Análise físico-química de balas duras e mastigáveis e o seu efeito desmineralizante em esmalte bovino

Physico-chemical analysis of hard and soft candies and their demineralizing effect in bovine enamel

Ana Caroline Magalhães Neri Sande[*]
Elis Rodrigues Oliveira Barbosa[**]
Rafaela Silva Oliveira[***]
Elisângela de Jesus Campos[****]

Resumo

Objetivo: avaliar o potencial cariogênico de balas duras e mastigáveis e seu potencial desmineralizante em esmalte bovino. Métodos: foram selecionadas 30 balas de diferentes marcas, divididas em balas duras (n=11), Tic Tac®, Halls® e IceKiss®, e balas mastigáveis (n=19), Lílith®, Azedinha®, Mentos Rainbow® e Dori Gomets®. As balas foram dissolvidas em água destilada (1:10) e foram avaliados pH, acidez titulável (ATT) e presença de sólidos solúveis totais (SST/°Brix). Na ciclagem erosiva, 40 espécimes de esmalte bovino foram divididos em quatro grupos (n=10): GCN – saliva artificial; GCP – ácido clorídrico; GT1 – solução da bala Lílith® maçã verde; GT2 – solução da bala IceKiss® extraforte. O desafio erosivo foi realizado por 2 minutos, 4x/dia, seguido de 2 horas de imersão em saliva artificial durante cinco dias. Resultados: os valores de pH para as balas duras e mastigáveis variaram de 2,88 a 5,53 e de 2,73 a 4,16, respectivamente. ATT em pH 5,5 variou de 0,07 mL a 39,40 mL de NaOH 0,1 N, para as balas duras, e de 1,53 mL a 35,83 mL, para balas mastigáveis. ATT em pH 7,0 variou de 0,2 mL a 49,13 mL de NaOH, para balas duras, e de 2,37 mL a 49,97 mL, para as mastigáveis. O conteúdo de SST de todas as balas duras foi superior a 8,5°Brix, já entre as mastigáveis variou de 5,3 a 8,83°Brix. O GCP apresentou maior desmineralização que GCN e GT2 ($p<0,05$). Conclusão: a maioria das balas duras e mastigáveis dissolvidas em água destilada mostraram-se potencialmente erosivas e cariogênicas.

Palavras-chave: Erosão dentária. Cárie dentária. Doces. Esmalte dentário.

http://dx.doi.org/10.5335/rfo.v26i1.12632

[*] Cirurgiã-dentista pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, Bahia, Brasil.
[**] Mestranda em Ciências Odontológicas na Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Salvador, Bahia, Brasil.
[***] Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas do Instituto de Ciências da Saúde (ICS-UFBA), Salvador, Bahia, Brasil.
[****] Doutora em Medicina e Saúde pela Universidade Federal da Bahia e professora adjunta de Bioquímica Oral do Instituto de Ciências da Saúde (ICS-UFBA), Salvador, Bahia, Brasil.

Introdução

A dieta é um fator modulador para o desenvolvimento da cárie e da erosão dentária. A cárie é uma doença crônica, ocasionada pelo desequilíbrio no processo de desremineralização, que resulta da dissolução dos cristais de hidroxiapatita em razão da presença de ácidos produzidos no processo de fermentação de carboidratos pelas bactérias[1]. A presença de carboidratos fermentáveis na dieta constitui um dos fatores determinantes para o desenvolvimento da cárie, havendo uma correlação já estabelecida entre o aumento da prevalência de cárie e uma maior ingestão de açúcares ao longo dos anos[2].

A erosão dental, de outro modo, resulta da perda localizada dos tecidos dentários duros em decorrência do contato com substâncias ácidas ou quelantes, sem o envolvimento bacteriano[3,4]. O processo da erosão dental pode ser decorrente de agentes de origem intrínseca, como o ácido clorídrico do estômago, ou de origem extrínseca, a partir da ingestão de alimentos e bebidas ácidas[3]. O consumo frequente de balas ácidas está relacionado à erosão dental, aumentando em três vezes a chance para o desenvolvimento de lesões erosivas, e quando sua ingestão está associada ao consumo de refrigerantes, as chances aumentam em quatro vezes[5].

A Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar, realizada no Brasil em 2015, revelou que 41,6% dos escolares entrevistados faziam o consumo, semanal ou igual a cinco dias, de guloseimas dos tipos: balas, doces, chocolates, chicletes e bombons. Entre os escolares entrevistados, 49,7% dos estudantes de escola pública e 62,3% de escola particular informaram encontrar essas guloseimas disponíveis para venda na cantina ou em pontos de venda alternativos nas proximidades da escola[6].

As balas podem ser encontradas comercialmente sob as formas dura e mastigável. As balas duras possuem aspecto vítreo e quebradiço, enquanto as balas mastigáveis apresentam consistência semidura, mole e pegajosa[7,8]. Esses produtos contêm açúcar e outros ingredientes como corantes, edulcorantes, aromatizantes e acidulantes[8]. A Portaria n. 540, de 27 de outubro de 1997, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), define que acidulantes são substâncias que aumentam a acidez ou conferem um sabor ácido aos alimentos[9], sendo representados por ácidos orgânicos ou inorgânicos, como os ácidos cítrico, tartárico, málico e fosfórico[10].

Na literatura, são escassos estudos que avaliam a ação cariogênica e desmineralizante dos doces tipo balas duras e mastigáveis. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar o potencial erosivo e cariogênico de balas duras e mastigáveis por meio da determinação de suas propriedades físico-químicas e seu potencial de ação desmineralizante no esmalte dentário bovino. As hipóteses nulas testadas foram: a) não há diferença entre os sabores de uma mesma marca quanto à quantidade de sólidos solúveis totais (°Brix), pH e acidez total titulável; e b) não há diferença entre os grupos quanto ao escore de desmineralização do esmalte.

Materiais e métodos

Trata-se de um estudo in vitro desenvolvido em duas etapas: a) experimento I – análise das propriedades físico-químicas, pH, acidez titulável e concentração de sólidos solúveis totais (SST), de balas duras e mastigáveis, de diferentes sabores e marcas comerciais (n=30); b) experimento II – ciclagem erosiva para avaliação da ação desmineralizante das balas mais consumidas e que produziram as soluções com maior e menor pH no experimento I, através de um desafio erosivo em esmalte dentário bovino, de acordo com a metodologia de Oliveira et al.[11] (2017).

A seleção da amostra ocorreu através de consulta realizada junto aos comerciantes de supermercados e bombonnières na cidade de Salvador, Bahia, Brasil, para identificação das balas duras e mastigáveis mais consumidas e frequentemente encontradas nesses estabelecimentos, no período de junho a dezembro de 2019. Foram adquiridas três embalagens de cada bala pesquisada, de diferentes lotes, possibilitando que as determinações fossem executadas em triplicata. Além da avaliação das propriedades físico-químicas, foi realizada a análise dos rótulos das embalagens para verificação da composição quanto à presença de açúcares, ácidos orgânicos, edulcorantes sintéticos e reguladores de acidez (Tabela 1).

Tabela 1 – Distribuição das balas duras e mastigáveis de acordo com a composição

Tipo	Marca comercial/ Fabricante	Sabores	Acidulante	Edulcorantes sintéticos/ Açúcares
BALAS DURAS	Tic Tac®/Ferrero	Morango	Ácido cítrico, Ácido málico, Ácido tartárico	Sacarose, maltodextrina
		Menta	-	
		Laranja	Ácido cítrico, Ácido tartárico	
	Halls®/Mondelēz International	Morango, menta, cereja e extraforte	Ácido cítrico	Sacarose, xarope de glicose
	IceKiss®/Cory	Morango e cereja	Ácido cítrico	Sacarose, xarope de glicose
		Menta e extraforte	-	
BALAS MASTIGÁVEIS	Lílith®/Cory	Morango, maçã verde, framboesa e abacaxi	Ácido cítrico	Sacarose, xarope de glicose
	Azedinha®/Cory	Morango, uva e melancia	Ácido cítrico	Sacarose, xarope de glicose
	Mentos Rainbow®/Perfetti Van Melle	Uva, morango, frutas vermelhas, laranja, melancia e citrus	Ácido cítrico Ácido málico	Sacarose, xarope de glicose
	Dori Gomets®/Dori Alimentos	Morango, uva, laranja, limão e abacaxi	Ácido cítrico	Sacarose, xarope de glicose

Fonte: elaboração das autoras.

Experimento I – análise físico-química das balas duras e mastigáveis

Preparo das amostras e obtenção das soluções

De cada bala dura (n=11) e mastigável (n=19), foram preparadas soluções mediante a trituração em partes menores com o auxílio de almofariz e pistilo. Foram pesadas 10g de cada amostra em balança eletrônica analítica (Knwaagen® KN 320/3, São Paulo, Brasil) e dissolvidas em 100 mL de água destilada (1:10), de acordo como a metodologia de Hoppe et al.[6] (2015), utilizando um agitador magnético EV2.017 (EVLAB-®, Curitiba, Paraná, Brasil), até a completa dissolução e a formação de uma solução homogênea.

Determinação do pH das soluções

A determinação do pH das soluções, a 25°C, foi realizada utilizando-se pHmetro microprocessado (Quimis®/Q400MT, Diadema, São Paulo, Brasil), combinado com o agitador magnético. O pHmetro foi previamente calibrado com as soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

Determinação da acidez titulável das soluções

A acidez titulável (ATT) foi determinada através da adição de volumes de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N, empregando-se uma bureta de 50 mL, sob agitação constante. Foram registrados os volumes da solução de NaOH necessários para atingir pH 5,5 e pH 7,0, o que correspondeu ao valor da ATT para cada um desses níveis de pH. A ATT em pH 5,5 não foi realizada para as soluções das balas com pH ≥ 5,5.

Determinação dos sólidos solúveis totais

Para determinar o teor de SST utilizou-se um refratômetro modelo HI 96801 (Hanna®, Woonsocket, Rhode Island, EUA), previamente calibrado com água destilada a 25°C. Esse aparelho permite avaliar a concentração de sólidos solúveis por refratometria. Para a leitura, era dispensada, no leitor do refratômetro, uma gota da solução da bala analisada, obtendo-se o resultado da amostra na escala °Brix.

Experimento II – ciclagem erosiva

Confecção dos espécimes

Para confecção dos espécimes, foram utilizadas 40 unidades de incisivos bovinos que foram fixados em uma máquina de corte (modelo EL-SAW, ElQuip®, São Paulo, Brasil) e, com auxílio de um disco diamantado (modelo ER04003 HC 4 x 0.012 x 1/2, ERIOS® equipamentos, São Paulo, São Paulo, Brasil), foram realizados cortes para separar a coroa da raiz. Posteriormente, foram realizados cortes na coroa no sentido vestíbulo-lingual, nas seguintes dimensões: 6 mm x 6 mm x 2 mm. Os 40 fragmentos obtidos foram fixados em cera utilidade (NewWax-Technew®, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil) e inseridos em moldes circulares de polivinil cloreto (PVC) de 2 cm de diâmetro, que foram preenchidos com resina ortoftálica (Centerglass®, Lauro de Freitas, Bahia, Brasil), permitindo que somente a face vesti-

bular ficasse exposta. Após a presa da resina, os espécimes foram removidos dos moldes e submetidos ao polimento em politriz metalográfica (PL VO60 Biopdi, São Carlos, São Paulo, Brasil), utilizando discos de papel de carboneto de silício nas granulações 300, 600 e 1.200[11], possibilitando a homogeneização da superfície sem que houvesse a exposição de dentina.

Os espécimes foram divididos de forma aleatória em 4 grupos (n = 10): grupo controle negativo (GCN), grupo controle positivo (GCP) e grupos teste (GT1 e GT2), conforme a Tabela 2. Por meio do uso da fita adesiva Silver Tape (3M®), delimitou-se uma área de 2 mm^2 na superfície do esmalte a ser exposta à solução em estudo durante o desafio erosivo, enquanto a área restante foi isolada com duas camadas de esmalte de unha vermelho (Colorama®). Após a secagem do esmalte, a fita Silver Tape foi retirada expondo a área de 2 mm^2. Os espécimes foram organizados em placas com poços individualizados contendo água destilada e deionizada e armazenados em estufa (Quimis®, Diadema, São Paulo, Brasil) a 25°C até a execução do ciclo erosivo.

Tabela 2 – Grupos experimentais de acordo com as soluções utilizadas

Grupo	Solução	Descrição
GCN	Saliva artificial	pH 7,0 Composição: 1.5 mmol L^{-1} Ca $(NO_3)_2.4H_2O$, 0.9 mmol L^{-1} NaH_2- PO_4 $.2H_2O$, 150 mmol L^{-1} KCl, e 0.1 mol L^{-1} Tris buffer, 0.03 ppm F, pH 7.0 Magalhães et al.[12] (2010)
GCP	HCl 0,01N	pH 2,3
GT1	Solução da bala maçã verde Lílith® (1:10)	pH 3,07
GT2	Solução da bala extraforte IceKiss® (1:10)	pH 5,50

Fonte: elaboração das autoras.

Ciclagem erosiva

A ciclagem erosiva foi realizada imergindo cada espécime em 17,6 mL das suas respectivas soluções durante 2 minutos, sob agitação constante e controlada, a fim de evitar a formação de uma camada semiestática da solução sobre a superfície exposta. Após a ciclagem erosiva, as soluções eram desprezadas e os espécimes lavados com água destilada e deionizada, por aproximadamente 20 segundos, e imersos em 17,6 ml/espécime de saliva artificial durante 2 horas. Esse procedimento foi repetido 4 vezes ao dia, durante 5 dias. Ao final de cada dia de ciclo, os espécimes eram imersos novamente em saliva artificial e permaneciam 14 horas até o próximo ciclo em estufa a 25°C, conforme Oliveira et al.[11] (2017). No grupo controle negativo, a troca da solução de saliva artificial era realizada diariamente.

Avaliação da desmineralização da superfície dentária

Após os ciclos erosivos, a camada de isolamento de esmalte de unha que recobria a superfície do esmalte bovino foi removida de forma mecânica. Os espécimes foram avaliados através de microscopia estereoscópica (LUPA Estereoscópica, Opton, TNE-10B BINOCULAR, Salvador, Brasil) por um examinador previamente calibrado, de acordo com a escala de desmineralização adaptada de Alexander e Ripa[13] (2000). A escala é codificada de 0 a 3: 0 – sem opacidade ou descontinuidade da superfície; 1 – opacidade sem perda de estrutura ou leve desmineralização; 2 – opacidade com rugosidade na superfície, ou moderada desmineralização; 3 – opacidade requerendo restauração ou desmineralização severa. O mesmo examinador reavaliou 100% das amostras uma semana após a primeira avaliação, para que fosse calculado o erro intraexaminador.

Análise estatística

Para a análise físico-química das balas duras e mastigáveis, os dados foram analisados de forma descritiva. Os dados foram expressos com médias e desvios padrão. As comparações entre os sabores e entre as marcas foram realizadas pelo teste ANOVA e pelo teste de Tukey. Para comparações entre dois grupos, foi utilizado o teste t de Student. Todas as análises foram realizadas no programa R, com nível de significância de 5%. Para a ciclagem erosiva, o cálculo amostral foi realizado utilizando os programas Gpower* e R**, considerando o delineamento de medidas repetidas no tempo, com 4 grupos, poder do teste mínimo de 0,80 para os efeitos principais (grupo), com nível de significância de 5% e tamanho de

efeito grande, chegando-se a um tamanho mínimo de 10 espécimes por grupo.

A análise da reprodutibilidade dos escores de desmineralização do esmalte foi realizada pela concordância entre as duas avaliações e o Kappa ponderado, com o intervalo de 95% de confiança. A estatística Kappa foi interpretada de acordo com Landis e Koch[14] (1977). A comparação entre os grupos quanto aos escores de desmineralização foi realizada pelos testes não paramétricos de Kruskal Wallis e Dunn, sendo os dados dos escores apresentados com medianas, valores mínimos e máximos.

Resultados

Os componentes identificados na análise da rotulagem das balas duras e mastigáveis estão descritos na Tabela 1. Os reguladores de acidez citrato de potássio e carbonato de sódio foram encontrados apenas nos sabores da bala Halls®.

A análise do pH demonstrou que, no grupo das balas duras, houve diferença significativa entre os sabores em todas as marcas ($p<0,05$) (Tabela 3 e Figura 1A). Entre as balas mastigáveis, as marcas Lílith®, Azedinha® e Dori Gomets® não apresentaram diferença significativa entre os sabores quanto ao pH ($p<0,05$). As balas Tic Tac® nos sabores morango e laranja, Lílith® nos sabores morango e abacaxi, Azedinha® de todos os sabores, Mentos Rainbow ® de maçã verde e frutas vermelhas apresentaram pH médio abaixo de 3,0.

Quanto aos resultados da ATT em pH 5,5, não houve diferença significativa entre os sabores das marcas Tic Tac®, IceKiss®, Azedinha®, Mentos Rainbow® e Dori Gomets® ($p>0,05$) (Tabela 3 e Figura 1B). Para as marcas Tic Tac®, Azedinha® e Mentos Rainbow®, as médias de ATT em pH 5,5 foram superiores a 36,0 mL, 34,0 mL e 23,0 mL de NaOH 0,1N, respectivamente. Já para as marcas IceKiss® e Dori Gomets®, essas médias foram abaixo de 6,5 mL e 2,5 mL, respectivamente. Para a marca Halls®, observou-se que o sabor morango apresentou média significativamente maior que os demais sabores ($p<0,05$), enquanto os sabores cereja e extraforte apresentaram médias significativamente maiores que o sabor menta ($p<0,05$). Na marca Lílith®, o sabor abacaxi apresentou maior média que o sabor framboesa ($p<0,05$).

Os resultados da ATT em pH 7,0 mostraram que não houve diferença significativa entre os sabores para as balas mastigáveis das marcas Azedinha®, Mentos Rainbow® e Dori Gomets® ($p>0,05$) (Tabela 3 e Figura 1C). As balas Tic Tac® nos sabores morango e laranja, Azedinha® de todos os sabores e Mentos Rainbow® no sabor uva apresentaram média de ATT em pH 7,0 acima de 40,0 mL de NaOH 0,1N, enquanto as balas Lílith® nos sabores maçã verde e abacaxi e Mentos Rainbow® de todos os sabores apresentaram média acima de 30,0 mL. As balas da marca Dori Gomets® apresentaram média de ATT abaixo de 3,0 mL, e as balas sabor menta de todas as marcas apresentaram média de ATT em pH 7,0 abaixo de 0,25 mL de NaOH 0,1N.

Na Tabela 3 e na Figura 1D, pode-se observar que, na maioria das marcas, a quantidade de sólidos solúveis totais (STT) variou significativamente entre os sabores das balas ($p<0,05$). Apenas para as balas duras da marca Halls® e para as mastigáveis da marca Dori Gomets® não houve diferença significativa entre os sabores ($p<0,05$).

Os resultados da ciclagem erosiva demonstraram que houve diferença significativa entre os grupos quanto aos escores de desmineralização do esmalte ($p<0,0001$). O grupo que apresentou maior desmineralização foi o GCP, diferindo significativamente do GCN e do GT2 ($p<0,05$) (Tabela 4). O GT1 não diferiu significativamente do grupo GCP ($p>0,05$) e apresentou maior desmineralização que GCN ($p<0,05$) (Figura 2).

A concordância obtida entre a primeira e a segunda avaliação dos grupos após a ciclagem erosiva foi de 0,8729, sendo a reprodutibilidade dos escores considerada quase perfeita pelo Kappa ponderado[14].

Tabela 3 – Média (desvio padrão) pH, acidez total titulável (ATT em pH 5,5 e pH 7,0) e SST para os diferentes tipos, sabores e marcas das balas

Tipo	Marca comercial	Sabor	pH	p-valor	Acidez titulável (mL NaOH 0,1 N)				STT °Brix	p-valor
					ATT pH 5,5	p-valor	ATT pH 7,0	p-valor		
BALAS DURAS	Tic Tac®	Morango	2,93 (0,06) b	<0,0001	39,40 (1,93) a	0,2320	49,13 (0,35) a	<0,0001	8,63 (0,06) b	0,0162
		Menta	6,33 (0,06) a		-**		0,20 (0,00) b		9,03 (0,15) a	
		Laranja	2,88 (0,03) b		36,43 (3,10) a		44,50 (4,55) a		8,67 (0,15) b	
	Halls®	Morango	3,25 (0,05) c	<0,0001	14,90 (0,98) a	<0,0001	19,93 (1,25) a	<0,0001	8,73 (0,40) a	0,4705
		Menta	5,40 (0,10) a		0,07 (0,06) c		0,20 (0,10) c		8,77 (0,21) a	
		Cereja	3,97 (0,21) b		2,67 (0,49) b		4,20 (0,61) b		9,10 (0,00) a	
		Extraforte	3,47 (0,21) c		4,13 (1,08) b		5,83 (1,44) b		8,83 (0,15) a	
	IceKiss®	Morango	3,37 (0,06) b	<0,0001	6,43 (0,06) a	0,4021	8,57 (0,15) a	<0,0001	9,00 (0,00) a	0,0097
		Menta	5,53 (0,06) a		-**		0,23 (0,06) c		8,90 (0,00) ab	
		Cereja	3,27 (0,12) b		5,90 (0,98) a		7,17 (0,75) b		8,77 (0,12) b	
		Extraforte	5,50 (0,00) a		-**		0,43 (0,06) c		8,97 (0,06) a	
BALAS MASTIGÁVEIS	Lílith®	Morango	2,82 (0,04) a	0,618	16,67 (0,68) ab	0,0377	22,07 (0,35) ab	0,0354	8,50 (0,17) a	0,0007
		Maçã verde	3,07 (0,12) a		23,27 (5,08) ab		31,30 (6,68) ab		8,47 (0,15) a	
		Framboesa	3,17 (0,21) a		12,00 (3,58) b		16,57 (4,84) b		7,83 (0,15) b	
		Abacaxi	2,99 (0,10) a		26,10 (8,20) a		35,47 (10,95) a		8,57 (0,06) a	
	Azedinha®	Morango	2,73 (0,06) a	0,5629	35,83 (1,63) a	0,8207	49,97 (3,00) a	0,0940	8,43 (0,12) b	0,0024
		Uva	2,75 (0,03) a		34,23 (1,15) a		44,67 (1,01) a		8,83 (0,06) a	
		Melancia	2,77 (0,01) a		34,90 (4,95) a		48,43 (2,93) a		8,53 (0,06) b	
	Mentos Rainbow®	Morango	3,23 (0,12) a	0,0013	26,50 (3,83) a	0,4363	36,37 (5,37) a	0,4496	8,40 (0,20) a	<0,0001
		Laranja	3,27 (0,06) a		27,77 (0,06) a		36,93 (1,63) a		5,30 (0,26) b	
		Maçã verde	2,93 (0,06) c		26,87 (2,83) a		34,07 (3,26) a		8,70 (0,10) a	
		Uva	3,17 (0,15) abc		30,40 (6,42) a		40,07 (7,58) a		8,63 (0,23) a	
		Melancia	3,13 (0,06) abc		23,40 (2,62) a		32,63 (2,80) a		8,83 (0,12) a	
		Citrus	3,20 (0,00) ab		29,10 (1,45) a		39,27 (2,16) a		5,40 (0,17) b	
		Frutas vermelhas	2,97 (0,06) bc		26,97 (4,97) a		34,93 (6,10) a		8,57 (0,15) a	
	Dori Gomets®	Morango	4,16 (0,31) a	0,3956	1,70 (0,36) a	0,3706	2,37 (0,46) a	0,3586	6,87 (0,12) a	0,3404
		Laranja	3,93 (0,12) a		1,93 (0,42) a		2,70 (0,53) a		6,77 (0,25) a	
		Abacaxi	3,77 (0,06) a		2,13 (0,06) a		2,97 (0,12) a		7,00 (0,26) a	
		Uva	4,13 (0,47) a		1,53 (0,55) a		2,40 (0,46) a		6,70 (0,00) a	
		Limão	3,93 (0,12) a		1,67 (0,32) a		2,50 (0,20) a		6,77 (0,12) a	

*Letras distintas na vertical indicam diferenças estatisticamente significativas (p≤0,05). ** Para soluções com pH ≥ 5,5, não foi realizada ATT em pH 5,5.

Fonte: elaboração das autoras.

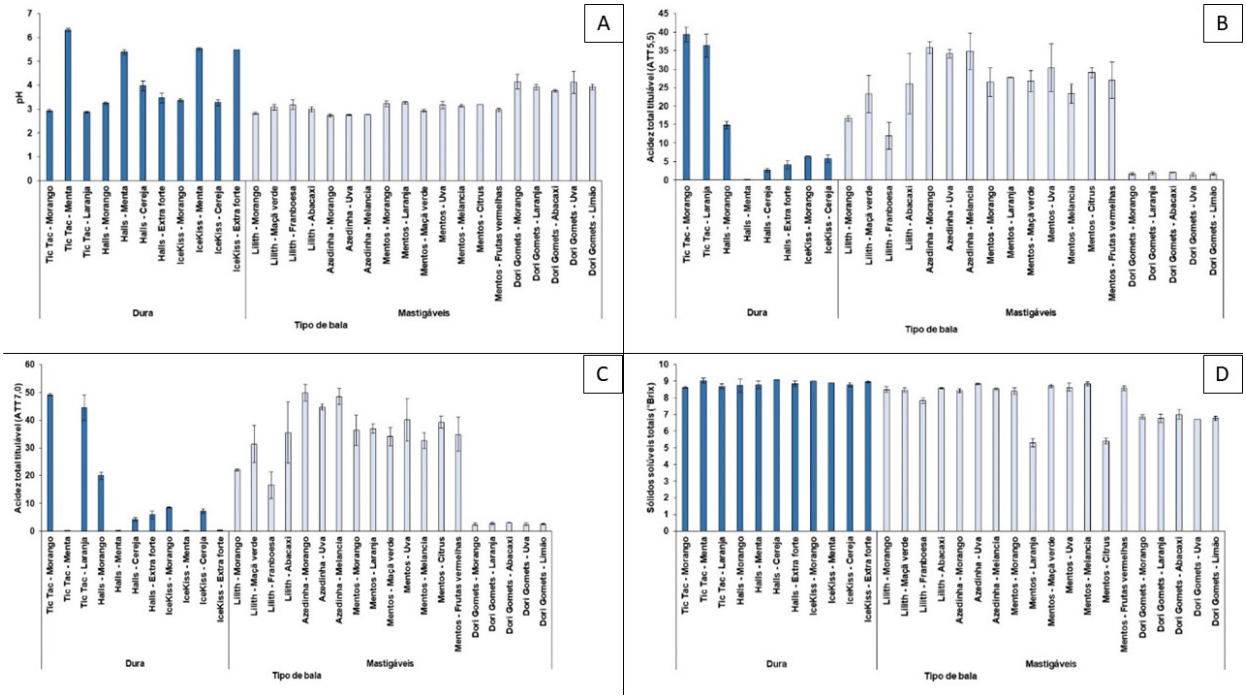

Figura 1 – Média e desvio padrão do pH (A), ATT 5,5 (B), ATT 7,0 (C) e SST/°Brix (D) para os diferentes sabores, tipos e marcas de balas

Fonte: elaboração das autoras.

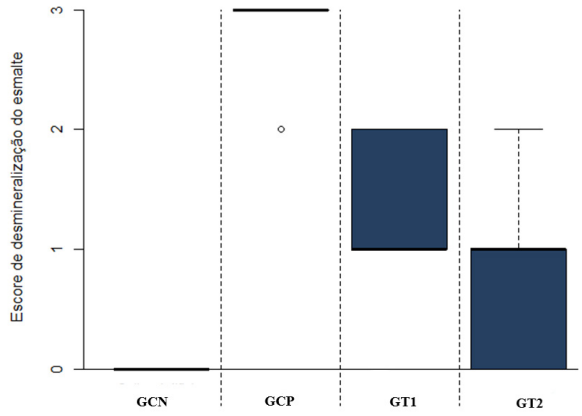

Figura 2 – Box plot dos escores de desmineralização do esmalte em função do grupo

Fonte: elaboração das autoras.

Tabela 4 – Mediana (valor mínimo e máximo) dos escores de desmineralização do esmalte em função do grupo

Grupo	Mediana (mínimo; máximo)
GCN	0,00 (0,00; 0,00) c
GCP	3,00 (2,00; 3,00) a
GT1	1,00 (1,00; 2,00) ab
GT2	1,00 (0,00; 2,00) bc

*Letras distintas indicam diferenças estatisticamente significativas (p≤0,05).

Fonte: elaboração das autoras.

Discussão

A diminuição do pH bucal na presença de substâncias ácidas pode contribuir para perdas progressivas da estrutura dental, visto que, com o decréscimo do pH, aumenta a solubilidade da hidroxiapatita. Na cárie, as lesões são provocadas por ácidos oriundos da atividade metabólica das bactérias, já na erosão dental, os ácidos podem ser de origem intrínseca ou extrínseca[1,3,4]. As balas têm sido investigadas quanto ao seu potencial erosivo e cariogênico, dado que possuem acidulantes e açúcares na sua composição[15-18].

No presente estudo, comparativamente, as balas duras e mastigáveis apresentaram comportamentos semelhantes quanto a baixos valores de pH, altos valores de acidez titulável e conteúdo em sólidos solúveis totais. A análise das características físico-químicas da maioria das balas demonstrou o seu potencial erosivo e a presença dos acidulantes como agentes moduladores desse efeito.

Estudos in vitro conduzidos com soluções de balas dissolvidas em água destilada têm demonstrado que estas apresentam baixos valores de pH, contudo, outros estudos demonstram que a diluição em saliva artificial pode elevar significativamente o valor do pH[15-18]. Um estudo in vivo realizado para avaliação do efeito protetor da saliva, frente ao consumo de pirulitos, identificou que alguns sabores levaram à diminuição do pH bucal a valores inferiores a 5,5[19].

Os resultados encontrados neste estudo demonstraram que houve diferença significativa entre os sabores de uma mesma marca quanto ao valor de pH, na maioria delas, rejeitando-se assim a primeira hipótese nula. Essa diferença pode estar relacionada à presença de acidulantes em diferentes concentrações nas balas.

O pH é o logaritmo negativo da concentração de íons hidrogênio (mol/L) em uma solução e quanto menor o seu valor, maior é a concentração de íons H^+ e mais ácida é a solução[20]. Os ácidos orgânicos, utilizados como acidulantes nas balas, são os responsáveis pelos baixos valores de pH encontrados. No presente estudo, o pH da bala sabor menta das marcas Tic Tac®, Halls® e IceKiss® diferiu significativamente dos outros sabores dentro da mesma marca, apresentando valores mais elevados. Esse resultado é corroborado por estudos que verificaram dados semelhantes que sugerem que esta seja uma característica do sabor menta[16,17]. A bala sabor menta da marca Tic Tac® e as balas sabores menta e extraforte da marca IceKiss® exibiram os maiores valores de pH entre os sabores da mesma marca, possivelmente devido à ausência de acidulantes em sua composição.

Os ácidos orgânicos em meio aquoso se dissociam liberando íons H^+, provocando a diminuição do pH e a consequente acidificação do meio. Esses íons H^+ se difundem pela película adquirida e levam à dissolução dos cristais de hidroxiapatita ao combinar-se com os íons carbonato e fosfato. A desmineralização dental ocorre quando o pH está abaixo do valor crítico, no qual a saliva encontra-se subsaturada em relação ao mineral do dente[4,21]. Para a erosão dentária, não há um valor de pH crítico constante, pois este depende da concentração de íons cálcio, fosfato e flúor disponíveis no meio bucal[4,20].

Na análise da rotulagem, foi encontrada a presença dos acidulantes ácidos tartárico, málico e cítrico, de forma isolada ou associada. A pre-

sença do ácido cítrico foi verificada em todas as balas que continham acidulante em sua composição. O ácido cítrico em baixos valores de pH atua liberando íons H^+, favorecendo a perda mineral. Contudo, em uma faixa de pH mais elevada, próximo a 7, o íon citrato resultante da dissociação do ácido cítrico atua como quelante, atraindo íons cálcio da estrutura dental. Em valores intermediários de pH, a desmineralização dental será provocada por ambos os mecanismos[4,21].

O potencial erosivo das balas não é dependente apenas do pH da solução obtida com sua diluição, mas também da sua acidez titulável, uma variável a ser considerada, pois influencia a capacidade tampão[3,20]. Os resultados demonstraram que houve diferença significativa entre os sabores das marcas Halls® e Lílith®, quando avaliada a ATT em pH 5,5. Para a ATT em pH 7,0, a diferença encontrada ocorreu dentro dos grupos das marcas comerciais Tic Tac®, Halls®, IceKiss® e Lílith®. Esse resultado sugere que as balas diferem quanto à concentração de ácidos orgânicos em sua composição dentro de uma mesma marca. Nas balas que apresentavam acidulantes, isolados ou associados, não foi possível identificar as suas respectivas concentrações, pois essa informação não estava disponível nos rótulos das embalagens.

Uma acidez titulável elevada indica que será necessária uma maior quantidade de saliva para neutralizar os ácidos presentes na solução. Essa variável determina a concentração de ácido não dissociado presente na solução[3,20]. O ácido não dissociado pode se difundir no esmalte, uma vez que não possui carga, e causar desmineralização na camada subsuperficial, em um processo intitulado de desmineralização "near-surface"[20].

A acidez titulável é uma propriedade relevante para balas, pois, durante seu consumo, elas permanecem por períodos prolongados na cavidade bucal, repercutindo no aumento do tempo necessário para a neutralização dos ácidos presentes na solução, favorecendo sua ação desmineralizante. Estudo realizado sobre o padrão de consumo de um tipo de bala dura, chamada jawbreakers, por crianças holandesas da escola primária, revelou que a maior parte delas mantinham essas balas na cavidade bucal por um tempo médio de 15 minutos durante o consumo[22].

Por meio da análise da rotulagem, foi possível identificar que as balas duras e mastigáveis apresentavam carboidratos em sua composição, sendo a sacarose o tipo predominante na maioria. A quantificação dos STT por meio da refratometria na escala Brix° permite inferir o conteúdo em açúcar das balas. A escala °Brix tem por objetivo representar a real concentração de açúcar presente em 100g de solução[23].

No presente estudo, houve diferença significante entre os sabores das marcas Tic Tac®, IceKiss®, Lílith®, Azedinha®, Mentos Rainbow® e Dori Gomets® quanto aos valores de SST. Estudos apontam que a cariogenicidade da sacarose está relacionada com sua concentração[24-26] e que uma solução de sacarose a 5% é suficiente para a formação de biofilme cariogênico[24]. Logo, as variações encontradas nos valores da escala °Brix para as balas duras e mastigáveis são clinicamente relevantes, por demonstrarem a presença da sacarose nesses produtos, favorecendo assim o seu potencial cariogênico.

Nesse contexto, a frequência do consumo de sacarose se torna mais relevante, pois o aumento do seu consumo diário representa um maior risco para o desenvolvimento da cárie dentária[2,25]. Deve-se destacar que a forma de apresentação física das balas, dura ou mastigável, influencia esse processo. As balas de consistência pegajosa se comportam de forma retentiva e permanecem aderidas nos dentes ou em fissuras por períodos mais longos, atuando como depósito local de substrato para os microrganismos.

Neste estudo, refutou-se a segunda hipótese nula, uma vez que houve diferença entre os grupos quanto ao escore de desmineralização do esmalte. Foi possível observar que o grupo submetido à ação do HCl 0,01 N de pH 2,3 apresentou a maior desmineralização, quando comparado aos demais grupos, contudo, não diferiu significativamente da bala da marca Lílith®.

A solução da bala sabor maçã verde da marca Lílith® apresentou uma maior distribuição dos dados no escore 2 de desmineralização, provavelmente em virtude da presença do acidulante ácido cítrico em sua composição. Essa solução, contudo, apesar do menor pH e da maior acidez titulável em comparação à solução da bala extraforte

da marca IceKiss®, não diferiu estatisticamente desta quanto ao grau de desmineralização.

Um estudo in vitro realizado em dentes humanos submetidos a desafio ácido para determinação do potencial erosivo de doces "sugar-free", através de mudanças na microdureza superficial do esmalte, verificou uma correlação significante entre o pH e a acidez titulável em pH 5,5 e em pH 7,0[15]. Outro estudo, após a exposição de dentes permanentes a soluções de balas dissolvidas em água e saliva artificial, demonstrou uma correlação positiva entre a profundidade das lesões erosivas em esmalte humano e a acidez titulável[18]. No presente estudo, o ciclo erosivo foi realizado utilizando-se esmalte bovino, pois este possui uma microestrutura que se assemelha à do esmalte humano, o que possibilita sua utilização em substituição ao tecido mineralizado[27].

A presença de íons cálcio na solução pode minimizar a severidade da erosão dental, uma vez que a sua disponibilidade não é afetada pela variação do pH[3,4]. Estudos realizados para investigar o potencial erosivo de medicamentos, sucos, balas e bebidas demonstraram que aqueles que apresentavam maiores concentrações em cálcio promoveram uma menor desmineralização erosiva, quando comparados a outras soluções testadas que não continham cálcio[28,29]. A análise da rotulagem das balas duras e mastigáveis não identificou a presença de nenhuma fonte de cálcio.

A ação erosiva e cariogênica da dieta depende de fatores biológicos e comportamentais. Estudos in vitro possuem limitações por não contemplarem a complexa dinâmica envolvida na cavidade bucal. Contudo, diante do comportamento semelhante da maioria das balas duras e mastigáveis com relação a baixos valores de pH, alta acidez titulável e conteúdo em STT apresentados, os consumidores desses produtos devem ser orientados quanto ao seu potencial erosivo e cariogênico.

Conclusão

A avaliação físico-química das balas duras e mastigáveis investigadas permitiu inferir que estas podem representar um fator de risco para cárie e erosão dental, tendo-se em vista que a maioria apresentou baixos valores de pH, alta acidez titulável, presença de sólidos solúveis totais e ação desmineralizante sobre o esmalte dentário bovino.

Abstract

Objective: evaluate the cariogenic potential of hard and soft candies and their demineralizing potential in bovine enamel. Methods: 30 candies of different brands were selected, divided into hard candies (n=11): Tic Tac®, Halls® and IceKiss® and soft candies (n=19): Lílith®, Azedinha®, Mentos Rainbow® and Dori Gomets®. The candies were dissolved in distilled water (1:10) and pH, titratable acidity (TT) and presence of total soluble solids (SST/°Brix) were evaluated. In erosive cycling, 40 specimens of bovine enamel were divided into four groups (n=10): GCN - artificial saliva; GCP - hydrochloric acid; GT1 - Lilith® apple green candy solution; GT2 - IceKiss® Extra Strong candy Solution. The erosive challenge was performed for 2 minutes, 4X/day, followed by 2 hours of immersion in artificial saliva for five days. Results: pH values for hard and soft candies ranged from 2.88 to 5.53 and 2.73 to 4, respectively. ATT at pH 5.5 varied from 0.07 mL to 39.40 mL of 0.1 N NaOH for hard candies and 1.53 mL to 35.83 mL for soft candies. ATT at pH 7,0 varied from 0.2 mL to 49.13 mL of 0.1 N NaOH for hard candies and from 2.37 mL to 49.97 mL for soft candies. The content of SST of all hard candies was higher than 8.5 °Brix and for soft candies, varied between 5.3 to 8.83 °Brix. The GCP group showed greater demineralization than GCN and GT2 ($p<0.05$). Conclusion: most hard and soft candies dissolved in distilled water were potentially erosive and cariogenic.

Keywords: Tooth erosion. Dental caries. Candy. Dental enamel.

Referências

1. Kidd E, Fejerskov O. Changing concepts in cariology: forty years on. Dent Update 2013; 40(4):277-86.
2. Peres MA, Sheiham A, Liu P, Demarco FF, Silva AER, Assunção MC, et al. Sugar consumption and changes in dental caries from childhood to adolescence. Journal of Dental Research 2016; 95(4):388-94.
3. Zohoori FV, Duckworth RM. The impact of nutrition and diet on oral health. In: Carvalho T, Lussi A. Chapter 9: Acidic beverages and foods associated with dental erosion and erosive tooth wear. Monogr Oral Sci Basel, Karger; 2020; 28:91-8.
4. Dawes C. What is the critical pH and why does a tooth dissolve in acid? J Can Dent Assoc 2003; 69(11):722-4.

5. Corrêa MSNP, Corrêa FNP, Corrêa JPNP, Murakami C, Mendes FM. Prevalence and associated factors of dental erosion in children and adolescents of a private dental practice. Int J Paediatr Dent 2011; 21(6):451-8.

6. Hoppe CD, Mallmann PR, Oliveira EC. Determinação de umidade em balas duras e balas mastigáveis. Revista Destaques Acadêmicos 2015; 7(4):185-92.

7. São Paulo (Estado). Decreto nº 12.486, de 20 de outubro de 1978. Aprova Normas Técnicas Especiais relativas a Alimentos e Bebidas. Diário Oficial Estado de São Paulo, São Paulo, 21 out. 1978, p. 1.

8. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 28 out. 1997, seção 1.

9. Aun M, Lima C, Philippi J, Kalil J, Agondi R, Motta A. Aditivos em alimentos. Rev bras alergia imunopatol 2011; 34(5):177-86.

10. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa nacional de saúde do escolar, 2015. Rio de Janeiro: IBGE; 2016. 126 p.

11. Oliveira GC de, Tereza GPG, Boteon AP, Ferrairo BM, Gonçalves PSP, Silva TC da, et al. Susceptibility of bovine dental enamel with initial erosion lesion to new erosive challenges. PloS One 2017; 12(8):e0182347.

12. Magalhães AC, Levy FM, Rios D, Buzalaf MAR. Effect of a single application of TiF(4) and NaF varnishes and solutions on dentin erosion in vitro. J Dent 2010; 38(2):153-7.

13. Alexander SA, Ripa LW. Effects of self-applied topical fluoride preparations in orthodontic patients. Angle Orthod 2000; 70(6):424-30.

14. Landis JR, Koch GG. The Measurement of observer agreement for categorical Data. Biometrics 1977; 33(1):159-74.

15. Shen P, Walker GD, Yuan Y, Reynolds C, Stacey MA, Reynolds EC. Food acid content and erosive potential of sugar-free confections. Aust Dent J 2017; 62(2):215-22.

16. Rita MR, Farias MMAG, Silveira EG da. Potencial erosivo de pastilhas e balas duras "zero açúcar" dissolvidas em água e saliva artificial. Rev Odontol Univ São Paulo 2018; 30(3):246-55.

17. Farias MMAG, Ramos BLM, Silveira EG. Avaliação do potencial erosivo de balas duras. Rev Odontol Bras Central 2016; 25(74):135-8.

18. Wagoner SN, Marshall TA, Qian F, Wefel JS. In vitro enamel erosion associated with commercially available original and sour candies. J Am Dent Assoc 2009; 140(7):906-13.

19. Brand HS, Gambon DL, Bultuis MS, Veerman CI, Amerongen AV. The erosive potential of lollipops. Int J Dent Hyg 2009; 59(6):358-62.

20. Shellis RP, Barbour ME, Jesani A, Lussi A. Effects of buffering properties and undissociated acid concentration on dissolution of dental enamel in relation to pH and acid type. Caries Res 2013; 47(6):601-11.

21. Featherstone JDB, Lussi A. Understanding the chemistry of dental erosion. Monogr Oral Sci 2006; 20:66-76.

22. Brand HS, Gambon DL, Van Dop LF, Van Liere LE, Veerman ECI. The erosive potential of jawbreakers, a type of hard candy. Int J Dent Hyg 2010; 8(4):308-12.

23. Ball DW. Concentration scales for sugar solutions. J Chem Educ 2006; 83(10):1489-91.

24. Aires CP, Tabchoury CPM, Cury AADB, Koo H, Cury JA. Effect of sucrose concentration on dental biofilm formed in situ and on enamel demineralization. Caries Res 2006; 40(1):28-32.

25. Díaz-Garrido N, Lozano C, Giacaman RA. Frequency of sucrose exposure on the cariogenicity of a biofilm-caries model. Eur J Dent 2016; 10(3):345-50.

26. Cai J-N, Jung J-E, Dang M-H, Kim M-A, Yi H-K, Jeon J-G. Functional relationship between sucrose and a cariogenic biofilm formation. PLoS One 2016; 11(6):e0157184.

27. Arango-Santander S, Montoya C, Pelaez-Vargas A, Ossa EA. Chemical, structural and mechanical characterization of bovine enamel. Arch Oral Biol 2020; 109:104573.

28. Carvalho TS, Schmid TM, Baumann T, Lussi A. Erosive effect of different dietary substances on deciduous and permanent teeth. Clin Oral Investig 2017; 21(5):1519-26.

29. Lussi A, Carvalho TS. Analyses of the erosive effect of dietary substances and medications on deciduous teeth. PLoS One 2015; 10(12):e0143957.

Endereço para correspondência:

Ana Caroline Magalhães Neri Sande
Instituto de Ciências da Saúde
Av. Reitor Miguel Calmon, sala 413, 4° andar, s/n, Vale do Canela,
CEP 40110-100 – Salvador, BA, Brasil
E-mail: anac.sande@gmail.com

Recebido: 13/01/2021. Aceito: 15/02/2021.