

## EVALUACIÓN DE LA DUREZA DEL ESMALTE EN DIENTES DECIDUOS

## ASSESSMENT OF THE ENAMEL HARDNESS IN DECIDUOUS TEETH

Bertha Chávez González<sup>1</sup>, Izabel Santos Almeida<sup>2</sup>, Roldão Urzedo Queiroz<sup>3</sup>

## RESUMEN

**Objetivo.** Evaluar la dureza del esmalte de molares deciduos sanos. **Material y método.** 23 molares deciduos fueron evaluados utilizando el indicador de microdureza de Vickers, con una carga ajustada a 160 gm durante 15 segundos. **Resultados.** Después de realizar cuatro indentaciones en cada bloque de esmalte se encontró un valor medio de la dureza equivalente a 330,29 Hv (D.E = 39,61). Cabe señalar que fueron encontrados valores de dureza baja en siete bloques al ser evaluados por Microscopio Electrónico de Barrido (M.E.B). **Conclusiones.** Se determinó que los valores corresponden a la dentina, la cual fue expuesta por el desgaste excesivo en el pulido previo al análisis de la dureza. Por esta razón el artículo destaca la importancia de poner atención durante los procedimientos anteriores a la preparación de las muestras, ya que los errores en este paso afectan los valores finales de la dureza.

**Palabras clave:** dureza, esmalte dental, diente primario, diente molar. (fuente: DeCS BIREME)

## ABSTRACT

**Objective.** To assess the hardness of the enamel of healthy deciduous molars. **Material and method.** 23 deciduous molars were evaluated using the Vickers microhardness indicators, with a load set to 160 gm for 15 seconds. **Results.** After making four indentations in each block of enamel, an average value of Hv hardness equivalent to 330.29 (sd = 39.61) was found. It should be noted that low hardness values were found in seven blocks, which were evaluated by Scanning Electron Microscope (SEM). **Conclusions.** It was determined that the values corresponded to the dentin, which was exposed by excessive wear on the prior polished to the analysis of the hardness. For this reason the paper emphasizes the importance of paying attention during the proceedings before the sample preparation, since errors in this step affect the final values of hardness.

**Keywords:** hardness, dental enamel, tooth, deciduous, molar. (source: MeSH NLM)

<sup>1</sup> Magíster en Odontopediatría de la Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil.

<sup>2</sup> Profesora Coordinadora del Curso de Postgrado de Odontología de la Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil.

<sup>3</sup> Profesor del Departamento de Química de la Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil.

## Correspondencia:

Angélica Chávez

Correo electrónico: angelicachavez2008@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

La dureza es considerada como una propiedad fisiológica esencial del esmalte, resultado de la interacción de numerosas propiedades como resistencia, ductilidad, maleabilidad y resistencia a la abrasión y al corte<sup>1,2</sup>.

El contenido de minerales y la ultraestructura del esmalte contribuyen esencialmente a su dureza debido a la fase inorgánica del esmalte maduro, que es el 95% del peso total, pero existe la dificultad en su evaluación debido a la mecánica anisotrópica del tejido<sup>2</sup>.

Una mayor concentración de elementos minerales en el esmalte en comparación a la dentina, refleja mayor dureza observándose insignificantes los cambios dimensionales<sup>4</sup>. Por lo tanto, la mayoría de las pruebas de dureza se realizan en el esmalte, ya que en la dentina su uso es limitado debido a los numerosos problemas causados por la relajación de su estructura, lo que altera las indentaciones<sup>4,5</sup>.

En el esmalte sano, los valores de dureza, de contenido mineral y densidad, disminuyen gradualmente de la superficie en dirección al límite amelodentinario, lo que sugiere que la dureza mantiene una relación con el contenido mineral del esmalte sano y la profundidad de la superficie del esmalte<sup>6</sup>; sin embargo; la dureza del esmalte interno es comparable a su dureza superficial<sup>7</sup>.

Hay varios tipos de pruebas para determinar la dureza, todas ellas basadas en la capacidad del material para resistir la penetración de una punta de diamante con una carga específica y un tiempo predeterminado<sup>8</sup>. Estas pruebas son a menudo llamadas “pruebas de microdureza”, aunque el término más exacto es prueba de dureza de micro indentación, debido a las bajas cargas que los indentadores transportan<sup>9</sup>. Las pruebas de dureza pueden ser de macro y micro indentación. Las micro indentaciones (Vickers y Knoop) son adecuadas para medir la dureza de la estructura del diente por su capacidad para medir la dureza de materiales muy finos y de regiones pequeñas así como de los materiales

friables. La punta de estos indentadores produce una depresión cuadrada, cuya extensión se mide en micras al microscopio y se convierte en unidades de Vickers o Knoop y el valor resultante es inversamente proporcional a la dureza de la estructura<sup>1,4</sup>.

La evaluación de la dureza superficial de micro indentación se considera un método que mide los cambios en la resistencia de la superficie de los tejidos duros del diente sensible para detectar las fases de desmineralización y remineralización (DES-RE), además de representar una evaluación indirecta de los intercambios minerales y de ser el método menos variable y menos susceptible a los errores operacionales<sup>10,11</sup>, capaz de medir pequeñas regiones<sup>8</sup>, así como permitir la reutilización de las muestras, debido a su característica de no invasividad<sup>12</sup>.

La medición de la dureza de la superficie es un método cualitativo que sólo indica los cambios groseros y no las pequeñas diferencias en el contenido orgánico y mineral<sup>13</sup>. Sin embargo, para cuantificar y evaluar los valores de estos intercambios minerales, se debe utilizar la micro radiografía transversal. La desventaja de este método es que no permite la reutilización de las muestras<sup>5</sup>.

Mederith et al (1996) destacaron que existen algunas limitaciones en la medición de las propiedades mecánicas del esmalte y la dentina debido a la complejidad de sus estructuras. Son difíciles de calcular los valores de dureza debido a los daños que pueden sufrir las superficies y subsuperficies durante los procedimientos previos. Este autor también recomienda que se mantenga el ángulo, la intensidad de la luz y el foco del microscopio, y que la misma persona realice todas las mediciones. En este sentido, Phillips et al (1948) destacan la importancia de utilizar superficies bien pulidas y planas para evaluar la dureza de las superficies ya que las áreas curvas o rajadas impiden una adecuada medición.

## MATERIAL Y MÉTODO

Inicialmente se evaluó 65 molares deciduos en relación a la morfología de su superficie, después de la limpieza fueron observados a través de un esteroscopio marca DF Vasconcellos MU-M9 de 20X ocular, con el objetivo de seleccionar los dientes con superficies sanas, siendo 42 dientes excluidos porque presentaban manchas blancas,

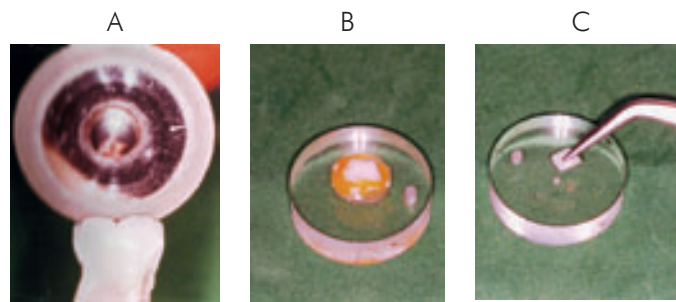
grietas y / o otros defectos estructurales. Los 23 dientes restantes fueron cortados con un disco de diamante de la marca Intensiv, modelo 273D, realizando con cuidado un corte en forma paralela a la superficie escogida. Los bordes fueron regularizados con una punta de diamante cilíndrica de alta velocidad. Después los bloques del esmalte fueron fijados con cera pegajosa en las bases de resina acrílica de modo que la superficie externa del esmalte quedaba expuesta (Figura 1). Estas bases de acrílico se identificaron correctamente con números y letras "a", "b" y "c" correspondientes a cada superficie dental, obteniendo un total de 59 bloques de esmalte.

Después de que los bloques de esmalte fueron pulidos con una lijadora mecánica automática con lijas de agua N°400, 600 y 1200, se procedió al acabado utilizándose un disco de paño humedecido con una pasta de aluminio de 1 micra de granulación en una pulidora marca Arotec APL modelo 4, siempre con refrigeración.

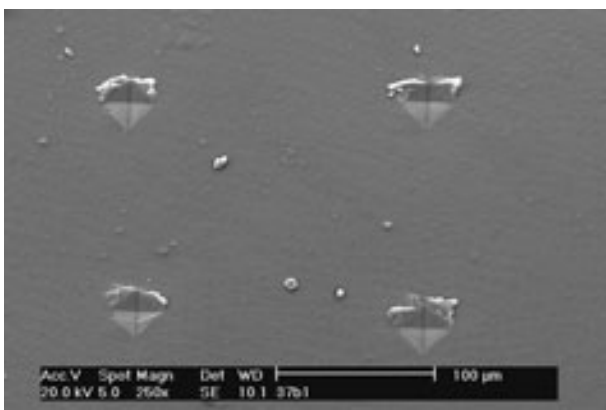
Después de los procedimientos de acabado y pulido, los bloques del esmalte se lavaron cuidadosamente con chorros de agua destilada para eliminar los residuos dentarios de material abrasivo; inmediatamente fueron almacenados en recipientes de plástico cerrados, protegidos por pañuelos humedecidos con agua destilada con el fin de reducir los riesgos de desecamiento y deshidratación. Posteriormente se realizó el análisis de la dureza, utilizando el micro durómetro de marca Carl Zeiss Jena, modelo MPH-160, previamente calibrado a una carga estática de 160 gramos durante 15 segundos. Cuatro muescas se realizaron en cada bloque y entre ellas se mantuvo una distancia correspondiente igual a dos veces y media su diagonal (Figura 2). Posteriormente, las dos diagonales que dejaba la impresión del diamante en la superficie del esmalte fueron analizadas a través de una lente con un aumento de 25 veces.

## RESULTADOS

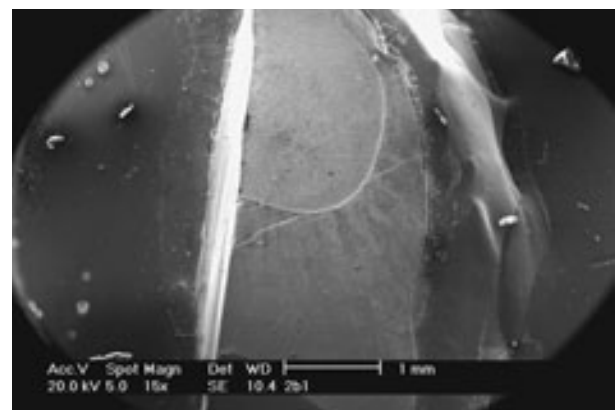
El valor de las indentaciones se muestra en la Tabla 1. La dureza media de 59 bloques de esmalte, correspondientes a 23 de molares deciduos sanos fue 330,29 Hv (DE. = 39,61). El valor máximo encontrado fue 513,25 Hv y el mínimo fue de 265,0 Hv. Vale la pena mencionar que el 47% de los bloques mostraron un patrón de dureza regular, por ese motivo una cuarta indentación no fue realizada en estos bloques (Tabla 1).



**Figura 1.** Secuencia de la preparación de los bloques del esmalte decido. **a:** superficie del esmalte cortada con el disco para conseguir el bloque. **b:** Bloque del esmalte. **c:** Bloque fijado en la base de resina acrílica, con cera pegajosa listo para el acabado y pulido.



**Figura 2.** Vista de indentaciones Vickers en esmalte del bloque 37b 1 después de la prueba de dureza.



**Figura 3.** Microfotografía del bloque 2 b1 en un aumento de 15x donde se observa dentina expuesta debido al desgaste excesivo en la preparación de la muestra durante el pulido.

## DISCUSIÓN

El esmalte de los dientes deciduos por tener menos espesor y menos porcentaje de minerales en su constitución, en comparación con las características de los dientes permanentes, se presenta más permeable y menos resistente, por lo que es más susceptible a procesos patológicos como la lesión de caries. La importancia del estudio de la dureza de este tejido se encuentra en que este análisis permite evaluar las pérdidas y las ganancias de los minerales-rem mineralización de los fenómenos y, por consiguiente, el desarrollo de caries<sup>10</sup> permite la reutilización de las muestras.

En relación con la carga de los indentadores, se considera que la dureza depende de la carga utilizada, sobre todo cuando se utilizan cargas bajas, es así que con el incremento de la carga el coeficiente de variación disminuye. Cuando se utiliza una carga muy baja, 25 gramos o menos, la dependencia dureza carga es más pronunciada por el indentador Vickers. Por esta razón,

las cargas de menos de 25 gramos son inadecuadas para el análisis de la mayoría de los materiales y estructuras dentales<sup>9</sup>.

En la literatura revisada se encontró que no existe un estándar en cuanto a las cargas utilizadas<sup>7,13,15,16</sup>, dado que estas variantes pueden influir en los valores finales de la dureza.

Las investigaciones que evalúan la dureza del esmalte son escasas, el número de muestras utilizadas es siempre pequeño, y presentan metodologías variadas en relación a la carga utilizada. En esta investigación se encontró un valor promedio de dureza de molares deciduos sanos de 330.29 Hv (DE = 39,61), un resultado similar al encontrado por Caldwell et al (1957) (357 - 399 Hv); sin embargo, Gouveia 1999 encontró un valor superior a 370,64 Hv para incisivos y Johansson et al (1998) encontraron un valor promedio semejante, aunque algo menor (308,00 Hv).

Durante el análisis de la dureza se observó que existen variaciones en el mismo diente, sin embargo estos cambios no ocurren en un patrón regular. Esta observación coincide con la de Caldwell et al (1957) y Craig y Peyton (1958). Cabe mencionar que siete bloques en este estudio tenían valores bajos, que según la literatura revisada, no corresponden al esmalte dentario. Posteriormente se comprobó mediante Microscopía Electrónica de Barrido que el desgaste

excesivo al momento de pulir hizo que la dentina se esponga (Figura 3).

En conclusión, el valor de la dureza del esmalte de los molares deciduos encontrados en este estudio fue de 330,29 Hv (DE = 39,61) y se observó que durante los procedimientos previos a la preparación de muestras para el análisis de dureza, se puede hacer un desgaste excesivo que compromete el valor final de dureza.

**Tabla 1. Valores de dureza Vickers del esmalte en dientes deciduos.**

|    | Bloque | Muestras |     |     |     | Promedio |                           | Bloque | Muestras |     |     |     | Promedio |
|----|--------|----------|-----|-----|-----|----------|---------------------------|--------|----------|-----|-----|-----|----------|
|    |        | 1        | 2   | 3   | 4   |          |                           |        | 1        | 2   | 3   | 4   |          |
| 1  | 1a     | 310      | 415 | 415 | 415 | 388,75   | 32                        | 15a    | 362      | 362 | 362 | -   | 362,00   |
| 2  | 1b     | 335      | 335 | 310 | 251 | 307,75   | 33                        | 15b    | 382      | 382 | 382 | -   | 382,00   |
| 3  | 1c     | 269      | 269 | 257 | 335 | 282,50   | 34                        | 25a    | 362      | 362 | 362 | -   | 362,00   |
| 4  | 2a     | 269      | 275 | 281 | 275 | 275,00   | 35                        | 25b    | 288      | 318 | 362 | 362 | 332,50   |
| 5  | 2b     | 275      | 263 | 372 | 310 | 305,00   | 36                        | 26a    | 382      | 318 | 382 | 288 | 342,50   |
| 6  | 2c     | 415      | 382 | 382 | 343 | 380,50   | 37                        | 26b    | 335      | 335 | 335 | -   | 335,00   |
| 7  | 3a     | 310      | 310 | 310 | -   | 310,00   | 38                        | 26c    | 393      | 393 | 393 | -   | 393,00   |
| 8  | 3b     | 288      | 266 | 230 | 279 | 265,00   | 39                        | 27a    | 303      | 303 | 303 | -   | 303,00   |
| 9  | 3C     | 382      | 382 | 240 | 326 | 332,50   | 40                        | 27b    | 318      | 318 | 318 | -   | 318,00   |
| 10 | 4a     | 382      | 348 | 372 | 372 | 368,50   | 41                        | 27c    | 310      | 310 | 310 | -   | 310,00   |
| 11 | 4b     | 1115     | 410 | 240 | 288 | 513,25   | 42                        | 28a    | 382      | 382 | 382 | -   | 382,00   |
| 12 | 4c     | 275      | 251 | 288 | 269 | 270,00   | 43                        | 28 b   | 303      | 296 | 303 | 303 | 301,25   |
| 13 | 5a     | 335      | 415 | 372 | 372 | 373,50   | 44                        | 28 c   | 335      | 303 | 303 | 303 | 311,00   |
| 14 | 5b     | 372      | 303 | 353 | 296 | 331,00   | 45                        | 29b    | 335      | 335 | 335 | -   | 335,00   |
| 15 | 5c     | 318      | 275 | 296 | 296 | 296,25   | 46                        | 29c    | 303      | 303 | 303 | -   | 303,00   |
| 16 | 6a     | 393      | 362 | 339 | 362 | 364,00   | 47                        | 33a    | 303      | 303 | 303 | -   | 303,00   |
| 17 | 6b     | 303      | 303 | 303 | -   | 303,00   | 48                        | 33b    | 303      | 303 | 303 | -   | 303,00   |
| 18 | 6c     | 282      | 282 | 335 | 335 | 308,50   | 49                        | 35a    | 326      | 326 | 326 | -   | 326,00   |
| 19 | 7a     | 282      | 282 | 362 | 362 | 322,00   | 50                        | 35b    | 318      | 318 | 318 | -   | 318,00   |
| 20 | 7b     | 326      | 296 | 282 | 326 | 307,50   | 51                        | 35c    | 318      | 318 | 318 | -   | 318,00   |
| 21 | 8a     | 367      | 367 | 282 | 322 | 334,50   | 52                        | 36a    | 335      | 335 | 296 | 296 | 315,50   |
| 22 | 8b     | 240      | 275 | 335 | 318 | 292,00   | 53                        | 36b    | 296      | 326 | 343 | 296 | 315,25   |
| 23 | 9a     | 303      | 362 | 318 | 303 | 321,75   | 54                        | 36c    | 372      | 372 | 372 | -   | 372,00   |
| 24 | 9b     | 326      | 362 | 275 | 303 | 310,75   | 55                        | 37a    | 363      | 363 | 363 | -   | 363,00   |
| 25 | 10a    | 382      | 372 | 362 | 362 | 369,50   | 56                        | 37b    | 303      | 303 | 303 | -   | 303,00   |
| 26 | 10b    | 362      | 362 | 318 | 318 | 340,00   | 57                        | 37 c   | 362      | 362 | 362 | -   | 362,00   |
| 27 | 10c    | 282      | 282 | 282 | -   | 282,00   | 58                        | 42a    | 310      | 310 | 310 | -   | 310,00   |
| 28 | 12a    | 318      | 318 | 318 | -   | 318,00   | 59                        | 42 b   | 362      | 362 | 362 | -   | 362,00   |
| 29 | 12b    | 318      | 318 | 318 | -   | 318,00   |                           |        |          |     |     |     |          |
| 30 | 14a    | 335      | 335 | 335 | -   | 335,00   | Promedio Total del 330,29 |        |          |     |     |     |          |
| 31 | 14b    | 318      | 318 | 318 | -   | 318,00   |                           |        |          |     |     | DE  | 39.61    |

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Prof. Dr. Maurice Lipinski y a la Dra. Neide K. Kuromoto del Departamento de Física de la Universidad Federal de Paraná por su valiosa asistencia en el análisis de la dureza.

## FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Autofinanciado

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de interés en la publicación de este artículo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Eick D. Propriedades físicas y mecânicas. En: O'Brien JW, Gunnar R, editores. *Materiais dentários*. México, D.F.: Interamericana; 1981. p. 21.
2. Davidson CL, Hoekstra ES, Arends J. Microhardness of sound decalcified and etched tooth enamel related to the calcium content. *Caries Res*. 1974;144:135-44.
3. Lakomaa E, Rytömaa I. Mineral composition of enamel and dentin of primary and permanent teeth in Finland. *Scand J Dent Res*. 1977;85:89-95.
4. Hersktröter FM, Witjes M, J Rubén Arenas J. Time dependency of microhardness indentations in human and bovine dentine compared with human enamel. *Caries Res*. 1989;23:342-44.
5. Arends J, Bosch JJ: Demineralization and remineralization evaluation techniques. *J Dent Res*. 1992;71:924-8.
6. Meredith N, Sherriff M, Setchell, Swanson S. Measurement of microharness and young's modulus of human enamel and dentine using an indentation technique. *Arch Biol Oral*. 1996;41:539-45.
7. Craig RG, Peyton FA. The microhardness of enamel and dentin. *J Dent Res*. 1958;37:661-738.
8. Phillips RW. *Skinner materias dentários*. Guanabara: Koogan; 1993.
9. Ryge G, Foley DE, Fairhurst CW. Micro-indentation hardness. *J Dent Res*. 1961;40(6):1116-27.
10. Koulourides T, Housch T. Hardness testing and microradiography of enamel in relation to intraoral de- and remineralization. En: Leach SA, Edgar WM, editores. *Demineralization and Remineralization of the Teeth*. Oxford: IRL Press; 1983:255-72.
11. Zero D. "In situ" caries models. *Adv Dent Res*. 1995; 9:214-30.
12. White DJ. Reactivity of fluoride dentifrices with artificial caries - effects on early lesions: F uptake, F distribution, surface hardening and remineralization. *Caries Res*. 1987;21:126-40.
13. Kodaka T, Debari K, Yamada M, Kuroiwa M. Correlation between microhardness and mineral content in sound human enamel. *Caries Res*. 1992;26(2):139-41.
14. Phillips RW, Marjorie L, Swartz BS. Effect of flourides on hardness of tooth enamel. *J Am Dent Assoc*. 1948;37:1-13.
15. Featherstone JDL, Ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res*. 1983;17:385-91.
16. Gouveia MMA. Avaliação do pH, capacidade tampão, teor de flúor de sucos de frutas industrializados e morfologia e microdureza do esmalte de dentes decíduos erosionados pelo suco de laranja e incubados em saliva artificial: estudo in vitro. [Mestrado em Odontologia - Área de concentração Odontopediatria]. Florianópolis: Universidad Federal de Santa Catarina; 1999.
17. Caldwell RC, Muntz ML. Microhardness studies of intact surface enamel. *J Dent Res*. 1957;36:733-8.
18. Johansson AK, Sorvari R, Meurman JH. In vitro effect of citric acid on deciduous and permanent enamel. *Caries Res*. 1998;32(4):310.

Recibido: 16/11/10

Aceptado para su publicación: 24/02/11