

**EFEITO DE DIFERENTES CONDIÇÕES DE ACIDEZ SOBRE AS
PROPRIEDADES ESTRUTURAIS DE CERÂMICAS DE ZIRCÔNIA**

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.037-028>

Luciane Massaroto Gonçalves Machado
E-mail: luciane_ga@hotmail.com

Bruno Parreira de Oliveira Vilanova
E-mail: brunoparreira1224@gmail.com

Lívia Pelzl Bittencourt Zanatta
E-mail: liviapelzl01@gmail.com

Iasmim Gabrielly Campos de Moraes
E-mail: iasmimcampos828@gmail.com

Milena Cristina Miranda Barbieri
E-mail: milena.barbieri@unesp.br

Leticia Yara Zanzin Rezende
E-mail: leticia.yrezende@cogna.com.br

Rudinei Sachs
E-mail: rudineisachs@gmail.com

José Rubens Santos de Andrade
E-mail: jrandradeodontologia@gmail.com

Luis Fernando Gamboni Mello
E-mail: luis.mello@cogna.com.br

Itamar Francisco Teixeira
E-mail: itamar_teixeira@terra.com.br

Fabiola Stahlke Prado
E-mail: fabiola_stahlkeprado@hotmail.com

Alejandra Hortencia Miranda González
E-mail: alejandra.horten@cogna.com.br

RESUMO

Neste estudo foram avaliados dois grupos de cerâmicas dentárias expostas a condições ácidas: Grupo 5Y-TZP (Zircônia estabilizada por 5mol% de Y_2O_3 e obtido experimentalmente por síntese química), e Grupo Ceramill® zirconia, adquirido comercialmente. Ambos os materiais foram compactados na forma de pastilhas, usando um molde com diâmetro de 6 mm e uma prensa hidráulica aplicando-se uma carga uniaxial de 3 toneladas por 60 segundos. Após a etapa de prensagem as pastilhas foram sinterizadas a 1500°C por 2 horas. Todas as pastilhas produzidas (N=30) foram pesadas em balança



analítica e, em seguida, foram divididas de acordo com as soluções ácidas de imersão em 4 meios: SA (saliva artificial), SL (suco de laranja), CC (cola [Coca-Cola] e C (café). As pastilhas foram armazenadas em estufa a 37°C por 72 horas e após o término deste tempo foram lavadas em água e secas em papel absorvente. Suas massas foram novamente mensuradas a fim de avaliar a possível perda de massa durante o armazenamento. O efeito do meio ácido sobre a cristalinidade das cerâmicas foi avaliado por meio de análises de difração de raios X (DRX), enquanto as ligações químicas foram avaliadas por espectroscopia vibracional no Infravermelho (FTIR). As análises de DRX indicaram que, independentemente do meio ácido, nenhum dos grupos cerâmicos observou mudança no padrão de cristalinidade. Os espectros de FTIR indicaram a presença de novas bandas de absorção, possivelmente decorrentes da permeabilidade das soluções ácidas na superfície das amostras cerâmicas.

Palavras-chave: Zircônia. Biocerâmicas. Degradação ácida. Cristalinidade.

1 INTRODUÇÃO

A estética dentária tem se tornado cada vez mais importante na sociedade contemporânea (MOTRO *et al.*, 2012; WRIGHT *et al.*, 2004). A demanda por restaurações cerâmicas aumentou devido à sua estética aprimorada e maior durabilidade quando comparadas a outros materiais restauradores (dos SANTOS *et al.*, 2016; DELLA BONA, 2009; SARAC *et al.*, 2006). Contudo, o desenvolvimento de restaurações que permitam mimetizar a aparência natural dos dentes ainda é um dos maiores desafios clínicos na odontologia (NOGUEIRA *et al.*, 2013; SON *et al.*, 2010; BREWER *et al.*, 2004). Assim, a cerâmica deve reproduzir as características naturais dos dentes, incluindo cor, textura da superfície e translucidez, para atingir níveis estéticos que correspondam com precisão à estrutura natural do dente (NOGUEIRA *et al.*, 2013; SON *et al.*, 2010; HARIANAWALA *et al.*, 2014).

Devido às suas propriedades mecânicas superiores, biocompatibilidade aos tecidos humanos e propriedades ópticas melhoradas, as cerâmicas de zircônia tetragonal estabilizada com ítria (Y-TZP) tornaram-se cada vez mais importantes nas últimas décadas como biomateriais para restaurações, sendo amplamente empregadas comercialmente na fabricação de coroas, próteses fixas dentárias e implantes dentários (MIYAZAKI *et al.*, 2013; CAMPOSILVAN; TORRENTS; ANGLADA, 2014; DENRY e KELLY, 2014; PRESENDA *et al.*, 2015; TONG *et al.*, 2016; ZHAO; ZHU; LUO, 2016). Recentemente, as cerâmicas Y-TZP têm passado por modificações de microestrutura e composição para melhorar a translucidez, contudo, sem causar prejuízo às propriedades mecânicas (ZHANG *et al.*, 2018; MATSUZAKI *et al.*, 2015).

Em relação às propriedades dos materiais cerâmicos, sabe-se que a composição química dos materiais, a técnica de fabricação, o método de aplicação, entre outros fatores afetam as propriedades (DELLA BONA, 2009). As propriedades podem ser afetadas ainda quando a cerâmica é submetida a um processo de degradação superficial, que ocorre quando a superfície é exposta a soluções aquosas e/ou alterações de pH (ESQUIVEL-UPSHAW *et al.*, 2013; KUKIATTRAKOON *et al.*, 2010; KUKIATTRAKOON *et al.*, 2009; SWAIN, 2014; CCAHUANA *et al.*, 2010). Além disso, esse processo pode ser intensificado por variações de temperatura (ESQUIVEL-UPSHAW *et al.*, 2013; KUKIATTRAKOON *et al.*, 2009) e traz consequências indesejáveis para a restauração, por exemplo o acúmulo de biofilme e restaurações com alterações de cor e aparência (KUKIATTRAKOON *et al.*, 2010; MINAMI *et al.*, 2007).

Muitos estudos *in vitro* demonstraram que bebidas comumente usadas, como café, chá, vinho tinto, refrigerantes à base de cola e suco de frutas podem causar mudanças significativas na cor dos materiais restauradores (REN *et al.*, 2012; GULER *et al.*, 2005; FUJITA *et al.*, 2006; ASHCROFT *et al.*, 2008; TUNC *et al.*, 2009; FONTES *et al.*, 2009). Contudo, os estudos que avaliam a influência de dietas ácidas na estrutura cristalina das cerâmicas são escassos. Diante do exposto, este estudo *in vitro* avaliou as alterações da estrutura cristalina e ligações químicas em cerâmicas de 5Y-TZP (Zircônia

estabilizada por 5mol% de Y_2O_3 , obtida experimentalmente por processo de síntese química) e Ceramill® zirconia, adquirida comercialmente, quando expostas a soluções potencialmente ácidas. A hipótese nula era que as soluções ácidas propostas não seriam capazes de alterar as propriedades das cerâmicas avaliadas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 SÍNTESE QUÍMICA DA CERÂMICA EXPERIMENTAL 5Y-TZP

O processo de síntese química foi iniciado pesando-se, em balança analítica, as massas de butóxido de zircônio e nitrato de ítrio hexahidratado necessários à reação. Em separado, o ácido cítrico foi dissolvido em água destilada e mantido sob agitação e aquecimento a 60°C por 30 min. A solução de ácido cítrico foi adicionada ao frasco contendo os reagentes e a mistura foi mantida em agitação e aquecimento a 90°C por 1 h. Só então etilenoglicol foi adicionado, sendo a temperatura elevada a 130°C e a solução resultante mantida em agitação por 1 h nesta temperatura.

Em seguida, a solução foi submetida à pré-aquecimento em forno mufla a 350°C por 3 h, seguido de tratamento térmico a 800°C por 6 h a fim de promover a formação das fases cristalinas.

2.2 SELEÇÃO DO SISTEMA CERÂMICO COMERCIAL

Neste estudo foi utilizado o bloco cerâmico pré-sinterizado do sistema comercial Ceramill® zirconia (Amannirrbach, Koblach – Austria) introduzido no mercado Odontológico para a confecção de infraestruturas por CAD/CAM (*Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing* ou Desenho assistido por computador / Manufatura assistida por computador).

O produto Ceramill® zirconia é descrito como um óxido de zircônio de translucidez superelevada. Indicado para restaurações monolíticas ou reduzidas anatomicamente na região anterior, bem como pontes de até 3 elementos na área molar. Esta cerâmica reúne as excelentes propriedades de processamento do óxido de zircônio com uma translucidez comparável àquela conhecida até agora só no dissilicato de lítio. O resultado é uma prótese dentária altamente estética de resistência duradoura e estabilidade.

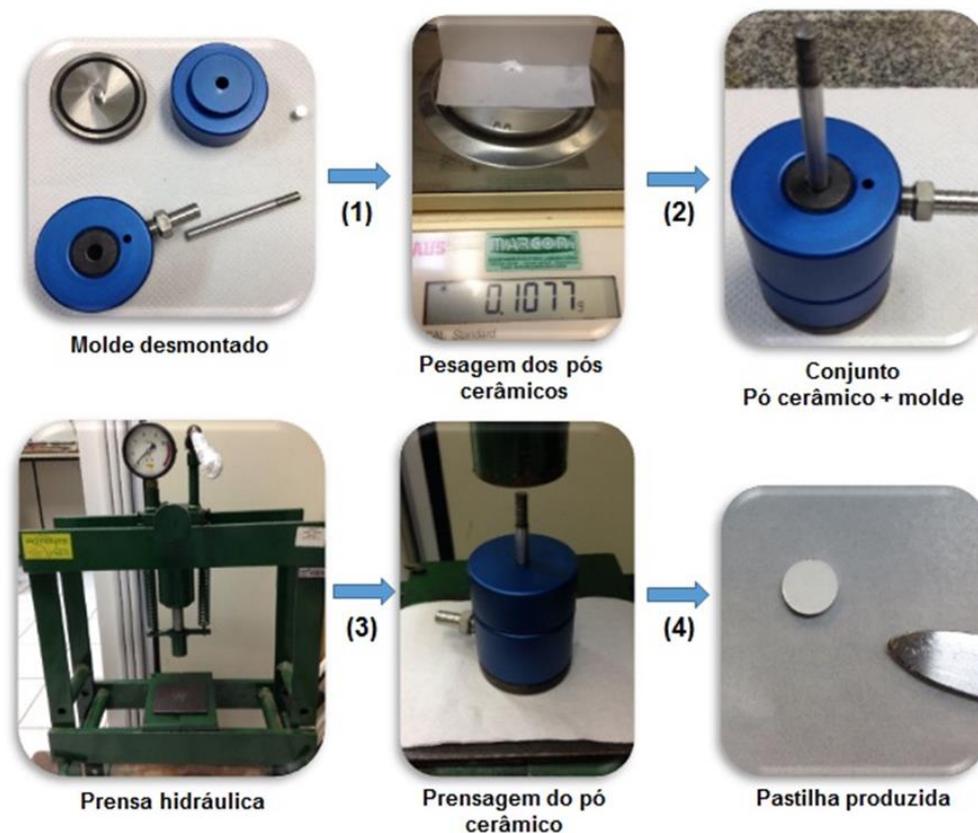
O bloco pré-sinterizado Ceramill® zirconia foi cortado com disco diamantado acoplado a um cortador de precisão com velocidade de corte de 400 rpm sob abundante refrigeração com água, a fim de obter corpos de provas em forma de barra. Os corpos de prova seccionados foram desagregados com o auxílio de um almofariz e pistilo.

2.3 PRENSAGEM UNIAXIAL DOS MATERIAIS CERÂMICOS E SINTERIZAÇÃO

Os pós da cerâmica experimental 5Y-TZP e cerâmica comercial Ceramill® zirconia foram prensados uniaxialmente em molde de aço inoxidável para a confecção de pastilhas. As pastilhas foram

prensadas seguindo as condições: carga aplicada de 3 toneladas e tempo de aplicação da carga igual a 60 segundos. Da prensagem foram obtidas pastilhas de 6 mm de diâmetro por 1,45mm de altura, e aproximadamente 0,10 g em massa. A Figura 1 ilustra a sequência de etapas de confecção das pastilhas.

Figura 1- Sequência de etapas para confecção das pastilhas cerâmicas.



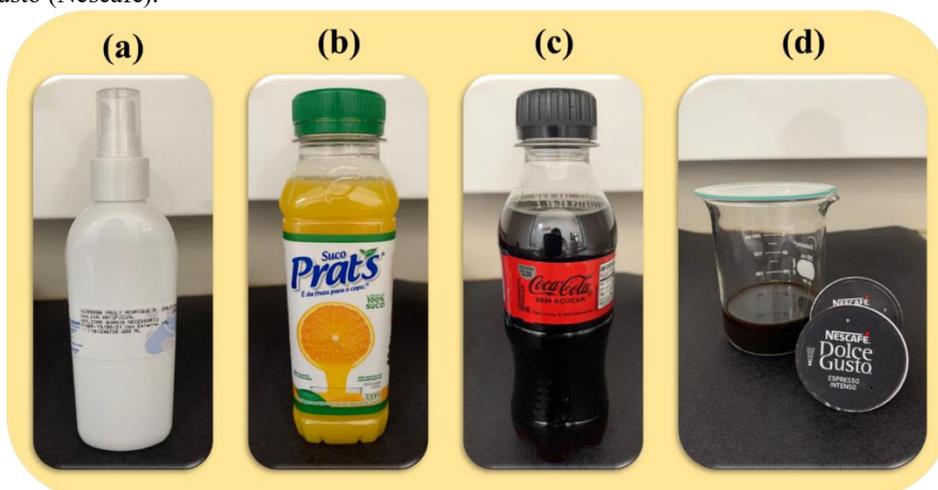
Fonte: De autoria própria.

As pastilhas produzidas (N = 30) foram levadas em um forno Amangirrbach, modelo Ceramill® therm 3 seguindo as orientações indicadas pelo fabricante do forno: temperatura de sinterização 1500°C e tempo de permanência de 2 h. Após a etapa de sinterização as pastilhas foram pesadas em balança analítica.

2.4 ESTUDO DA EXPOSIÇÃO A DIFERENTES CONDIÇÕES DE PH

Após a pesagem das pastilhas, as amostras de cada um dos sistemas, 5Y-TZP e Ceramill® zirconia, foram divididas de acordo com as soluções de imersão em 5 grupos (n = 3): grupo GC (Controle), grupo SA (saliva artificial), grupo SL (suco de laranja), grupo CC (cola [Coca-Cola]) e grupo C (café). A Figura 2 ilustra a imagem das soluções utilizadas neste estudo.

Figura 2- Soluções utilizadas no teste de degradação ácida: (a) Saliva artificial (Laboratório Bauru Fórmulas); (b) Suco de laranja integral sem açúcar e conservantes (Prat's); (c) Refrigerante Coca-Cola sem açúcar (FEMSA); (d) Café espresso intenso Dolce Gusto (Nescafé).



Fonte: De autoria própria.

As amostras do grupo GC foram armazenadas em tubo falcon, na ausência de meio líquido, em estufa a 37°C por 72 horas. Por sua vez, as amostras dos grupos SA, SL, CC e C foram imersas em volume de 5 mL de suas respectivas soluções e, da mesma forma, foram armazenadas em tubos falcon e mantidas em estufa a 37°C por 72 horas.

A descrição dos grupos estudados está resumida na Tabela 1.

Tabela 1- Grupos submetidos ao teste de degradação ácida em estufa a 37°C e permanência de 72 h.

Grupo	Descrição
5Y-TZP_GC	Pastilhas de 5Y-TZP experimental armazenadas na ausência de solução
5Y-TZP_SA	Pastilhas de 5Y-TZP experimental armazenadas em saliva artificial
5Y-TZP_SL	Pastilhas de 5Y-TZP experimental armazenadas em suco de laranja
5Y-TZP_CC	Pastilhas de 5Y-TZP experimental armazenadas em Coca-Cola
5Y-TZP_C	Pastilhas de 5Y-TZP experimental armazenadas em café
Ceramill_GC	Pastilhas de Ceramill® zirconia armazenadas na ausência de solução
Ceramill_SA	Pastilhas de Ceramill® zirconia armazenadas em saliva artificial
Ceramill_SL	Pastilhas de Ceramill® zirconia armazenadas em suco de laranja
Ceramill_CC	Pastilhas de Ceramill® zirconia armazenadas em Coca-Cola
Ceramill_C	Pastilhas de Ceramill® zirconia armazenadas em café

Fonte: De autoria própria.

Após o término do tempo de armazenamento as amostras foram lavadas em água destilada, secas em papel de filtro absorvente e levadas para secagem em estufa a 37°C por 5 h. Suas massas foram novamente determinadas em balança analítica a fim de avaliar a possível perda de massa durante o processo de degradação ácida. Em seguida, as pastilhas foram caracterizadas quanto às alterações da estrutura cristalina e ligações químicas.

2.5 CARACTERIZAÇÕES

2.5.1 Determinação do pH

As soluções utilizadas no teste de degradação ácida, ou seja, saliva artificial, suco de laranja, refrigerante Coca-Cola e café foram avaliadas quanto ao seu pH (potencial hidrogeniônico).

A determinação do pH foi realizada por meio de um medidor de pH (pHmetro) (Akso, modelo AK95) previamente calibrado com soluções tampão de pH conhecidos (pH = 4, pH = 7 e pH = 10). A análise baseia-se na medida da diferença de potencial entre dois eletrodos adequados, imersos na solução em exame. Um destes eletrodos é sensível aos íons hidrogênio e o outro é o eletrodo de referência, de potencial constante. A aferição foi realizada em sala com temperatura controlada de 22°C. As medidas foram realizadas em triplicata.

2.5.2 Perda de massa

A massa de cada pastilha foi determinada antes e após o teste de degradação ácida a fim de determinar a possível perda de massa que ocorre no processo. Assim, a porcentagem de perda de massa ($\% \Delta m$) foi calculada por meio da equação (1), em que m_i corresponde à massa antes do teste de degradação e m_f à massa após a degradação.

$$\% \Delta m = \frac{m_i - m_f}{m_i} \quad (1)$$

2.5.3 Difração da raios X

As pastilhas foram examinadas por Difração de raios X (DRX) usando um difratômetro de raios X Rigaku DMAX Ultima+. As condições experimentais foram: intervalo de 20° a 80° com incremento $\Delta 2\theta = 0,02^\circ$, velocidade de varredura de 2°/min, radiação de $\text{CuK}\alpha$, comprimento de onda 1,54 Å, potência 40 kV, corrente 20 mA. Os dados obtidos de DRX foram tratados pelo *software* que se utiliza da base de dados ICDD (*International Centre for Diffraction Data*).

2.5.4 Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier

As amostras foram examinadas por Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) usando um Espectrofotômetro Fourier da marca Bruker, modelo Vertex-70. O intervalo analisado foi de 4000-400 cm^{-1} , 64 varreduras de acumulação e resolução de 4 cm^{-1} . A posição das principais bandas de absorção foi indicada nos espectros a fim de facilitar a atribuição das ligações químicas identificadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DETERMINAÇÃO DO PH

A Tabela 2 resume os dados de pH das soluções utilizadas no estudo de degradação.

Tabela 2- Dados de pH das soluções analisadas no estudo de degradação ácida.

Grupo	pH
Saliva artificial	5,04 ± 0,01
Suco de laranja integral	3,61 ± 0,02
Refrigerante Coca-Cola sem açúcar	3,18 ± 0,01
Café espresso intenso	5,29 ± 0,00

Fonte: De autoria própria.

O pH ou potencial hidrogeniônico de uma solução é representado numa escala que varia de 0 a 14 e esta escala mede a acidez ou basicidade de uma solução. Assim, se o valor do pH for igual a 7 (pH da água), o meio da solução (ou líquido) será neutro, enquanto se o pH for menor que 7, será ácido, e se for maior que 7, básico (ATKINS, 2011). Diante do exposto, a caracterização dos valores de pH das soluções envolvidas no estudo de degradação teve por objetivo avaliar o potencial erosivo das soluções.

Para facilitar a discussão dos resultados obtidos, os dados de pH foram classificados em: potencialmente erosivos (soluções que apresentam pH inferior a 5,5) e potencialmente não erosivos (soluções com pH igual ou superior a 5,5), seguindo a atribuição feita por LIMA *et al.* (2005) que considera que a dissolução do esmalte do dente tem início quando o pH na superfície dentária atinge valores abaixo de 5,5 (PRISTA, 2015). Assim, de acordo com os dados apresentados na Tabela 2, os valores de pH das soluções variaram entre 3,18 (Coca-Cola) e 5,29 (Café) e, portanto, todas as soluções utilizadas no estudo foram classificadas como potencialmente erosivas.

3.2 PERDA DE MASSA

Diante dos dados de pH obtidos, optou-se por avaliar a possível perda de massa ($\% \Delta m$) das pastilhas cerâmicas associada ao processo de degradação ácida. Os dados da perda de massa estão apresentados na Tabela 3.

Constatou-se que todas as pastilhas submetidas ao teste de degradação apresentaram perda de massa. Contudo, os maiores valores de perda de massa correspondem aos grupos de pastilhas cerâmicas armazenadas em meio de Refrigerante Coca-Cola, ou seja, grupos 5Y-TZP_CC e Ceramill_CC, com perdas de 0,43% e 1,50%, respectivamente.

Segundo DRUMMOND *et al.* (2019), o Refrigerante Coca-Cola apresenta em sua composição o teor de ácido fosfórico (H_3PO_4) de 0,059 g/ 100 mL de refrigerante. Considerando a força ácida, ou seja, a força que determina o grau de facilidade com que os ácidos se ionizam em água e outros solventes, o ácido fosfórico é definido como um ácido moderado ou semiforte, enquanto o ácido cítrico ($C_6H_8O_7$), presente no suco de laranja, é considerado um ácido fraco (ATKINS, 2011). Assim, acredita-

se que a propriedade relacionada à força ácida justifica o fato de que o suco de laranja, o qual apresentou pH = 3,61, não demonstrou ser potencialmente erosivo em relação ao Refrigerante Coca-Cola.

Tabela 3- Porcentagem de perda de massa após degradação ácida.

Grupo	% Δm
5Y-TZP_GC	0,00 \pm 0,00
5Y-TZP_SA	0,05 \pm 0,02
5Y-TZP_SL	0,06 \pm 0,03
5Y-TZP_CC	0,43 \pm 0,14
5Y-TZP_C	0,05 \pm 0,03
Ceramill_GC	0,01 \pm 0,01
Ceramill_SA	0,06 \pm 0,02
Ceramill_SL	0,09 \pm 0,05
Ceramill_CC	1,50 \pm 0,10
Ceramill_C	0,08 \pm 0,05

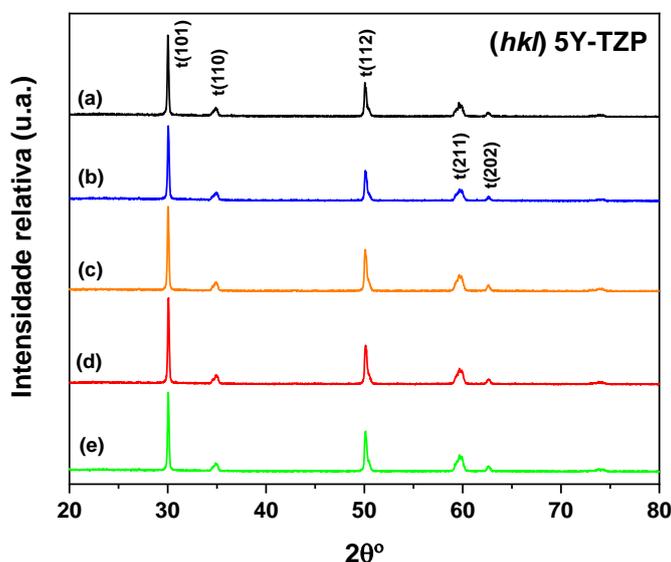
Fonte: De autoria própria.

3.3 DIFRAÇÃO DA RAIOS X

A caracterização por DRX possibilitou identificar as fases cristalinas formadas, bem como o efeito da degradação ácida sobre a cristalinidade das cerâmicas de zircônia. A Figura 3 ilustra os padrões de DRX dos grupos 5Y-TZP estudados, enquanto a Figura 4 ilustra os padrões dos grupos Ceramill® zirconia.

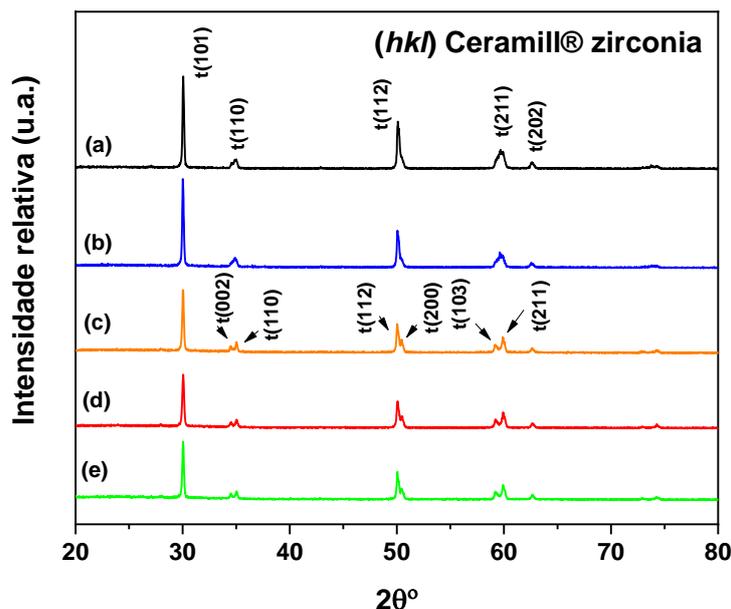
A análise das fases cristalinas, bem como a indicação dos planos cristalográficos (*hkl*) nas Figuras 3 e 4 foi realizada utilizando-se como referência a ficha cristalográfica 79-1769 da base de dados PCPDFWIN do *International Centre for Diffraction Data* (ICDD), ilustrada na Figura 5. A ficha cristalográfica foi escolhida com base na estrutura cristalina da zircônia (ZrO₂) evidenciada nos padrões de difração obtidos. De acordo com esta ficha, o padrão representa a célula tetragonal da ZrO₂.

Figura 3- Difratogramas de raios X dos grupos 5Y-TZP submetidos a degradação ácida: (a) 5Y-TZP_GC; (b) 5Y-TZP_SA; (c) 5Y-TZP_SL; (d) 5Y-TZP_CC; (e) 5Y-TZP_C.



Fonte: De autoria própria.

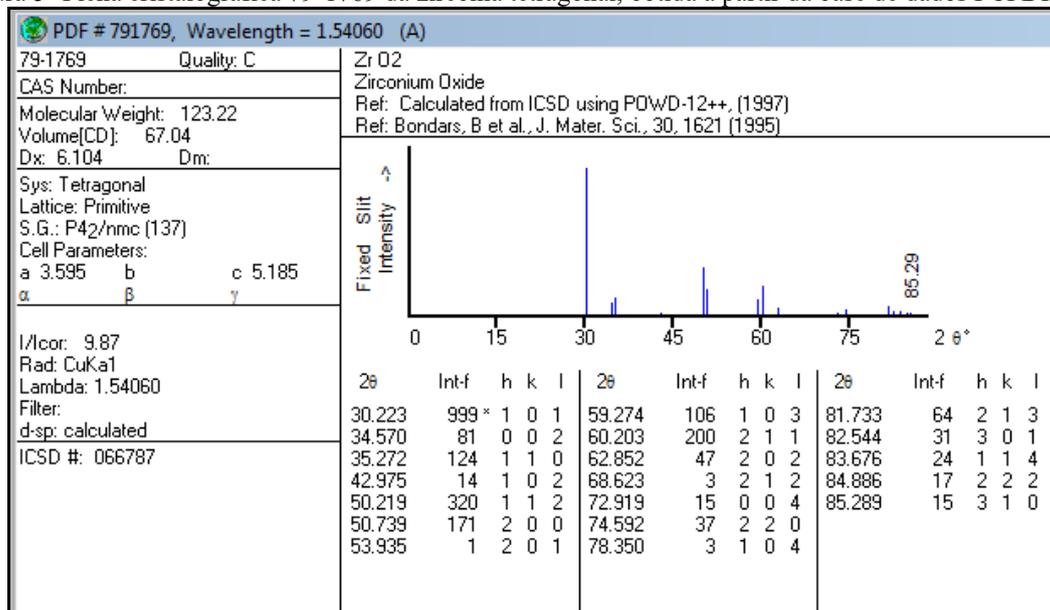
Figura 4- Difractogramas de raios X dos grupos de Ceramill® zirconia submetidos a degradação ácida: (a) Ceramill_GC; (b) Ceramill_SA; (c) Ceramill_SL; (d) Ceramill_CC; (e) Ceramill_C.



Fonte: De autoria própria.

Os dados de DRX indicaram que ambos os grupos controle, 5Y-TZP_GC e Ceramill_GC, os quais não foram expostos ao ambiente ácido, apresentaram picos de difração associados à fase cristalina tetragonal da zircônia. Além disso, verificou-se que independentemente das soluções ácidas utilizadas neste estudo, estas não promoveram a mudança do padrão de cristalinidade das cerâmicas.

Figura 5- Ficha cristalográfica 79-1769 da zircônia tetragonal, obtida a partir da base de dados PCPDFWIN.

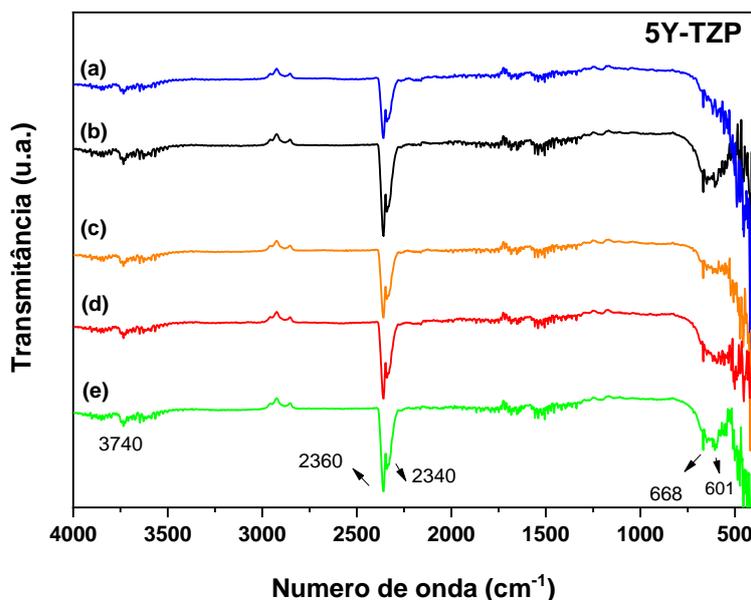


Fonte: De autoria própria.

3.4 ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO POR TRANSFORMADA DE FOURIER

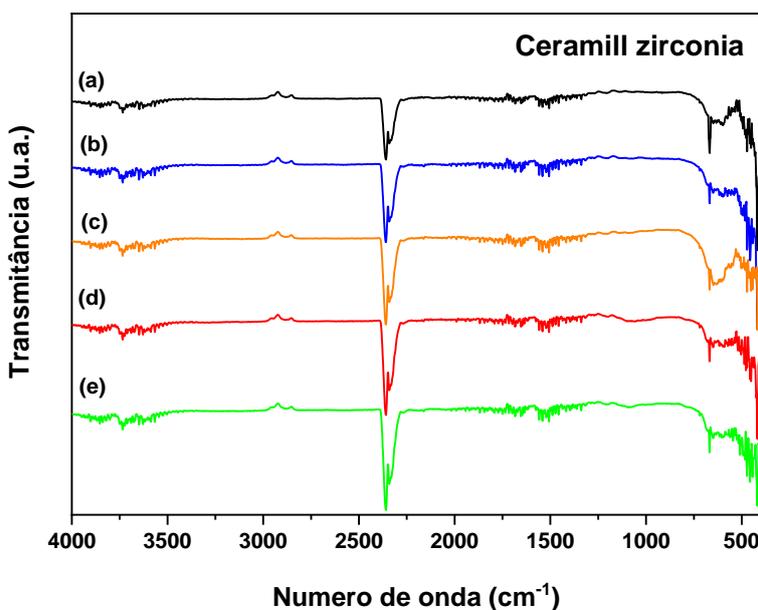
Os resultados obtidos por FTIR da análise das ligações químicas presentes nas cerâmicas de zircônia, 5Y-TZP e Ceramill® zirconia, após o teste de degradação ácida estão ilustrados nas Figuras 6 e 7, respectivamente.

Figura 6- Espectros de FTIR dos grupos de 5Y-TZP submetidos a degradação ácida: (a) 5Y-TZP_GC; (b) 5Y-TZP_SA; (c) 5Y-TZP_SL; (d) 5Y-TZP_CC; (e) 5Y-TZP_C.



Fonte: De autoria própria.

Figura 7- Espectros de FTIR dos grupos de Ceramill zirconia submetidos a degradação ácida: (a) Ceramill_GC; (b) Ceramill_SA; (c) Ceramill_SL; (d) Ceramill_CC; (e) Ceramill_C.



Fonte: De autoria própria.

A Tabela 4 resume as atribuições das ligações químicas identificadas nas cerâmicas de zircônia estudadas.

Tabela 4- Dados obtidos por FTIR para os grupos de cerâmicas de zircônia submetidos ao teste de degradação. Abreviações: ν , estiramento da ligação, e δ , deformação angular.

Número de onda (cm^{-1})										Ligação
5Y-TZP					Ceramill zirconia					
GC	SA	SL	CC	C	GC	SA	SL	CC	C	
3741	3741	3741	3738	3740	3734	3736	3736	3736	3736	$\nu(\text{OH})$
2360	2360	2360	2360	2360	2360	2360	2360	2360	2360	νCO_2
2341	2341	2341	2341	2340	2340	2340	2340	2340	2340	νCO_2
667	668	668	668	668	668	668	668	668	668	$\nu(\text{M-O})$
-	605	-	-	601	-	-	601	-	-	$\delta(\text{C-H})$

Fonte: De autoria própria.

Os espectros de FTIR revelaram que todos os grupos avaliados indicaram a presença da banda de hidroxila (O-H) na região de 3740 cm^{-1} , a qual pode ser atribuída a moléculas de água adsorvidas na superfície das pastilhas durante a execução das análises. Da mesma forma, as bandas em 2360 cm^{-1} e 2340 cm^{-1} podem ser atribuídas à presença de gás carbônico (CO_2) no ambiente durante a realização dos testes. Como era de se esperar, todos os espectros apresentaram a banda em 668 cm^{-1} associada a ligações M-O (metal-oxigênio). Contudo, em alguns dos espectros foram identificadas bandas na região de 600 cm^{-1} , atribuídas a ligações C-H (carbono-hidrogênio). De acordo com os dados já discutidos da porcentagem de perda de massa, os quais confirmaram a degradação das pastilhas cerâmicas, acredita-se que o caráter erosivo das soluções utilizadas possa ter ocasionado porosidade nas pastilhas. Por sua vez, a erosão pode ter promovido a permeabilidade das soluções ácidas na superfície das amostras cerâmicas, o que justifica as ligações C-H identificadas nos espectros.

4 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais avaliadas, o estudo de degradação ácida realizado confirmou que todas as soluções ácidas utilizadas, ou seja, saliva artificial, suco de laranja, refrigerante Coca-Cola e café, promoveram o desgaste das cerâmicas de 5Y-TZP.

Todas as soluções ácidas utilizadas apresentaram valores de pH considerados potencialmente erosivos e, portanto, podem representar risco à desmineralização do esmalte dentinário.

O refrigerante Coca-Cola foi o responsável pela maior perda de massa das pastilhas, possivelmente pela presença de ácido fosfórico em sua composição. O desgaste erosivo das pastilhas pode ter ocasionado maior porosidade da superfície das cerâmicas o que justifica as ligações químicas C-H identificadas por FTIR. Por outro lado, constatou-se que a degradação ácida não teve efeito na cristalinidade das cerâmicas de 5Y-TZP avaliadas.



REFERÊNCIAS

ASHCROFT AT, COX TF, JOINER A, LAUCELLO M, PHILPOTTS CJ, SPRADBERY PS, *et al.* Evaluation of a new silica whitening toothpaste containing blue covarine on the colour of anterior restoration materials in vitro. *J Dent* 2008;36:26-31.

ATKINS P.; JONES L. *Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente*; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2011.

BREWER JD, WEE A, SEGHI R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am* 2004;48:341-58.

CAMPOSILVAN E.; TORRENTS O.; ANGLADA M. Small-scale mechanical behavior of zirconia. *Acta materialia*, v. 80, 2014.

CCAHUANA VZ, OZCAN M, MESQUITA AM, NISHIOKA RS, KIMPARA ET, BOTTINO MA. Surface degradation of glass ceramics after exposure to acidulated phosphate fluoride. *J Appl Oral Sci* 2010;18:155-65.

DELLA BONA A. *Bonding to ceramics: scientific evidences for clinical dentistry*. 1st ed. Sao Paulo: Artes Médicas; 2009. p. 91-132.

DENRY I.; KELLY J. R. Emerging ceramic-based materials for dentistry. *J. dent. Rest*, v. 93, 2014.

DRUMMOND A.L.; FARIAS C.T.L.; SALES R.S. Determinação do teor de ácido fosfórico em refrigerante sabor Cola. In: 59º Congresso Brasileiro de Química, João Pessoa, Paraíba, 2019.

ESQUIVEL-UPSHAW JF, DIENG FY, CLARK AE, NEAL D, ANUSAVICE KJ. Surface degradation of dental ceramics as a function of environmental pH. *J Dent Res* 2013;92:467-71.

FONTES ST, FERNANDEZ MR, DE MOURA CM, MEIRELES SS. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci* 2009;17:388-91.

FUJITA M, KAWAKAMI S, NODA M, SANO H. Color change of newly developed esthetic restorative material immersed in food-simulating solutions. *Dent Mater J* 2006;25:352-9.

GULER AU, YILMAZ F, KULUNK T, GULER E, KURT S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 2005;94:118-24.

HARIANAWALA HH, KHEUR MG, APTE SK, KALE BB, SETHI TS, KHEUR SM. Comparative analysis of transmittance for different types of commercially available zirconia and lithium disilicate materials. *J Adv Prosthodont* 2014;6:456-61.

KUKIATTRAKOON B, JUNPOOM P, HENGTRAKOOL C. Vicker's microhardness and energy dispersive x-ray analysis of fluoride-leucite and fluorapatite ceramics cyclically immersed in acid agents. *J Oral Sci* 2009;51:443-50.

KUKIATTRAKOON B, HENGTRAKOOL C, KEDJARUNE-LEGGAT U. The effect of acidic agents on surface ion leaching and surface characteristics of dental porcelains. *J Prosthet Dent* 2010;103:148-62.

LIMA A. L.; VALENÇA A. M. G., ALBUQUERQUE F. R., SILVA N. B. Análise do pH e da Viscosidade de Enxaguatórios Bucais Fluoretados na cidade de João Pessoa, PB. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*. 2005;5(3):223-228.



MATSUZAKI F, SEKINE H, HONMA S, TAKANASHI T, FURUYA K, YAJIMA Y, *et al.* Translucency and flexural strength of monolithic translucent zirconia and porcelain-layered zirconia. *Dent Mater J* 2015;34:910–7.

MINAMI H, HORI S, KURASHIGE H, MURAHARA S, MURAGUCHI K, MINESAKI Y, *et al.* Effects of thermal cycling on surface texture of restorative composite materials. *Dent Mater J* 2007;26:316-22.

MIYAZAKI T.; *et al.* Current status of zirconia restoration. *Journal of Prosthodontic Research*, v. 57, 2013.

MOTRO PF; KURSOGLU P; KAZAZOGLU E. Effects of different surface treatments on stainability of ceramics. *J Prosthet Dent* 2012;108:231-7.

NOGUEIRA AD, DELLA BONA A. The effect of a coupling medium on color and translucency of CAD-CAM ceramics. *J Dent* 2013;41:e18-23.

PRESENDA A.; *et al.* Effect of microwave sintering on microstructure and mechanical properties in Y-TZP materials used for dental applications. *Ceramics International*, v. 41, p. 7125-7132, 2015.

PRISTA L. N.; BAHIA M. F.; VILAR E. *Dermofarmácia e cosmética*. Porto: Associação Nacional das Farmácias; 2015.

REN YF, FENG L, SERBAN D, MALMSTROM HS. Effects of common beverage colorants on color stability of dental composite resins: the utility of a thermocycling stain challenge model in vitro. *J Dent* 2012;40:48-56.

dos SANTOS DM; da SILVA EV; VECHIATO-FILHO AJ; CESAR PF; RANGEL EC; da CRUZ NC; *et al.* Aging effect of atmospheric air on lithium disilicate ceramic after nonthermal plasma treatment. *J Prosthet Dent* 2016;115:780-7.

SARAC D, SARAC YS, YUZBASIOGLU E, BAL S. The effects of porcelain polishing systems on the color and surface texture of feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent* 2006;96:122-8.

SON HJ, KIM WC, JUN SH, KIM YS, JU SW, AHN JS. Influence of dentin porcelain thickness on layered all-ceramic restoration color. *J Dent* 2010;38:e71-7.

SWAIN MV. Impact of oral fluids on dental ceramics: what is the clinical relevance. *Dent Mater* 2014;30:33-42.

TONG H, TANAKA CB, KAISER MR, ZHANG Y. 2016. Characterization of three commercial Y-TZP ceramics produced for their high translucency. *Ceram Int*. 42(1 Pt B):1077–1085.

TUNC ES, BAYRAK S, GULER AU, TULOGLU N. The effects of children's drinks on the color stability of various restorative materials. *J Clin Pediatr Dent* 2009;34:147-50.

WRIGHT MD; MASRI R; DRISCOLL CF; ROMBERG E; THOMPSON GA; RUNYAN DA. Comparison of three systems for the polishing of an ultra-low fusing dental porcelain. *J Prosthet Dent* 2004;92:486-90.

ZHANG Y, LAWN BR. Novel zirconia materials in dentistry. *J Dent Res* 2018;97(2):140–7.



ZHAO T.; ZHU J.; LUO J. Study of crack propagation behavior in single crystalline tetragonal zirconia with the phase field method. *Engineering fracture mechanics*, v. 159, 2016.