

# La fluoración del agua de abastecimiento público: abordaje bioético, legal y político

Cléa Adas Saliba Garbin<sup>1</sup>, Luis Felipe Pupim dos Santos<sup>2</sup>, Artênio José Isper Garbin<sup>3</sup>, Suzely Adas Saliba Moimaz<sup>4</sup>, Orlando Saliba<sup>5</sup>

## Resumen

El objetivo de este artículo es analizar los aspectos bioéticos y asuntos legales y políticos de la fluoración del agua de abastecimiento público, al crear discusiones en base a estudios consagrados y a nuevas investigaciones, con el fin de contribuir con un enfoque imparcial del tema. Se trata de la revisión bibliográfica realizada después de estudiar la literatura especializada sobre la “fluoración”, “bioética” e “intoxicación por flúor”. Se seleccionaron los estudios que permitieron la discusión plural, lo cual fue relevante para el debate del tema. La fluoración de agua de abastecimiento público es una medida de salud pública importante para prevenir la caries dental y su efectividad se comprobó en varios estudios. Su obligatoriedad prevista por la Ley Federal genera dilemas bioéticos, ya que elimina la posibilidad de la elección individual de consumir o no el agua fluorada. No parece haber una salida para este dilema moral, incluso si la medida estuviese libre de cualquier riesgo, ya que aun así estaría violando el principio de autonomía.

**Palabras clave:** Fluoruración. Bioética. Intoxicación por flúor.

## Resumo

### Fluoretação da água de abastecimento público: abordagem bioética, legal e política

Este artigo tem como objetivo analisar aspectos bioéticos e questões legais e políticas da fluoretação de águas de abastecimento público, criando discussões baseadas em estudos consagrados e em novas pesquisas, a fim de contribuir para abordagem imparcial do tema. Trata-se de revisão bibliográfica realizada após levantamento de literatura especializada sobre “fluoretação”, “bioética” e “intoxicação por flúor”. Foram selecionados estudos que possibilitaram discussão plural, relevantes para o debate do tema. A fluoretação das águas de abastecimento público é importante medida de saúde pública para prevenir a cárie dentária, tendo sua eficácia comprovada em vários estudos. Sua obrigatoriedade prevista por lei federal gera dilemas bioéticos, pois exclui a possibilidade de escolha individual de consumir ou não água fluoretada. Não parece haver saída para esse dilema moral, mesmo se a medida fosse livre de qualquer risco, pois ainda assim violaria o princípio da autonomia.

**Palavras-chave:** Fluoretação. Bioética. Intoxicação por flúor.

## Abstract

### Fluoridation of public water supply: bioethical, legal and political approach

This article aims to analyze the bioethical aspects and legal and political issues of water fluoridation, creating a discussion based on established studies and new research, in order to contribute to an ethical and impartial perspective on the subject. A bibliographic review study was performed, based on a survey of specialized literature on “fluoridation”, “bioethics” and “fluoride poisoning”. Water fluoridation is an important public health measure for the prevention of dental caries, and its efficacy has been demonstrated in several studies. As it is mandatory under Brazilian law, bioethical dilemmas arise due to the absence of individual choice on whether to consume or not consume fluoridated water. There appears to be no solution to this moral dilemma, as even if the measure were free from any risk, its compulsory application would still violate the principle of autonomy.

**Keywords:** Fluoridation. Bioethics. Fluoride poisoning.

1. **Livre docente** cgarbin@foa.unesp.br – Faculdade de Odontologia de Araçatuba (FOA/Unesp) 2. **Doutorando** lfpupim@hotmail.com – FOA/Unesp 3. **Doutor** agarbin@foa.unesp.br – FOA/Unesp 4. **Livre docente** sasaliba@foa.unesp.br – FOA/Unesp 5. **Livre docente** osaliba@foa.unesp.br – FOA/Unesp, Araçatuba/SP, Brasil.

## Correspondência

Cléa Adas Saliba Garbin – Rua José Bonifácio, 1.193, Vila Mendonça CEP 16015-050. Araçatuba/SP, Brasil.

Declaram não haver conflito de interesse.

La fluoración de las aguas de abastecimiento público consiste en el método más importante del uso del flúor en la salud pública para la prevención de la carie dental. Esto es porque es seguro, de bajo costo y abarca gran parte de la población<sup>1-7</sup>. El Centro de Prevención y Control de Enfermedades de Estados Unidos (EE.UU.) juzga a la medida como uno de los diez éxitos más relevantes de la salud pública del siglo XX<sup>8</sup>. Diferentes organizaciones de salud y ciencia, como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Asociación Internacional de Investigación Odontológica y la Organización Panamericana de la Salud recomiendan el método<sup>9</sup>.

Cuando se descubrieron las propiedades preventivas del flúor, se creía que sus efectos benéficos tenían lugar a partir de la capacidad del ion de formar fluorapatita en lugar de hidroxiapatita en las fases de constitución del esmalte dentario. Esto tornaría al diente más resistente al ambiente ácido provocado por el metabolismo de las bacterias y sus sustratos<sup>10</sup>. Esta corriente consideraba que las propiedades del flúor serían permanentes para el individuo expuesto durante el proceso de desarrollo de los dientes<sup>11</sup>. Sin embargo, quedó comprobado que esta hipótesis estaba errada.

Incluso formando determinada cantidad de apatita fluorada durante la mineralización del diente, el flúor proporciona una mayor resistencia a la superficie del esmalte por medio de una presencia continua. Esto es así porque se desencadenan procesos periódicos de desmineralización (causados por la caída del pH procedente de la formación de ácidos a partir de los carbohidratos de la dieta) y de remineralización superficial. La superficie dentaria que contiene flúor posee una menor solubilidad en ácidos en comparación con la superficie original del esmalte<sup>12</sup>. Los efectos benéficos proporcionados por el flúor se deben a su presencia continua, en pequeñas cantidades, durante toda la vida del individuo<sup>13</sup>.

Hay investigaciones que demuestran que la cantidad de caries en niños aumenta en localidades donde la fluoración de las aguas fue finalizada o interrumpida<sup>14-18</sup>. El método, sin embargo, exige algunos cuidados relativos al mantenimiento y al control de los niveles adecuados de flúor contenidos en el agua de abastecimiento al que la población tiene acceso. En cantidades debajo de las recomendadas, el ion no consigue el beneficio deseado para la prevención de la carie<sup>6,19</sup>, mientras que los niveles elevados aumentan el riesgo de desarrollar fluorosis dental, siendo esta la primer señal clínica de los efectos tóxicos del flúor<sup>20</sup>. Esta patología tiene lugar debido a la exposición del germen dentario, durante su período de formación, a altas concentraciones de flúor.

Para la fluoración del agua, algunos requisitos deben ser analizados. Se debe hacer la recolección del índice CPO-D (dientes cariados, perdidos y obturados) de la población local; reunir informaciones sobre la red de distribución de agua; establecer el nivel recomendado de fluoreto a ser agregado; escoger el producto y los equipamientos; y definir el método de análisis y de muestra. El ácido fluosilícico ha sido el producto más utilizado para fluorar aguas actualmente, atendiendo a su favorable costo-beneficio. Básicamente, los equipos utilizados son bombas dosificadoras, dosificadores de nivel constantes, cono de saturación y cilindros de saturación.

El punto de aplicación de flúor debe ser establecido teniéndose en cuenta el producto a ser utilizado y las características de la red de distribución de agua local. En la mayoría de los casos, la salida de los filtros, el reservorio de contacto o el reservorio de distribución son puntos de aplicación de los compuestos que van a liberar flúor<sup>21</sup>. Cuando en el municipio existe una estación de tratamiento del agua, ésta se torna la responsable del agregado y del monitoreo del flúor en las aguas destinadas a la población. En caso contrario, el control de la calidad del agua debe ser de incumbencia de los servicios locales de salud y control.

La fluorosis dental se torna más frecuente en la dentición permanente, siendo las franjas etarias correspondientes a la primera y la segunda infancia las más susceptibles a sus efectos nocivos, causados por la ingesta sistemática de flúor. Clínicamente, la fluorosis causa manchas opacas en el esmalte, y en los casos más graves puede dañar la estructura mineral normal del elemento dentario, originando regiones amarillentas o castañas<sup>22</sup>. Este desorden puede tornarse un problema de salud pública, puesto que no afecta sólo a la estética del individuo, sino que también causa alteraciones funcionales que pueden interferir en cuestiones de autoestima, además de ser un factor que puede dificultar la inserción de los afectados en el mercado de trabajo. El tratamiento odontológico para la situación puede ser altamente complejo, dependiendo de la severidad del caso<sup>23</sup>.

Las investigaciones sobre las posibles desventajas de la exposición sistemática al flúor no se limitan a la fluorosis dental. Hay estudios de la literatura científica que correlacionan intoxicación por flúor con efectos neurotóxicos, pérdida de la actividad motora normal, aumento de la resistencia a la insulina, hipotiroidismo, alteraciones óseas como la osteoporosis, entre otras patologías<sup>24,25</sup>.

Estas investigaciones presentan resultados que comprueban que el flúor es nocivo para la salud. No obstante, las concentraciones de fluoreto utilizadas en sus métodos sobrepasan marcadamente los

niveles recomendados para la fluoración del agua, es decir, ninguno de estos estudios puede concluir que el método pueda causar las patologías citadas.

En 1974, se aprobó la Ley 6.050, que determinaba la obligatoriedad del método de fluoración del agua en las localidades que tuvieran estaciones de tratamiento<sup>26</sup>. La Resolución 2.914, de 2011, emitida por el Ministerio de Salud, establece parámetros aceptables para la potabilidad de las aguas de abastecimiento público, controlando así su calidad para el consumo humano. Según la Resolución, el nivel máximo permitido para el ion flúor es de 1,5 miligramos por litro de agua (mgF/L)<sup>27</sup>. La bioética es el área que se ocupa de los problemas éticos referidos al inicio y al fin de la vida humana<sup>28</sup>, y puede incluso ser definida como *el estudio sistemático de la conducta humana en el área de las ciencias de la vida y de los cuidados de la salud, en la medida en que esta conducta es examinada a la luz de los valores y principios morales*<sup>29</sup>.

Según las consideraciones de este campo, la fluoración de las aguas se torna un tema pertinente por los siguientes motivos: 1) se sabe que, en el área odontológica, el método, ya consagrado, ha contribuido con el control de las caries de la población mundial; 2) algunas investigaciones sugieren que el consumo de flúor acarrea efectos nocivos para la salud, causando patología en el sistema nervioso, en el tejido óseo, en el sistema endócrino, pérdida de funciones motoras normales, fluorosis dental, entre otras complicaciones; 3) actualmente, la fluoración de las aguas de abastecimiento público es ley federal y abarca a gran parte de la población; 4) algunos investigadores discuten la cuestión de la autonomía de los individuos, afirmando que la población debe tener la chance de elegir si quiere o no consumir agua fluorada<sup>30,31</sup>.

Este estudio tuvo como objetivo analizar los aspectos bioéticos de la fluoración del agua de abastecimiento público y explorar los puntos que conducen a los interrogantes bioéticos involucrados en el tema. Problematicamos su dualidad científica por medio de discusiones basadas en estudios consagrados y en nuevas investigaciones, con el fin de contribuir con un abordaje ético e imparcial del tema. Las cuestiones que van a orientar la discusiones en este estudio involucran investigaciones científicas sobre los beneficios y los perjuicios del flúor, tomadas a partir de los marcos de la bioética, procurando, así, favorecer la comprensión del problema y estimular conductas en consonancia con la ética.

## Método

Se trata de un estudio de revisión bibliográfica luego de una recogida de datos a partir de

bibliografía especializada. Para ser incluidas en este trabajo, las publicaciones debían comprender los temas “fluoración del agua”, “bioética”, “intoxicación por flúor”. Se excluyeron los artículos que no abarcaban los temas citados o que no se correspondían con los descriptores, además de aquellos que no contenían referencias bibliográficas. Se buscaron también estudios sobre leyes y políticas que regularan la fluoración en Brasil, con el fin de evidenciar a los lectores uno de los puntos referidos a las cuestiones bioéticas implicadas en el método, que es su obligatoriedad prevista en la Constitución Federal, restringiendo la posibilidad de la elección individual.

Se utilizaron las bases de datos SciELO, PubMed, Biblioteca Virtual en Salud (BVS) y Google Scholar. Las fuentes seleccionadas datan de 1950 a 2016, totalizando 68 artículos científicos, colaborando para que los estudios consagrados y las investigaciones actuales estén implicados en lo que respecta a la complejidad del tema a lo largo de los años. Luego del análisis del material, el artículo pasó a ser elaborado – además de las consideraciones finales, el texto presenta tres tópicos que serán abordados separadamente: los aspectos legales y políticos, las cuestiones bioéticas y los perjuicios. Para cada una de esas subdivisiones se incluyeron estudios que posibilitasen una discusión plural, siendo relevantes para el debate multifacético del tema.

## Aspectos legales y políticos

La fluoración de las aguas fue discutida en tres conferencias nacionales de salud bucal del país, en 1986, 1993 y 2004<sup>32</sup>. El método es una de las prioridades de las Directrices de la Política Nacional de Salud Bucal, en las cuales consta un tópico específico para el tema:

*Se entiende que el acceso al agua tratada y fluorada es fundamental para las condiciones de salud de la población. Así, vehiculizar políticas públicas que garanticen la implementación de la fluoración de las aguas, la ampliación del programa a los municipios con sistemas de tratamiento es la forma con mayor alcance y socialmente justa para el acceso al flúor. En este sentido, desarrollar acciones intersectoriales para ampliar la fluoración de las aguas en Brasil es una prioridad gubernamental, garantizándose la continuidad y los niveles adecuados en los términos de la ley 6.050 y las normas complementarias, con la creación y/o desarrollo de sistemas de vigilancia compatibles. La organización de tales sistemas compete a los organismos de gestión del SUS<sup>33</sup>.*

Baixo Guandú, en Espírito Santo, fue la primera ciudad brasileira en fluorar el abastecimiento de agua

en 1953, siendo el entonces Servicio Especial de Salud Pública (SESP) el responsable de la operacionalización del método<sup>33</sup>. No obstante, recién en 1974 se aprobó la Ley Federal 6.050<sup>26</sup>, ya mencionada en este trabajo. La Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (Investigación Nacional de Saneamento Básico), realizada en 2008, mostró que el 60,6% de los municipios brasileros agregan flúor en una cantidad adecuada en las aguas destinadas a la población, pero no existe un sistema público para consultas sobre la concentración del ion.

Cesa, Abegg y Aerts<sup>34</sup> evaluaron el control del fluoreto en las aguas de abastecimiento público en las capitales brasileras y constataron que, en la mayor parte de ellas, los niveles de flúor en las aguas no fueron controlados correctamente. Por lo tanto, existe la necesidad de un mayor compromiso intersectorial para cualificar la fluoración de las aguas en el país. De acuerdo con la Sociedad Británica de Fluoración, Brasil es el país con la segunda mayor cobertura de flúor en el agua, quedando detrás de EE.UU.<sup>35</sup>.

### Cuestiones bioéticas

Las áreas de bioética y salud pública, a pesar de ser campos distintos, muchas veces presentan puntos de intersección relacionados con las medidas o las tecnologías que ponen en discusión las decisiones tomadas por los formuladores de políticas públicas<sup>36</sup>. Frente a problemas sanitarios colectivos, las estrategias y acciones en salud pública son formuladas para proteger a la población de un determinado lugar. Siendo esas medidas muchas veces obligatorias, se quita la posibilidad de elegir de parte a los individuos, que en algunos casos no tienen la pretensión o incluso la necesidad de acceder al beneficio.

Algunos autores señalan que la legitimidad de las acciones sanitarias y las restricciones a la autonomía individual son necesarias, siendo propias de actos protectores, prevaleciendo entonces la justicia sanitaria por sobre la autonomía del ciudadano<sup>37,38</sup>. Los formuladores de políticas públicas de salud muchas veces se encuentran con dilemas, pues tanto el principio de protección como el de la precaución entran en conflicto. El principio de la protección está ligado a las evidencias científicas sobre la necesidad y la eficacia del método, mientras que el de la precaución está asociado a los riesgos o daños provenientes de determinada medida. En el área de la salud, las situaciones dilemáticas son aquellas en las que dos abordajes son posibles y justificables científica y técnicamente<sup>37</sup>.

Es posible relacionar la fluoración también con el principio de la no maleficencia, que puede ser definido como *el principio según el cual no debemos infligir mal o daño a otros*<sup>39</sup>. Con los conocimientos actuales evidenciados por medio de investigaciones científicas, ¿existe una confirmación concreta de que la fluoración de las aguas puede causar algún daño o mal a la población? La pluralidad de resultados y opiniones en los artículos sobre el tema puede tornar la respuesta a ese cuestionamiento como mínimo polémica. Los posibles perjuicios de la intoxicación por flúor serán especificados de forma más amplia en el próximo tópico de este estudio.

Para algunos autores, ciertos puntos deben ser evaluados en la población destinataria cuando se considera el empleo de determinada tecnología en salud pública, tales como factores socioeconómicos y culturales, además de los propios conflictos morales y sociales que pueden aparecer. Los problemas morales están relacionados con las restricciones a la libertad individual que pueden surgir en la búsqueda del bienestar colectivo. Estos cuestionamientos surgen igualmente cuando los objetivos de la medida no son alcanzados, ya sea por errores de ejecución o por conflicto de intereses, cohibiendo el acceso de algunos grupos de la población a la estrategia de salud pública en cuestión<sup>40</sup>.

De manera general, los fluoretos pueden encontrarse en varios productos, como dentífricos e incluso en alimentos industrializados, tornando mayor la disponibilidad del ion y más diversificada. No obstante, los dilemas bioéticos se restringen al flúor contenido en las aguas de abastecimiento justamente porque la población no tiene la opción de no consumirla, como ocurre en el caso de los productos.

### Perjuicios

Para comprender mejor las posibles consecuencias negativas del consumo de flúor, presentamos una breve explicación sobre su cinética: el ion flúor puede ser absorbido por la mucosa bucal, pero la mayor parte de la absorción tiene lugar en el tracto gastrointestinal. La reducción de pH acelera ese proceso y, siendo así, la acidez estomacal contribuye con la absorción y los efectos tóxicos. Luego de ser absorbido, el ion va hacia la corriente sanguínea: una parte se acumula en los huesos y el resto se excreta a través de la orina, las heces, el sudor y la leche materna.

En cuanto a la toxicidad aguda del flúor, es decir, cuando una dosis muy elevada es ingerida de una sola vez, aparecen incluso relatos de muerte en la bibliografía. En los casos fatales relatados, las dosis variaron de 4 a 30 mgF/kg<sup>41</sup>, considerando

que había niños entre las víctimas. Las señales y los síntomas de intoxicación aguda por flúor se caracterizan por cuadros de vómito, diarrea, fibrilación ventricular, broncoespasmos, hemoptisis, pupilas dilatadas, cólicos, colapso cardíaco, hipocalcemia, hipocalcemia, compromiso de la función renal, entre otras complicaciones<sup>42</sup>.

Los efectos adversos del flúor a nivel de la fluoración de las aguas, es decir, bajas dosis ingeridas en largos períodos de tiempo, caracterizarían una intoxicación crónica, que hacen a la condición más común en esta categoría de toxicidad, la fluorosis dental y, en casos más graves, patologías óseas, como la osteosclerosis. El flúor estimula la precipitación del calcio, elemento esencial para varias funciones fisiológicas, como las de los músculos y del sistema nervioso. Este hecho explicaría los desórdenes relacionados con la pérdida de las actividades motoras normales y los efectos neurotóxicos de la intoxicación por flúor. El ion, en su afinidad con el calcio, forma el fluoreto de calcio, que es poco soluble. Así, los tejidos óseo y dental – que poseen una elevada cantidad de calcio y fosfato, con los cuales el flúor también tiene afinidad, formando la fluorapatita – pueden sufrir efectos tóxicos.

Estos efectos causan alteraciones dentarias, como la fluorosis, y alteraciones óseas, como la hiper calcificación, llamada osteosclerosis u osteoporosis, que torna a los huesos frágiles<sup>24</sup>. Otra alteración ósea que puede ser causada es la osteoporosis, que deja a los huesos porosos y friables. A pesar de que las dos patologías del tejido óseo (osteoporosis y osteosclerosis) posean características distintas, ambas están asociadas al mismo factor causal: perturbación del metabolismo fosfocálcico<sup>24</sup>.

En algunas regiones del globo, especialmente en el subcontinente asiático, la fluorosis ósea es endémica. Esta enfermedad causa dolores articulares y puede ser diagnosticada como artritis reumatoide o espondilitis anquilosante<sup>43</sup>.

La posible neurotoxicidad causada por la intoxicación crónica por flúor ha sido el presupuesto de varios estudios. La barrera hematoencefálica es relativamente impermeable al flúor; sin embargo, cuando se consume en grandes cantidades o cuando presenta altas concentraciones en el organismo, el fluoreto puede traspasarla<sup>25</sup>.

Un meta-análisis<sup>44</sup> sobre los efectos neurotóxicos del flúor, realizado en 2012, tuvo como objetivo comparar registros de cociente de inteligencia (CI) y medidas de función cognitiva de niños expuestos a elevados niveles de flúor en el agua y de niños residentes en áreas de bajos niveles.

Se seleccionaron 27 estudios para ser incluidos en el meta-análisis y se constató una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos: las poblaciones expuestas a niveles más altos de fluoreto obtuvieron puntuaciones menores que aquellas que vivían en zonas con niveles más bajos. Las conclusiones de este estudio alertaron sobre la posibilidad de los efectos adversos de la alta exposición al flúor en el neurodesarrollo infantil<sup>44</sup>. Esta investigación, sin embargo, presentó algunas debilidades metodológicas señaladas por otros autores: falta de informaciones a nivel individual y una elevada probabilidad de confusión, dado que las co-variables no fueron ajustadas.

Además de eso, los resultados también fueron cuestionados, pues la diferencia de CI entre los grupos no es significativa clínicamente<sup>45,46</sup>, a pesar de serlo estadísticamente. La diferencia promedio de CI entre las poblaciones expuestas a altos niveles de flúor y aquellas expuestas a bajos niveles fue de -0,4 (intervalo de confianza de 95%: -0,5, -0,3). En general, las evidencias clínicas tienen prioridad en relación a los hallazgos estadísticos. El tamaño de la muestra y/o la diferencia de la media y del desvío estándar de la variable en la población estudiada pueden cambiar el valor  $-p$  (usado para comparaciones entre grupos) de significativo a no significativo.

Con respecto a esto, Sabour y Ghorbani consideraron las conclusiones de la revisión una falacia ecológica, que puede llevar a errores de interpretación de los resultados<sup>47</sup>. Agregaron además que no pueden ofrecer una colaboración simple para un juicio clínico. Otro problema del meta-análisis fue la heterogeneidad de los niveles de flúor, categorizados sólo como “altos niveles” y “bajos niveles”. En el primer grupo, los valores máximo y mínimo obtenidos de acuerdo a los criterios de 27 trabajos evaluados fueron, respectivamente, 11,5 mgF/L y 0,57 mgF/L. En la categoría referida a los niveles bajos o en los grupos usados como referencia, el mayor valor fue de 1,2 mgF/L y 0,18 mgF/L el menor.

En 2015, en Inglaterra, se realizó un estudio transversal usando datos secundarios para desarrollar modelos de regresión logística binaria de factores predictivos para la prevalencia de hipotiroidismo utilizando datos de 2012 sobre niveles de flúor en el agua potable. En las regiones con fluoración hubo el doble de relatos de casos de hipotiroidismo en comparación con las regiones con agua no fluorada<sup>48</sup>.

Otro estudio tuvo como objetivo examinar la relación entre exposición al agua fluorada y la prevalencia de hiperactividad con déficit de atención en niños y adolescentes en EE.UU. Realizado con un método similar al de la investigación anterior, concluyó que hubo tasas más elevadas de hiperactividad

y déficit de atención en niños de los estados donde la mayor parte de la población recibe agua fluorada<sup>49</sup>.

Se puede percibir, por los estudios presentados en el anexo, que las concentraciones de flúor incluidas en sus métodos, así como en la mayoría de los trabajos semejantes, son extremadamente más elevadas que los niveles recomendados para el agua de abastecimiento público. En Brasil, el Ministerio de Salud admite 1,5 mg/L como valor máximo permitido, pero algunos grupos de investigación sugieren que ese valor sea revisado para cada región.

Los estudios realizados sobre la fluoración del agua generalmente involucran a municipios o regiones donde hay universidades. Comúnmente, quien analiza y controla los niveles de flúor del abastecimiento público son los propios organismos responsables de la adición del ion. Es decir, no se trata de un heterocontrol (vigilancia realizada por una institución distinta, que no es la responsable de la fluoración). Como se citó en este trabajo, la fluoración del agua es una ley federal; sin embargo, los estados pueden emitir resoluciones propias, especificando o adaptando los niveles de flúor recomendados teniendo en cuenta variables locales.

### Consideraciones finales

La ingesta de agua por parte de la población puede variar de acuerdo con las temperaturas de cada localidad, pues en los lugares con temperaturas más elevadas el consumo tiende a ser mayor y viceversa. Siendo así, algunos autores establecen que, para cada región, los niveles de flúor en el abastecimiento deben ser recomendados teniéndose en cuenta esa variable<sup>50</sup>.

El Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (Centro Colaborador del Ministerio de Salud en Vigilancia de la Salud Bucal de la Facultad de Salud Pública de la Universidad de São Paulo) emitió, en 2011, un documento que representa un consenso técnico en cuanto a la clasificación de los niveles de flúor en las aguas de abastecimiento público, basado en el máximo beneficio de la prevención de caries dentales y el riesgo mínimo de desarrollo de fluorosis<sup>51</sup>.

Según el documento, los valores considerados óptimos varían de acuerdo a las temperaturas de cada localidad. Así, considerar las variables locales, no sólo la temperatura, sino la condición socioeconómica de la población local, la facilidad de acceso a otros productos con flúor, los hábitos de su dieta, entre otros factores, disminuye los riesgos

del método. El Ministerio de Salud sostiene, como se dijo anteriormente, que el valor de 1,5 mgF/L no debe ser sobrepasado, pero las resoluciones estatales ya limitan ese nivel. Para el estado de São Paulo, por ejemplo, la Resolución SS 250/1995 establece los valores de 0,6 a 0,7 mgF/L<sup>52</sup>.

El índice de dientes cariados, perdidos u obturados (CPO) es utilizado en estudios epidemiológicos en el área odontológica para registrar elementos dentarios que están o que fueron afectados por caries. Según la Investigación Nacional de Salud Bucal realizada en Brasil en 2010 (Proyecto SB Brasil 2010), el CPO a los 12 años era de 2,07 (aproximadamente dos dientes afectados por caries), correspondiendo a una reducción del 26,2% en siete años<sup>53</sup>. Esto significa la salida de la condición de prevalencia promedio (CPO entre 2,7 y 4,4) en 2003 hacia la condición de prevalencia leve (CPO entre 1,2 y 2,6), de acuerdo con la OMS<sup>54</sup>.

Sin embargo, la investigación nacional comprobó que hay diferencias expresivas entre los CPO a los 12 años de cada macro región del país; en el Norte, el índice fue de 3,16 y, en el Sudeste, de 1,72, siendo esas las regiones de mayor y menor índice de CPO, respectivamente. China viene realizando varios estudios que procuran demostrar las propiedades neurotóxicas de la intoxicación crónica por flúor, a partir de áreas donde el fluoreto es en general encontrado naturalmente en el agua de abastecimiento y su concentración depende de las características geológicas locales. En el país existen áreas en las que la población está expuesta a elevados niveles del ion, principalmente en las zonas rurales<sup>55</sup>, en las cuales, en muchas ocasiones, los niveles sobrepasan sustancialmente el valor de 1 mgF/L<sup>44</sup>.

Otra preocupación en cuanto al consumo del flúor es su presencia en varios productos industrializados y alimentos, lo que podría resultar en una intoxicación por efecto acumulativo. El nivel de flúor en alimentos cocinados es bajo, sin embargo ese valor puede ser más elevado en productos alimentarios en los que el tejido óseo está incluido o es procesado<sup>56</sup>. Niveles elevados de flúor fueron encontrados en la cebada o en el arroz (aproximadamente 2 mg/kg); en carnes, no obstante, los niveles suelen ser bajos (0,2 a 1,0 mg/kg)<sup>57</sup>. Aun así, aunque se admita que algunos alimentos puedan ser importantes fuentes del fluoreto, el mayor consumo diario proviene del agua<sup>58</sup>.

No obstante, en algunos casos, el agua puede no ser considerada la mayor contribuyente, dado que las variaciones en la dieta y las altas concentraciones de fluoretos en el aire pueden implicar mayores exposiciones al ion<sup>57</sup>. Así como el flúor está presente en el suelo, también se encuentra en el aire, puesto que proviene de la polvareda de los suelos ricos en fluoreto.

Puede encontrarse también en localidades que alojan ciertas industrias, como fundición de aluminio, producción de fertilizantes minerales, fabricación de vidrios y cerámicas, o industrias que usan incineradores de gran porte a base de carbón, entre otras<sup>58</sup>. Los lugares próximos a esas industrias pueden presentar niveles de 1,4 mgF/m<sup>3</sup> en el aire. En regiones no industriales, ese valor generalmente es insignificante<sup>58</sup>.

La falta de infraestructura de laboratorio y técnica para la medición periódica de los niveles de flúor en las aguas de abastecimiento público es un problema para las localidades de pequeño o mediano porte. Para agravar la situación, en la mayoría de los casos, es en esas regiones donde la población más carece de acceso al flúor, pues las condiciones sociales precarias están relacionadas con la higiene oral debilitada. Del mismo modo, sin análisis periódicos, la población de una determinada localidad, donde hay flúor en exceso en el abastecimiento público, puede estar siendo expuesta a los riesgos del método.

Algunos países desarrollados, en especial los que presentan un alto IDH en Europa, están retirando el sistema de fluoración de su abastecimiento. Esto sirvió como justificación para algunos autores, e incluso para los legos, para considerar al método como sobrepasado y peligroso para las poblaciones.

En relación a la salud bucal, la realidad brasilera no puede ser comparada con la condición de los países desarrollados. La gran disparidad entre las regiones de Brasil en cuanto al valor del CPO revela que el método de la fluoración aún es muy necesario en el país, principalmente en localidades menos desarrolladas, donde la población difícilmente tendrá acceso a barnices, geles u otros productos con flúor.

La fluorosis dental es una de las mayores preocupaciones relacionadas con la intoxicación crónica por flúor, como se discutió en este estudio. Sin embargo, según trabajos y revisiones actuales, esa condición, cuando tiene lugar, se da principalmente en su forma leve o muy leve, no siendo, por lo tanto, un problema de salud pública<sup>59,60</sup>. Los estudios ecológicos que correlacionan áreas donde existe fluoración y áreas de ocurrencia de neuropatologías pueden demostrar resultados positivos. No obstante,

en muchos casos, este tipo de trabajo no considera aspectos individuales y otras co-variables, o incluso el nivel promedio de flúor contenido en las aguas.

Las investigaciones de laboratorio con animales también mostraron las propiedades negativas del flúor. No obstante, utilizan dosis mucho más elevadas de lo que se establece para el agua de consumo, no sirviendo como prueba de nocividad de la fluoración, pero comprobando que el flúor es tóxico y peligroso si no fuera usado con la debida precaución. Para Cohen y Locker<sup>61</sup>, no parece haber salida para ese dilema moral, incluso si la medida estuviese libre de cualquier riesgo, pues aun así estaría violando el principio de autonomía. No existiendo una solución en la perspectiva ética, las decisiones sobre la fluoración deben ser tomadas en el plano político, que va a atender a ciertos intereses y contrariar otros, interconectando directamente salud pública y valores democráticos<sup>37</sup>.

En 2004, el gobierno brasilero rechazó un proyecto de ley que procuraba suspender la fluoración de las aguas en el país<sup>32</sup>. El método alcanza a gran parte de la población, siendo extremadamente importante principalmente en regiones donde los habitantes tienen poco acceso a otros métodos preventivos.

Los efectos de los cuadros de fluorosis leve, casi imperceptibles estéticamente, pueden ser considerados menos graves que el dolor y el sufrimiento generado por la carie dental. La medida exige análisis periódicos de las aguas para la medición del ion, lo que puede ser problemático, dado que no todos los municipios brasileros tienen los recursos para eso, exigiendo un mayor compromiso intersectorial para su resolución.

La fluoración del abastecimiento público de agua es un método seguro, eficaz y barato, que viene ayudando a la humanidad a controlar y prevenir las caries. El flúor es tóxico en ciertas concentraciones, causando diversas complicaciones y hasta incluso la muerte en casos de intoxicación aguda. Sin embargo, los niveles recomendados para la fluoración de las aguas son muy bajos, no exponiendo a la población a sus efectos tóxicos, a excepción de la fluorosis dental, en algunos casos, que generalmente tiene lugar en su categoría leve.

## Referências

1. Lima FG, Lund RG, Justino LM, Demarco FF, Del Pino FAB, Ferreira R. Vinte e quatro meses de heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento público de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2004;20(2):422-9.
2. Newbrun E. Effectiveness of water fluoridation. *J Public Health Dent*. 1989;49(5 Spec):279-89.
3. Ripa LW. A half-century of community water fluoridation in the United States: review and commentary. *J Public Health Dent*. 1993;53(1):17-44.

4. Horowitz HS. The effectiveness of community water fluoridation in the United States. *J Public Health Dent.* 1996;56(5 Spec):253-8.
5. Locker D. Benefits and risks of water fluoridation: an update of the 1996 Federal-Provincial Sub-Committee Report [Internet]. Toronto: Ontario Ministry of Health and Long-Term Care; 1999 [acesso 6 abr 2010]. Disponível: <http://bit.ly/2pmhE6p>
6. Narvai PC. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. *Ciênc Saúde Coletiva.* 2000;5(2):381-92.
7. Cury JA, Tenuta LM, Ribeiro CC, Paes Leme AF. The importance of fluoride dentifrices to the current dental caries prevalence in Brazil. *Braz Dent J.* 2004;15(3):167-74.
8. Centers for Disease Control and Prevention. Achievements in public health, 1900-1999: fluoridation of drinking water to prevent dental caries. *MMWR.* 1999;48(41):933-40.
9. Zimmer S, Jahn KR, Barthel CR. Recommendations for the use of fluoride in caries prevention. *Oral Health Prev Dent.* 2003;1(1):45-51.
10. Chaves MM. *Odontologia social.* 2ª ed. Rio de Janeiro: Labor; 1977.
11. Viegas AR. Fluoretação da água de abastecimento público. *Rev Bras Med.* 1989;46(6):209-16.
12. Featherstone JD. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1999;27(1):31-40.
13. Cury JA. Flúor: dos 8 aos 80? In: Bottino MA, Feller C, organizadores. *Atualização na clínica odontológica.* São Paulo: Artes Médicas; 1992. p. 375-82.
14. Vertuan V. Redução de cáries com água fluoretada. *Rev Gauch Odontol.* 1986;34(6):469-71.
15. Oliveira CMB, Assis D, Ferreira EF. Avaliação da fluoretação da água de abastecimento público de Belo Horizonte, MG, após 18 anos. *Rev C R O Minas Gerais.* 1995;1(2):62-6.
16. Brunelle JA, Carlos JP. Recent trends in dental caries in U.S. children and the effect of water fluoridation. *J Dent Res.* 1990;69:723-7.
17. Barros ERC, Tovo MF, Scapini C. Resultados da fluoretação da água. *Rev Gauch Odontol.* 1993;41(5):303-8.
18. Ramires I, Buzalaf MAR. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária: cinquenta anos no Brasil. *Ciênc Saúde Coletiva.* 2007;12(4):1057-65.
19. Maia LC, Valença AMG, Soares EL, Cury JA. Controle operacional da fluoretação da água de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saúde Pública.* 2003;19(1):61-7.
20. Brothwell DJ, Limeback H. Fluorosis risk in grade 2 students residing in a rural area with widely varying natural fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1999;27(2):130-6.
21. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de fluoretação da água para consumo humano.* Brasília: Funasa; 2012.
22. Fejerskov O, Baelum V, Manji F, Moller IJ. *Fluorose dentária: um manual para profissionais da saúde.* São Paulo: Santos; 1994.
23. Cangussu MCT, Narvai PC, Fernandez RC, Djehizian V. A fluorose dentária no Brasil: uma revisão crítica. *Cad Saúde Pública.* 2002;18(1):7-15.
24. Harinarayan CV, Kochupillai N, Madhu SV, Gupta N, Meunier PJ. Fluorotoxic metabolic bone disease: an osteo-renal syndrome caused by excess fluoride ingestion in the tropics. *Bone.* 2006;39(4):907-14.
25. Spittle B. Psychopharmacology of fluoride: a review. *Int Clin Psychopharmacol.* 1994;9(2):79-82.
26. Brasil. Lei nº 6.050, de 24 de maio de 1974. Dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento quando existir estação de tratamento [Internet]. [acesso 6 abr 2010]. Disponível: <http://bit.ly/2phxYSW>
27. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade [Internet]. [acesso 6 abr 2010]. Seção 1. Disponível: <http://bit.ly/1UcK3Um>
28. Clotet J. Por que bioética? *Bioética.* 1993;1(1):13-9.
29. Reich WT, editor. *Encyclopedia of bioethics.* New York: The Free Press; 1978. vol I, p. 19.
30. Podgorny PC, McLaren L. Public perceptions and scientific evidence for perceived harms/risks of community water fluoridation: an examination of online comments pertaining to fluoridation cessation in Calgary in 2011. *Can J Public Health.* 2015;106(6):e413-25.
31. Spittle B. Green light for water fluoridation in New Zealand. *Fluoride.* 2015;48(4):271-3.
32. Narvai PC, Frazão P, Fernandez RAC. Fluoretação da água e democracia. *Saneas.* 2004;2(18):29-33.
33. Brasil. Ministério da Saúde. Diretrizes da Política Nacional de Saúde Bucal [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2004 [acesso 6 abr 2010]. p. 9. Disponível: <http://bit.ly/2cdAF0x>
34. Cesa K, Abegg C, Aerts D. A vigilância da fluoretação de águas nas capitais brasileiras. *Epidemiol Serv Saúde.* 2011;20(4):547-55.
35. Andrade SC. 70 anos de fluoretação da água de abastecimento público requer debate. *Cienc Cult.* 2015;67(2):8-9.
36. Schramm FR, Kottow M. Princípios bioéticos en salud pública: limitaciones y propuestas. *Cad Saúde Pública.* 2001;17(4):949-56.
37. Kalamatianos PA, Narvai PC. Aspectos éticos do uso de produtos fluorados no Brasil: uma visão dos formuladores de políticas públicas de saúde. *Ciênc Saúde Coletiva.* 2006;11(1):63-9.
38. Fortes PAC. Ética, direitos dos usuários e políticas de humanização da atenção à saúde. *Saúde Soc.* 2004;13(3):30-5.
39. Beauchamp TL, Childress JF. *Princípios de ética biomédica.* São Paulo: Loyola; 2002. p. 45.

40. Frazão P. Tecnologias em saúde bucal coletiva. In: Botazzo C, Freitas SFT, coordenadores. Ciências sociais e saúde bucal: questões e perspectivas. São Paulo: Unesp; 1998. p. 159-74.
41. Whitford GM. Acute and chronic fluoride toxicity. *J Dent Res.* 1992;71(5):1249-54.
42. Takase I, Kono K, Tamura A, Nishio H, Dote T, Suzuki K. Fatality due to acute fluoride poisoning in the workplace. *Leg Med.* 2004;6(3):197-200.
43. Gupta R, Kumar AN, Bandhu S, Gupta S. Skeletal fluorosis mimicking seronegative arthritis. *Scand J Rheumatol.* 2007;36(2):154-5.
44. Choi AL, Sun G, Zhang Y, Grandjean P. Developmental fluoride neurotoxicity: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect [Internet].* 2012 [acceso 26 abr 2017];120(10):1362-8. Disponible: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1104912>
45. Szklo M, Nieto FJ. *Epidemiology: beyond the basics.* 2ª ed. Sudbury: Jones and Bartlett; 2007.
46. Rothman JK, Greenland S, Lash TL. *Modern epidemiology.* 3ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
47. Sabour S, Ghorbani Z. Developmental fluoride neurotoxicity: clinical importance versus statistical significance. *Environ Health Perspect.* 2013;121(3):A70.
48. Peckham S, Lowery D, Spencer S. Are fluoride levels in drinking water associated with hypothyroidism prevalence in England? A large observational study of GP practice data and fluoride levels in drinking water. *J Epidemiol Community Health.* 2015;69(7):619-24.
49. Malin AJ, Till C. Exposure to fluoridated water and attention deficit hyperactivity disorder prevalence among children and adolescents in the United States: an ecological association. *Environ Health.* 2015;14:17.
50. Galagan DJ, Vermillion JR. Determining optimum fluoride concentrations. *Public Health Rep.* 1957;72(6):491-3.
51. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal. Consenso técnico sobre classificação de águas de abastecimento público segundo o teor de flúor. São Paulo: Cocol USP; 2011.
52. São Paulo (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. Resolução nº 250, de 15 de agosto de 1995. Define teores de concentração do íon fluoreto nas águas para consumo humano, fornecidas por sistemas públicos de abastecimento [Internet]. [acceso 6 abr 2010]. Disponible: <http://bit.ly/2qa6zFr>
53. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. SB Brasil 2010. Pesquisa Nacional de Saúde Bucal: resultados principais. Brasília: Ministério da Saúde; 2011.
54. World Health Organization. *Oral health surveys: basic methods.* 4ª ed. Geneva: WHO; 1997.
55. United States of America. National Research Council. Fluoride in drinking water: a scientific review of EPA's Standards. Washington: National Academies Press; 2006.
56. Menezes LMB. Flúor e a promoção da saúde bucal. In: Dias AA, organizador. *Saúde bucal coletiva: metodologia de trabalho e práticas.* São Paulo: Santos; 2006. p. 211-30.
57. Fawell J, Bailey K, Chilton J, Dahi E, Fewtrell L, Magara Y, editors. *Fluoride in drinking-water.* London: WHO; 2006.
58. Murray JJ, editor. *Appropriate use of fluorides for human health.* Geneva: WHO; 1986.
59. Cypriano S, Pecharki GD, Sousa MLR, Wada RS. A saúde bucal de escolares residentes em locais com ou sem fluoretação nas águas de abastecimento público na região de Sorocaba, São Paulo, Brasil. *Cad Saúde Pública.* 2003;19(4):1063-71. DOI: 10.1590/S0102-311X2003000400028
60. Frazão P, Peverari AC, Forni TIB, Mota AG, Costa LR. Fluorose dentária: comparação de dois estudos de prevalência. *Cad Saúde Pública.* 2004;20(4):1050-8. DOI: 10.1590/S0102-311X2004000400020
61. Cohen H, Locker D. The science and ethics of water fluoridation. *J Can Dent Assoc.* 2001;67(10):578-80.
62. Paul V, Ekambaram P, Jayakumar AR. Effects of sodium fluoride on locomotor behavior and a few biochemical parameters in rats. *Environ Toxicol Pharmacol.* 1998;6(3):187-91.
63. Collins TF, Sprando RL, Shackelford ME, Black TN, Ames MJ, Welsh JJ *et al.* Developmental toxicity of sodium fluoride in rats. *Food Chem Toxicol.* 1995;33(11):951-60.
64. Trabelsi M, Guermazi F, Zeghal N. Effect of fluoride on thyroid function and cerebellar development in mice. *Fluoride.* 2001;34(3):165-73.
65. Ekambaram P, Paul V. Calcium preventing locomotor behavioral and dental toxicities of fluoride by decreasing serum fluoride level in rats. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2001;9(4):141-6.
66. Mullenix PJ, Denbesten PK, Schunior A, Kernan WJ. Neurotoxicity of sodium fluoride in rats. *Neurotoxicol Teratol.* 1995;17(2):169-77.
67. Peng W, Xu S, Zhang J. Alteration of DNA-Protein crosslinks and DNA damage in mouse F9 embryonic carcinoma cells induced by fluoride. *Fluoride.* 2016;49(2):143-55.
68. Chen J, Chai L, Zhao H, Wu M, Wang H. Effects of fluoride exposure on the growth, metamorphosis, and skeletal development of *Rana chensinensis* and *Rana nigromaculata* larvae. *Fluoride.* 2016;49(2):128-42.

#### Participación de los autores

Luis Felipe Pupim dos Santos realizó la recolección y la interpretación de los estudios utilizados. Cléa Adas Saliba Garbin y Artênio José Isper Garbin fueron co-orientadores y participaron de la revisión crítica del artículo en relación a los principios éticos. Suzely Adas Saliba Moimaz fue co-orientadora y Orlando Saliba fue orientador, participando ambos de la revisión crítica del artículo en relación al tema de la fluoración de las aguas de abastecimiento público.



## Anexo

Estudios realizados con administración de flúor en dosis variadas y sus resultados

Autor/año	Dosis de flúor administrada	Resultados
<b>Paul, Ekambaram, Jayakumar (1998)</b> <sup>62</sup>	20 o 40 mgF/kg en ratas hembras por 60 días	Disminución de dosis dependiente de la actividad motora espontánea; la coordinación motora no presentó alteraciones; perjuicio en la ganancia de peso (dosis dependiente); disminución de la concentración total de proteínas en el plasma, hígado y músculo esquelético; disminución de la actividad de la colinesterasis en sangre, pero la actividad de la acetilcolinesterasis en el sistema nervioso permaneció normal
<b>Collins e colaboradores (1995)</b> <sup>63</sup>	10 a 250 ppm de flúor en ratas hembras para evaluación del desarrollo fetal hasta el 20º día de gestación	No hubo diferencias en relación al grupo control; os grupos que consumieron 250 ppm de flúor presentaron disminución en la ingesta de comida y agua; el flúor no presentó teratogenicidad
<b>Trabelsi, Guerhazi, Zeghal (2001)</b> <sup>64</sup>	500 mgF/L en el agua de beber de ratas hembras a partir del 15º día de gestación hasta el nacimiento. El objetivo fue evaluar la posible influencia del flúor en el desarrollo y el funcionamiento de la glándula tiroides de los hijos, que continuaron recibiendo el tratamiento hasta el 14º día de vida	Los animales que recibieron NaF presentaron una disminución del 75% del hormônio T4 (tiroxina) libre en el plasma; el flúor fue capaz de causar una fuerte reducción en la hormona tiroxina, y eso podría estar relacionado con las alteraciones histológicas y la apoptosis observadas en el cerebelo de esos animales
<b>Ekambaram, Paul (2001)</b> <sup>65</sup>	500 ppm en el agua. Ratas hembras adultas Wistar fueron tratadas durante 60 días	Los animales tratados con NaF presentaron aumento de la concentración del compuesto en el plasma, disminución de ingesta de comida con consecuente reducción en la ganancia de peso corporal, perjuicio en la actividad motora exploratoria y la coordinación motora, lesiones dentales, inhibición de la actividad de la colinesterasis total en sangre y acetilcolinesterasis cerebral e hipocalcemia
<b>Mullenix e colaboradores (1995)</b> <sup>66</sup>	75 a 125 ppm de flúor por seis semanas en ratones	Luego de un intervalo de tres semanas, presentaron niveles plasmáticos de 0,059 a 0,640 ppm de flúor, similares a los relatados en humanos expuestos a 5-10 ppm de flúor. Los animales tratados con concentraciones más elevadas de NaF también presentaron ruptura del patrón comportamental cuando fueron expuestos a un nuevo ambiente
<b>Peng, Xu, Zhang (2016)</b> <sup>67</sup>	50, 100 y 150 mgF/L en células de carcinoma embrionario de ratones	Reducción de la viabilidad de células y daños al ADN
<b>Chen e colaboradores (2016)</b> <sup>68</sup>	50 mgF/L administrados en diferentes especies de ranas para evaluar efecto del flúor sobre crecimiento, metamorfosis y desarrollo esquelético	El flúor causó aumento de la mortalidad, inhibición de la metamorfosis y atraso en el desarrollo esquelético