

ARTIGO ORIGINAL

Unhas das mãos como biomarcador para fluorose dentária

Fingernails as a biomarker for dental fluorosis



Lilian Rigo¹, Graziela Oro Cericato¹, Clarice Sagin Sabadin¹, Caroline Solda², Débora Nunes Mário¹, Marília Afonso Rabelo Buzalaf³

¹Professor, Department of Dentistry, Faculdade Meridional/IMED, Passo Fundo (RS), Brazil

²Lutheran University of Brazil, Canoas (RS), Brazil

³Professor, Department of Dentistry, School of Dentistry of Bauru (FOB/Bauru), Bauru (SP), Brazil

Autor correspondente:

lilianrigo@imed.edu.br

Manuscrito recebido: Junho 2017

Manuscrito aceito: Novembro 2017

Versão online: Março 2018

Resumo

Introdução: Os biomarcadores indicam níveis de determinado agente químico no meio estudado, os quais podem ser úteis ao monitoramento do estado de saúde podendo as unhas serem importantes indicadores de flúor.

Objetivo: Avaliar a concentração de flúor nas unhas das mãos de crianças como biomarcador de exposição ao flúor.

Método: Foram selecionadas 20 escolares, com idade entre 4 e 5 anos. As unhas foram cortadas aos 15 e 45 dias (duas coletas) e a concentração de flúor nas unhas foi analisada com o eletrodo íon específica (Orion 9409), após difusão facilitada por HDMS.

Resultados: A média total de flúor das amostras foi de 3,68 µg F/g (dp 1,44), variando de 1,39 µg F/g a 7,81 µgF/g. Onze crianças (55%) escovam os dentes três vezes por dia, porém, somente três crianças (15%), engolem dentifrício.

Conclusão: Há uma alta prevalência de exposição ao flúor nas unhas das mãos das crianças investigada com risco de desenvolver fluorose dentária nos dentes permanentes.

Palavras-chave: unhas, intoxicação por flúor, flúor, marcador biológico, fluorose dentária.

Suggested citation: Rigo L, Cericato GO, Sabadin CS, Solda C, Mário DN, Buzalaf MAR. Fingernails as a biomarker for dental fluorosis. *J Hum Growth Dev.* 2018; 28(1):82-88. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.133582>

■ INTRODUÇÃO

A utilização do flúor, quando realizada em níveis considerados ideais, tem demonstrado efeitos positivos para a saúde bucal da população. A fluoretação das águas e o maior acesso a dentifrícios fluoretados foram importantes ações para a melhora considerável na redução do índice de cárie dentária¹. No entanto, sua ingestão em excesso pode acarretar intoxicações agudas e crônicas. Na Odontologia, a principal manifestação clínica decorrente da intoxicação crônica, ocorre devido ao consumo de doses excessivas de flúor durante o período de formação dos dentes, podendo ocasionar o aparecimento de uma anomalia denominada de fluorose dentária².

A fluorose dentária é causada pela exposição do germen dentário durante seu processo de mineralização a altas concentrações do íon F⁻³. A ocorrência e gravidade desta manifestação clínica podem variar entre os diferentes indivíduos e populações, em razão da influência de fatores ambientais e fisiológicos, bem como da quantidade de fluoretos ingeridos e da duração da exposição^{4,5,6}.

Com relação à prevalência de fluorose dentária, dados epidemiológicos no Brasil apontam uma tendência no aumento de prevalência e severidade da fluorose dentária, demonstrada na Pesquisa Nacional de Saúde Bucal de 2010, que identificou 16,7% de casos de fluorose, comparados a 8,57% detectados no ano de 2003⁷. Outros estudos brasileiros também relataram aumento da fluorose dentária, como por exemplo um estudo realizado em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, em um período de 10 anos, que demonstrou um aumento de prevalência de fluorose de 7,7% para 32,6%⁸. Por outro lado, Narvai *et al.*⁹ relataram que a prevalência de fluorose dentária em crianças paulistanas foi estacionária no período de 1998, apresentando uma prevalência de 43,8%, até o ano de 2010, que demonstrou uma prevalência de 38,1%. No município de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, um estudo demonstrou que a prevalência de fluorose em 633

escolares da rede municipal de 12 e 15 a 19 anos de idade foi de 32,8%¹⁰. Posteriormente, outro estudo realizado em uma escola pública deste mesmo município demonstrou uma prevalência de fluorose dentária de 28,9%¹¹.

Aparentemente, doenças como a fluorose e a cárie dentária estão em constante progressão em todas as populações, podendo estar associadas a fatores sociais, econômicos, demográficos entre outros. Entretanto, a fluorose não afeta todas as pessoas que utilizam a água fluoretada e, quando ela afeta, apresenta diferentes níveis de severidade. Assim, a relação entre fatores individuais e contextuais e fluorose dentária ainda não está bem estabelecida na literatura¹².

Os biomarcadores indicam níveis de determinado agente químico no meio estudado, os quais podem ser úteis ao monitoramento do estado de saúde e para determinar a relação dose-resposta¹³. Segundo classificação da OMS, com relação a exposição ao flúor, as unhas são classificadas como marcadores recentes e podem refletir exposições crônicas e sub-crônicas ao flúor. O uso de unhas como indicadores de F é atrativo, uma vez que as amostras podem ser facilmente obtidas¹⁴.

Atualmente, ainda há falta de evidências científicas utilizando as unhas das mãos como amostra. Assim, o estudo tem a intenção de melhorar o entendimento sobre a ingestão do excesso de flúor pelas crianças, observando assim, a importância e relevância da presente pesquisa no município de X.

Levando em consideração que a fluorose dentária tem constituído um problema de saúde pública, torna-se importante a utilização de biomarcadores, auxiliando na compreensão das taxas de exposição ao flúor no período de maturação do esmalte dentário¹⁵.

Assim, o objetivo é avaliar a concentração de flúor nas unhas das mãos de crianças como biomarcador de exposição ao flúor.

■ MÉTODO

Delineamento do estudo

O presente estudo tem o delineamento experimental utilizando para análise laboratorial as unhas das mãos das crianças.

Seleção dos voluntários

De um total de 35 crianças matriculadas em uma Escola Estadual de Educação Infantil localizada no município de X no mês de maio de 2014, foram selecionadas, por conveniência e após o cumprimento dos critérios de inclusão a seguir relacionados, 20 crianças. A seleção da escola foi, da mesma maneira que a amostra, realizada por conveniência, devido a facilidade de acesso.

Como critérios de inclusão, as crianças participantes do estudo deveriam ter 4 ou 5 anos de idade, já que nessa fase estão em formação da amelogenese de alguns dentes permanentes, ser moradoras da cidade de X, ingerir água de abastecimento público do município desde seu nascimento e estar usando dentifrício fluoretado diariamente.

Teste piloto e treinamento dos examinadores

Após a aprovação do CEP/IMED foi realizado o treinamento dos pesquisadores e a validação da coleta de dados a ser utilizada através da realização de um teste piloto com quatro crianças para verificar a metodologia proposta e validar as informações analisadas.

Coleta das unhas e determinação da concentração de fluoretos

A análise da concentração de flúor nas unhas das crianças foi realizada da seguinte forma: os responsáveis pelos escolares foram orientados a deixar as unhas do dedo polegar esquerdo das crianças crescerem por um período de 15 dias para, posteriormente, realizarem a coleta. Após o período de 15 dias, as unhas foram cortadas pelo mesmo pesquisador, utilizando um cortador previamente esterilizado em autoclave, sendo um cortador para cada criança. Trinta dias após a primeira coleta, esse mesmo procedimento foi repetido para a realização da segunda coleta, realizada exatamente da mesma maneira. As unhas coletadas foram acondicionadas em tubos plásticos

estéreis de 1,5 mL.

Após as unhas coletadas foram imersas em detergente especial (Ultramet® Sonic, Buehler) e água destilada e deionizada. Os frascos foram colocados em um aparelho de ultrassom por seis minutos. Em seguida as unhas foram despejadas sobre uma peneira e enxaguadas em água destilada e deionizada, caso alguma sujeira ainda permanecesse. As unhas foram colocadas na tampa do frasco e levadas a estufa por 2 horas a 60° C. Depois de secas, as unhas foram armazenadas em papel alumínio para posterior análise¹⁶.

Para se determinar a microdifusão facilitada por HMDS (hexametildisiloxano), descrita por Taves¹⁷, foram utilizados os seguintes reagentes: NaOH 1,65 N (hidróxido de sódio), CH₃COOH 0, Hac 66N (ácido acético) e HCl 6N/HMDS (ácido clorídrico saturado com hexametildisiloxano).

Em uma placa de Petry foram colocados os fragmentos de unhas previamente pesados, juntamente com 3 mL de água destilada e deionizada. Na tampa plástica que estava no centro da placa, fixada com vaselina, foi adicionado 0,1 mL de NaOH 1,65N. As placas foram fechadas e através do orifício feito nas tampas, 1,0 mL de HCl 6N/HMDS foi adicionado a cada uma das amostras. Os orifícios foram rapidamente fechados com vaselina sólida e filme plástico e as placas foram colocadas em uma

mesa agitadora horizontal para agitação a uma velocidade de 85 rpm, durante a noite (no mínimo 12 horas e, no máximo 15 horas). O fluoreto contido nas amostras reagiu com o HMDS, formando um composto volátil que se difundiu para o NaOH presente na tampa fixada no centro da placa, onde se transformou em trimetilsilanol e fluoreto.

No dia seguinte, as placas foram abertas, a tampa central de cada uma foi removida e levada à estufa a 60° por 2 horas, para que restassem apenas os cristais de NaF. A seguir, adicionou-se 0,4 mL de Hac 0,66 N num tubo de ensaio plástico que foi fechado com tampa contendo o fluoreto da amostra. Inverteu-se o tubo e agitou-se vigorosamente. O Hac dissolveu os cristais de NaF e também deixou a amostra com pH ideal para ser analisada (entre 5 e 5,5). A concentração de fluoreto do tubo foi determinada por eletrodo específico para fluoreto (Orion 9609), acoplado ao analisador de íons previamente calibrado com padrões contendo 0,01 a 0,08 µg F, preparados nas mesmas condições das amostras. As leituras foram obtidas em mV e transformadas para µg de fluoreto usando o programa Excel (Microsoft). A concentração de F- nas amostras de unha (µg F/g) foi obtida dividindo-se µg F encontrado pelo peso das unhas.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Meridional (CEP/IMED) sob número de Protocolo 017/2011.

RESULTADOS

Para a análise dos dados foi realizada uma estatística descritiva com os dados das variáveis demográficas das crianças e da variável concentração de flúor nas unhas, sendo apresentadas na Tabela 1.

Das 20 crianças da amostra, 55% são do gênero masculino e as outras do sexo feminino. Metade delas (50%), tinha 4 anos e outra metade tinha 5 anos de idade.

Onze crianças (55%) escovam os dentes três vezes por dia. Porém, somente três crianças (15%), engoliam dentifício.

A concentração de flúor nas unhas das crianças foi categorizada em quatro grupos, segundo a distribuição das frequências: de 1,39 a 2,62 µg F/g (20%), de 3,03-3,47 µg F/g (35%), de 3,97-3,99 µg F/g (20%) e de 4,71-7,81 µg F/g (25%).

Tabela 1: Análise descritiva das variáveis demográficas das crianças e da amostra de concentração de flúor nas unhas das mãos, Passo Fundo- Rio Grande do Sul, 2014

Variáveis	n (20)	% (100)
Sexo		
Feminino	9	45
Masculino	11	55
Idade		
4 anos	10	50
5 anos	10	50
Frequencia de escovação diária		
1 a 2 vezes	9	45
3 vezes	11	55
Engole dentifício		
Sim	3	15
Não	17	85
Concentração de Flúor nas unhas		
1,39-2,62 µg F/g	4	20
3,03-3,47 µg F/g	7	35
3,97-3,99 µg F/g	4	20
4,71-7,81 µg F/g	5	25

A média total de concentração de flúor nas unhas de todas as amostras nas duas coletas foi de 3,68 $\mu\text{g F/g}$ (dp

1,44), variando entre 1,39 $\mu\text{g F/g}$ a 7,81 $\mu\text{g F/g}$ (Figura 1)

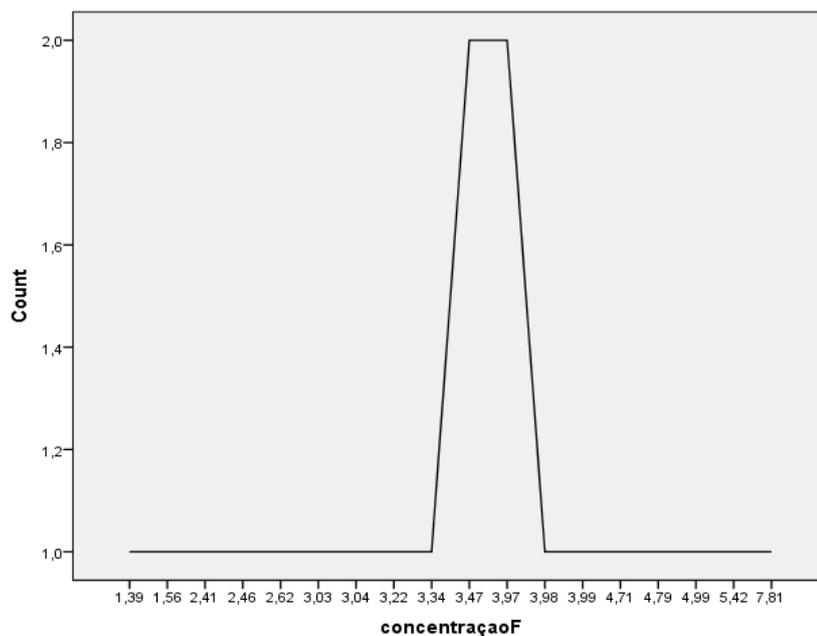


Figura 1: Média da concentração de Flúor das unhas das crianças após as coletas, Passo Fundo- Rio Grande do Sul, 2014

DISCUSSÃO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a concentração de flúor nas unhas das mãos de crianças como biomarcador de exposição ao flúor. Considerando as unhas das mãos como biomarcadores recentes de exposição ao flúor que podem refletir exposições crônicas e sub-crônicas de flúor¹⁴, nas idades das crianças envolvidas na amostra desse estudo, pode-se esperar o risco de desenvolvimento de fluorose dentária nos dentes permanentes da amostra estudada, visto que as médias de concentrações de flúor nas unhas das crianças foi alta.

Estudos recentes têm demonstrado que os biomarcadores de flúor podem ser utilizados na identificação do percentual de flúor corporal, sendo que os biomarcadores recentes mais estudados são unhas e cabelos, ambos obtidos de maneira não invasiva^{15,20,21}. As unhas, no entanto, têm ganhado maior destaque de estudo. A literatura demonstra correlações positivas e significativas entre a média das concentrações de flúor de unha e consumo estimado de flúor a partir da dieta ($r=0,57$), em estudo realizado em duas cidades brasileiras (Bauru, SP e Itápolis, SP)¹⁶. Ainda, outros fatores, como a concentração de flúor na água, a idade, o sexo e a área geográfica, são citados como fatores que podem influenciar na concentração de F nas unhas das mãos e dos pés¹⁴.

Evidências anteriores, apresentadas em alguns estudos científicos publicados a partir de levantamentos epidemiológicos de prevalência de fluorose dentária demonstram altos índices de fluorose dentária nas crianças e nos jovens residentes no município estudado^{18,19,20}. Os resultados evidenciaram para uma alta prevalência de fluorose (25% a 30%) nas diversas faixas etárias. Os autores concluíram que a água da torneira, há muitos anos com incorporação de flúor artificial, ingerida pelos jovens foi um dos fatores associados à fluorose dentária no

modelo testado no estudo¹⁹. Porém, apesar da prevalência, a severidade é baixa, isto é, graus leve e muito leve^{18,10,11}.

Outra pesquisa que teve como objetivo verificar a concentração de flúor nas águas do município de Passo Fundo realizada no ano de 2016, concluiu que nenhuma das amostras esteve acima da concentração aceitável (0,6 a 0,9mg/L) e que os níveis de concentração de flúor na água, conforme os bairros e a temperatura do ano não apresentaram uniformidade nas concentrações das amostras¹⁹. Contudo, se tem conhecimento do acúmulo de flúor nas dosagens de fluoretos dos dentífricos, nos alimentos e bebidas industrializados, levando a um efeito somatório para a causa da fluorose¹⁹.

Entre as limitações da técnica utilizando as unhas das mãos como biomarcadores para fluorose, a literatura cita os cuidados com a contaminação externa e o estabelecimento de valores de referência para utilização como preditores de fluorose¹⁵. Assim, em 2012, Buzalaf *et al.*¹⁵, sugeriram que esse valor seria 2 $\mu\text{g F/g}$, ao realizar um estudo em crianças brasileiras de 2-7 anos. No mesmo estudo, os autores demonstraram que crianças com fluorose possuíam concentrações de fluoreto nas unhas significativamente mais elevada do que aqueles sem fluorose e que as concentrações tendem a aumentar com a gravidade de fluorose. Nesse contexto, os valores médios encontrados na amostra do presente estudo indicariam uma alta concentração de flúor nas unhas (média de 3,68 $\mu\text{g F/g}$), com risco de desenvolver fluorose dentária.

Importante salientar que as unhas das mãos normalmente apresentam concentrações maiores de flúor do que os demais biomarcadores^{4,16,22}, sendo atribuído a um maior fornecimento de sangue nessa região ou uma maior velocidade de crescimento dessas unhas²⁰. Sendo assim, é importante desenvolver trabalhos que possam esclarecer

a associação entre a concentração de flúor nas unhas com a ocorrência de fluorose dentária e demais fatores associados²³, bem como a possibilidade de corroborar os presentes resultados com outros biomarcadores, como as unhas dos pés, especialmente as do polegar e a urina²⁴. Autores, no entanto, demonstraram que os coeficientes de correlação entre fluoreto total nas unhas das mãos e dos pés foram ligeiramente maiores do que o coeficiente entre o total de ingestão de flúor e fluoreto encontrado na urina, confirmando a hipótese de que as unhas podem ser ligeiramente melhores indicadores de ingestão de flúor a nível individual²⁴.

Há algumas limitações no estudo, como o desenho descritivo, que não permite determinar uma causalidade entre algumas variáveis investigadas e o resultado; no entanto, o uso de dados coletados em estudos anteriores no município dá força aos resultados encontrados nesta pesquisa. Além disso, pelo fato da amostra ter sido por conveniência, deve-se ter cautela ao tentar generalizar estes resultados para populações maiores.

As contribuições do presente estudo no campo da Saúde Coletiva são importantes, pois, pode-se evitar uma doença prevalente na população, a fluorose dentária. O estudo servirá de base para avaliação da situação atual e para o monitoramento dos indicadores de fluorose dentária nos dentes permanentes dos adolescentes. Além disso, será possível avaliar o impacto das possíveis mudanças, que devem ser alcançadas a partir do desenvolvimento de medidas preventivas, educacionais e de promoção de saúde bucal na população.

■ CONCLUSÃO

Verifica-se que os valores médios da concentração de flúor apresentam alta concentração de exposição ao flúor, o que pode ser um risco de desenvolver fluorose dentária.

■ REFERÊNCIAS

1. Carey CM. Focus on fluorides: update on the use of fluoride for the prevention of dental caries. *J Evid Based Dent Pract.* 2014;14(Suppl:95-102). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jebdp.2014.02.004>
2. Dean HT. Classification of mottled enamel diagnosis. *J Amer Dent Assoc.* 1934;21(8):1421-6. DOI: <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1934.0220>
3. Moseley R, Waddington RJ, Sloan AJ, Smith AJ, Hall RC, Embery G. The influence of fluoride exposure on dentin mineralization using an in vitro organ culture model. *Calcif Tissue Int.* 2003;73(5):470-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00223-003-0022-8>
4. Carvalho RB, Medeiros UV, Santos KT, Pacheco Filho AC. Influence of different concentrations of fluoride in the water on epidemiologic indicators of oral health/disease. *Cienc Saude Coletiva.* 2011;16(8):3509-18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232011000900019>
5. Buzalaf MA, Pessan JP, Alves KM. Influence of growth rate and length on fluoride detection in human nails. *Caries Res.* 2006;40(3):231-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000092231>
6. Khairnar MR, Dodamani AS, Jadhav HC, Naik RG, Deshmukh MA. Mitigation of Fluorosis – A review. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(6):ZE05-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.7860/JCDR/2015/13261.6085>
7. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Projeto SB Brasil 2010: Condições de saúde bucal da população brasileira 2009-2010: resultados principais. Brasília: Ministério da Saúde; 2011.
8. Maltz M, Silva BB, Schaeffer A, Farias C. Prevalência de fluorose em duas cidades brasileiras, uma com água artificialmente fluoretada e outra com baixo teor de flúor, em 1987 e 1997/98. *Rev Fac Odontol Porto Alegre.* 2000;41(2):51-5.

Sendo assim, os resultados encontrados a partir da metodologia desta pesquisa são inovadores na região e mesmo no país, observando a escassez de trabalhos nesse tema.

Entretanto, serão necessárias evidências científicas de longo prazo que corroborem os resultados deste estudo para, posteriormente ser possível avaliar o real impacto das ações realizadas e as mudanças dos indicadores epidemiológicos de fluorose dental, no nível local ou nacional.

Convém ressaltar que os biomarcadores de flúor tem fundamental importância para investigação dos diferentes níveis de fluoretação das águas nas diferentes regiões do país, bem como para o controle de exposição ao flúor. Assim, independentemente deste estudo ter utilizado uma amostra restrita a uma localização geográfica específica e ter trabalhado somente com as unhas das mãos, os resultados encontrados permitem afirmar que há a necessidade de implementação de medidas de controle para reduzir o nível de ingestão de flúor por crianças que residem na localidade avaliada, uma vez que a quantidade de flúor encontrada nas unhas das crianças teve uma média alta.

Essas ações deveriam incluir o heterocontrole de flúor na água de abastecimento público local, visto que o município não possui, bem como programas de educação e monitoramento da efetividade de escovação realizada pelas crianças, incluindo o monitoramento da quantidade de dentífrício utilizado durante a escovação^{25, 26, 27}.

Sendo assim, as unhas podem ser consideradas um marcador biológico de exposição ao flúor.

9. Narvai PC, Antunes JLF, Frias AC, Soares MC, Marques RAA, Teixeira DSC, et al. Fluorose dentária em crianças de São Paulo, SP, 1998-2010. *Rev Saúde Pública*. 2013;47(Supl.3):148-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-8910.2013047004715>
10. Rigo L, Caldas Junior AF, Souza EHA. Factors associated with dental fluorosis. *Rev Odonto Ciênc*. 2010;25(1):8-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1980-65232010000100003>
11. Rigo L, Sabadin CS, Wietholter P, Solda C, Flores R. Prevalência de fluorose dentária em crianças de uma escola municipal de Passo Fundo/RS. *Full Dentistry Sci*. 2014;5(19):472-6.
12. Jordão LMR, Vasconcelos DN, Moreira RS, Freire MCM. Dental fluorosis: prevalence and associated factors in 12-year-old schoolchildren in Goiânia, Goiás. *Rev Bras Epidemiol*. 2015; 18(3):568-77. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-5497201500030004>
13. Amorim LCA. Os biomarcadores e sua aplicação na avaliação da exposição aos agentes químicos ambientais. *Rev Bras Epidemiol*. 2003;6(2):158-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2003000200009>
14. Fukushima R, Rigolizzo DS, Maia LP, Sampaio FC, Lauris JR, Buzalaf MA. Environmental and individual factors associated with nail fluoride concentration. *Caries Res*. 2009;43(2):147-54. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000211718>
15. Buzalaf MA, Massaro CS, Rodrigues MH, Fukushima R, Pessan JP, Whitford GM, et al. Validation of fingernail fluoride concentration as a predictor of risk for dental fluorosis. *Caries Res*. 2012;46(4):394-400. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000339088>
16. Levy FM, Bastos JR, Buzalaf MA. Nails as biomarkers of fluoride in children of fluoridated communities. *J Dent Child*. 2004;71(2):121-5.
17. Taves DR. Separation of fluoride by rapid diffusion using hexamethyldisiloxane. *Talanta*. 1968; 15(9):969-74.
18. Rigo L, Caldas-Junior AF, Souza EA, Abegg C, Lodi L. Estudo sobre a fluorose dentária num município do sul do Brasil. *Cien Saude Colet*. 2010;15(Supl.1):1439-48. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232010000700055>
19. Brito CS, Garbin RR, Mussi A, Rigo L. Vigilância da concentração de flúor nas águas de abastecimento público na cidade de Passo Fundo - RS. *Cad Saúde Coletiva*. 2016;24(4):452-9. DOI: [10.1590/1414-462X201600040240](http://dx.doi.org/10.1590/1414-462X201600040240)
20. Lima-Arsati YBO, Martins CC, Rocha LA, Cury JA. Fingernail may not be a reliable biomarker of fluoride body burden from dentifrice. *Braz Dent J*. 2010;21(2):91-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-64402010000200001>
21. Pessan JP, Buzalaf MR. Historical and recent biological markers of exposure to fluoride. *Monogr Oral Sci*. 2011;22:52-65. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000325145>
22. Whitford GM, Sampaio FC, Arneberg P, von der Fehr FR. Fingernail fluoride: a method for monitoring fluoride exposure. *Caries Res*. 1999;33(6):462-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000016552>
23. Amaral JG, Freire IR, Valle-Neto EFR, Cunha RF, Martinhon CCR, Delbem ACB. Longitudinal evaluation of fluoride levels in nails of 18–30-month-old children that were using toothpastes with 500 and 1100 µg F/g. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2014;42(5):412-9.
24. Buzalaf MA, Rodrigues MH, Pessan JP, Leite AL, Arana A, Villena RS, et al. Biomarkers of fluoride in children exposed to different sources of systemic fluoride. *J Dent Res*. 2011;90(2):215-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0022034510385937>
25. Villena RS. An investigation of the transverse technique of dentifrice application to reduce the amount of fluoride dentifrice for young children. *Pediatr Dent*. 2000;22(4):312-7.
26. Vilhena FV, Silva HM, Peres S, Carvalho SH, Caldana ML, Buzalaf MAR. The drop technique: a method to control the amount of fluoride dentifrice used by young children. *Oral Health Prev Dent*. 2008 6(1):61-5.
27. Cury JA, Caldarelli PG, Tenuta LMA. Necessity to review the Brazilian regulation about fluoride toothpastes. *Rev Saude Publica*. 2015;49:1-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049005768>

Abstract

Introduction: Biomarkers indicate levels of a particular chemical agent in the environment studied, which may be useful for monitoring health status, and nails may be major indicators of fluoride.

Objective: To evaluate fluoride concentration in the fingernails of children as a biomarker for fluoride exposure.

Methods: Twenty students were selected, aged 4-5 years old. Their nails were cut at 15 and 45 days (two collections), and the fluoride concentration in the nails was analyzed with the ion-specific electrode (Orion 9409) after rapid diffusion with HDMS.

Results: The total fluoride mean of the samples was 3.68 $\mu\text{g F/g}$ (sd 1.44), ranging from 1.39 $\mu\text{g F/g}$ to 7.81 $\mu\text{g F/g}$. Eleven children (55%) brush their teeth three times a day, but only three children (15%) swallow toothpaste.

Conclusion: There is a high prevalence of fluoride exposure in the fingernails of the children studied, presenting risk of developing dental fluorosis in permanent teeth.

Keywords: nails, fluoride poisoning, fluoride, biological marker, dental tooth fluorosis.

©The authors (2018), this article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.