estéril	8/8 (100%)		
	Alicates ortodónticos saca bandas	Sí	Etilico 70%/fricción por 1 minuto/gasa esterilizada	-	Después del uso: > 500 UFC/material	Después del uso: <i>Streptococcus</i> sp., <i>Staphylococcus</i> sp. y bacilos Gram positivos.
	Alicates ortodónticos Weingart	Sí	Etilico 70%/fricción por 1 minuto/gasa esterilizada	-	Después de la desinfección: 400 a 500 UFC/mL	Después de la desinfección: <i>Staphylococcus</i> sp.
	Alicates ortodónticos 139	Sí	Etilico 70%/fricción por 1 minuto/gasa esterilizada	-	Después del uso: 400 a 500 UFC/material.	Después del uso y la desinfección: <i>Streptococcus</i> sp., <i>Staphylococcus</i> sp. y cocos Gram positivos
	Alicates ortodónticos corte distal	Sí	Etilico 70%/fricción por 1 minuto/gasa esterilizada	-	Después del uso: 200 a 300 UFC/material.	Después del uso y la desinfección: Micrococos
E8 Experimenta-tal <sup>(13)</sup>	Pinzas quirúrgicas <sup>§</sup> con materia orgánica <sup>  </sup>	No	Etilico 70%/inmersión por 30 minutos	1/8 (12,5%)	Después de la desinfección: 100 a 200 UFC/material	Después del uso: <i>Streptococcus</i> sp., bacilos Gram positivos y cocos Gram positivos y Negativos.
	Pinzas quirúrgicas <sup>§</sup> sin materia orgánica	No	Etilico 70%/inmersión por 30 minutos	1/8 (12,5%)	Después del uso: 400 a 500 UFC/material	Después de la desinfección: cocos Gram positivos y Gram negativos <i>Staphylococcus aureus</i>
					54 UFC/mL	<i>Salmonella cholerae suis</i>

(continúa...)

Tabla 3 - continuación

Estudio	Artículos de salud analizados	Limpieza previa	Tipo de alcohol/tiempo de fricción o inmersión del alcohol/material para fricción	Detección de microorganismos (n)/total de artículos de salud analizados (N) (%)	Carga microbiana recuperada	Microorganismos recuperados después de la desinfección
E9 Experimental <sup>(14)</sup>	Alicates ortodónticos <sup>¶</sup>	No	Etilico 70%/fricción por 1 minuto/swab de algodón estéril	2/10 (20%)	Los autores relatan que fue en cantidades significativas, aunque no describen el valor	<i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
E10 Experimental <sup>(15)</sup>	Películas radiográficas periapicales <sup>**</sup>	No	Alcohol 77% (tipo no informado)/inmersión por 30 segundos	3/8 (37,5%)	Los autores no relatan el valor	<i>Staphylococcus aureus</i> (1 muestra) <i>Enterococcus faecalis</i> (2 muestras) NA
E11 Experimental <sup>(16)</sup>	Laringoscopios flexibles de fibra óptica <sup>††</sup>	Sí	Alcohol 77% (tipo no informado) inmersión por 60 segundos Isopropílico 70%/fricción por 30 segundos/no informado material para fricción	0/8 0/10	NA NA – eliminación de todos los contaminantes	NA NA
E12 campo <sup>(17)</sup>	Espéculo de párpados infantil para análisis de retinopatía	No	Isopropílico 70%/fricción por 10 segundos/fricción con swab por toda la superficie	17/24 (7,8%)	No informado	<i>Staphylococcus coagulase negativa</i> (16 espéculos) y <i>Bacillus cereus</i> (1 espéculo) Adenovirus serotipo 5
E12 Experimental <sup>(17)</sup>	Isopropílico 70%/fricción por 10 segundos/fricción con swab por toda la superficie	No	Isopropílico 70%/no informan el número de veces o el tiempo de fricción/swab embebido en alcohol	5/5 <sup>‡‡</sup> (100%) 0/5 <sup>§§</sup>	No informado	NA – eliminación de todos los contaminantes
E13 Experimenta <sup>(18)</sup>	Tonómetros Goldman <sup>  </sup>	No	Isopropílico 70%/no informan el número de veces o el tiempo de fricción/swab embebido en alcohol	0 (no informan el número total de equipos evaluados)	NA – eliminación de todos los contaminantes	NA – eliminación de todos los contaminantes
E14 Campo <sup>(18)</sup>	Endoscopios rígidos (Nasofaringoscopios)	Sí, mecánica con compresa (5x5) estéril humedecida en 2mL de solución salina	Isopropílico 80%/fricción 1 vez/compressa estéril (5x5)	57/100 (57%)	1-170 UFC/instrumento – media 5,5 UFC/instrumento, mediana 1 UFC/instrumento	<i>Micrococcus</i> , bacterias aerobias formadoras de esporos, <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Pseudomonas</i> spp.
E14 Experimental <sup>(19)</sup>	Endoscopios rígidos (Nasofaringoscopios)	Sí, mecánica con compresa	Isopropílico 80%/inmersión por 15 segundos	4/10 (40%)	<50 UFC/instrumento	<i>Staphylococcus aureus</i>
E14 Experimental <sup>(19)</sup>	Endoscopios flexibles (Nasofaringoscopio)	(5x5) estéril humedecida en 2mL de solución salina	Isopropílico 80%/fricción 1 vez/compressa estéril (5x5)	7/10 (70%)	4 instrumentos: <50 UFC/instrumento y 3 instrumentos: >50 UFC/instrumento	

\*Cinco colonoscopios y cinco duodenoscopios fueron contaminados con 1,6x10<sup>6</sup> UFC/ml de *Mycobacterium chelonae*. El inóculo contaminante no poseía materia orgánica, la cual está presente en las condiciones reales.

†Los mismos endoscopios fueron utilizados para la prueba de la eficacia de otros desinfectantes: glutaraldeído 2%, peróxido de hidrógeno 7,5% y ácido peracético 0,2%.

‡Los autores consideran que la desinfección de alto nivel fue eficaz, considerando que hubo una reducción de 6 log<sub>10</sub> de la cantidad inicial de microorganismos, conforme definido por el FDA.

§Las pinzas quirúrgicas fueron contaminadas con una suspensión de 3,0 x 10<sup>8</sup> bacterias por ml con especies de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella cholerae suis* y *Pseudomonas aeruginosa*.

||Se utilizó como materia orgánica suero fetal bovino a 10%.

¶Los alicates ortodónticos fueron contaminados con *Streptococcus salivarius*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* (los autores no describieron la carga microbiana).

\*\*Las películas radiográficas fueron contaminadas con *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecalis* (los autores no describieron la carga microbiana).

††Diez laringoscopios flexibles de fibra óptica fueron contaminados con *Staphylococcus aureus*. De estos, 5 fueron desinfectados con alcohol isopropílico 70% sin pre-limpieza con detergente enzimático y 5 con limpieza previa. Los mismos procedimientos fueron realizados con diez laringoscopios flexibles de fibra óptica contaminados con *Candida albicans*.

‡‡Espéculos de párpados contaminados con cepas de adenovirus serotipo 5, las cuales fueron cultivadas en cultura celular en medio mínimo esencial (*Minimal Essential Media*) de 10<sup>-3</sup> log virus, considerada como una titulación clínicamente relevante.

§§Espéculos de párpado contaminados con cepas del virus herpes simple tipo 2, las cuales fueron cultivadas en cultura celular en medio mínimo esencial (*Minimal Essential Media*) de 10<sup>-3</sup> log virus, considerada como una titulación de virus clínicamente relevante.

|| Los tonómetros fueron contaminados con linajes de VIH tipo 1, virus herpes simple tipo 1 y tipo 2.

¶¶ Los nasofaringoscopios fueron contaminados con linajes de *Staphylococcus aureus*.

Limitaciones	Estudios	
	Campo	Experimental
Ausencia de descripción del material utilizado para la fricción del alcohol en el artículo de salud	E1*, E4*	E11†
Ausencia de descripción de si se aguardó la evaporación del alcohol, antes de la colecta de las muestras	E1*, E7*	E3*, E9*, E10*, E11†
Análisis solamente de parte del artículo de salud o no describe el local analizado	E1*, E4*, E7*	E9*, E11†, E14*
Ausencia de análisis para microorganismos anaerobios, aunque fuese aplicable	E1*, E2†, E4*, E5†, E7*	E9*, E10*, E11†, E1*
Periodo de incubación inferior a 14 días	E1*, E2 (-)†, E4*, E5†, E6*, E7*	E8*, E9*, E10*, E11†, E14*
Ausencia de identificación de la(s) especie(s) del (de los) microorganismo(s) después de la desinfección, aunque hayan sido detectados microorganismos	E1*	—
Ausencia de identificación de la(s) especie(s) del (de los) microorganismo(s) detectado(s) en control positivo	E5†	—
Ausencia de la descripción del tiempo de fricción del alcohol en el producto para la salud	E2†, E4*, E6*	E13†
Ausencia de descripción del valor exacto de la carga microbiana en el control positivo	E1*, E4*, E5†, E7*	E9*, E11†
Ausencia de descripción del valor exacto de la carga microbiana después de la desinfección	E4*, E6*	E9 (+)*, E10 (+)*
Ausencia del grupo comparativo CON limpieza previa	E1*, E4*, E5†, E6*, E7*	E9*, E10*, E12*, E13†
Ausencia del grupo comparativo SIN limpieza previa	E2†	E3*
Ausencia de carga orgánica en el contaminante – desafío en los estudios experimentales	NA	E3*, E9*, E10*, E11†, E12*, E14*
Ausencia de validación del método de acarreamiento de los microorganismos para la colecta de las muestras	E2†, E7*	E3*, E9*, E11†, E13†, E14*
Detección de microorganismos en el control negativo	E2†	-----
Ausencia de la información de que la solución de alcohol era cambiada, a cada procedimiento, cuando el método de inmersión no desinfectante fue utilizado	E5†	E3*, E8*, E10 inmersión por 30" e inmersión por 60", E14*
Ausencia de realización del control negativo	E5†	E3*, E9*, E10*, E13†
Ausencia de la descripción del uso de técnicas asépticas	E4*, E6*	E9*, E11†, E13†
Ausencia de la descripción del material utilizado para la recogida de la muestra	E4*	E11†
Ausencia de validación del método de desprendimiento de los microorganismos tras la colecta de las muestras o de la descripción del uso del vórtex y/o de la sonicación	E4*, E7*	E10*, E13†
Ausencia de la descripción del tipo de alcohol	E5†	—
Ausencia de la descripción del tipo de medio de cultivo utilizado	E6*	—
Ausencia de la descripción de si la siembra de la muestra ocurrió de forma rápida	E7*	E14*
Ausencia de la descripción del tiempo de transporte de la muestra al laboratorio y si la desinfección del artículo de salud se realizó solamente en el laboratorio	E7*	—
Ausencia de control de variable de confundimiento como pasible de contaminación (frasco de vidrio en el cual el artículo de salud desinfectado fue acondicionado y si se tapó con papel Kraft durante el transporte)	E7*	—
Tiempo de fricción del alcohol en el artículo de salud inferior a 30" (10")	—	E12*
Ausencia de la descripción del número de artículos de salud analizados	—	E13†
Uso de solución salina para la limpieza previa	—	E14*

\*Detección de microorganismos después de la desinfección con alcohol.

†Ausencia de detección de microorganismos después de la desinfección con alcohol.

Figura 2 – Distribución de las limitaciones metodológicas de los estudios incluidos en esta revisión en la que se buscó evaluar la efectividad y/o eficacia de la desinfección de los artículos de salud semicríticos con alcohol 70% o en concentración aproximada. São Paulo, SP, Brasil, 2013.

## Discusión

En la práctica asistencial, el alcohol es utilizado como desinfectante de artículos de salud con el objetivo de evitar la transmisión cruzada de microorganismos al paciente, en el cual los productos son utilizados. Este repaso sistemático concluyó que la seguridad microbiológica de productos semicríticos desinfectados con alcohol no pudo ser garantizada de forma irrestricta,

con miras a la detección de grupos microbianos que a priori serían refractarios a la acción del alcohol. Cabe resaltar que, a pesar del alcohol no ser un agente esterilizante, la acción de este promovió la completa eliminación de los microorganismos en cuatro estudios<sup>(7,10,16,18)</sup>.

De los 14<sup>(6-19)</sup> estudios incluidos en esta revisión, 13<sup>(6-17,19)</sup> evaluaron la eficacia y/o efectividad del alcohol contra bacterias, y dos contra los virus<sup>(17-18)</sup>. La fricción con el alcohol isopropílico 70% fue capaz

de eliminar el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) tipo 1 y el virus herpes simple tipo 1 y 2 de las puntas de tonómetros. Sin embargo, en esa publicación no se presentó el tiempo de fricción empleado<sup>(18)</sup>. El virus herpes simple tipo 1 tampoco fue detectado en espéculos de párpado infantil, tras la fricción del alcohol isopropílico 70% en toda la superficie de ese producto para la salud por 10 segundos. No obstante, en esas condiciones, no fue posible eliminar el adenovirus tipo 5 de la superficie de esos productos<sup>(17)</sup>. El adenovirus representa un virus hidrofílico en el que el alcohol etílico en concentración de 60-80% debería haber actuado como agente virucida<sup>(20)</sup>. Surto de queratoconjuntivitis epidémica, causado por adenovirus tipo 8 en pacientes que utilizaron pneumotonómetros desinfectados con alcohol isopropílico 70%, se encuentra registrado<sup>(21)</sup>. Así, se considera<sup>(20)</sup> que los estudios que demuestran la acción efectiva del alcohol isopropílico 70% contra el virus de herpes simple, VIH y adenovirus son aún escasos, envuelven pocas muestras y fueron conducidos en laboratorio<sup>(17-18,22)</sup>, lo que demuestra la necesidad de más estudios para que la desinfección de los tonómetros con el alcohol isopropílico 70% sea recomendada<sup>(20)</sup>. Sin embargo, no hay descripción en la literatura de la detección de adenovirus tipo 5 en los espéculos palpebrales, después de la desinfección con ese tipo de alcohol, como demostrado en esta revisión.

En los estudios que propusieron evaluar la efectividad (estudios de campo) de la acción desinfectante del alcohol, la desinfección no fue alcanzada en productos sometidos a la limpieza previa (33,9%) como tampoco en productos no sometidos a la limpieza previa (46,9%). Lo mismo pudo ser constatado en estudios experimentales en los que la desinfección del alcohol no fue eficaz en 36,7% de los productos sometidos a la limpieza previa, y en 19,4% de los productos no sometidos a la limpieza previa. Esos resultados no corroboran la recomendación ya consolidada de que la limpieza previa a la desinfección consiste en requisito para que el desinfectante pueda tener su acción garantizada. Sin embargo, para la aprobación y el registro de los desinfectantes de alto nivel en los Estados Unidos (EEUU), los principios activos de esos productos necesitan actuar directamente sobre los inóculos contaminantes secos y en la presencia de materia orgánica<sup>(5)</sup>, representando, así, un margen de seguridad debido al reto que puede ser enfrentado en la práctica asistencial. Por tanto, delante de la presencia de materia orgánica en la práctica asistencial, con niveles iguales o inferiores a los que se examinaron en pruebas laboratoriales, la efectividad o eficacia de la

desinfección con alcohol, aún sin la limpieza previa, no se hace inviable de alcanzar, como constatado en esta revisión sistemática.

Se cree, también, que el alcance de la desinfección con el alcohol, en condiciones laboratoriales y de campo, con y sin limpieza previa, pueda estar relacionada a la diversidad de artículos de salud, clasificados como semicríticos y que se distinguen, tanto en estructura como en cantidad y tipo de materia orgánica y microorganismos, tras el uso de estos productos. Esos factores no fueron llevados en consideración en 1958<sup>(1)</sup>, pues, al clasificar los artículos según el riesgo potencial de adquisición de infecciones, los autores simplificaron los niveles potenciales de riesgo, sin llevar en cuenta niveles diferenciados posiblemente existentes dentro de esas categorías, particularmente los considerados como semicríticos.

El conocimiento científico acumulado hasta el presente momento induce a la reflexión en cuanto a la insuficiencia de la utilización de una clasificación propuesta en 1958, buscando definir directrices para el procesamiento de artículos. Se sabe que el tipo de procedimiento en el cual el producto haya sido utilizado, así como la carga microbiana y orgánica presentes en los productos después del uso, pueden implicar un mayor o menor reto para la limpieza y la desinfección; ese punto de vista ya ha sido resaltado por otros estudios<sup>(8,16)</sup>.

En este repaso de la literatura, se constató que la desinfección con alcohol fue satisfactoria en artículos de salud como nasofaringoscopios (E2), laringoscopios (E11), películas radiográficas (E5 y E10) y puntas de los tonómetros (E13). Esos artículos de salud no poseen repliegues, no son acanalados, o sea, poseen menor complejidad estructural y entran en contacto con más pequeña cantidad de suciedad si comparados a los endoscopios gastrointestinales, en los cuales la desinfección con alcohol no se mostró satisfactoria según esta revisión.

Teóricamente, la realización de la limpieza previa favorece la acción de los desinfectantes sobre los microorganismos. Sin embargo, sorprendentemente, los hallazgos de esta revisión no refuerzan tal información. En los estudios experimentales, el porcentual de detección de microorganismos en los artículos de salud, después de la desinfección con alcohol, fue mayor cuando estos fueron sometidos a la limpieza previa (36,7%) do que cuando esa limpieza no fue realizada (19,4%). En los estudios de campo, hubo mayor porcentual de detección de microorganismos en los artículos de salud después de la desinfección con alcohol sin limpieza

previa (46,9%) do que en los productos que fueron sometidos a la limpieza previa (33,9%). No obstante, se destaca que 100 de los 218 equipos analizados para la efectividad de la desinfección con alcohol, con limpieza previa, representan nasofaringoscopios que fueron utilizados con una capa protectora durante los exámenes, lo que puede optimizar el proceso de limpieza y desinfección debido al no contacto directo del equipo con la mucosa del paciente durante el procedimiento. En ninguno de esos artículos de salud hubo detección de microorganismos después de los procesos de descontaminación. Se cree que la presencia de la capa protectora pueda haber influenciado en esos resultados y esa es una característica que difiere del análisis de los demás equipos. Si elimináramos esa variable (uso de capa protectora), el porcentual de contaminación de los equipos tras la limpieza previa y la desinfección con alcohol en condiciones de campo sería del 62,7% (74/118). De esa forma, en ambas condiciones (estudio experimental y de campo), el porcentual de detección de microorganismos fue mayor en los artículos de salud sometidos a limpieza previa. En relación a esos datos, es importante resaltar que el cuantitativo de productos probados en ambos grupos, con limpieza y sin limpieza previa, fueron diferentes, siendo 218 y 64, respectivamente, en los estudios de campo, y 30 y 62 productos, respectivamente, en los estudios experimentales, resultando en mayores porcentuales de detección de microorganismos en los grupos con cuantitativos menores. Además, los productos para la salud evaluados son estructuralmente distintos, de la misma forma que las metodologías utilizadas para la recuperación y el análisis de los microorganismos, siendo, de esta forma, necesaria cautela en la interpretación de esos datos.

Al evaluarse la carga microbiana detectada en los productos sometidos a la limpieza previa y en aquellos sin limpieza previa a la desinfección, en condiciones experimentales y de campo, no se puede realizar ninguna afirmación, debido a las diferentes unidades de medida utilizadas (UFC/ml y UFC/instrumento) y la falta de información sobre la carga microbiana detectada en los productos en los que la desinfección no fue efectiva o eficaz.

En esta revisión, los métodos utilizados para aplicación del alcohol fueron la fricción y la inmersión, conforme presentado en la Tabla 3. El método de inmersión en alcohol es poco utilizado en la práctica

asistencial y uno de los motivos es la elevada volatilidad de ese desinfectante, lo que supone la necesidad de cambio de la solución a cada uso; sin embargo, esa información no fue descrita en los dos estudios que utilizaron el método de inmersión.

El respeto al tiempo de exposición del alcohol al producto para la salud es uno de los requisitos básicos para que ese desinfectante desempeñe su acción. En los estudios incluidos en esta revisión, el tiempo de fricción varió de 10 segundos a 1 minuto y el de inmersión de 20 segundos a 20 minutos. Entre los cinco estudios en los que la acción del alcohol resultó en eliminación completa de los microorganismos (E2, E5, E10, E11, E13), en uno (E5) se utilizó un tiempo de inmersión de 3 minutos y 30 segundos de fricción, en otro (E11) también se realizó la fricción durante 30 segundos, en el estudio E10 el tiempo de inmersión fue de 60 segundos y en los otros dos estudios (E2, E13) el tiempo de exposición al alcohol no fue descrito. La variabilidad del tiempo de fricción y de inmersión encontrada en los estudios dificulta la comparación o la definición del tiempo óptimo de exposición de los productos al alcohol. En un estudio realizado\*\*, se constató que la aplicación del alcohol 70% p/v en las plumillas de alta rotación (CAR) durante 90", después de la contaminación intencional de las CAR con 106 UFC/ml de la *S. marcescens*, fue el mejor tiempo de contacto del germicida para la reducción de la carga inicial, utilizándose la metodología validada de sólo una gasa para el arrastre microbiano de la superficie externa de la CAR.

Diversos artículos de salud con diferentes riesgos, dentro de la categoría de los semicríticos, fueron analizados en esta revisión: desde equipos acanalados, como los endoscopios, hasta los de superficie lisa, sin pliegues, como las películas radiográficas periapicales, lo que dificultó la comparación de los resultados. Sumados a esa variable que dificultó la comparación entre los resultados obtenidos, otras pueden ser citadas, como las técnicas diversas de colecta microbiológica, el material diverso utilizado para friccionar el alcohol, los distintos métodos de cultivo y de identificación de los microorganismos, y la variabilidad del tamaño muestral.

## Conclusión

Los resultados de esta revisión sistemática demuestran que la desinfección con alcohol 70% o en concentración aproximada de los artículos de salud semicríticos no es, de forma general, segura, en lo que

\*\*Pinto FMG. Desinfecção das canetas de alta rotação com álcool 70% p/v [tese]. São Paulo: Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo; 2013.

concierno a la posibilidad de exposición del paciente a microorganismos (bacterias y virus) remanentes en esos equipos, aún después de la desinfección. Sin embargo, la desinfección de artículos semicríticos con alcohol 70% o en concentración aproximada, puede ser alcanzada en artículos sometidos a limpieza previa, como también en artículos no sometidos a esta limpieza.

La diversidad de materiales y de resultados encontrada en esta revisión lleva a creer que los procedimientos de desinfección pueden ser diferentes, según la complejidad estructural de los materiales semicríticos, así como la carga de microorganismos y de residuos orgánicos e inorgánicos presentes en los artículos, tras su uso. La ausencia de complejidad de la estructura (ausencia de repliegues, que no sean acanalados) del artículo de salud semicrítico puede ser un factor que contribuya para la desinfección satisfactoria con alcohol 70% o en concentración próxima, con o sin limpieza previa.

Se constata la necesidad de creación y de publicación de protocolos-normalizados para que se realicen pruebas de evaluación de la efectividad y la eficacia de los desinfectantes. Se sugiere que a esos protocolos sean añadidos los ítems utilizados en esta investigación, para la evaluación del rigor metodológico utilizado en los estudios.

## Referencias

- Spaulding EH, Emmons EK. Which solution to use and how to use it are influenced more by the types of bacteria to be destroyed than they are by the instrument or object to be disinfected. *Am J Nurs.* 1958;58(9):1238-42.
- Pereira RS, Tipple AFV, Reis C, Cavalcante FO, Belo TKAMC. Microbiological analysis of high speed handpiece submitted to the decontamination with ethylic alcohol 70%. *Robrac.* 2008;17(44):124-32.
- Evidence-Based Working Group. Evidence-based medicine. A new approach to teaching the practice of medicine. *JAMA.* 1992;268(17):2420-5.
- Galvão CM, Sawada NO, Trevizan MA. Systematic review: a resource that allows for the incorporation of evidence into nursing practice. *Rev. Latino-Am. Enfermagem.* 2004;12(3): 549-56.
- Content and format of premarket notification [510(k)] Submissions for liquid chemical sterilants/high level disinfectants. *Food Drug Admin.* [Internet]. 2000. [acceso 27 jun 2014]. Disponible em: <http://www.fda.gov/medicaldevices/deviceregulationandguidance/guidancedocuments/ucm073773.htm>
- Russo EMA, Carvalho RCR, Lorenzo JL, Garone Netto N, Cardoso MV, Grossi E. Avaliação da intensidade de contaminação de pontas de seringa tríplice. *Pesqui Odontol Bras.* 2000;14(3):243-7.
- Alvarado CJ, Anderson AG, Maki DG. Microbiologic assessment of disposable sterile endoscopic sheaths to replace high-level disinfection in reprocessing: a prospective clinical trial with nasopharyngoscopes. *Am J Infect Control.* 2009;37(5):408-13.
- Foliente RL, Kovacs BJ, Aprecio RM, Bains HJ, Kettering JD, Chen YK. Efficacy of high-level disinfectants for reprocessing GI endoscopes in simulated-use testing. *Gastrointest Endosc.* 2001;53(4):456-62.
- Roberts RB. Cleaning the laryngoscope blade. *Canad Anaesth Soc J.* 1973;20(2):241-4.
- Baldissera EZ, Fontanella V, Torriani MA. Avaliação da desinfecção de filmes radiográficos periapicais utilizando diferentes soluções. *Rev Odonto Ciênc.* 2006;21(52):153-7.
- Kieff D, Fink D. Decontamination of nasal atomizer tips: alcohol *versus* guards. *Otolaryngology - Head and Neck Surg.* 2011;145(3):411-3.
- Venturelli AC, Torres FC, Pedrin RRA, Almeida RR, Almeida MR, Ferreira FPC. Avaliação microbiológica da contaminação residual em diferentes tipos de alicates ortodônticos após desinfecção com álcool 70%. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial (Maringá).* 2009;14(4):43-52.
- Souza ACS, Pereira MS, Rodrigues MAV. Previous decontamination of the medical surgical materials: study of the efficiency of chemical disinfectants and water and soap. *Rev. Latino-Am. Enfermagem.* 1998;6(3):95-105.
- Almeida CMF, Carvalho AS, Duarte DA. Evaluation of disinfection methods of orthodontics pliers. *Dental Press J Orthod.* 2012;17(4):105-9.
- Baldissera EZ, Silveira HED, Amaral MRA. Avaliação da efetividade de soluções desinfetantes em filmes radiográficos periapicais. *Rev Fac Odontol.* 2002;43(1):15-7.
- Chang D, Florea A, Rowe M, Seiberling KA. Disinfection of flexible fiberoptic laryngoscopes after in vitro contamination with *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2012;138(2):119-21.
- Woodman TJ, Coats DK, Paysse EA, Demmler GJ, Rossmann SN. Disinfection of eyelid speculums for retinopathy of prematurity examination. *Arch Ophthalmol.* 1998;116:1195-8.

18. Pepose JS, Linette G, Lee SF, MacRae S. Disinfection of Goldmann tonometers against Human Immunodeficiency Virus type 1. *Arch Ophthalmol*. 1989;107(7):983-5.
19. Hörmann K, Hirth K, Stasche N, Plinkert PK, Heeg P, Geiss HK. Pilotstudie zur hygienischen aufbereitung optischer instrumente in der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde. *HNO*. 2000;48:645-9.
20. Guideline for disinfection and sterilization in health-care facilities. Centers for Disease Control and Prevention – CDC [Internet]. Atlanta; 2008 . [acesso 26 jun 2014]. Disponível em: [http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/Disinfection\\_Nov\\_2008.pdf](http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/Disinfection_Nov_2008.pdf)
21. Koo D, Bouvier B, Wesley M, Courtright P, Reingold A. Epidemic keratoconjunctivitis in a university medical center ophthalmology clinic; need for re-evaluation of the design and disinfection of instruments. *Infect. Control Hosp Epidemiol*. 1989;10(12):547-52.
22. Craven ER, Butler SL, McCulley JP, Luby JP. Applanation tonometer tip sterilization for adenovirus type 8. *Ophthalmology*. 1987;94(12):1538-40.