

MARISE SANO SUGA MATUMOTO

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DAS ALTERAÇÕES
SUPERFICIAIS DO ESMALTE DENTÁRIO
DE DENTES PERMANENTES SUBMETIDOS
À AÇÃO DE BEBIDAS ENERGÉTICAS**

São Paulo

2008

Marise Sano Suga Matumoto

**Avaliação *in vitro* das alterações superficiais
do esmalte dentário de dentes permanentes
submetidos à ação de bebidas energéticas**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas.

Área de Concentração: Odontopediatria

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Guedes-Pinto

São Paulo

2008

FOLHA DE APROVAÇÃO

Matumoto MSS. Avaliação *in vitro* das alterações do esmalte dentário de dentes permanentes submetidos à ação de bebidas energéticas [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2008.

São Paulo, 11/03/2008

Banca Examinadora

1) Prof. Dr. _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

2) Prof. Dr. _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

3) Prof. Dr. _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

4) Prof. Dr. _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

5) Prof. Dr. _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

" A DEUS "

*A Deus, que nos deu o dom da vida,
nos presenteou com a inteligência,
nos deu a graça de lutarmos para
a conquista de nossas realizações...*

*A Ele cabe o louvor e a glória,
a nós ... o agradecer.*

Rui Barbosa

Agradecimentos Especiais

Aos meus exemplos de vida e amor... Àqueles que me norteiam, me guiam, me amparam... Àqueles que me acompanharam em todos os desafios e conquistas, sorriram comigo, me confortaram e apoiaram nos momentos difíceis, dando-me forças para prosseguir a minha jornada... e sem os quais certamente eu não seria quem sou... **MEUS PAIS: Julio e Suzuye**

A vocês, que são tão especiais em minha vida... Que estão sempre ao meu lado nos bons e maus momentos... A vocês que mesmo na distância se fazem tão presentes... A vocês que, com amor, zelam sempre por minha felicidade... Minhas irmãs queridas, meu cunhado e meu sobrinho: **Selma, Raquel, Hélio e Kim**

A você que sempre estive ao meu lado, dando-me todo o apoio necessário para conquistar meus objetivos... Que sempre vibrou com as minhas conquistas, sonhou comigo os meus sonhos e me confortou nos momentos de tristeza... Jamais esquecerei todo o apoio que recebi de você. Meu querido: **Roberto.**

**A vocês, dedico este trabalho
Muito obrigada por fazerem parte da minha vida!**

*“Amo minha família... cada um de vocês...
Mesmo distantes, conseguimos manter a chama desse amor,
que nos une a cada dia,
dando-nos força para viver...
dando-nos alento a cada caminhada, pois...
onde quer que estejamos, sabemos que jamais estamos sozinhos.
O amor que sentimos alimenta nossos corações,
aquece nossa alma
e ilumina nosso pensamento.”*

Ao Professor Orientador

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos Guedes-Pinto, Orientador deste trabalho, por todas as oportunidades de crescimento profissional e pelos ensinamentos que me proporcionou. Serei eternamente agradecida, pois o senhor sempre demonstrou seu bem querer, seu carinho e o desejo de contribuir para que todos à sua volta alcançassem o sucesso e conquistassem seus objetivos.

“Mestre...

*É aquele que caminha com o tempo,
propondo paz, fazendo comunhão, despertando sabedoria.*

*Mestre é aquele que estende a mão,
inicia o diálogo e encaminha para a aventura da vida.*

*Não é o que ensina fórmulas, regras, raciocínios,
mas o que questiona e desperta para a realidade.*

*Não é aquele que dá de seu saber,
mas aquele que faz germinar o saber do discípulo.*

*Mestre é você, meu professor e amigo
que me compreende,*

*me estimula e me enriquece
com sua presença e seu saber.*

Serei sempre sua discípula na escola da vida.

Obrigada, professor !”

(N. Maccari)

Agradecimento Especial

À Profa. Dra. Maria Salete Nahás Pires Corrêa, pelo carinho e atenção que sempre me dedicou. Para mim a senhora é e sempre será um exemplo a ser seguido, como profissional dedicada e pelo ser humano maravilhoso que és.

*“Quero muito agradecer uma pessoa
por tudo que ela me proporcionou com sua atenção, carinho e amizade...
Você é uma daquelas pessoas raras com um objetivo único
de dar alegria às pessoas que lhe cercam...
Você que sempre está pronta a ajudar não importando quem...
Sempre o faz com dedicação e amor...
Quero agradecer de coração por tudo que você me ajudou a realizar...
E dividir contigo as minhas conquistas...
Que Deus pague tudo isso...
Pois com certeza nunca poderei pagar tanta gentileza...”*

Obrigada por tudo...”

Aos Amigos Especiais

*“Agradeço sua amizade que, gentilmente,
você me permitiu desfrutar...
Agradeço sua energia que, positivamente,
muitas batalhas você me ajudou a ganhar...
Agradeço sua força que, bravamente,
Você conseguiu me emprestar...
Agradeço ao seu coração todo carinho
que você pôde me dar...”*

Ao amigo Prof. Marcelo Tavares de Oliveira, pela imensurável contribuição na realização e concretização deste trabalho. Sua disposição em ajudar incondicionalmente mostrou-me que as pessoas especiais existem e que a sua amizade foi um dos maiores presentes que ganhei em 2007.

Ao Prof. Dr. Alberto Sansiviero, por toda a atenção e incentivo que recebi. Seu carinho e seu apoio em muito contribuíram para que eu não esmorecesse e concretizasse mais este sonho.

Ao amigo Prof. Dr. José Roberto de Oliveira Bauer, por toda ajuda recebida na realização da parte experimental deste trabalho. Quando eu precisei de uma mão amiga, um auxílio... você estava ao meu lado!

À amiga e irmã de coração Profa. Kátia Lumi Tanikawa Vergílio, por ser essa pessoa tão maravilhosa e companheira em minha vida. Sem a sua contribuição, “segurando todas as pontas” na faculdade durante a minha ausência, teria sido impossível concluir este trabalho.

Ao amigo Prof. Marcelo Mendes Pinto. Você é um amigo especial... daqueles que nos faz sorrir, nos encoraja e torce para sermos bem-sucedidos, compartilha uma palavra de elogio e tem sempre o coração aberto para todos nós.

Ao amigo Prof. Dr. Fausto Mendes, pela valorosa contribuição na correção e pelas importantes sugestões efetuadas neste trabalho.

Agradecimentos

*“Hoje quero agradecer!
A você, que esteve ao meu lado
nas horas que chorei e nas horas que sorri,
nas horas que me lamentei e nas horas em que,
de uma forma ou de outra, demonstrei total alegria...
Hoje quero parar e agradecer,
porque você fez, faz e fará sempre parte de minha história!”*

A Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo e ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, Área de Concentração - Odontopediatria, pela oportunidade de realizar um grande sonho e conquistar mais um degrau na minha formação profissional.

Ao Prof. Dr. Fernando Neves Nogueira, pela amizade e por estar sempre a disposição para me ajudar quando necessário. Suas considerações foram muito importantes para que eu pudesse realizar este trabalho.

À Prof^a. Dr^a. Célia Regina M. D. Rodrigues (*in memoriam*), por todo apoio recebido e pelos conhecimentos passados. Será para sempre um exemplo de dedicação e seriedade ao trabalho, competência e amor a tudo e a todos.

Aos demais professores do Departamento de Odontopediatria: Prof^a. Dr^a. Márcia T. Wanderley, Prof. Dr. José Carlos P. Imparato, Prof^a. Dr^a. Maria Salete N. P. Corrêa, Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Ciamponi, Prof. Dr. Fausto M. Mendes, Prof^a. Dr^a. Cláudia P. Trindade e Prof^a. Dr^a. Ana Estela Hadad, pelos conhecimentos transmitidos e acima de tudo... pela amizade.

Ao Diretor do Centro de Saúde da UNINOVE, Prof. Renato Rodrigues Sophia, pela compreensão e apoio recebidos, os quais foram imprescindíveis para a conclusão deste trabalho.

Aos colegas de doutorado Fernanda Morais, Luciana Sanglard, Alessandra Nassif, Luciana Butini, Thiago Ardenghi, Selma Suga, Francisco Simões, Sandra Echeverria, Monique Benedetto e Fausto Mendes. Ao fazer uma avaliação do que vivi e passei durante o doutorado, sem dúvida vocês constituem a parcela mais feliz e prazerosa. Ganhei novos amigos, refiz antigos laços... Vivemos momentos inesquecíveis... Foram vocês que me deram a maior motivação para continuar esta jornada: a amizade. Guardo todos vocês num lugar especial no meu coração. Valeu!

Aos amigos queridos Ivan Soares, Eliane Matsura, Edgar Tanji, Constantino Lopes e Márcia Bianchi, pelas inúmeras demonstrações de carinho, amizade e incentivo. A amizade é o bem mais precioso que temos e vocês moram no meu coração.

Aos funcionários da Disciplina de Odontopediatria, Marize Moraes de Paiva, Júlio César de Lima Farias, Izilda, Fátima e Clemência, por todos os momentos felizes que passamos juntos, pela atenção recebida e por estarem sempre prontos a nos ajudar a sanar as nossas necessidades. Vocês são o coração e a alegria deste Departamento!

Aos funcionários do Departamento de Biomateriais, Silvio, Rosa e Mirtes, pela forma carinhosa com que me receberam no seu Departamento, não medindo esforços para ajudar-me a realizar este trabalho.

A minha secretária Florismara, pela ajuda, compreensão, paciência e principalmente pelo apoio recebido. Vivemos e passamos dias tranquilos e momentos turbulentos... mas, em todas as situações, seu companheirismo incentivou-me a continuar.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho...

Muito obrigada por tudo!

Matumoto MSS. Avaliação *in vitro* das alterações superficiais do esmalte dentário de dentes permanentes submetidos à ação de bebidas energéticas [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2008.

RESUMO

O consumo crescente de refrigerantes e sucos de frutas e seu possível efeito danoso sobre as estruturas dentais têm despertado grande interesse na Odontologia contemporânea. Dentre os principais efeitos ocasionados pela ação freqüente destas bebidas carbonatadas sobre o esmalte dentário pode-se citar as erosões. O objetivo deste estudo foi verificar o potencial erosivo dos energéticos comercializados no mercado nacional quanto ao seu pH e capacidade tampão e analisar quantitativamente as alterações promovidas na superfície do esmalte dentário de dentes permanentes. Para avaliação do pH e capacidade tampão foram selecionadas 10 marcas comerciais. Foram testadas 2 amostras distintas de 30 ml de cada energético e as leituras feitas em duplicata, com auxílio de pHmetro, para obtenção de uma média. Na avaliação da capacidade tampão foram adicionadas alíquotas de 50 µl de NaOH em 30 ml da solução até que fosse atingido o pH 7,0. Para avaliação das alterações superficiais do esmalte foram utilizados 40 pré-molares superiores. Estabeleceu-se 3 grupos experimentais [Controle (água destilada), Red Bull® e Red Bull Light®] com 6 espécimes cada, que foram submetidos a 2 desafios diários por imersão por 5 minutos, com intervalo de 12 horas entre eles, período em que os corpos de prova ficaram imersos em saliva artificial. O experimento foi realizado durante 3 dias, totalizando 30 minutos de

exposição à solução. A avaliação foi realizada por meio de leitura inicial e final em aparelho de Microdureza Superficial (Dureza Knoop). Verificou-se que a totalidade dos energéticos estudados apresentou pH ácido, com valores que variaram de 2,1 a 3,2. Quanto à capacidade tampão, verificou-se que a quantidade de base necessária para promover a neutralização das soluções variou de 1200 a 3750 μ l. Concluiu-se, portanto que, todas as soluções examinadas possuem potencial capacidade para promover perdas minerais, e conseqüentemente a erosão dentária, em função do baixo pH e também de sua elevada capacidade tampão. Os energéticos analisados promoveram significativas perdas minerais na superfície do esmalte dentário. A possível ação deletéria destas bebidas às superfícies dentárias torna necessário que o cirurgião-dentista atue preventivamente, alertando os seus pacientes sobre os efeitos indesejados que podem ser ocasionados pelo seu consumo freqüente.

Palavras-Chave: Erosão dentária, esmalte dental, bebidas energéticas

Matumoto MSS. *In vitro* evaluation of changes on enamel surface of permanent teeth submitted to energy drinks action [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2008.

ABSTRACT

The growing consumption of soft drinks and fruit juices and its possible harmful effect on dental structures has aroused great interest in dentistry nowadays. Among the main effects often caused by the action of these carbonated drinks on dental enamel, erosions can be cited. The purpose of this study was to verify the erosive potential of energy drinks sold on the domestic market on its pH and buffer capacity and quantitatively analyze the changes promoted on enamel surface of permanent teeth. For pH and buffer capacity evaluation 10 trademarks were selected. Two 30 mL samples were tested from each energy drink and the readings were made in duplicate using a pHmeter in order to obtain an average. In assessing the buffer capacity 50µL NaOH aliquots were added to the 30 mL solution until the pH reached 7. For enamel surface, 40 upper pre-molars were used. Three experimental groups (control, Red Bull® and Red Bull Light®) with 6 specimens each were designed. Each experimental group was submitted to 2 daily challenges by immersion for 5 minutes on the energy drink, with an interval period of 12 hours. During the intervals teeth remained in artificial saliva. The experiment was carried out for 3 days, totaling 30 minutes of exposure to the solution. The evaluation was performed by means of initial and final readings on the microhardness device (Knoop Hardness). It was found that all the energy drinks studied showed a low pH, with values ranging from

2.1 to 3.2. Regarding buffer capacity, it was found that the amount of base required promoting the neutralization of the solutions ranged from 1200 μ L to 3750 μ L. It may be concluded that all solutions examined have the potential to promote mineral loss and consequently dental erosion, due to the low pH and high buffer capacity of tested energy drinks. The energy drinks analyzed promoted significant mineral losses on the dental enamel surface. The possible deleterious action of these drinks to dental surfaces requires that the dentist act preventively, alerting their patients about the adverse effects that may be caused by its frequent ingestion.

Keywords: Dental erosion, dental enamel, energy drinks

LISTA DE TABELAS

- Tabela 5.1- Valores de pH verificados nas soluções energéticas analisadas e valores médios de pH baseado nos resultados apresentados..... 73
- Tabela 5.2- Leituras iniciais e finais das endentações realizadas em cada corpo de prova dos diferentes grupos experimentais obtidas no Microdurômetro..... 76
- Tabela 5.3- Média (desvio-padrão) do número de dureza Knoop dos grupos experimentais no dois períodos de avaliação..... 77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1- Representação gráfica das curvas de basificação dos energéticos analisados.....	74
--	----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 4.1- Red Bull® e Red Bull Light® (Sugar Free) – Bebidas energéticas..... 52
- Figura 4.2- HMV-Micro Hardness Tester, Shimadzu Corporation – Japan..... 53
- Figura 4.3- Especificações do aparelho Microdurômetro..... 54
- Figura 4.4- Esquemática do penetrador diamantado piramidal tipo Knoop..... 54
- Figura 4.5- Esquema de uma endentação para avaliação da microdureza nos corpos de prova..... 55
- Figura 4.6- Esquema das endentações realizadas para avaliação da microdureza, no sentido cérvico-oclusal dos corpos de prova..... 56
- Figura 4.7- Registro da endentação. Atente para a formação do losango correspondente ao penetrador diamantado piramidal tipo Knoop e o registro da maior diagonal..... 57
- Figura 4.8- Registro de dureza Knoop (Hardness Knoop)..... 57
- Figura 4.9- Pré- molares hígidos fornecidos pelo Banco de Dentes Humanos da FOUSP 58
- Figura 4.10- Aparelho para secção dental – Labcut 1010..... 59
- Figura 4.11- Secção méso-distal. Sinalização do corte a ser realizado para obtenção dos fragmentos dentais..... 60

Figura 4.12- Anéis para inclusão dos fragmentos dentais.....	61
Figura 4.13- Corpo de prova confeccionado.....	62
Figura 4.14- Identificação dos corpos de prova dentre os grupos experimentais...	63
Figura 4.15- Armazenamento dos corpos de prova separados pelos grupos experimentais.....	64
Figura 4.16- Confeção de janela de 2x2 mm recoberta por parafilm.....	65
Figura 4.17- Verniz ácido-resistente – Esmalte de unha Colorama®.....	65
Figura 4.18- Recobrimento de toda a superfície do corpo de prova com 2 camadas de verniz.....	66
Figura 4.19- Remoção do parafilm - Camada de esmalte sem recobrimento de verniz.....	66
Figura 4.20- Corpo de prova acondicionado em frasco de acrílico (10 ml).....	67
Figura 4.21- Corpo de prova acondicionado em frasco de acrílico e imerso em energético.....	68
Figura 4.22- Solução de repouso. Grupos experimentais com corpos de prova imersos em saliva artificial.....	69
Figura 5.1- Grupos experimentais com corpos de prova imersos em saliva artificial – experimento inicial.....	79
Figura 5.2- Formação de superfície gredosa. Atentar para a diferença na coloração entre o esmalte normal(1) e o esmalte submetido aos ciclos de imersão(2).....	80

SUMÁRIO

	p.
1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1 Erosão Dental.....	23
2.2 Potencial Erosivo dos Refrigerantes.....	27
2.3 Energéticos.....	31
2.3.1 Definição de Energéticos e Isotônicos.....	31
2.3.2 Aspectos da Legislação Brasileira sobre os energéticos.....	47
3 PROPOSIÇÃO	48
4 MATERIAL E MÉTODOS	49
5 RESULTADOS	72
6 DISCUSSÃO	81
7 CONCLUSÕES	90
REFERÊNCIAS	91
ANEXO	96

1 INTRODUÇÃO

A dissolução do esmalte pode ocasionar dois tipos distintos de lesões, a cárie dentária ou a erosão. Por definição a lesão de cárie é ocasionada pelos ácidos formados pela degradação bacteriana sobre os carboidratos, enquanto que a erosão corresponde a uma dissolução química do esmalte ocasionada por ácidos de qualquer outra origem diferente da bacteriana.

Estas duas lesões são bastante distintas histologicamente, sendo que de acordo com a natureza e origem dos ácidos, a lesão de cárie localiza-se sob o biofilme, enquanto que a erosão ocorre difusamente sobre a superfície dental (SÁNCHEZ; FERNANDEZ DE PRELIASCO, 2003).

Os principais alimentos cariogênicos são sabidamente pertencentes ao grupo dos carboidratos, podendo ser metabolizados e utilizados como substrato por microrganismos específicos presentes na cavidade bucal. Além destes, outros grupos alimentares presentes na dieta também podem provocar o aparecimento de lesões na superfície do esmalte dentário, independente da ação destes microrganismos.

A erosão dental pode ser ocasionada por uma série de fatores extrínsecos, tais como, o consumo de alimentos ácidos e bebidas carbonatadas, bebidas esportivas, vinho branco e tinto, frutas cítricas e num menor grau, de exposições ocupacionais a materiais ácidos, e fatores intrínsecos, dentre os quais ressaltam-se as desordens gástrico-intestinais crônicas como a doença gástrico-esofágica, anorexia e bulimia onde a regurgitação e o vômito freqüente são comuns (AMAECHI

et al., 1999; AMAECHI; HIGHAM; EDGAR, 2003; MAY; WATERHOUSE, 2003; ZERO; LUSSI, 2005). O aumento no consumo destes fatores extrínsecos prontos para consumo e comercialmente presentes nas últimas décadas, tem aumentado significativamente a sua prevalência (TOUYZ, 1994; AMAECHI; HIGHAM; EDGAR, 1999a; LARSEN; NYVAD, 1999; HUNTER et al., 2000; LUSSI et al., 2000; HUGHES et al., 2002; AMAECHI; HIGHAM; EDGAR, 2003; HUNTER et al., 2003; MAY; WATERHOUSE, 2003; SÀNCHEZ; FERNANDEZ DE PRELIASCO, 2003; SHENKIN et al., 2003). Os fatores conhecidos na etiologia das erosões incluem todos os tipos de alimentos ácidos com baixa concentração de cálcio e fosfato.

A dissolução do esmalte em soluções ácidas depende de vários fatores incluindo o pH, concentração e tipo do ácido, capacidade de tamponamento e grau de saturação com respeito a hidroxiapatita. Os estudos têm demonstrado que este grau de saturação tem significativo efeito no esmalte dental sob condições de cárie dental onde o seu pequeno aumento pode ocasionar uma diminuição no grau de dissolução.

Em razão do exposto e pela escassez de estudos estabelecendo a ação de determinado tipo de bebida sobre o esmalte dentário, pretende-se estudar o efeito dos energéticos sobre o esmalte dental, a fim de que se possa estabelecer o potencial erosivo destas soluções, bem como verificar o seu pH, capacidade tampão e conseqüentemente a sua capacidade de atuar promovendo perdas minerais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A alteração no comportamento e hábitos do homem moderno tem promovido mudanças significativas não somente na qualidade de vida, mas principalmente no que se refere ao seu modo de alimentação. As pesquisas têm demonstrado que nos últimos anos o consumo de leite tem diminuído significativamente junto aos adolescentes, assim como a ingestão de chá e café. Esta faixa populacional demonstra cada vez mais, não apreciar a alimentação tradicional dos adultos (O'SULLIVAN; CURZON, 2000).

Uma das mudanças mais perceptíveis é o aumento no consumo de refrigerantes, $\frac{2}{3}$ dos quais são ingeridos pelas crianças e adolescentes. Os sucos de frutas também são muito ingeridos visto que 15% das crianças em idade pré-escolar consomem 50% da ingestão diária de energia recomendada na forma de bebida.

Segundo Jain et al. (2007), em 1966 os americanos consumiam em média 20,3 galões de refrigerantes e 33,0 galões de leite. Já em 2003, esta proporção havia sido alterada para 46,4 galões de refrigerantes e 21,6 de leite.

Os refrigerantes não contêm nenhum nutriente, a não ser o açúcar, enquanto que o leite contém minerais, proteínas, vitaminas e o mais importante, o cálcio. Embora alguns sucos de frutas estejam sendo enriquecidos com cálcio, o leite continua sendo o líquido que exhibe maior associação com a ingestão de cálcio.

Os indivíduos costumam achar que os refrigerantes são inofensivos, sendo que a única consideração normalmente feita refere-se ao açúcar nele contido, e isso pode ser contornado pela ingestão das suas versões diet. O fato de que estas

bebidas apresentem pH menores que 3,5 e muitos contenham ácido fosfórico e/ou cítrico parece não estar bem compreendido pela população (JAIN et al., 2007).

Assim, a adoção de um estilo de vida não muito saudável tem favorecido as mudanças alimentares, as quais, por sua vez, podem proporcionar um incremento nos casos de erosão dental.

Parece controverso dizer que a procura de uma vida mais saudável também pode, indiretamente, propiciar o aparecimento de lesões erosivas, pois o esforço físico realizado nas academias promove uma diminuição no fluxo salivar e aumento na transpiração, o que impulsiona o indivíduo a repor o líquido perdido ingerindo por vezes, refrigerantes, sucos de frutas, isotônicos ou energéticos. Todas estas bebidas apresentam pH ácido e seu consumo constante pode ocasionar perdas minerais sucessivas e o aparecimento de erosões no esmalte dental.

Segundo Lippert, Parker e Jandt (2004), os estágios iniciais da desmineralização do esmalte pelos ácidos provenientes da dieta são os mais importantes e que, embora alguns autores relatem diferenças na susceptibilidade entre o esmalte decíduo e permanente na indução da erosão pelos ácidos provenientes da dieta afirmaram não ter encontrado diferenças entre dentes decíduos e permanentes nas condições em que foram realizados os seus experimentos.

Esta afirmação vai de encontro também aos achados de Amaechi, Higham e Edgar (1999a) e Johansson et al. (2001) que observaram que a velocidade de progressão da erosão foi duas vezes mais rápida em dentes bovinos permanentes que em dentes permanentes humanos e 1,5 vez mais rápidos nos dentes decíduos humanos que nos permanentes.

Lippert, Parker e Jandt (2004) investigaram *in vitro*, os efeitos erosivos de quatro diferentes bebidas sobre o esmalte utilizando a nanoindentação combinada ao microscópio atômico de força. As bebidas examinadas foram a coca-cola, limonada, suco e água (controle) e constataram uma diminuição na resistência superficial e redução no módulo de elasticidade em todos os grupos experimentais. Os resultados demonstraram que cada bebida apresentou um efeito distinto devido a sua composição e aqueles que produziram maior efeito erosivo foram a coca-cola e a limonada.

2.1 Erosão Dental

A erosão dentária pode ser definida como sendo a remoção de material da superfície dental pela ação química e na ausência de biofilme. Normalmente os agentes envolvidos são ácidos, porém algumas perdas dentárias podem ocorrer em pH próximo ao neutro. O processo de erosão envolve a dissolução de minerais levando a um amolecimento da região da superfície externa do dentes. A porção de mineral dissolvida depende do pH, do tempo de exposição e temperatura, concentração de cálcio, fluoreto e fosfato presente no fluido do ambiente bucal (MAHONEY et al., 2003) além da capacidade tampão (LARSEN; NYVAD, 1999) e da quantidade de acidez titulável ou ácido titratável (JAIN et al., 2007; OWENS, 2007)

A erosão, portanto diferentemente da abrasão, atrição e abfração, é decorrente de uma dissolução química dos dentes por substâncias ácidas (AMAECHI; HIGHAM; EDGAR, 1999a), sendo freqüente na infância e o aumento em

sua prevalência causa preocupação, tendo em vista que seu tratamento é por vezes dificultado pela qualidade inadequada do esmalte e remanescente tecidual coronário insuficiente para proporcionar uma restauração adesiva satisfatória, e seus efeitos são cumulativos e progressivos com o passar da idade e do tempo (MAY; WATERHOUSE, 2003).

Segundo Bartlett e Shah (2005) e Lussi (2006) denomina-se abrasão ao desgaste físico do tecido dental duro, e resulta de processos mecânicos dos quais participam objetos e/ou substâncias exógenas que são introduzidos na boca e entram em contato com os dentes repetidamente.

A atrição é um desgaste fisiológico dos tecidos dentários duros provocados pelo contato entre os dentes, sem a intervenção de substâncias exógenas. Clinicamente o desgaste oclusal é atribuído à atrição quando o desgaste do dente antagonista é igual, criando facetas de contato. O processo de atrição pode também envolver as superfícies vestibulares e linguais em casos particulares de maloclusão. Quando o desgaste produzido pela atrição excede padrões considerados fisiologicamente normais, está associado a hábitos parafuncionais como o bruxismo (BARTLETT; SHAH, 2005; LUSSI, 2006).

A abfração, por sua vez, é um desgaste físico do tecido dental duro causado por forças biomecânicas, provocando microfraturas de esmalte e dentina na região de junção amelo-cementária (BARTLETT; SHAH, 2005; LUSSI, 2006).

Segundo o levantamento realizado por Corrêa (2006), a erosão dental pode ser ocasionada por fatores intrínsecos, extrínsecos ou por fatores idiopáticos. Os fatores extrínsecos são constituídos por ácidos provenientes da dieta alimentar, medicamentos de uso crônico, drogas ilícitas, água de piscina mal balanceada ou

fumaças industriais e podem ser agrupadas em alimentares, medicamentosas, ambientais e decorrentes do estilo de vida. Os fatores intrínsecos por sua vez relacionam-se às questões fisiológicas, como por exemplo, o ácido gástrico. Assim, alterações no refluxo gástrico podem ocasionar as erosões dentárias, bem como vômitos, regurgitações, distúrbios alimentares de origem psicossomática como vômito decorrente de situações de estresse, a anorexia ou a bulimia. Dentre as causas de origem somática incluem-se o alcoolismo, gravidez, distúrbios gastrointestinais, disfunção gástrica, a constipação crônica, hérnia de hiato, a úlcera duodenal e o refluxo gastroesofágico. A erosão idiopática, por sua vez é decorrente da ação de ácidos de origem desconhecida sobre o esmalte dental, sendo muitas vezes de etiologia multifatorial não elucidada.

Em conformidade com o que foi exposto, como os ácidos responsáveis pela erosão originam-se dos fatores extrínsecos ou intrínsecos não são, portanto, produtos da flora microbiana intrabucal (AMAECCHI; HIGHAM; EDGAR, 1999ab; MAHONEY et al., 2003; JENSDOTTIR; BARDOW; HOLBROOK, 2005; OWENS, 2007). A atividade erosiva dos ácidos cítrico, maleico e fosfórico, ou outras substâncias ácidas presentes nas bebidas e alimentos tem sido demonstrada em vários estudos *in vitro* e *in vivo* (clínicos) (ZERO; LUSSI, 2005).

A literatura científica demonstra relacionar um incremento do potencial erosivo às estruturas dentais associado ao aumento no consumo de bebidas energéticas ou enriquecidas em minerais (bebidas esportivas) somados à frequência contínua de sua ingestão. Porém os hábitos alimentares não são os únicos agentes causadores das erosões dentais. O baixo fluxo salivar e baixa capacidade tampão da saliva são

fatores adicionais no desenvolvimento da alteração (LUSSI; JÄGGI; SCHÄRER, 1993; MAY; WATERHOUSE, 2003).

Os hábitos concernentes à dieta e a sua relação com a etiologia da erosão dental já estão bem documentados na literatura científica. As pesquisas demonstram que no adulto, o principal fator relacionado refere-se ao consumo excessivo de sucos de frutas cítricas e nas crianças e adultos jovens devido à ingestão de bebidas ácidas, particularmente as carbonatadas (O'SULLIVAN; CURZON, 1998,2000). O consumo freqüente de bebidas alcoólicas também pode aumentar direta ou indiretamente a prevalência das lesões erosivas, pois as propriedades desidratantes e corrosivas do álcool já são bastante conhecidas e, além deste fator direto, o estado de embriaguez pode fazer com que o indivíduo apresente um quadro crônico de vômitos constantes.

Lussi, Jaeggi e Jaeggi-Schärer (1995) analisaram a composição e verificaram o potencial erosivo de bebidas sobre o esmalte humano medindo a microdureza e concluíram que o suco de maçã proporcionou a maior diminuição da dureza superficial seguida pela Schweppes, Orangina e refrigerante de uva. Assim, puderam concluir que diferentes bebidas apresentam potenciais erosivos distintos e esta variabilidade está diretamente relacionada com a composição do alimento.

Os estudos realizados por Amaechi, Higham e Edgar (1999a), por sua vez, procuram relacionar a influência da temperatura, duração de exposição e tipo de esmalte no desenvolvimento e progressão da erosão dental. Para tanto utilizaram suco de laranja em diferentes temperaturas e concluíram que a capacidade de promover erosão foi menos pronunciada em baixas temperaturas e aumentou com o tempo de exposição.

Estes resultados foram corroborados pelos estudos de Eisenburger e Addy (2003) que também estabeleceram uma relação positiva entre a temperatura da bebida e o potencial erosivo, assim, quanto mais elevada a temperatura, maior será a capacidade erosiva.

Como qualquer reação química, o grau de dissolução do esmalte pela alteração na difusão dos elementos químicos, tem-se mostrado dependente da temperatura. A temperatura mais elevada ou mesmo a temperatura ambiente das bebidas aumenta o potencial de erosão (AMAECHI; HIGHAM; EDGAR, 1999b). A capacidade tampão das bebidas parece ser mais relevante que o seu pH isoladamente no processo de desmineralização por exercer maior influência sobre o pH do biofilme dental (GROBLER; SENEKAL; LAUBSCHER, 1990).

Estudos *in vitro* têm demonstrado o aparecimento de lesões erosivas no esmalte dentário através da simples imersão dos dentes em bebidas por período prolongado de tempo. É importante salientarmos, contudo que o potencial erosivo dos alimentos é superestimado quando não são analisados os fatores modificadores relacionados à saliva, presentes nas situações *in vivo*. Na cavidade bucal os dentes são protegidos pela película salivar, observa-se a existência dos efeitos remineralizantes da saliva e a bebida também pode sofrer uma ação tamponante, além de permanecer por período de tempo pequeno em contato direto com os dentes (AMAECHI; HIGHAM; EDGAR, 1999a).

2.2 Potencial erosivo dos Refrigerantes

Embora os dentistas recomendem às crianças e adolescentes para que reduzam os seus consumos de bebidas ácidas e que bebam preferencialmente somente leite ou água, o aumento na venda de refrigerantes indica que este aviso vem sendo ignorado. Assim, a redução no seu potencial erosivo, a qual independe da colaboração do paciente torna-se claramente uma forma prática de minimizar o risco associado com os níveis de consumo cada vez mais crescentes (HUNTER et al., 2003).

Muitos autores têm demonstrado que o desgaste dental associado à erosão dos tecidos duros pelos componentes ácidos provenientes da dieta constitui um problema importante e crescente, especialmente na população jovem. O que se tem sugerido é que o aumento no consumo de refrigerantes ácidos é o principal agravante nesta situação. A maioria dos estudos tem se concentrado nos aspectos químicos da erosão dental, porém tem-se demonstrado que o potencial erosivo destas bebidas é influenciado por muitos fatores, incluindo-se o pH, acidez e concentração de cálcio e fosfato (SHELLIS et al., 2005).

Como os refrigerantes estão fortemente implicados como agentes causadores de erosão dental, muitos pesquisadores têm investigado a sua modificação para tentar diminuir seu potencial erosivo. Dentre as modificações propostas podemos citar o aumento no pH e adição de cálcio e ou fosfato na sua composição, a fim de proporcionar um salto no aumento do grau de saturação de hidroxiapatita. Os maiores inconvenientes destes métodos, porém, referem-se ao comprometimento do sabor e aumento na capacidade de contaminação bacteriana (ATTIN et al., 2005; BARBOUR et al., 2005).

Segundo Kitchens e Owens (2007), a associação entre a cárie dental e o consumo dos refrigerantes já está bem documentada. A introdução do açúcar

refinado nestas bebidas representa importante papel no desenvolvimento da cárie, embora a prevalência seja afetada pela frequência de ingestão, número de bactérias cariogênicas e outros fatores modificadores incluindo a dieta, água fluoretada, higiene oral e variações na fisiologia oral. A erosão dental representa uma perda irreversível de tecido duro devido a um processo químico como a dissolução ou quelação sem o envolvimento de microrganismos. Fatores como o pH salivar, fluxo e capacidade tampão exercem uma importante função na formação das lesões erosivas. Estudos reportando a frequência da ingestão de refrigerantes e outras bebidas de baixo pH demonstram um aumento no potencial de formação destas lesões.

Os refrigerantes carbonatados correspondem ao grupo de bebidas mais consumido e apresentam baixo pH, contém carboidratos refinados (açúcar) e outros aditivos que podem sujeitar o esmalte dentário à dissolução ácida, formação de cárie e erosão. Também os refrigerantes e outras bebidas podem permanecer sobre a superfície do esmalte e ser removido pela saliva, aumentando o potencial cariogênico. A quantidade total e o tipo de ácido (fosfórico, cítrico, etc) são os fatores primários responsáveis pela degradação do esmalte. Estes acidulantes ou também denominados ácidos polibásicos exibem capacidade tampão mantendo o pH local na superfície dental abaixo do limiar de dissolução do esmalte (KITCHENS; OWENS, 2007).

A natureza ácida dos refrigerantes não se aplica somente àqueles que possuem açúcar na sua composição, mas também as versões diet. Tanto os refrigerantes quanto as bebidas esportivas, apresentam pH entre 2,5 e 3,5 e a exposição crônica da estrutura dental aos alimentos com baixo pH resultam em

alterações no esmalte com o passar do tempo. O aumento no consumo representa uma maior frequência na exposição aos baixos pHs, acelerando o processo (SHENKIN et al., 2003). Tem sido relatado que a ausência dos açúcares na composição dos refrigerantes exerce apenas um pequeno e não significativo efeito sobre o pH do biofilme dental, independentemente do quão baixo seja o pH da solução ingerida (GROBLER; SENEKAL; LAUBSCHER, 1990).

Outro fator que parece influenciar a capacidade erosiva é o aspecto físico do consumo dos refrigerantes, como por exemplo, o fluxo de líquido sobre a superfície dentária. Estudos científicos demonstraram que hábitos como reter o líquido no interior da cavidade bucal, executando movimentos com a língua e bochecha, aceleram a perda erosiva dos tecidos duros (SHELLIS et al., 2005).

Para Moaezz, Smith e Bartlett (2000) a velocidade e a forma com que a bebida carbonatada é ingerida, como por exemplo, com ou sem canudo, também está relacionada com a distribuição da solução no interior da cavidade bucal e conseqüentemente com a possibilidade de ocasionar erosões.

O consumo de refrigerantes é especialmente maior na população adolescente e tem crescido ainda mais nos anos recentes, portanto torna-se importante investigar as propriedades que contribuem significativamente para o seu potencial erosivo. Em estudos clínicos as bebidas com baixo pH como aqueles carbonatados à base de cola são os mais relacionados com a erosão dental. Em contrapartida, os estudos *in vitro* têm demonstrado que os sucos de fruta apresentam maior acidez que dos refrigerantes a base de cola, o que tem sugerido que os sucos de fruta também apresentam considerável potencial erosivo. Existe, portanto, a necessidade de esclarecer esta disparidade e determinar qual das propriedades dos refrigerantes

(pH, concentração de ácido e capacidade tampão) é mais importante na determinação de seu potencial erosivo (JENSDOTTIR; BARDOW; HOLBROOK, 2005).

Grando et al. (1996) analisaram a erosão causada *in vitro* pelos refrigerantes coca-cola e guaraná e suco de limão em lata sobre o esmalte de dentes decíduos humanos. Realizaram análises morfológicas do esmalte afetado usando-se um estereomicroscópio e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Verificaram a ocorrência da perda de brilho e uma alteração na coloração normal do esmalte, com perdas irregulares de tecido dental em variados graus, sendo que a perda mineral foi aumentando conforme o tempo de incubação também aumentou. Observaram também diferentes graus de solubilização dos prismas de esmalte afetando inicialmente as bainhas e as cabeças dos prismas e depois suas caudas. As áreas de erosão aumentaram proporcionalmente ao tempo de incubação, assim, todos os produtos examinados apresentaram grande potencial erosivo sobre o esmalte de dentes decíduos.

2.3 Energéticos

2.3.1 Definição de Energéticos x Isotônicos

Os energéticos e isotônicos são produtos que normalmente geram muitas dúvidas, não sendo difícil encontrar pessoas que os confundem. Torna-se

imprescindível, portanto, o fornecimento de informações que ressaltem as características apresentadas por cada um deles e esclareçam as diferenças existentes entre estas bebidas distintas.

ISOTÔNICOS: O termo isotônico refere-se à tonicidade, isto é, a concentração iônica de um líquido em relação ao sangue. Um líquido pode ser hipotônico, quando sua concentração é menor que a do sangue, hipertônico quando a concentração é maior ou isotônico quando a concentração é igual à do sangue (REDETEC, 2007).

As bebidas isotônicas, portanto, são líquidos que apresentam osmolaridade (número de moles de um soluto por quilograma de um solvente) muito próximo a dos fluidos corporais (280-340 mosmol/kg) (ALVES, 2003). Esta característica permite que a bebida seja rapidamente absorvida após o consumo. Os eletrólitos (minerais) estão envolvidos na maioria dos processos biológicos e o seu equilíbrio evita a desidratação durante a prática esportiva. Os principais minerais são: sódio, cloreto, potássio, cálcio, magnésio e fósforo (REDETEC, 2007).

Composição: Os fluidos isotônicos devem apresentar uma osmolaridade semelhante à do plasma sanguíneo, ou seja, mesmo número de partículas osmoticamente ativas que o sangue, portanto devem apresentar concentração de carboidratos de 4 a 8%. Apresentam corantes e aromatizantes artificiais e conservantes. Possuem em sua composição básica sódio, potássio, cloreto e glicose. Seu pH apresenta valores menores que 4,6 conferindo-lhe uma alta acidez. São preparados através da dissolução dos ingredientes em água deionizada, resultando em formulação com teor de sólidos final próximo a 7% (REDETEC, 2007).

Apresentação comercial: Estão disponíveis na forma de pós, concentrados ou mais comumente encontrados e conhecidos na forma pronta para beber.

Aspectos da Legislação Brasileira sobre os Isotônicos: Estas soluções, de acordo com a Portaria nº 222 de 24 de março de 1998 do Ministério da Saúde, são especialmente formuladas para praticantes de atividades físicas, com o objetivo de reposição hídrica e eletrolítica. Esta portaria regulamentou estas as bebidas isotônicas, excluindo as bebidas alcoólicas e bebidas gaseificadas, produtos que contenham substâncias farmacológicas estimulantes (como por exemplo, a cafeína), hormônios e outras consideradas como *dopping* pelo Comitê Olímpico Internacional (COI), produtos que contenham substâncias medicamentosas ou indicações terapêuticas, produtos fitoterápicos, formulações à base de aminoácidos isolados (como por exemplo, a taurina) (CARVALHO et al., 2006).

As bebidas isotônicas em obediência a esta regulamentação, não são gaseificadas, impedindo a distensão das paredes intestinais e a sensação de peso no estômago, contém baixo teor de carboidratos, proporcionando rápido esvaziamento gástrico e levando menos tempo para atingir os tecidos que necessitam de hidratação, garantindo uma rápida e eficiente reposição hidroeletrólítica e maximizando a performance do atleta (ALVES, 2003).

ENERGÉTICOS: Semelhantemente aos isotônicos, as bebidas energéticas também são destinadas ao uso por atletas e esportistas na reposição ou manutenção dos níveis energéticos, conferindo desta forma, maior rendimento e melhor desempenho na execução das atividades físicas.

Segundo Carvalho et al. (2006), em princípio estas soluções foram desenvolvidas para incrementar a resistência física, prover reações mais velozes a quem as consumia, levar a uma maior concentração nas atividades exercidas, evitar o sono, proporcionar sensação de bem-estar, estimular o metabolismo e ajudar a eliminar substâncias nocivas para o corpo. Pertencem a uma nova classe de alimentos conhecidos como “alimentos funcionais”. Estes alimentos afetam favoravelmente funções particulares do corpo.

A principal característica das bebidas energéticas é a presença de substâncias com ação estimulante do Sistema Nervoso Central na sua composição (MATILE, 2004).

Composição: Segundo Matile (2004) e Carvalho et al. (2006), os energéticos apresentam os seguintes componentes:

- **Cafeína**= principal substância estimulante encontrada na composição dos energéticos. Relaciona-se com um aumento da atenção, estímulo na liberação de adrenalina e facilitação na liberação de cálcio, propiciando uma contração muscular mais efetiva. Estimula três sistemas distintos de fornecimento de energia ao organismo (ATP, anaeróbio e aeróbio). É um alcalóide purínico da classe das metilxantinas (1,3,7-trimetilxantina), de ocorrência natural em folhas de mate, café, cacau, noz de cola. As xantinas são substâncias capazes de estimular o sistema nervoso, produzindo certo estado de alerta de curta duração.

Desde seu isolamento químico em 1820, a cafeína, além de estimulante, tem sido utilizada terapeuticamente no tratamento da apnéia infantil, da acne e outras desordens da pele, e também para dores de cabeça e enxaquecas. É também

utilizada em vários medicamentos usados como analgésicos, diuréticos, controladores de peso e formulações antialérgicas.

- *Ações sobre o organismo*= Carvalho et al. (2006) relataram em seus estudos que, pelo fato da cafeína ser uma substância amplamente utilizada em todo o mundo, os estudos sobre as implicações para a saúde resultantes de seu consumo despertam interesse dos consumidores de alimentos, bebidas e medicamentos.

Segundo a legislação, o composto líquido pronto para consumo pode conter o limite máximo de 35 mg/100 ml de cafeína em sua composição.

Existem situações em que as crianças, apesar de não ingerirem normalmente grande quantidade de café ou chá, ao substituírem o consumo de água por refrigerantes a base de cola ou bebidas energéticas, acabam promovendo um aumento significativo na ingestão diária de cafeína, que pode resultar em mudanças no comportamento, como aumento na irritabilidade, nervosismo e ansiedade.

Os riscos relacionados ao consumo de cafeína durante a gravidez ainda são muito controversos. Os estudos epidemiológicos sugerem que não há problemas na ingestão abaixo de 300 mg/dia.

Mais de 99% da dose ingerida é rapidamente absorvida a partir do trato gastrointestinal, elevando sua concentração no plasma sanguíneo entre 15 e 45 minutos. Uma vez na corrente circulatória, a cafeína penetra eficazmente em todos os tecidos corporais.

O período de meia-vida (metabolização e eliminação da metade da concentração do plasma sanguíneo) pode levar horas a dias, dependendo da

idade, sexo, a medicação e as condições de saúde, estado hormonal e se o indivíduo é ou não fumante.

Para que sua eliminação adequada ocorra, deve ser convertida em seus metabólitos que são mais rapidamente excretados pela urina. Esta transformação ocorre principalmente no fígado. A cafeína também pode ser excretada pelo leite materno.

Atua estimulando o sistema nervoso central e, dependendo da dose ingerida pode aumentar os batimentos cardíacos e a taxa de metabolismo basal, promover secreção ácida no estômago e aumentar a produção de urina.

Apresenta também um efeito broncodilatador em jovens pacientes com asma.

No sistema nervoso central, mais precisamente no sistema nervoso autônomo, o neurotransmissor adenosina age na redução da frequência cardíaca, da pressão sanguínea e da temperatura corporal. A cafeína exerce uma ação inibidora sobre os receptores destes neurotransmissores situados nas células nervosas, promovendo uma sensação de revigoração, diminuição do sono e fadiga, além de proporcionar a liberação de outros neurotransmissores e hormônios, como a adrenalina.

Os efeitos sobre o sistema cardiovascular variam desde aumentos moderados na velocidade dos batimentos cardíacos até sérias arritmias cardíacas. Em alguns casos pode ocasionar uma sensação de palpitação produzida pela ocorrência de extra-sístoles.

A cafeína possui dois efeitos importantes no sistema respiratório: estimula os neurônios do centro respiratório do cérebro proporcionando um aumento discreto da frequência e a intensidade da respiração e exerce um efeito

broncodilatador. Estas propriedades justificam a utilidade do consumo regular de bebidas que contém cafeína por pacientes asmáticos.

Estudos demonstram ainda que as bebidas energéticas em função da cafeína em sua composição agem sobre o humor, estimulando o estado de alerta e atuando como revitalizantes, melhorando o estado de atenção e os níveis de energia mental.

- *Interação energéticos x bebidas alcoólicas*= Os energéticos ao serem combinados às bebidas alcoólicas têm a função de potencializar os efeitos do álcool, possivelmente devido a uma redução dos efeitos depressores do álcool pela ação estimulante da cafeína no córtex cerebral (CARVALHO et al., 2006).

Segundo Ferreira, Mello e Formigoni (2004), especula-se que algumas substâncias presentes na composição das bebidas energéticas interfiram no metabolismo e/ou nas ações farmacológicas do álcool. Estudos laboratoriais feitos com animais demonstraram interações farmacológicas entre o álcool e a taurina, entretanto há poucos estudos em seres humanos. Para avaliar o padrão de uso de bebidas energéticas isoladamente e em associação com bebidas alcoólicas, estes autores realizaram um estudo com 136 voluntários, submetendo-os a uma entrevista padronizada sobre os hábitos de consumo destas bebidas. Verificaram que a maioria dos entrevistados afirmou consumir as bebidas energéticas isoladamente (79%) ou combinadas com bebidas alcoólicas (76%) e os efeitos produzidos pela ingestão são bastante variáveis, dependendo da dose ingerida e da sensibilidade individual.

- *Mecanismo de toxicidade*= A cafeína figura na lista GRAS (substâncias geralmente consideradas como seguras) e é utilizada com frequência em

bebidas, fármacos e é considerada como estimulante em baixas concentrações.

Estima-se que ao tomar uma xícara de café ocorra a ingestão de 1 a 2 mg/kg de peso corpóreo conferindo uma concentração plasmática máxima de 5 a 10 μM . O consumo excessivo (concentração plasmática $> 50 \mu\text{M}$) produz sintomas de cafeinismo (ansiedade, agitação, dificuldade em conciliar o sono, diarreia, tensão muscular e palpitações cardíacas). A dose letal (DL) é de 150 a 200 mg/kg de peso corpóreo, que promove a concentração plasmática de aproximadamente 750 μM (corresponde à ingestão de uma só vez de 75 xícaras de café forte) (CARVALHO et al., 2006).

- *Ação no desempenho de atletas*= De acordo com Carvalho et al. (2006), os efeitos da cafeína relacionados à força ainda não estão estabelecidos, porém por tratar-se de uma substância com ação estimulante do sistema nervoso central, apesar do efeito temporário, faz com que o atleta se sinta mais disposto. Promove uma melhora na sua performance cognitiva e seu desempenho durante os exercícios de alta intensidade ou provas de resistência. Esta ação deve-se possivelmente à sua capacidade de aumentar a mobilização de ácidos graxos, conservando as reservas de glicogênio. Pode agir diretamente sobre a contratibilidade muscular por facilitar o transporte de cálcio. Retarda e reduz a fadiga agindo na sensibilidade das miofibrilas ao íon cálcio e diminuindo o acúmulo dos íons potássio.

O Comitê Olímpico Internacional (COI) proíbe altas doses de cafeína no organismo, podendo desqualificar atletas olímpicos que apresentem concentração superiores a 12 mg de cafeína por mililitro de urina. A ingestão

de cafeína presente no café não é expressiva, quando comparada com o *dopping* com cafeína pura.

- **Taurina**= é um aminoácido naturalmente presente no corpo humano (ácido 2-amino-etano-sulfônico). Embora seja sintetizada principalmente no fígado e no cérebro, foram encontrados altos níveis de taurina em tecidos do coração, retina, músculo esquelético e no sistema nervoso central. Pode ser obtido também a partir de alimentos de origem animal. Estudos demonstram que uma suplementação oral de taurina é capaz de aumentar a frequência cardíaca após uma sobrecarga física.

- *Ações sobre o organismo*= Considerando o estudo realizado por Carvalho et al. (2006), os autores relatam que a taurina exerce as seguintes funções fisiológicas no organismo humano:

1. No sistema cardiovascular: age modulando a ação do canal de cálcio, retarda a cardiomiopatia, assume propriedades antiarrítmicas e tem ação hipotensiva.
2. No sistema nervoso central: atua na regulação da resposta cardio-respiratória, promove alteração na duração do sono, possui propriedades anticonvulsivas, age como modulador da excitabilidade neural, propicia a manutenção da função cerebral, tem ação termo-reguladora e antitremores.
3. Na retina: age na manutenção da estrutura e das funções
4. No fígado: promove a síntese dos sais biliares
5. No sistema reprodutivo: favorece a mobilidade do espermatozóide
6. Nos músculos: promove a estabilidade das membranas
7. Outras funções: age como modulador dos neurotransmissores e hormônios, atua na ormoregulação, na estimulação da glicólise e glicogênese, possui efeitos

antioxidantes, promove atenuação da hipercolesterolemia e a proliferação e viabilidade das células.

- *Mecanismo de toxicidade*= A taurina é geralmente bem tolerada. Não se tem relatos sobre sérios efeitos colaterais nas doses terapêuticas usuais de 1 a 3 g ao dia. Na realidade, a dose ótima desta substância ainda é desconhecida, havendo também poucos estudos sobre a sua interação com outros ingredientes contidos nas bebidas energéticas ou mesmo com o álcool ou drogas (CARVALHO et al., 2006).

- **Glucoronolactona**= esta substância é formada a partir da glicose no fígado, sendo também encontrada em um pequeno número de produtos, como o vinho. Pode ser encontrada ainda em vegetais que contém gomas, como por exemplo a goma xantana, que é formada por manose e ácido glucorônico.

No Brasil, a legislação referente às bebidas energéticas estabelece o limite máximo de glucoronolactona em 250 mg/ 100 ml.

- *Ações sobre o organismo*= Em pH fisiológico, a glucoronolactona entra em equilíbrio com o ácido glucorônico, que é um importante constituinte das fibras e tecidos conjuntivos de animais.

Auxilia nos processos de eliminação de toxinas endógenas e exógenas. Na atividade física age como um desintoxicante, diminuindo a fadiga e melhorando a performance.

Quando administrada por via oral é rapidamente absorvida, metabolizada e excretada na forma de ácido glucarico, xilitol e L-xilulose.

- *Mecanismo de toxicidade*= Segundo Carvalho et al. (2006), nos trabalhos consultados em sua pesquisa demonstram que o metabolismo da

glucoronolactona em humanos é desconhecido, não havendo avaliações que forneçam informações sobre as interações entre a substância e álcool, por exemplo. Relatam que de acordo com o Scientific Committee on Food (SCF), é necessário que se conheça a influência de altas doses de glucoronolactona, pois as rotas metabólicas envolvendo a glicose podem ser um relevante fator de risco em relação a crianças e diabéticos.

- **Vitaminas**= estas bebidas podem apresentar vitaminas hidrossolúveis na sua composição, como as do complexo B. Entretanto deve-se lembrar que, somente a partir de uma alimentação variada e balanceada é possível a obtenção de todas as vitaminas necessárias para o bom funcionamento do organismo.

Estudos realizados por Castro, Scherer e Godoy (2006) relatam que a fortificação de bebidas isotônicas e energéticas com vitaminas tem sido uma prática adotada pela maioria das indústrias do ramo, sendo as vitaminas do complexo B, vitaminas C e ácido fólico as principais encontradas nestes produtos. Vitaminas lipossolúveis como A e E também podem ser encontradas por meio de micro-encapsulação.

As bebidas contendo vitaminas exercem função repositória após exercícios físicos, além de controlar deficiências vitamínicas em comunidades carentes e prevenir doenças.

- **Carboidratos**= apresentam grande quantidade de carboidratos, principalmente na forma de sacarose, explicando-se assim a sua denominação como “bebida energizante”. São soluções hipertônicas, com grande concentração de açúcar e, por este motivo, normalmente estimulam a sede.

Segundo Castro, Scherer e Godoy (2006), os energéticos são produtos formulados com nutrientes que permitam o alcance e/ou manutenção do nível apropriado de energia para atletas. São produtos nos quais os carboidratos devem constituir, no mínimo, 90% dos nutrientes energéticos presentes na formulação.

Carvalho et al. (2006) relataram que, embora este tipo de bebida tenha um propósito específico de fornecer real ou perceptiva melhoria psicológica ou efeitos na performance, não há ainda um consenso sobre o nível máximo de cafeína e a funcionalidade dos ingredientes como a taurina e a glucoronolactona.

Segundo Malinauskas et al. (2007), as bebidas energéticas apresentam em sua composição básica: sacarose, glucose, taurina (400mg/100ml a 1000mg/250ml), glucoronolactona, inositol, cafeína (15-32mg/100ml a 80mg/250ml), vitaminas do complexo B e vitamina C, acidulantes (ácido cítrico ou ácido pantotênico), reguladores de acidez (citrato de sódio), conservantes (benzoato de sódio e sorbato de potássio), corantes e aromatizantes. Alguns podem apresentar ainda a adição de sucos de frutas (limão) e fibras.

Apresentação comercial: Estas bebidas são geralmente embaladas em latas finas com um visual atrativo e posicionadas entre os principais produtos do mercado de bebidas.

As bebidas energéticas foram lançadas no mercado em 1987 e desde então, o seu consumo tem crescido enormemente em todo o mundo (CARVALHO et al., 2006). Mais de 500 novos energéticos podem ser encontrados no mercado mundial

em 2006 e as companhias de bebida estão colhendo financiamentos financeiros na ordem de 5,7 bilhões de dólares para a indústria dos energéticos.

A população em geral é constantemente bombardeada com artigos publicados, campanhas publicitárias relacionadas com a melhora na qualidade de vida e saúde. Aqueles indivíduos que vivem em condições sedentárias são considerados como pacientes particularmente sob risco e a eles são constantemente recomendadas as realizações de exercícios físicos. Muitas estratégias de marketing ressaltam a importância da freqüente reposição de líquidos durante estas atividades físicas, particularmente em temperatura elevadas. Trabalhos científicos demonstram que um homem adulto com 68 kg e sob exercício físico prolongado necessita da reposição de 1250 ml/h. A ingestão de líquidos diminui a temperatura corpórea (hipertermia) e o stress do sistema cardiovascular, assim os cientistas esportivos e nutricionistas destacam a importância da adição de carboidratos e sal à água e incentivando os esportistas a beberem mais durante o esforço físico (HOOPER et al., 2005).

Os energéticos são as bebidas designadas a darem um “salto” de energia proporcionado pela combinação de estimulantes e “carregadores de energia”, incluindo cafeína e extratos herbais como o guaraná, ginseng e ginkgo biloba (MALINAUSKAS et al., 2007).

Convém ressaltar que a cafeína apresenta propriedade estimulante ao sistema nervoso humano, aumentando o estado de alerta e diminuindo a fadiga (KENNEDY; SCHOLEY, 2004) e a taurina associada a glucoronolactona age aumentando a resistência do organismo aos esforços físicos. A sacarose e glucose

destinam-se ao fornecimento de energia ao metabolismo aeróbico e anaeróbico e as vitaminas do complexo B aumentam a performance mental como a concentração, e nos estados de esgotamento agem melhorando a performance física durante o período de produção de energia (ALFORD; COX; WESCOTT, 2001).

Kennedy e Scholey (2004) relatam que a performance dos aspectos cognitivos pode ser aumentada e a fadiga subjetiva diminuída pela ingestão de glucose e cafeína havendo, entretanto poucos estudos sobre esta relação. Porém os estudos científicos existentes demonstram que no homem, as bebidas energéticas contendo cafeína, glucose e outros ingredientes ativos ativam e melhoram o seu tempo de atenção e/ou reação e o índice de alerta.

Estudos realizados para avaliação dos efeitos de uma bebida energética sobre a performance humana e o estado de humor demonstraram que houve significativa melhora na resistência aeróbia e anaeróbica durante os ciclos ergométricos, observando-se melhoras no aspecto mental incluindo o tempo de reação à capacidade de escolha, concentração e memória e conseqüentemente, ao estado de alerta subjetivo, em função da combinação de seus ingredientes ativos (taurina, glucoronolactona e cafeína) (ALFORD; COX; WESCOTT, 2001).

Desta forma, não é incomum o uso destas bebidas por indivíduos jovens, atletas ou freqüentadores de academias de ginástica para aumentar sua resistência física bem como o potencial energético do organismo, para melhor desempenho nestas atividades esportivas ou mesmo no lazer, em atividades noturnas que exijam alto desprendimento de energia como nos locais para dança.

As bebidas carbonatadas, sucos de frutas, bebidas isotônicas ou energéticas podem, em função de seu pH e composição promoverem alterações na superfície do esmalte dentário sendo, os energéticos, contudo pouco reportados pela literatura científica odontológica, sugerindo a necessidade da realização de estudos *in vitro* e mesmo clínicos (*in situ*) para que sejam avaliados os seus efeitos deletérios nos elementos dentais dos indivíduos que deles se utilizam.

Denomina-se bebida carbonatada àquelas que apresentam ácido carbônico (H_2CO_3) em sua composição, que se forma em solução quando se dissolve dióxido de carbono em água. O ácido carbônico se decompõe em bolhas de dióxido de carbono e é responsável pelo gás nos refrigerantes e energéticos.

Reação de Ionização: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+(\text{aq})$

Kitchens e Owens (2007), avaliaram o efeito das bebidas carbonatadas e não carbonatadas, água engarrafada e água de torneira no potencial erosivo do esmalte dental com e sem a proteção do verniz com flúor. Utilizaram no experimento Coca-Cola®, Coca-Cola Diet®, Gatorade®, Red bull®, Starbucks Frappuccino (café), água Dasani (garrafa) e água de torneira (controle). Após imersão de fragmentos dentários (molares permanentes humanos) nestas soluções, os resultados demonstraram que a Coca-Cola®, Gatorade® e Red Bull® com ou sem a proteção do flúor apresentaram a maior medida de rugosidade superficial pós-tratamento. A Coca-Cola®, Coca-Cola Diet®, Gatorade® e Red Bull® foram significativamente mais danosos que o café e as águas. O verniz com flúor não foi um fator primordial, porém o tipo de bebida e o tempo de exposição foram variáveis de grande impacto. Concluíram, portanto que tanto as bebidas carbonatadas como as não carbonatadas

demonstraram significativo efeito erosivo sobre o esmalte dental, porém o tratamento com verniz fluoretado não demonstrou uma proteção significativa nas superfícies do esmalte.

Jain et al. (2007) também avaliaram bebidas carbonatadas e não carbonatadas. Verificaram o pH de 20 marcas comerciais de refrigerantes, a dissolução do esmalte resultante da imersão nestas soluções e a influência do pH na perda do esmalte. Compararam o potencial erosivo de bebidas com e sem base de cola, e as versões normais e *diet* da mesma solução. Prepararam fragmentos de esmalte de dentes humanos extraídos e os colocaram imersos nestas soluções, os quais após 6, 24 e 48 horas foram pesados para obtenção de uma base de referência. As bebidas que não eram a base de cola apresentaram valores de pH sensivelmente maiores que os a base de cola, mas tiveram uma média percentual de perda de peso maior. Em contraste, as versões contendo açúcar destas bebidas mostraram valores de pH significativamente menores e média percentual de perda de peso maior que as suas versões *diet*. Os autores observaram que o valor do pH não tem influência significativa na média percentual de perda de peso. Concluíram que as exposições prolongadas aos refrigerantes podem ocasionar perdas significantes de esmalte. Os refrigerantes que não são a base de cola são mais erosivos que os que são a base de cola. As versões com açúcar de qualquer destas bebidas mostraram-se mais erosivas que suas versões *diet*. O potencial erosivo dos refrigerantes não foi relacionado com o valor de seu pH.

Owens (2007) analisou o pH e a capacidade tampão de diferentes bebidas (água, Coca-Cola® original, Coca-Cola® Diet, Gatorade®, Red Bull® e Starbucks Frappucino). Os resultados obtidos das bebidas carbonatadas a base de cola foram os esperados, com base nos seus ingredientes (menor quantidade de açúcar

fermentável do que a encontrada no Gatorade® e Red Bull®), ou seja, seus resultados confirmam os estudos previamente realizados os quais também demonstraram que as bebidas a base de cola possuem menor quantidade de ácido titratável que as colas com sabor de frutas e as bebidas esportivas. A Coca-Cola® (original e *diet*) contém os ácidos cítrico, fosfórico e carbônico, os quais lhes conferem o baixo pH, porém estas bebidas não apresentam os carboidratos refinados (açúcares) encontrados no Red Bull® e no Gatorade®. Segundo o autor, a alta concentração de açúcares (sacarose e glicose), pode ser uma possível explicação para a alta capacidade tampão apresentada pelo Red Bull®.

2.3.2 Aspectos da Legislação Brasileira sobre os Energéticos

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), vinculada ao Ministério da Saúde, faz distinção entre as bebidas para o praticante de atividade física e as chamadas bebidas energéticas.

A Resolução RDC nº 273 de 22 de setembro de 2005 do Ministério da Saúde fixou requisitos mínimos de características e qualidade para as bebidas denominadas Composto Líquido Pronto para o Consumo, definidas como sendo produtos que contém como ingrediente(s) principal(is): inositol e/ou glucoronolactona, e/ou taurina, e/ou cafeína, podendo ser adicionada de vitaminas e/ou minerais até 100% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) na porção do produto, podendo ser adicionado outros ingredientes desde que não haja descaracterização do produto (CARVALHO et al., 2006).

3 PROPOSIÇÃO

O propósito deste trabalho foi analisar o pH e capacidade tampão das bebidas energéticas disponíveis no mercado nacional, e:

- Avaliar a ação de duas marcas comerciais de bebidas energéticas na erosão superficial do esmalte dentário de dentes permanentes.
- Avaliar quantitativamente as alterações promovidas no esmalte dentário quanto aos padrões apresentados de dureza superficial.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (Anexo A).

Análise do pH:

Foram analisados os pHs das soluções energéticas abaixo relacionadas e encontradas no mercado nacional:

- 1- Red Bull®
- 2- Red Bull Light®
- 3- Flying Horse Booster®
- 4- Flying Horse Light®
- 5- Bad Boy Power Drink
- 6- Rush! Energy™
- 7- Burn® Energy Drink
- 8- Pepsi® Energy Cola
- 9- Atomic Sugar Free
- 10- 220V Energy Drink

Para estabelecimento de uma média nos valores de pH, foram adquiridas 2 amostras de cada energético tomando-se o cuidado de selecionar amostras de lotes distintos.

O pH de cada solução foi medido por meio de um eletrodo acoplado a um potenciômetro (pH-Meter E520, Switzerland). Anteriormente à análise, os eletrodos foram calibrados em pH 7 e pH 4 utilizando-se solução tampão padrão (GROBLER; SENEKAL; LAUBSCHER, 1990). As bebidas foram mantidas em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C), as mensurações realizadas em 2 situações distintas, ou seja, imediatamente após a abertura da lata do energético e após serem submetidas à agitação por 5 minutos, por meio de agitador magnético para eliminação da porção gasosa e os resultados, anotados para serem posteriormente submetidos à análise estatística.

Foram analisadas amostras de 30 ml de cada bebida testada. Foram realizadas duas medições para cada amostra para obtenção de uma média (AMAECHEI; HIGHAM; EDGAR, 1999a; AMAECHEI; HIGHAM; EDGAR, 2003).

Análise da Capacidade Tampão:

A capacidade tampão das soluções analisadas foi avaliada por meio de um eletrodo e associado ao tratamento com NaOH 1N. Realizou-se a adição consecutiva de alíquotas de 50 µl de NaOH em 30 ml de cada bebida de modo a verificar-se a quantidade de base necessária para ser adicionada à solução para se alcançar o pH 7,0 (LUSSI; JÄGGI; SCHÄRER, 1993; LUSSI; JAEGGI; JAEGGI-SCHÄRER, 1995; LUSSI et al., 2000; MAHONEY et al., 2003; LIPPERT; PARKER; JANDT, 2004).

A verificação da capacidade tampão foi realizada para cada uma das amostras de cada marca comercial de energético e os resultados foram posteriormente tabulados para elaboração de um gráfico para representação dos valores de titulação.

Análise de Microdureza:

Dentre as bebidas analisadas, foram selecionados para a realização do ensaio de dureza superficial deste estudo, o Red Bull® e Red Bull Light® por tratar-se de energéticos amplamente comercializados no território nacional (Figura 4.1).



Figura 4.1- Red Bull® e Red Bull Light® (Sugar Free) – Bebidas energéticas

Para verificação das alterações minerais ocorridas na superfície do esmalte foram avaliadas a microdureza inicial e final de cada corpo de prova utilizando-se um microdurômetro (HMV-Micro Hardness Tester, Shimadzu Corporation – Japan) (Figuras 4.2 e 4.3), com um penetrador diamantado piramidal tipo Knoop (Figura 4.4), com carga de 50g e aplicada durante 30 segundos. Foram feitas 6 endentações com distância de 100 μm entre elas em cada período (VAN EYGEN; VANNET; WEHRBEIN, 2005).

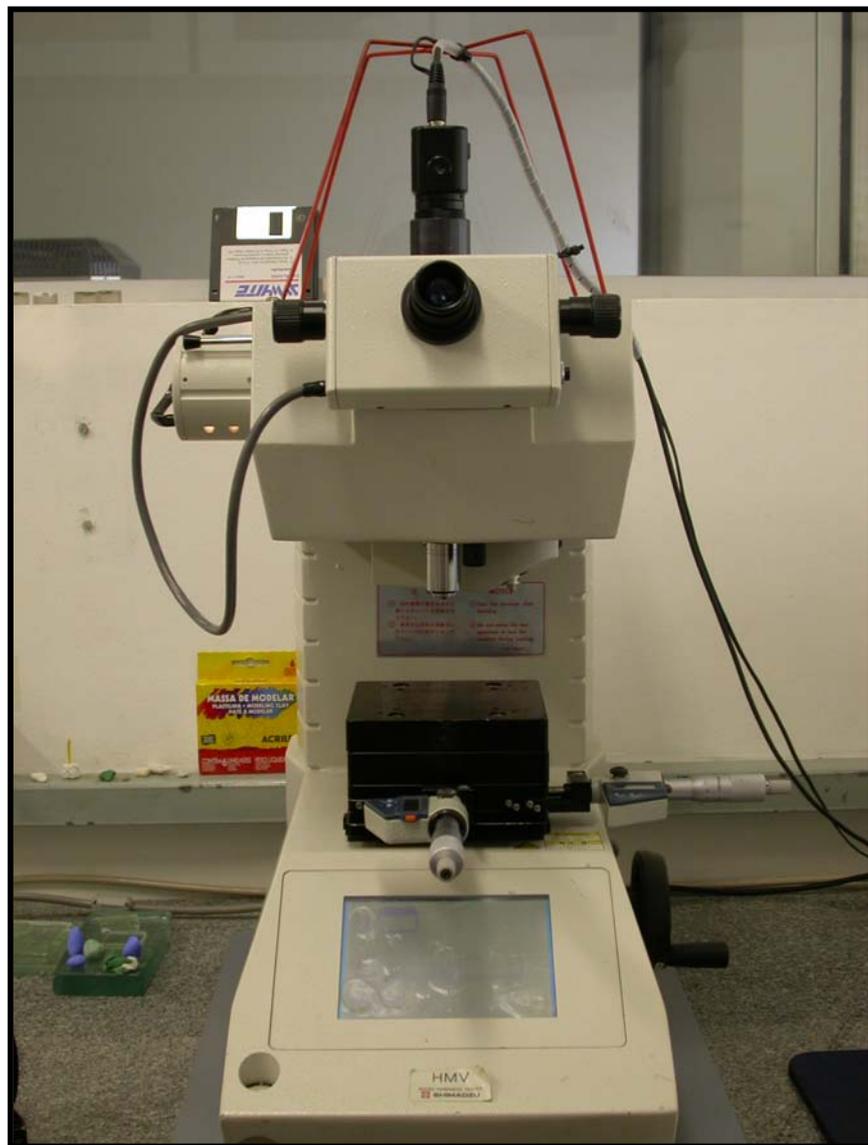


Figura 4.2- HMV-Micro Hardness Tester, Shimadzu Corporation – Japan

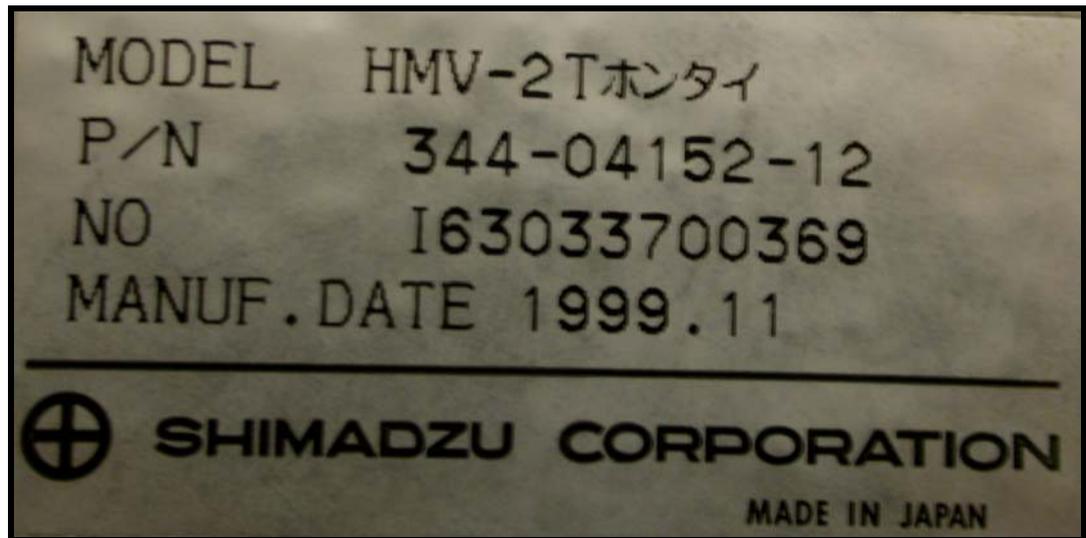


Figura 4.3- Especificações do aparelho Microdurômetro

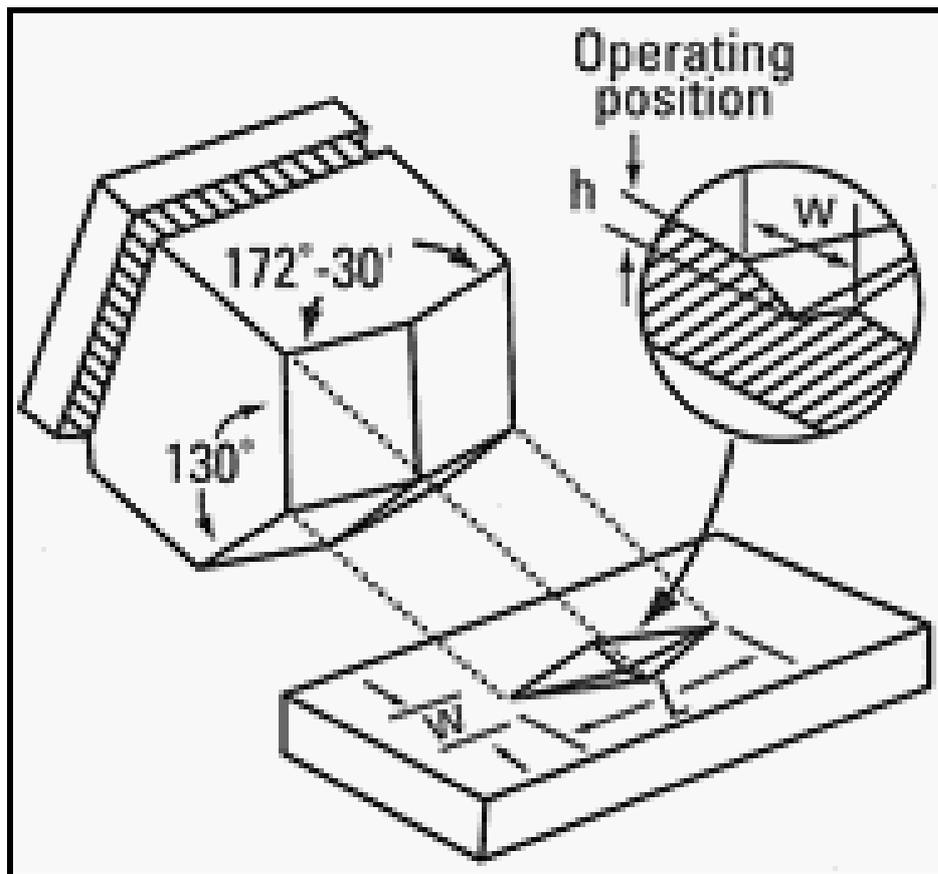


Figura 4.4- Esquematização do penetrador diamantado piramidal tipo Knoop

Para medir as endentações realizadas, duas marcas que aparecem no visor do microdurômetro foram sobrepostas aos vértices agudos do losango correspondente à endentação, determinando o comprimento da maior diagonal e, conseqüentemente o valor de dureza Knoop calculado automaticamente pelo *software* do equipamento por meio da equação (Figuras 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8):

$$KHN = \frac{C \cdot c}{D^2}$$

KHN= valor de dureza Knoop

C= constante

c= 50 gramas

D= comprimento da maior diagonal da endentação

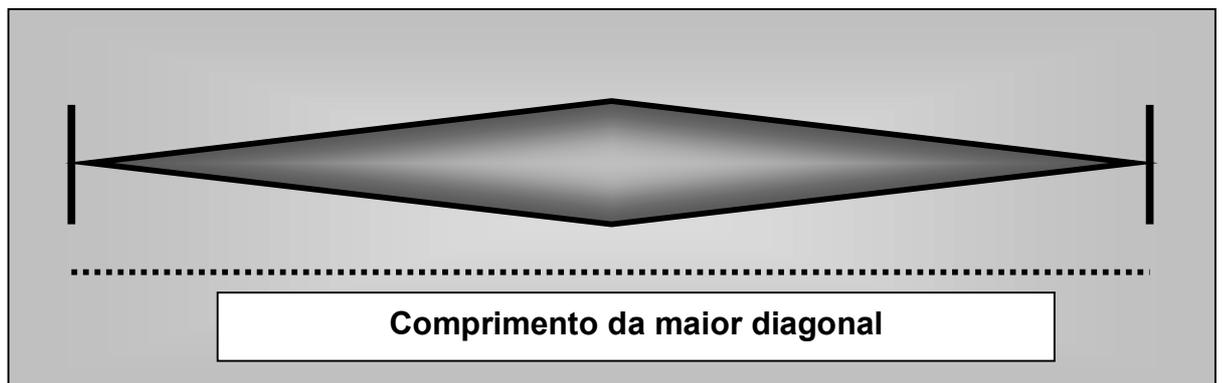


Figura 4.5- Esquema de uma endentação para avaliação da microdureza nos corpos de prova

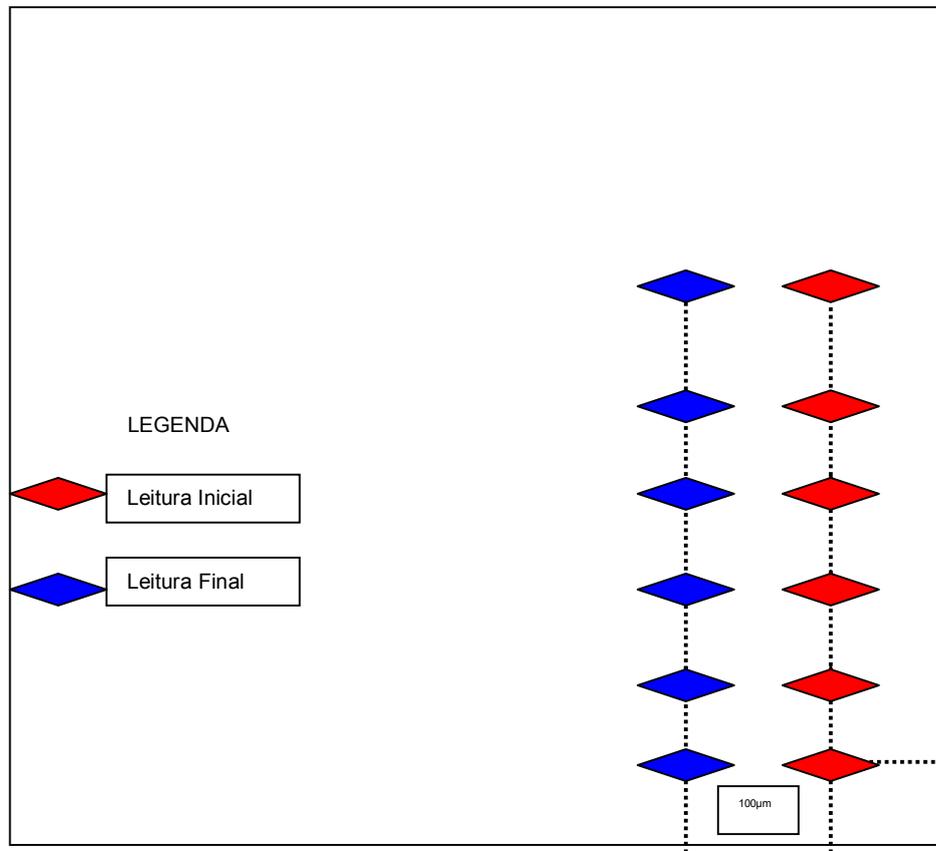


Figura 4.6- Esquema das endentações realizadas para avaliação da microdureza, no sentido cérvico-oclusal dos corpos de prova



Figura 4.7- Registro da endentação. Atente para a formação do losango correspondente ao penetrador diamantado piramidal tipo Knoop e o registro da maior diagonal

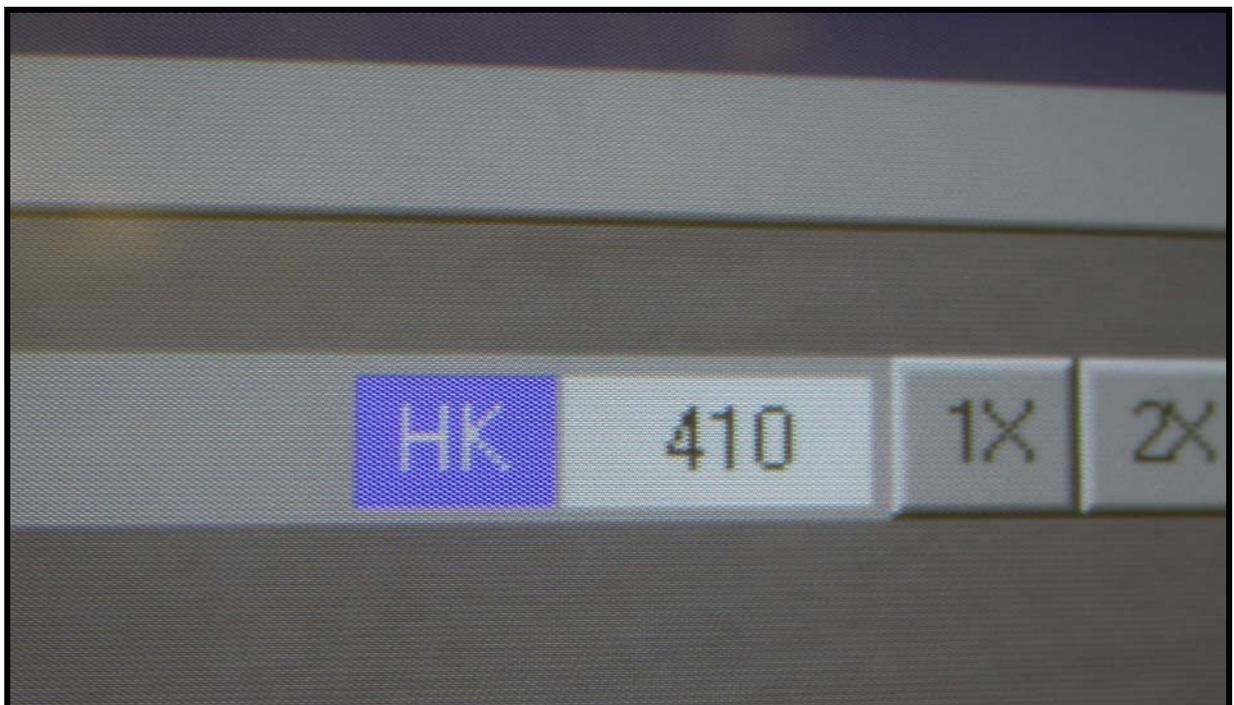


Figura 4.8- Registro de dureza Knoop (Hardness Knoop)

Seleção dos dentes e preparo dos corpos de prova:

Para análise da Microdureza foram utilizados 40 pré-molares superiores hígidos fornecidos pelo Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da USP.

Os dentes receberam profilaxia com pedra pomes, água, taça de borracha e micromotor Dabi Atlante com contra-ângulo e foram examinados com lupa com aumento de 2X. Dentes que apresentaram sinais de erosão, manchas, deformações ou trincas na superfície do esmalte dentário em sua face vestibular ou palatal foram excluídos do estudo (Figura 4.9).



Figura 4.9- Pré- molares hígidos fornecidos pelo Banco de Dentes Humanos da FOU SP

Os espécimes foram armazenados em recipientes plásticos limpos e com tampa, imersos completamente em água destilada para evitar a desidratação e mantidos em refrigerador à temperatura aproximada de 5°C, protegidos da exposição direta do calor e luz (JOHANSSON et al., 2001). Esta solução foi trocada a cada 3 dias, a fim de minimizar-se possíveis contaminações e/ou alterações na solução de repouso.

Os dentes selecionados foram seccionados com o uso de um disco diamantado montado em aparelho Labcut 1010 (Figura 4.10) e refrigeração a água. Realizou-se inicialmente um corte na junção amelo-cementária para separação da porção coronária e radicular e posteriormente, um corte próximo ao sulco principal no sentido méso-distal para a obtenção de 2 fragmentos dentais. (Figura 4.11)



Figura 4.10- Aparelho para secção dental – Labcut 1010

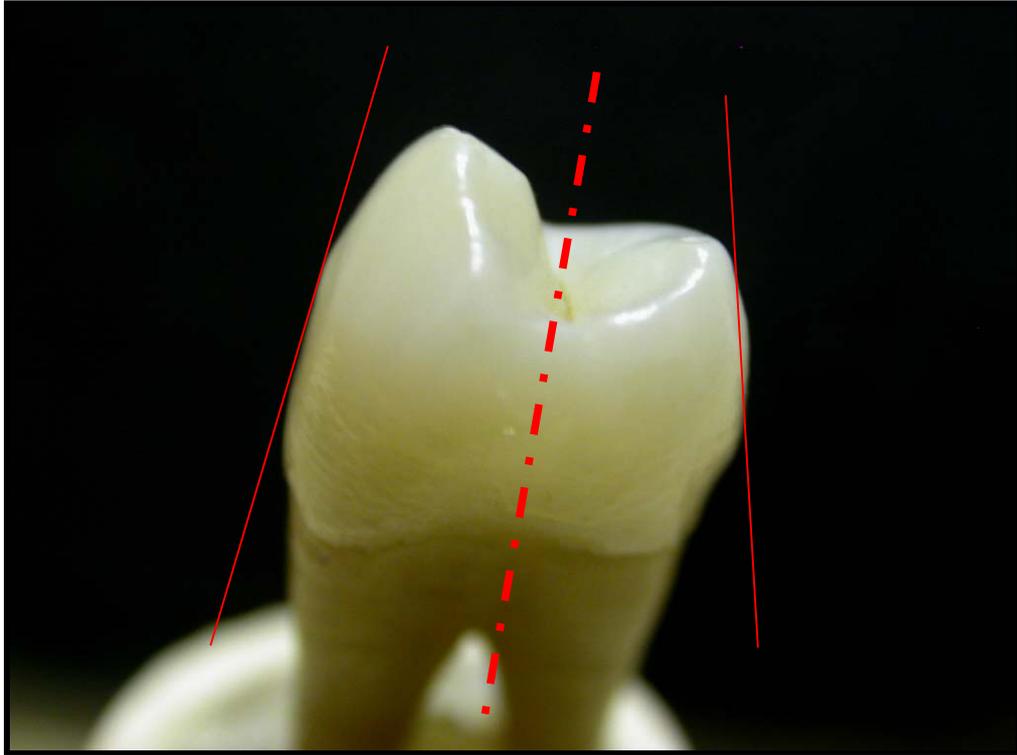


Figura 4.11- Secção méso-distal. Sinalização do corte a ser realizado para obtenção dos fragmentos

Cada fragmento deu origem a um corpo de prova utilizando-se para tanto tubos acrílicos de aproximadamente 10 mm de diâmetro e 10 mm de altura, preenchidos com resina acrílica quimicamente polimerizável para imobilização e inclusão dos fragmentos dentários. Inicialmente os dentes foram fixados em placa de cera utilidade e em seguida procedeu-se a colocação do tubo e resina e o conjunto todo foi colocado no interior de uma panela ortodôntica para minimizar a formação de bolhas de ar pela ação da pressão interna. Após a acrilização, os corpos de prova foram removidos da placa de cera e armazenados novamente nos frascos com água destilada (Figuras 4.12 e 4.13).

Os espécimes foram submetidos a um aplainamento superficial do esmalte, para que fossem obtidas superfícies totalmente lisas, regulares, planas e polidas, a

fim de possibilitar a análise pelo Microdurômetro. Foi realizado o polimento em politriz rotativa (Ecomet 4, Buehler, Lake Bluff, USA), com lixas de granulação 600, 1000, 1200, 2000 e 4000, e polimento final com disco de feltro e pasta diamantada de $1\mu\text{m}$ e $\frac{1}{4}\mu\text{m}$ (Arotec, São Paulo, Brasil). A lixa 600 foi utilizada por um período de 30 segundos, e as restantes por 60 segundos, sob refrigeração, verificando-se o polimento obtido antes de passar para a lixa mais fina. Ao final da etapa de polimento, os corpos de prova foram colocados em ultra-som (Thoron) durante 10 minutos, para a remoção de eventuais resíduos (RODRIGUES, 2003).



Figura 4.12- Anéis para inclusão dos fragmentos dentais



Figura 4.13- Corpo de prova confeccionado

Analisando-se as estruturas remanescentes após o aplainamento com lupa de aumento (2X) alguns corpos de prova foram descartados devido à exposição de tecido dentinário. Ao final desta avaliação, 18 corpos de prova foram selecionados para constituição dos grupos experimentais, os quais foram armazenados em recipientes plásticos e totalmente recobertos por água destilada para evitar a desidratação e ressecamento, até o início do experimento.

Preparo dos corpos de prova:

Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos experimentais e em seguida identificados por meio de uma letra (A, B, C) designando os grupos experimentais e um número (1 a 6), individualizando cada um dos 6 corpos de prova de cada grupo (Figuras 4.14 e 4.15).

- GRUPO A= Controle (água destilada)
- GRUPO B= Red Bull Light®
- GRUPO C= Red Bull®



Figura 4.14- Identificação dos corpos de prova dentre os grupos experimentais



Figura 4.15- Armazenamento dos corpos de prova separados pelos grupos experimentais

Em cada superfície do corpo de prova foi efetuada uma janela de 2X2 mm recoberta com parafilm (EISENBURGER et al.,2000) (Figura 4.16).

Todas as áreas expostas remanescentes foram recobertas com duas camadas de verniz ácido-resistente (esmalte de unha Colorama®) (Figuras 4.17 e 4.18). Após a secagem completa do verniz, a porção de parafilm foi removida, com o auxílio de sonda exploradora e pinça clínica, de modo a formar um retângulo de 2X2 mm sem cobertura de verniz (EISENBURGER et al.,2000) (Figura 4.19).



Figura 4.16- Confeção de janela de 2x2 mm recoberta por parafilm



Figura 4.17- Verniz ácido-resistente – Esmalte de unha Colorama®



Figura 4.18- Recobrimento de toda a superfície do corpo de prova com 2 camadas de verniz

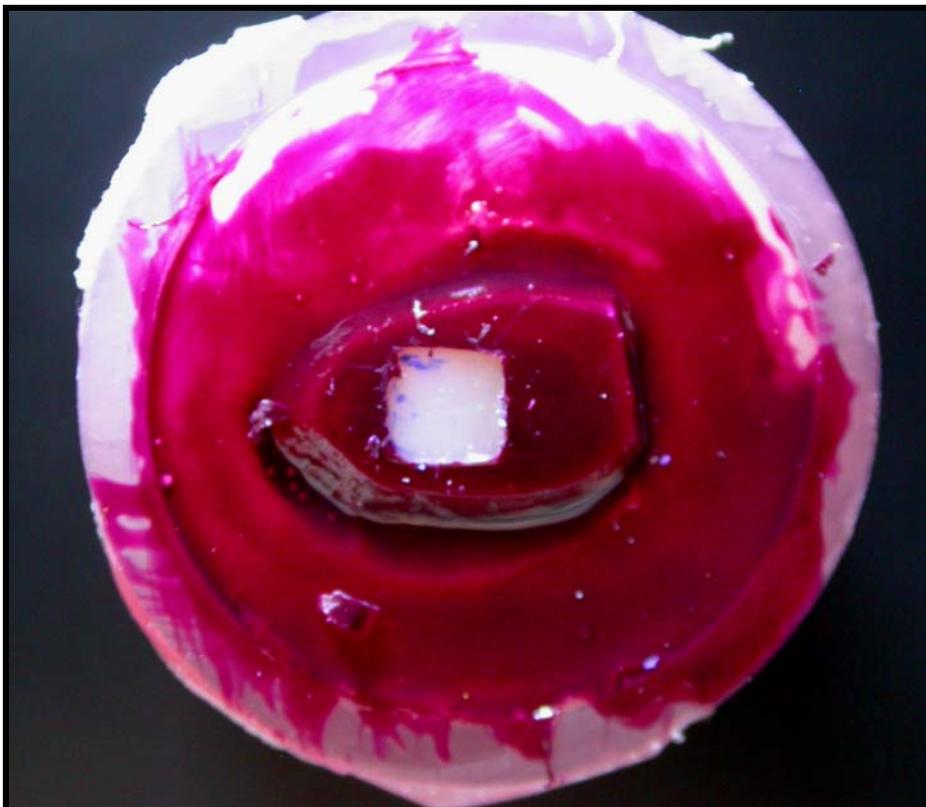


Figura 4.19- Remoção do parafilm - Camada de esmalte sem recobrimento de verniz

Ciclo de imersão para análise do potencial erosivo das bebidas energéticas:

Para a realização dos desafios ácidos com a bebida energética, os espécimes foram retirados da água destilada e secos com papel absorvente. Cada corpo de prova foi acondicionado em recipiente individual, de acrílico transparente e com capacidade para 10 ml de solução (Figura 4.20).

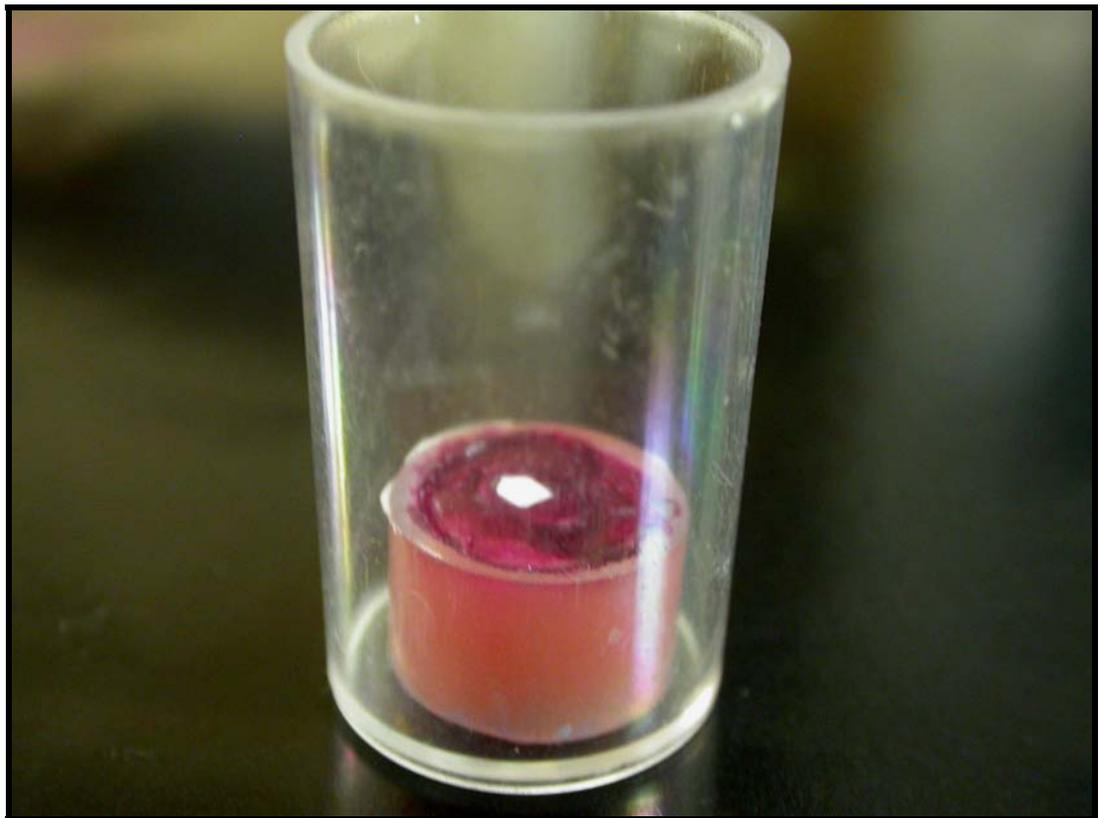


Figura 4.20- Corpo de prova acondicionado em frasco de acrílico (10 ml)

Todas as bebidas utilizadas no experimento foram adquiridas em um único estabelecimento comercial, observando-se a igualdade quanto ao lote de fabricação e data/período de validade apresentada no invólucro para a mesma solução.

A solução de energético foi acondicionada em recipiente de vidro limpo e seco e com o auxílio de um agitador magnético promoveu-se à agitação vigorosa durante 3 minutos para total remoção da porção gasosa (GROBLER; SENEKAL; LAUBSCHER, 1990).

Em seguida, com o auxílio de um cronômetro digital (Motorola®), adicionou-se 10 ml da solução no interior de cada frasco acrílico, mantendo o corpo de prova totalmente submerso no energético pelo período de 5 minutos (Figura 4.21).

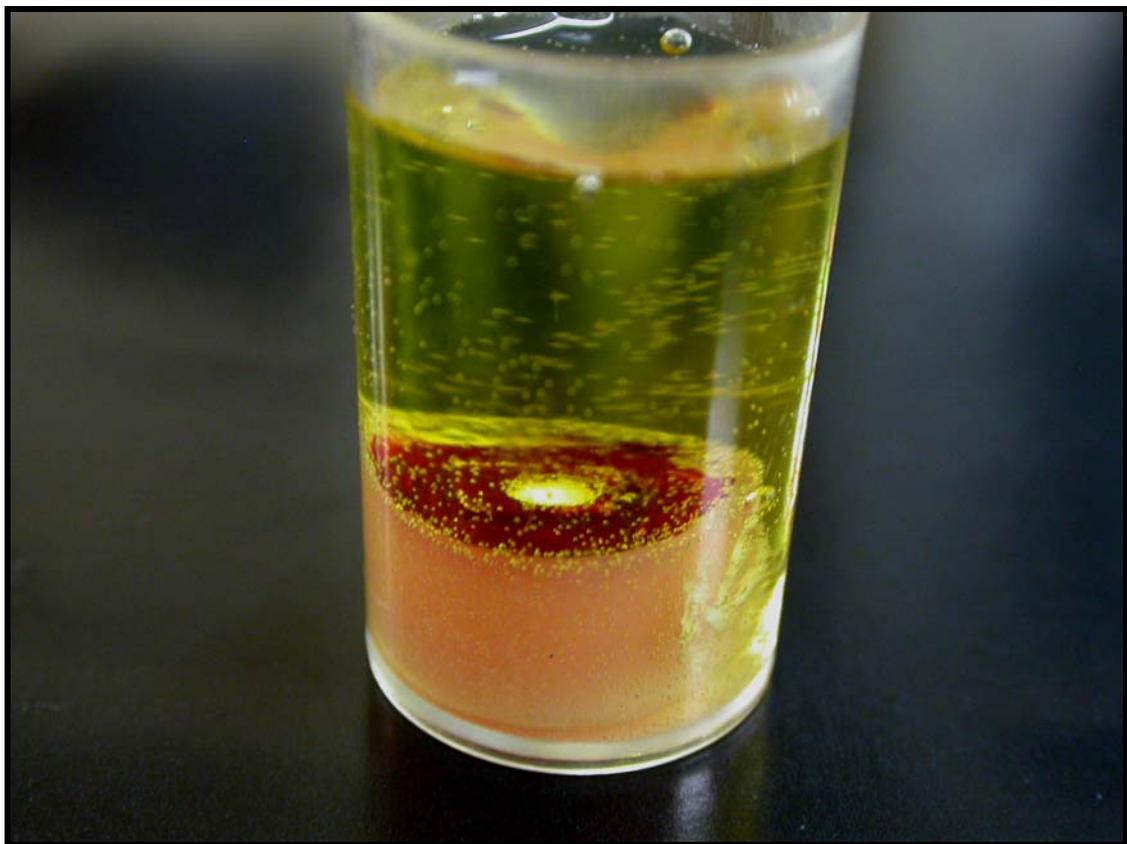


Figura 4.21- Corpo de prova acondicionado em frasco de acrílico e imerso em energético

Decorrido este período, o recipiente foi totalmente esvaziado e seu conteúdo líquido descartado e o corpo de prova lavado abundantemente em água destilada. Foram realizados 2 desafios diários, com intervalos de 12 horas entre eles durante 3 dias consecutivos, totalizando 6 desafios e exposição de 30 minutos na solução. Todos os corpos de prova permaneceram o período de repouso entre os desafios totalmente imersos em recipiente contendo saliva artificial para simulação das condições de remineralização naturalmente presentes na cavidade bucal e substituída diariamente (Figura 4.22).

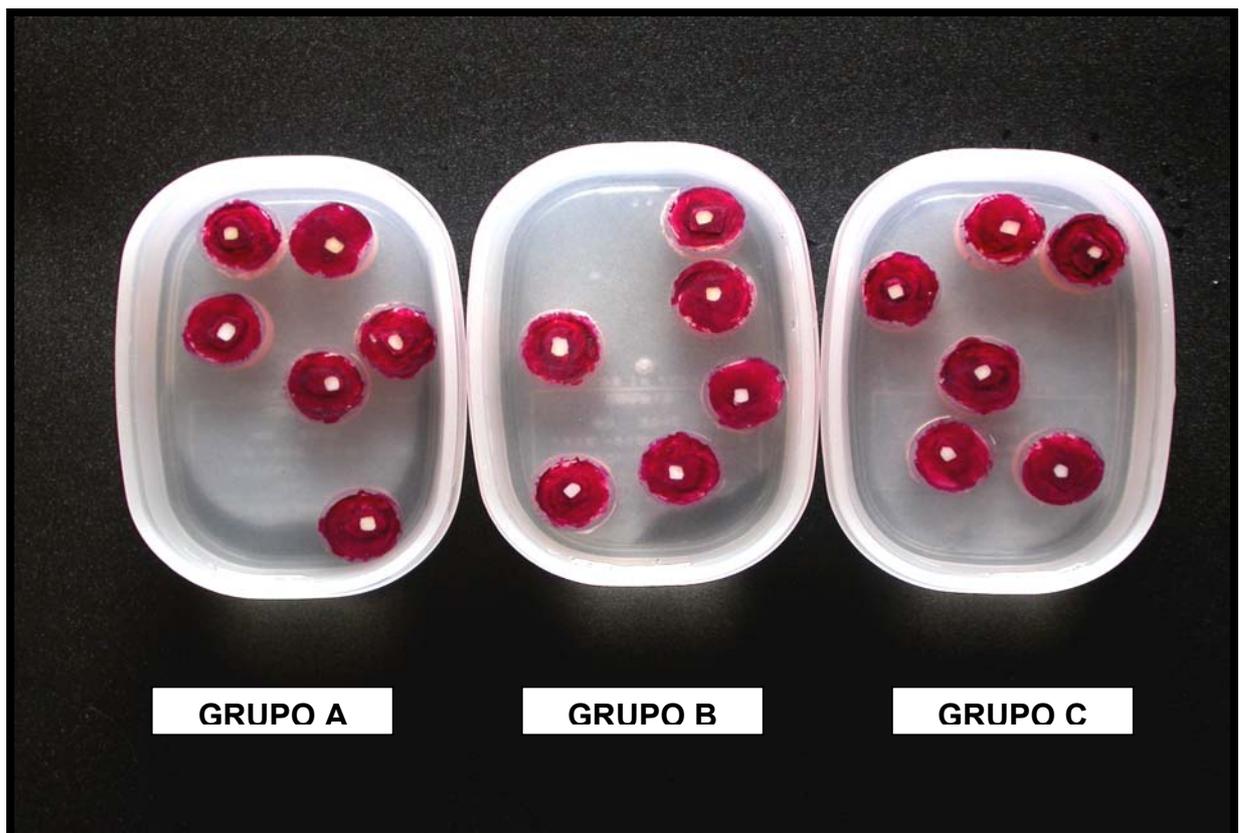


Figura 4.22- Solução de repouso. Grupos experimentais com corpos de prova imersos em saliva artificial

Saliva artificial:

A saliva artificial utilizada obedeceu ao protocolo proposto por Osinaga et al. (2003):

- » NaCl= 0,2 mg
- » KCl: 0,2 mg
- » MgCl₂= 0,0004 mg
- » CaCl₂= 0,3 mg
- » NaHCO₃= 0,5 mg
- » Na₂Ss= 0,0008 mg
- » Tiocianato de potássio= 0,2 mg
- » Na₂HPO₄= 0,3 mg
- » Uréia= 0,5 mg
- » Pirofosfato de sódio= 0,0008 mg

Os componentes foram pesados em balança analítica (Mettler H10T) e dissolvidos em água deionizada, completando o volume final de 500 ml. A solução final elaborada teve seu pH estabelecido em 6,8.

Ressalta-se que todas as soluções utilizadas, tanto de energéticos, água destilada bem como a saliva artificial encontrou-se em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C).

Ao final do sexto desafio, os corpos de prova foram recolocados em saliva artificial por 12 horas, removidos após este período, abundantemente enxaguados

com água destilada e guardados em recipiente plástico para serem submetidos à leitura pelo Microdurômetro.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística pela análise de variância para avaliar se existe diferença entre os grupos experimentais. Havendo diferença, aplicou-se o Teste de Tukey com nível de significância de 5% para indicar onde estas diferenças seriam encontradas.

5 RESULTADOS

Após a conclusão do experimento realizou-se a tabulação dos dados e a interpretação dos resultados obtidos:

pH e Capacidade Tampão:

A diversidade de produtos energéticos disponíveis no mercado nacional levou-nos a, inicialmente verificarmos quais as características apresentadas por este tipo de bebida no que se refere ao pH e à capacidade tampão.

Desta forma, o pH dos diferentes energéticos foram medidos em duas situações distintas: imediatamente após a abertura da lata e após agitação para eliminação da porção gasosa e foram obtidos os seguintes valores médios (Tabela 5.1):

Tabela 5.1- Valores médios de pH verificados nas soluções energéticas analisadas e valores médios de pH final baseado nos resultados apresentados

ENERGÉTICO	1ª amostra valores médios pH		2ª amostra valores médios pH		pH _{médio} final	
	COM GÁS	SEM GÁS	COM GÁS	SEM GÁS	COM GÁS	SEM GÁS
RED BULL®	3,4	3,1	2,7	3,0	3,05	3,05
RED BULL LIGHT®	3,3	3,1	2,7	2,95	3,0	3,02
PEPSI® ENERGY	3,6	3,2	2,9	3,15	3,25	3,17
BURN® ENERGY	2,4	2,35	2,2	2,3	2,3	2,32
ATOMIC SUGAR FREE	2,7	2,6	2,6	2,6	2,65	2,6
RUSH! ENERGY™	2,4	2,3	2,2	2,35	2,3	2,32
FLYING HORSE LIGHT®	2,2	2,1	2,0	2,1	2,1	2,1
FLYING HORSE BOOSTER®	2,15	2,15	2,1	2,15	2,12	2,15
220V ENERGY DRINK	2,6	2,55	2,5	2,6	2,55	2,57
BAD BOY POWER DRINK	2,65	2,65	2,7	2,66	2,67	2,65

A avaliação da capacidade tampão de dez bebidas energéticas foi realizada neste estudo.

Após análise da capacidade tampão das soluções examinadas foi elaborado o gráfico abaixo (Gráfico 5.1) onde se observa a representação gráfica da quantidade de base necessária para a sua neutralização.

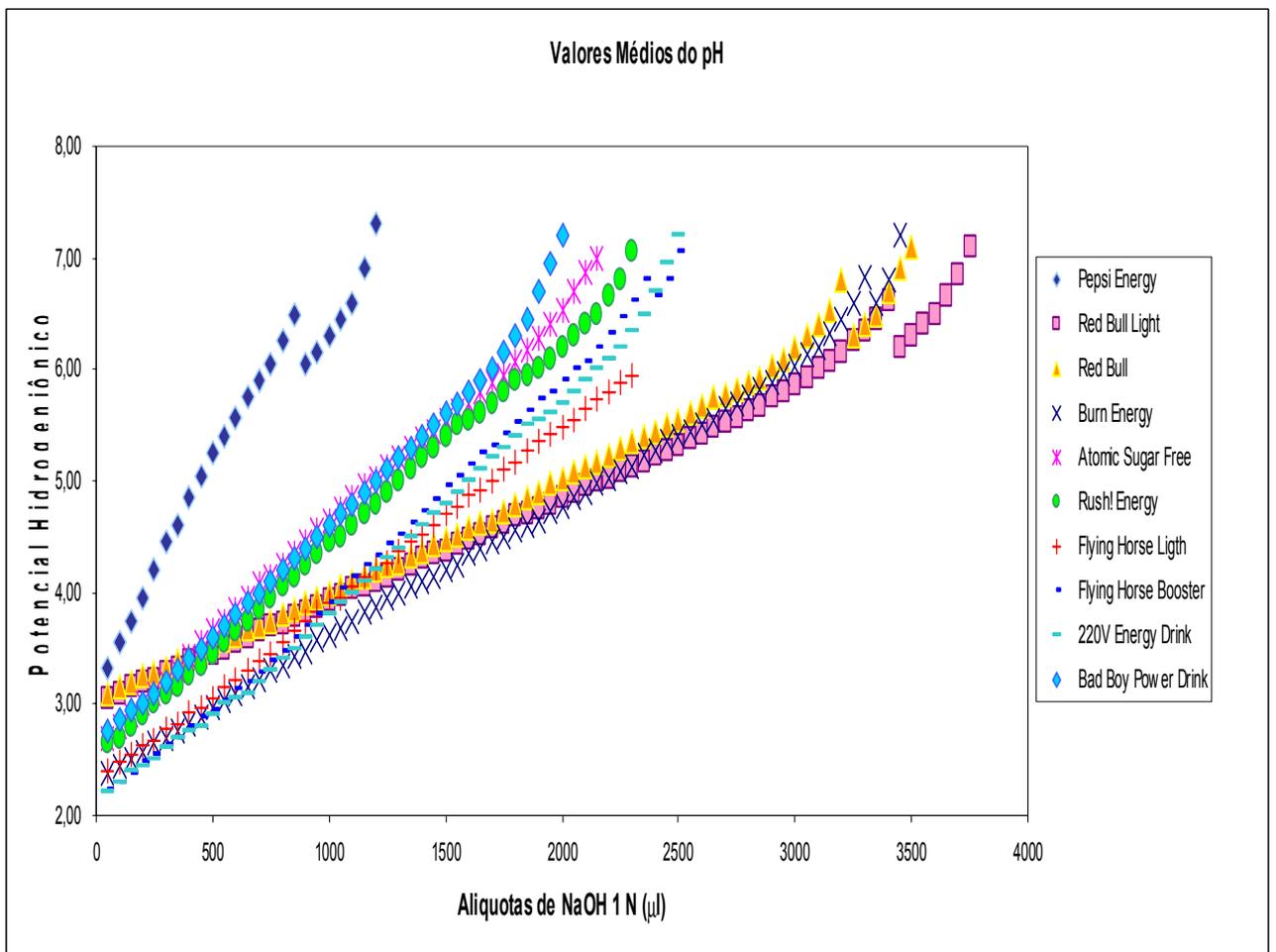


Gráfico 5.1- Representação gráfica das curvas de basificação dos energéticos analisados

A análise da reação de basificação com solução de NaOH 1,0N, mostrou que o energético RED BULL LIGHT® precisou da maior quantidade da solução neutralizante, totalizando 3750 μ L. Em seguida, as bebidas RED BULL® e BURN® foram neutralizadas com, respectivamente 3500 μ L e 3450 μ L da solução base.

A partir deste ponto, nota-se que as bebidas que foram testadas, apesar de apresentarem um pH inicial mais baixo que as primeiras testadas foram neutralizadas com uma quantidade menor da solução de NaOH 1,0N.

Sendo assim, observou-se que o energético RUSH™ precisou de 2600 μ L para atingir o pH neutro. Este comportamento foi bastante semelhante ao da bebida FLYING HORSE® que atingiu a neutralidade após 2500 μ L, seguido pelo FLYING HORSE LIGHT® que foi neutralizado com 2350 μ L.

É válido notar que estes dois últimos energéticos apresentaram o comportamento inverso aos energéticos da linha RED BULL®. A bebida 220V atingiu o pH 7,05 após serem adicionados 2300 μ L da base. ATOMIC e BAD BOY atingiram a neutralidade após a adição de 2150 μ L e 2000 μ L, respectivamente.

Finalmente, o energético PEPSI ENERGY® necessitou de 1200 μ L para que um pH neutro fosse atingido.

Microdureza Superficial:

Os valores de dureza obtidos no Microdurômetro podem ser verificados na Tabela 5.2 onde estão registradas as leituras iniciais e finais de cada edentação de cada corpo de prova.

Tabela 5.2- Leituras iniciais e finais das edentações realizadas em cada corpo de prova dos diferentes grupos experimentais obtidas no Microdurômetro

GRUPOS	CORPO DE PROVA	1a LEITURA		2a LEITURA		3a LEITURA		4a LEITURA		5a LEITURA		6a LEITURA	
		INICIAL	FINAL										
G.A CONTROLE	01-A	420	388	375	451	383	337	406	425	383	410	397	351
	02-A	425	397	457	406	446	425	406	415	435	457	397	435
	03-A	355	457	367	337	410	337	397	320	344	351	392	406
	04-A	359	355	392	313	406	344	425	340	410	310	392	310
	05-A	420	379	446	375	410	410	440	462	430	392	410	375
	06-A	379	355	330	359	425	371	401	367	415	410	440	375
G.B RED BULL LIGHT®	01-B	492	118	568	142	457	126	392	126	645	135	406	113
	02-B	340	124	379	98	340	136	310	125	344	122	388	136
	03-B	430	179	383	149	348	129	375	148	351	112	323	132
	04-B	397	115	320	111	320	105	375	133	355	102	326	94
	05-B	440	134	375	113	401	129	420	129	420	136	410	133
	06-B	371	161	420	125	410	178	359	149	415	153	410	117
G.C RED BULL®	01-C	492	127	716	152	839	141	457	166	425	143	420	162
	02-C	388	133	401	148	406	156	425	165	340	179	406	168
	03-C	440	124	351	98	420	136	388	125	348	122	397	136
	04-C	440	150	420	153	425	145	435	149	440	170	430	152
	05-C	326	190	406	182	425	186	415	164	430	193	425	168
	06-C	430	182	430	161	425	193	435	179	435	172	415	178

Inicialmente foi realizada uma análise exploratória para verificar a adequação dos dados as pressuposições da análise de variância. O programa estatístico indicou a transformação dos dados em logaritmo na base 10. Utilizando-se a análise de variância em esquema de parcela subdividida, sendo a parcela representada pelo grupo (controle, Red Bull® e Red Bull Light®) e a sub-parcela representada pelo tempo (inicial e final), avaliou-se o efeito de “**bebidas energéticas**” em função do “**tempo**” (antes e depois).

Definida pela análise de variância a interação entre as bebidas energéticas e os tempos estudados, aplicou-se o Teste de Tukey com nível de significância de 5% para indicar as diferenças encontradas. As médias e o desvio-padrão estão apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3- Média (desvio-padrão) do número de dureza Knoop dos grupos experimentais no dois períodos de avaliação

GRUPO	TEMPO	
	INICIAL	FINAL
Controle	403.47 (19.61) Aa	380.75 (32.16) Aa
Red Bull Light®	394.85 (54.37) Aa	129.65 (13.28) Bb
Red Bull®	434.62 (62.90) Aa	156.90 (20.89) Bb

Letras maiúsculas comparam as médias apresentadas nos períodos inicial e final.
Letras minúsculas comparam as medias apresentadas entre os grupos controle, Red Bull Light® e Red Bull®.

Analisando a Tabela 5.3 pode-se verificar que todos os grupos apresentaram o mesmo valor de dureza no período inicial deste estudo. Este fato é importante para

que os efeitos das bebidas energéticas testadas possam ser avaliados claramente sem a influência de substratos alterados previamente.

A avaliação comparativa entre os tempos inicial e final para cada grupo experimental, mostrou que não houve diferença estatística significativa nos valores de dureza dos corpos-de-prova do grupo controle durante o período experimental. Entretanto, a análise estatística detectou diferenças significativas entre os tempos inicial e final tanto para as bebidas energéticas Red Bull® quanto para o Red Bull Light®, sendo que no período final os valores de dureza foram mais baixos.

Finalmente, o número de dureza mensurado no período experimental final e a análise estatística aplicada aos dados mostraram que houve diferença significativa entre os grupos experimentais; os corpos-de-prova submetidos à ação das bebidas energéticas Red Bull® /Red Bull Light® apresentaram valores de dureza significativamente menores do que os do grupo controle. Apesar disso, nenhuma diferença foi encontrada entre as bebidas energéticas.

A metodologia inicialmente estabelecida para a realização dos ciclos de imersão para análise do potencial erosivo das bebidas energéticas foi uma adaptação da proposta por Amaechi, Higham e Edgar (1999b) e Van Eygen, Vannet e Wehrbein (2005), onde cada grupo experimental teve seus espécimes submetidos a 2 desafios diários separados pelo intervalo de 12 horas e constituídos por 6 exposições cada, por imersão em 10 ml das bebidas para cada espécime durante 5 minutos totalizando 60 minutos diários durante o período de 8 dias, perfazendo um total de 8 horas de exposição. Durante o período entre os desafios denominado período de repouso, todos os espécimes reunidos ficaram completamente imersos em saliva artificial (30ml). Em cada ocasião, antes da imersão na bebida, bem como

no intervalo entre as exposições e no momento que precede o acondicionamento para repouso em saliva artificial, todos os espécimes receberam uma lavagem prévia e abundante com água destilada. Todas as soluções utilizadas foram mantidas em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C) e substituídas diariamente. Os grupos experimentais foram constituídos por 12 espécimes cada (Figura 5.1).

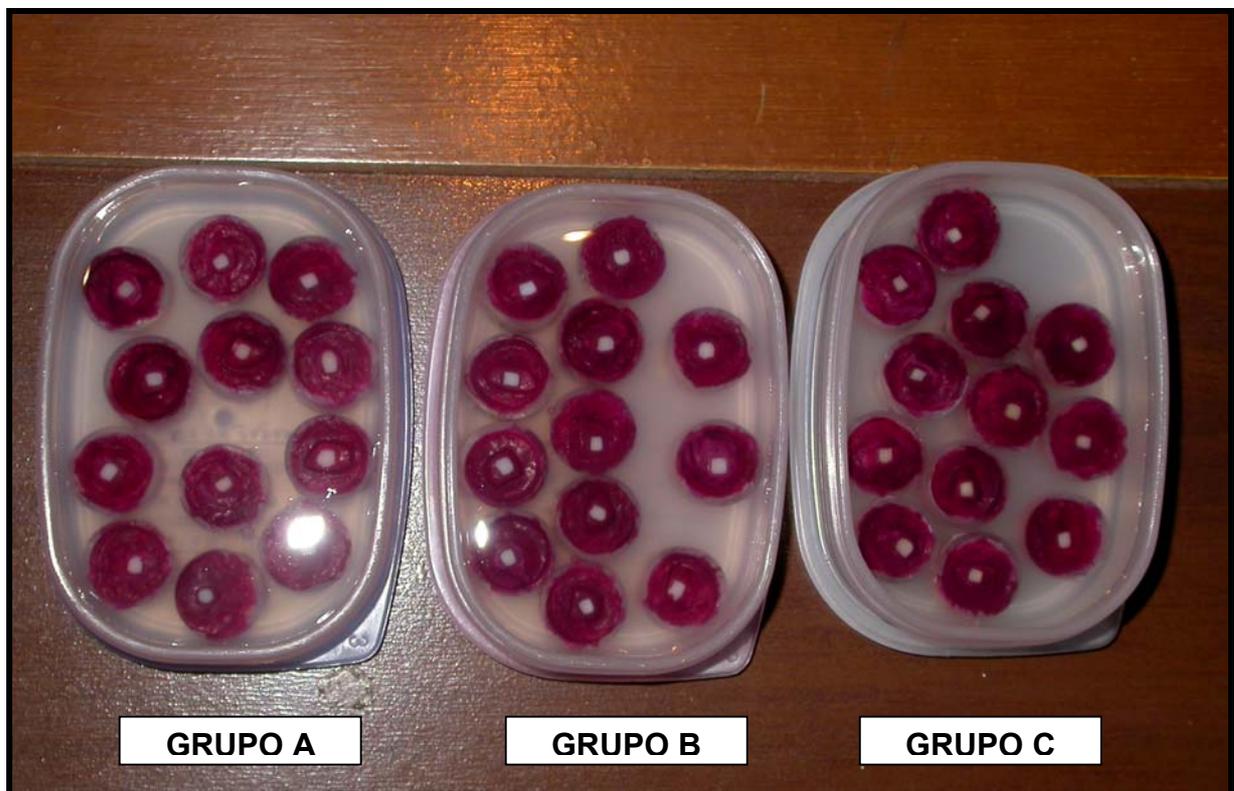


Figura 5.1- Grupos experimentais com corpos de prova imersos em saliva artificial – experimento inicial

Cada espécime foi submetido à análise inicial (anterior ao início do experimento) da dureza superficial pelo Microdurômetro e após a realização do experimento, os espécimes foram submetidos à leitura final, porém nesta segunda análise não foi possível a obtenção de leitura do aparelho.

O experimento foi repetido com novos corpos de prova, porém novamente não foi possível obter-se qualquer leitura final pelo Microdurômetro.

Analisando-se as superfícies dentárias após a remoção das camadas de verniz dos fragmentos dentários, o aspecto macroscópico verificado está representado na Figura 5.2, onde se observa a formação de uma superfície gredosa, semelhante ao giz ou ao calcário, de coloração significativamente distinta ao esmalte sadio adjacente, sugerindo a ocorrência de excessiva perda mineral.



Figura 5.2- Formação de superfície gredosa. Atentar para a diferença na coloração entre o esmalte normal(1) e o esmalte submetido aos ciclos de imersão(2)

6 DISCUSSÃO

O potencial erosivo de alimentos e bebidas sobre os dentes têm sido bem documentados. Vários estudos relatam um aumento nas alterações do esmalte dentário após o consumo de frutas, sucos e refrigerantes, e também nos casos de vômitos freqüentes.

Muitas pesquisas utilizam um modelo de estudo *in vitro* para comparar o potencial erosivo de diferentes bebidas sobre o esmalte humano. Em geral, verifica-se que após a imersão nas bebidas com baixo pH, a microdureza superficial dos dentes era diminuída. Inúmeras pesquisas (AMAECCHI; HIGHAM; EDGAR, 1999ab; AMAECCHI; HIGHAM; EDGAR, 2003; ATTIN et al., 2005; BARBOUR et al., 2005; CORRÊA, 2006; EISENBURGER; ADDY, 2003; EISENBURGER et al., 2000; FEATHERSTONE et al., 1983; GANSS; LUSSI; KLIMEK, 2005; GROBLER; SENEKAL; LAUBSCHER, 1990; HOOPER et al., 2005; HUGHES et al., 2002; HUNTER et al., 2003; JAIN et al., 2007; LARSEN; NYVAD, 1999; LUSSI; JÄGGI; SCHÄRER, 1993; LUSSI; JAEGGI; JAEGGI-SCHÄRER, 1995; LUSSI et al., 2000; LUSSI, 2006; MOAZZEZ; SMITH; BARTLETT, 2000; VAN EYGEN; VANNET; WEHRBEIN, 2005) procuraram demonstrar e comparar este potencial erosivo entre sucos e refrigerantes, porém os efeitos da freqüência de ingestão não são tão documentados. A metodologia mais utilizada nas diferentes pesquisas preconiza deixar os espécimes imersos nas soluções por períodos de tempo relativamente longos, contudo, seria interessante que a metodologia de exposição às bebidas procurasse replicar um padrão de consumo mais realístico, sob condições experimentais.

Van Eygen, Vannet e Wehrbein (2005) concluíram que a ingestão de refrigerantes, mesmo em curta duração de tempo, pode reduzir a microdureza do esmalte dental. Verificaram também que a frequência de ingestão parece não assumir papel decisivo sobre estas alterações.

O'Sullivan e Curzon (2000) por sua vez, verificaram que o grupo com menor prevalência de erosão dental era aquele que apresentou menor consumo de bebidas com potencial erosivo. Salientaram a importância da orientação às pessoas a não bochecharem ou reterem bebidas ácidas na cavidade bucal, pois constituem fatores de risco à erosão, segundo seu estudo.

Na tentativa de diminuir o potencial erosivo das bebidas ácidas, alguns autores como Attin et al. (2005), Barbour et al. (2005) e Jensdottir, Bardow e Holbrook (2005) têm proposto a modificação destas soluções pela adição de cálcio, fosfato e flúor, além da concentração básica inicialmente presente. Esta medida parece ser significativamente eficaz na proteção à superfície do esmalte dental, porém segundo Barbour et al (2005) apresenta o inconveniente de promover alteração no paladar, comprometendo-o, além de aumentar a capacidade de contaminação bacteriana destas soluções. Nas pesquisas realizadas por Attins et al. (2005) observaram que as bebidas que possuem ácido fosfórico (como por exemplo a Coca-Cola® original) são menos danosas ao esmalte do que as que possuem ácido cítrico (presente nas frutas) em sua composição. O potencial erosivo do ácido cítrico é elevado, pois atua como um quelante capaz de reter, prender os minerais da apatita, como o cálcio. Complementando este conceito, Jensdottir, Bardow e Holbrook (2005) afirmam que as soluções que apresentam ácido fosfórico normalmente apresentam menor pH, porém a acidez titulável do ácido cítrico é significativamente maior, o que lhe confere maior potencial erosivo.

Grobler, Senekal e Laubscher (1990) realizaram um estudo comparando refrigerantes carbonatados com sucos de fruta. Seus achados foram comprovados por Attins et al. (2005), pois verificaram que as bebidas carbonatadas apresentavam um potencial erosivo maior nos períodos iniciais, porém ao longo do experimento, os sucos de fruta apresentaram potencial erosivo significativamente maior. Os autores também constataram que existem diferenças significativas entre os efeitos promovidos pelas versões originais e sem açúcar dos refrigerantes analisados, sendo que o produto *diet* apresentou menor efeito danoso. Jain et al. (2007) concordam que as versões das bebidas com ou sem base de cola contendo açúcar mostraram valores de pH sensivelmente menores que as respectivas versões *diet*.

Neste trabalho utilizou-se o Red Bull® e o Red Bull Light® que não possui açúcar em sua composição. Após análise do pH de ambas as soluções foi verificado que não existem diferenças significantes entre as amostras analisadas, contrariando as informações relacionadas aos refrigerantes relatadas pelos autores.

Previamente à realização dos experimentos, é comum a remoção da porção gasosa por meio de agitação. Esta medida é utilizada para minimizar a variação do volume durante o processo de mensuração. Não se observa, porém, nenhuma alteração significativa no pH das soluções carbonatadas antes ou após a remoção do gás (GROBLER; SENEKAL; LAUBSCHER, 1990).

Na análise do pH das diferentes bebidas energéticas realizadas neste estudo, as medidas foram tomadas com e sem a presença de gás nas soluções. Os resultados obtidos e apresentados na Tabela 5.1 concordam com esta afirmação, pois foi observado que não existem diferenças significantes nos valores de pH verificados nestas duas situações distintas.

Após análise da capacidade tampão destas bebidas verificou-se que para promoção da sua neutralização foram necessárias elevadas concentrações de base. O Red Bull Light® foi o energético que necessitou de maior quantidade de base para atingir o pH 7,0 (3750 µl de NaOH), seguido do Red Bull® (3500 µl de NaOH).

Jensdottir, Bardow e Holbrook (2005) concluíram em seu estudo que quanto maior a capacidade tampão da solução, maior é o seu potencial erosivo. Corroborando esta afirmação, Owens (2007) observou em sua pesquisa que o Red Bull®, dentre as bebidas por ele analisadas, foi a que apresentou a maior capacidade tampão, indicando seu elevado potencial para a erosão do esmalte dental. Os energéticos Red Bull® (versão original e *light*), dentre os energéticos analisados neste estudo, foram os que apresentaram maior capacidade tampão e conseqüentemente necessitaram de maior quantidade de base para que a neutralização ocorresse. Segundo Owens (2007), isto significa que ao ingerirem-se estas soluções, o tamponamento na cavidade bucal pode ser comprometido, levando à manutenção do pH em condições ácidas por maior período de tempo. A Pepsi Energy®, por sua vez, foi o energético que apresentou menor capacidade tampão (1200 µl de NaOH), necessitando de menor quantidade de base para sua neutralização, indicando que dentre os energéticos avaliados, do ponto de vista da manutenção da acidez, a Pepsi Energy® foi a mais facilmente neutralizada.

As bebidas energéticas foram originalmente destinadas para o uso exclusivo dos indivíduos que realizam esforço físico ou que necessitam de maior resistência, para suprimento de energia (glicose) visando à melhora da performance ou após exercício ou esforço físico para reposição energética.

Segundo os relatos de Hooper et al. (2005), somente alguns estudos têm considerado as conseqüências ou examinado a situação dental dos atletas que consomem bebidas esportivas. Embora não seja possível estabelecer uma associação entre lesões de cárie ou erosivas e o consumo destas bebidas, os autores advertiram sobre o seu potencial erosivo e os riscos para a saúde dental.

O consumo deste tipo de bebida parece ser comum nas danceterias, festas, enfim locais onde se ofereça música para dançar e proporcione a concentração de jovens, com a finalidade de desencadear um “boom” de energia que, desta forma, lhes permita exercer esta atividade, por maior período de tempo, pois conforme o exposto por Malinauskas et al. (2007), os energéticos promovem um “salto” de energia pela combinação dos estimulantes e substâncias carreadores de energia presentes em sua composição.

As bebidas energéticas possuem além dos estimulantes, acidulantes, conservantes, ácido carbônico (gás), uma concentração elevada de carboidratos e pH ácido. Os energéticos utilizados na análise de microdureza superficial do esmalte apresentaram pH médio final de 3,0 a 3,05 (Tabela 5.1). Considerando que o pH crítico para a desmineralização da hidroxiapatita presente no esmalte dental é sabidamente de 5,5 podemos afirmar que estas soluções apresentam potencial desmineralizante em função de seu pH.

Segundo Ganss, Lussi e Klimek (2005), as medidas de microdureza refletem as mudanças físicas apresentadas pelas superfícies expostas ao ácido. Com o aumento na exposição aos ácidos, a microdureza atinge valores mínimos, ao passo que a dissolução mineral continua aumentando progressivamente. Desta forma, a utilização deste método limita-se somente aos estágios iniciais da erosão.

Os resultados inicialmente obtidos neste estudo corroboram esta afirmação, pois ao se adaptar e utilizar a metodologia proposta por Amaechi, Highan e Edgar (1999b) e Van Eygen, Vannet e Wehrbein (2005) em seus estudos envolvendo sucos e refrigerantes para os energéticos, verificou-se a ocorrência de perda mineral substancial, a qual impossibilitou a obtenção das leituras finais pelo microdurômetro. Todos os corpos de prova testados apresentaram-se com coloração branco-leitosa, aspecto clínico gredoso, opaco, rugoso, sugerindo a ocorrência de grande perda mineral. Submetidos ao Microdurômetro, duas situações foram encontradas:

- ausência e/ou impossibilidade na obtenção e captação de imagem ou registro de dureza pelo aparelho;

ou

- as superfícies expostas dos corpos de prova sofreram deformações ou obtiveram leituras inconsistentes com o esmalte dental devido aos valores de dureza extremamente reduzidos observados.

Verificou-se que as metodologias descritas na literatura consultada e utilizadas para os ciclos de imersão em refrigerantes e sucos não são aplicáveis aos energéticos, visto que a manutenção dos fragmentos dentários imersos na solução pelo tempo proposto tem provocado excessiva perda mineral comprometendo, portanto a avaliação das alterações de microdureza superficial.

Após análise e consulta das pesquisas realizadas por diferentes autores relacionados nas referências bibliográficas e na impossibilidade de se utilizar as metodologias existentes fez com que se estabelecesse uma nova estratégia com menor tempo de exposição para evitar o insucesso anteriormente obtido.

A seqüência metodológica utilizada no experimento deste trabalho foi baseada na literatura científica, porém o tempo de exposição de 5 minutos em cada

desafio totalizando 10 minutos diários foi estabelecido pelos autores. Ao final dos ciclos, cada corpo de prova ficou exposto ao energético por um tempo total de 30 minutos e ao submetê-los ao Microdurômetro foi verificada uma diminuição significativa nos valores de dureza obtidos.

Os resultados apresentados na Tabela 5.2 demonstram que todos os grupos experimentais partiram de amostras homogêneas no que se refere aos valores iniciais de dureza, não havendo diferenças estatisticamente significantes entre eles [Dureza inicial: Controle= 403,47(19,61); Red Bull Light®= 394,85(54,37); Red Bull®= 434,62(62,90)].

Ao avaliarem-se os resultados iniciais e finais de cada grupo foi constatado que no grupo controle (água destilada) os valores se mantiveram relativamente constantes (inicial= 403,47 e final= 380,75), estatisticamente não significantes, porém nos grupos experimentais, os valores obtidos na leitura final demonstram a sensível alteração ocorrida após os ciclos de imersão nos energéticos. Observou-se uma grande diminuição nos valores de dureza caracterizando a ocorrência de perda mineral, ou seja, o esmalte “perdeu” dureza, ou teve sua dureza reduzida. No grupo Red Bull® o valor de dureza final foi de 156,90(20,89) e no grupo Red Bull Light® foi de 129,65(13,28). Ressalta-se que entre os grupos experimentais não houve diferença significativa nas leituras finais, demonstrando que ambos possuem potencial erosivo com comportamento semelhante.

Ferreira, Mello e Formigoni (2004) afirmam que embora os relatos populares apontem para um aumento dos efeitos excitatórios do álcool e diminuição da intensidade dos seus efeitos depressores quando combinado com os energéticos, parece não existir ainda evidências científicas destes efeitos. Embora diversos relatos a respeito do uso combinado de bebidas energéticas e álcool tenham sido

veiculados, a maior parte das informações não são cientificamente embasadas, sendo necessários estudos sobre o tema.

Os energéticos são comumente consumidos por adolescentes e adultos jovens. No levantamento bibliográfico realizado, foi constatada a existência atual de poucos estudos odontológicos que demonstrem os efeitos deletérios ocasionados por este tipo de bebida no interior da cavidade bucal. Assim, parece clara a necessidade de mais estudos envolvendo os energéticos, para que sejam estabelecidos a sua ação e seus efeitos sobre as estruturas dentais. Sugere-se a necessidade do desenvolvimento de uma metodologia própria para os ciclos de imersão deste tipo de bebida, que permita a correta análise de seu potencial erosivo por meio da avaliação da microdureza superficial sem que ocorra uma perda mineral excessiva que impossibilite a avaliação.

Outros métodos de avaliação poderão ser utilizados para a verificação da ação dos energéticos sobre o esmalte dentário, como a análise pelo Perfilômetro e Rugosímetro para verificação das alterações topográficas da superfície do esmalte, a análise de Microdureza Transversal para quantificação das perdas minerais em profundidade e a análise pela Microscopia Eletrônica de Varredura para observação das alterações estruturais ocorridas no esmalte dental. Estudos que relatem os efeitos da combinação destas bebidas com outras bebidas, também se fazem necessários, para que se possa avaliar a potencialização ou não dos efeitos erosivos.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que as bebidas energéticas possuem significativo potencial erosivo, pois apresentam pH ácido e capacidade tampão elevada e, quando em contato com a superfície do dente, podem ocasionar

perdas minerais e conseqüentemente a erosão dental. Desta forma, o cirurgião-dentista deverá atuar preventivamente informando e alertando os seus pacientes quanto aos possíveis efeitos deletérios que podem ser ocasionados pelo consumo freqüente deste tipo de bebida.

7 CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados obtidos concluiu-se que:

- Os energéticos examinados apresentam significativo potencial erosivo à superfície do esmalte em decorrência do baixo pH e elevada capacidade tampão.
- Tanto o Red Bull® quanto o Red Bull Light® promoveram alterações nos padrões de dureza superficial do esmalte dentário, pois ocasionaram significativa diminuição nos valores inicialmente obtidos.

REFERÊNCIAS¹

Alford C, Cox H, Wescott R. The effects of Red Bull Energy Drink on human performance and mood. *Amino Acids* 2001;21:139-50.

Alves GLR. Nutrição – Bebidas Isotônicas. *Boletim Científico* vol.4 Fev 2003.

Disponível em:

<http://portal.samaritano.com.br/pt/interna.asp?page=1&idpagina=319> [2007 Dez. 22].

Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM. Techniques for the production of dental eroded lesions *in vitro*. *J Oral Rehabil* 1999a;26(2):97-102.

Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM. Factors influencing the development of dental erosion *in vitro*: enamel type, temperature and exposure time. *J Oral Rehabil* 1999b;26(8):624-30.

Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM, Milosevic A. Thickness of acquired salivary pellicle as a determinant of the sites of dental erosion. *J Dent Res* 1999;78(12):1821-28.

Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM. Influence of abrasion in clinical manifestation of human dental erosion. *J Oral Rehabil* 2003;30(4):407-13.

Attin T, Weiss K, Becker K, Buchalla W, Wiegand A. Impact of modified acidic soft drinks on enamel erosion. *Oral Dis* 2005;11(1):7.

Barbour ME, Parker DM, Allen GC, Jandt KD. Human enamel erosion in constant composition citric acid solutions as a function of degree of saturation with respect to hydroxyapatite. *J Oral Rehabil* 2005;32:16-21.

Bartlett DW, Shah P. A critical review of non-carious cervical (wear) lesions and the role of abfraction, erosion and abrasion. *J Dent Res* 2006;85(4):306-12.

¹ De acordo com Estilo Vancouver. Abreviaturas de periódicos segundo base de dados MEDLINE.

Carvalho JM, Maia GA, Sousa PHM, Rodrigues S. Perfil dos principais componentes em bebidas energéticas: Cafeína, taurina, guaraná e glucoronolactona. Ver Inst Adolfo Lutz 2006;65(2):78-85.

Castro FJ, Scherer R, Godoy HT. Avaliação do teor e da estabilidade de vitaminas do complexo B e vitamina C em bebidas isotônicas e energéticas. Quim Nova 2006;29(4):719-23.

Corrêa MSNP. Influência de fatores extrínsecos e intrínsecos no desenvolvimento da erosão dental em crianças e adolescentes [Tese de Livre Docência]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2006.

Eisenburger M, Addy M. Influence of liquid temperature and flow rate on enamel erosion and surface softening. J Oral Rehabil 2003;30(11):1076-80.

Eisenburger M, Hughes J, West NX, Jandt KD, Addy M. Ultrasonication as a method to study enamel demineralization during acid erosion. Caries Res 2000;34:289-94.

Featherstone JDB, Ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profile. Caries Res 1983;17:385-91.

Ferreira SE, Mello MT, Formigoni MLOS. O efeito das bebidas alcoólicas pode ser afetado pela combinação com bebidas energéticas? Um estudo com usuários. Rev Assoc Mod Bras 2004;50(1):48-51.

Ganss C, Lussi A, Klimek J. Comparison of Calcium/Phosphorus analysis, longitudinal Microradiography and Profilometry for the quantitative assessment of erosive demineralisation. Caries Res 2005;39:178-84.

Grando LJ, Tames DR, Cardoso AC, Gabilan NH. *In vitro* study of enamel erosion caused by soft drinks and lemon juice in deciduous teeth analysed by stereomicroscopy and scanning electron microscopy. Caries Res 1996;30:373-8.

Grobler SR, Senekal PJC, Laubscher JA. *In vitro* demineralization of enamel by orange juice, apple juice, pepsicola and diet pepsicola. Clin Prev Dent 1990;12(5):5-9.

Hooper SM, Hughes JA, Newcombe RG, Addy M, West NX. A methodology for testing the erosive potential of sports drinks. J Dent 2005;33:343-8.

Hughes JA, Jandt KD, Baker N, Parker D, Newcombe RG, Eisenburger M, et al. Further modification to soft drinks to minimize erosion. *Caries Res* 2002;36(1):70-4.

Hunter ML, West NX, Hughes JA, Newcombe RG, Addy M. Relative susceptibility of deciduous and permanent dental hard tissues to erosion by a low pH fruit drink *in vitro*. *J Dent* 2000;28(4):265-70.

Hunter ML, Hughes JA, Parker DM, West NX, Newcombe RG, Addy M. Development of low erosive carbonated fruit drinks. 1. Evaluation of two experimental orange drinks *in vitro* and *in situ*. *J Dent* 2003;31:253-60.

Jain P, Nihill P, Sobkowski J, Agustin MZ. Commercial soft drinks: pH and *in vitro* dissolution of enamel. *Gen Dent* 2007;55(2):150-4.

Jensdottir T, Bardow A, Holbrook P. Properties and modification of soft drinks in relation to their erosive potential *in vitro*. *J Dent* 2005;33:569-75.

Johansson A-K, Sorvari R, Birkhed D, Meurman JH. Dental erosion in deciduous teeth – an *in vivo* and *in vitro* study. *J Dent* 2001;29(5):333-40.

Kennedy DO, Scholey AB. A glucose-caffeine “energy drink” ameliorates subjective and performance deficits during prolonged cognitive demand. *Appetite* 2004;42(3):331-3.

Kitchens M, Owens BM. Effect of carbonated beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the *in vitro* erosion characteristics of dental enamel. *J Clin Oediatr Dent* 2007;31(3):153-9.

Larsen MJ, Nyvad B. Enamel erosion by some soft drinks and orange juices relative to their pH, buffering effect and contents of calcium phosphate. *Caries Res* 1999;33(1):81-7.

Lippert F, Parker DM, Jandt KD. Susceptibility of deciduous and permanent enamel to dietary acid-induced erosion studied with atomic force microscopy nanoindentation. *Eur J Oral Sci* 2004;112:61-6.

Lussi A, Jäggi T, Schärer S. The influence of different factors on *in vitro* enamel erosion. *Caries Res* 1993;27:387-93.

Lussi A, Jaeggi T, Jaeggi-Schärer S. Prediction of the erosive potential of some beverages. *Caries Res* 1995;29:349-54.

Lussi A, Kohler N, Zero D, Schaffner M, Megert B. A comparison of the erosive potential of different beverages in primary and permanent teeth using an *in vitro* model. *Eur J Oral Sci* 2000;108:110-4.

Lussi A. Erosive tooth wear: a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. *Monogr Oral Sci* 2006;20:1-8.

Mahoney E, Beattie J, Swain M, Kilpatrick N. Preliminary *in vitro* assessment of erosive potential using the ultra-micro-indentation system. *Caries Res* 2003;37:218-24.

Malinauskas BM, Aeby VG, Overton RF, Carpenter-Aeby T, Barber-Heidal K. A survey of energy drink consumption patterns among college students. *Nutrition J* 2007;6:35-49.

Matile A. Isotônicos x Energéticos. *Engenharia de Alimentos*. n.1 Set/Out 2004. Disponível em: <http://www.unerj.br/unerj/graduacao/cursos/engalimentos/EngAlimentos.pdf> [2007 Dez. 21].

May J, Waterhouse PJ. Dental erosion and soft drinks: a qualitative assessment of knowledge, attitude and behavior using focus groups of schoolchildren. A preliminary study. *Int J Paediatr Dent* 2003;13(6):425-33.

Moazzez R, Smith BGN, Bartlett DW. Oral pH and drinking habit during ingestion of a carbonated drink in a group of adolescents with dental erosion. *J Dent* 2000;28(6):395-7.

Osinaga PW, Grande RH, Ballester RY, Simionato MR, Rodrigues CRD, Muench A. Zinc sulfate addition to glass-ionomer-based cements: influence on physical and antibacterial properties, zinc and fluoride release. *Dent Mater* 2003;19(3):212-7.

O'Sullivan EA, Curzon MEJ. Dental erosion associated with the use of "alcopop" - a case report. *Br Dent J* 1998;184(12):594-6.

O'Sullivan EA, Curzon MEJ. A comparison of acidic dietary factors in children with and without dental erosion. *ASDC J Dent Child* 2000; 67(3):186-92.

Owens BM. The potential effects of pH and buffering capacity on dental erosion. *Gen Dent* 2007;55(6):527-31.

Pretty IA, Edgar WM, Higham SM. The effect of bleaching on enamel susceptibility to acid erosion and demineralization. *Br Dent J* 2005;198(5):285-90.

REDETEC Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Processo produtivo de isotônico. 8ª ed. Rio de Janeiro: Fev 2007.

Disponível em:

http://www.redetec.org.br/riointeligente/boletim/edicao_08/no_front.htm [2007 Dez. 22].

Rodrigues CRMD. Desenvolvimento de lesões de cárie adjacentes a materiais restauradores, em dentes decíduos submetidos a diferentes modelos de desafio cariogênico [Tese de Livre Docência]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2003.

Sánchez GA, Fernandez de Preliasco MV. Salivary pH changes during soft drinks consumption in children. *Int J Paediatr Dent* 2003;13(4):251-7.

Scholey AB, Kennedy DO. Cognitive and physiological effects of an “energy drink”: an evaluation of the whole drink and of glucose, caffeine and herbal flavouring fractions. *Psychopharmacology* 2004;176:320-30.

Shellis RP, Finke M, Eisenburger M, Parker DM, Addy M. Relationship between enamel erosion and liquid flow rate. *Eur J Oral Sci* 2005;113:232-8.

Shenkin JD, Heller KE, Warren JJ, Marshall TA. Soft drink consumption and caries risk in children and adolescents. *Gen Dent* 2003;51(1):30-6.

Touyz LZG. The acidity (pH) and buffering capacity of Canadian fruit juice and dental implications. *J Con Dent Assoc* 1994;60(5):454-8.

Van Eygen I, Vannet BV, Wehrbein H. Influence of a soft drink with low pH on enamel surfaces: An in vitro study. *Am J Orthod Dent Orthopedics* 2005;128(3):372-7.

Zero DT, Lussi A. Erosion – chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. *Int Dent J* 2005;55(4 suppl 1):285-90.

Anexo A Protocolo 181/05- Comitê de Ética em Pesquisa – FOUSP



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

PARECER DE APROVAÇÃO
Protocolo 181/05

O Grupo de Trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa "*Avaliação in vitro das alterações superficiais do esmalte dentário de dentes permanentes submetidos à ação de bebidas energéticas*", de responsabilidade da Pesquisadora **Marise Sano Suga Matumoto**, sob orientação do Professor Doutor **Antonio Carlos Guedes Pinto**.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em "cd". Qualquer emenda do projeto original deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 03 de novembro de 2005


 Prof. Dr. **Rogério Nogueira de Oliveira**
 Coordenador do CEP-FOUSP

Anexo B Análise Estatística dos resultados de microdureza superficial

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
grupo	3	1 2 3
tempo	2	1 2
rep	6	1 2 3 4 5 6
Number of Observations Read		36
Number of Observations Used		36

Dependent Variable: valor2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	20	1.70164816	0.08508241	42.52	<.0001
Error	15	0.03001409	0.00200094		
Corrected Total	35	1.73166224			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	valor2 Mean	
	0.982667	1.823836	0.044732	2.452624	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
grupo	2	0.37405685	0.18702842	93.47	<.0001
grupo*rep	15	0.04015518	0.00267701	1.34	0.2900
tempo	1	0.90423897	0.90423897	451.91	<.0001
grupo*tempo	2	0.38319716	0.19159858	95.75	<.0001

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for grupo*rep as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
grupo	2	0.37405685	0.18702842	97.52	<.0001

Least Squares Means

Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey

valor2 LSMEAN

grupo	tempo	LSMEAN	Number
1	1	2.60538182	1
1	2	2.57931178	2
2	1	2.59323073	3
2	2	2.11084837	4
3	1	2.63471811	5
3	2	2.19225570	6

Least Squares Means for effect grupo*tempo

Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: valor2

i/j	1	2	3	4	5	6
1		0.9077	0.9965	<.0001	0.8590	<.0001
2	0.9077		0.9935	<.0001	0.3170	<.0001
3	0.9965	0.9935		<.0001	0.6069	<.0001
4	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	0.0597
5	0.8590	0.3170	0.6069	<.0001		<.0001
6	<.0001	<.0001	<.0001	0.0597	<.0001	

grupo*tempo Effect Sliced by grupo for valor2

grupo	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
1	1	0.002039	0.002039	1.02	0.3288
2	1	0.698078	0.698078	348.88	<.0001
3	1	0.587319	0.587319	293.52	<.0001

valor2

grupo	tempo	LSMEAN
1	1	2.60538182
1	2	2.57931178
2	1	2.59323073
2	2	2.11084837
3	1	2.63471811
3	2	2.19225570

grupo*tempo Effect Sliced by tempo for valor2

tempo	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
-------	----	----------------	-------------	---------	--------

1	2	0.005459	0.002729	1.36	0.2856
2	2	0.751795	0.375898	187.86	<.0001

Level of grupo	Level of tempo	N	Mean	Std Dev
1	1	6	403.466667	19.6143485
1	2	6	380.750000	32.1606437
2	1	6	394.850000	54.3679593
2	2	6	129.650000	13.2777634
3	1	6	434.616667	62.9005061
3	2	6	156.900000	20.8941140

The UNIVARIATE Procedure

Variable: r

Moments

N	36	Sum Weights	36
Mean	0	Sum Observations	0
Std Deviation	0.02928387	Variance	0.00085755
Skewness	0	Kurtosis	0.08977873
Uncorrected SS	0.03001409	Corrected SS	0.03001409
Coeff Variation	.	Std Error Mean	0.00488065

Basic Statistical Measures

Location	Mean	Median	Mode	Variability	Std Deviation	Variance	Range	Interquartile Range
	0	-222E-18	.		0.02928	0.0008575	0.13260	0.03779

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 0	Pr > t 1.0000
Sign	M 0	Pr >= M 1.0000
Signed Rank	S -1.5	Pr >= S 0.9816

Tests for Normality

Test	--Statistic--	-----p Value-----
Shapiro-Wilk	W 0.993086	Pr < W 0.9980
Kolmogorov-Smirnov	D 0.055842	Pr > D >0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq 0.019965	Pr > W-Sq >0.2500
Anderson-Darling	A-Sq 0.132867	Pr > A-Sq >0.2500

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	0.0663005
99%	0.0663005
95%	0.0539761
90%	0.0334685

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
75% Q3	0.0188938
50% Median	-0.0000000
25% Q1	-0.0188938
10%	-0.0334685
5%	-0.0539761
1%	-0.0663005
0% Min	-0.0663005

Extreme Observations

-----Lowest-----		-----Highest-----	
Value	Obs	Value	Obs
-0.0663005	31	0.0299563	36
-0.0539761	19	0.0334685	21
-0.0460105	29	0.0460105	35
-0.0334685	15	0.0539761	13
-0.0299563	30	0.0663005	25

Stem Leaf	#	Boxplot
6 6	1	
5 4	1	
4 6	1	
3 03	2	
2 3589	4	
1 0035	4	+-----+
0 11489	5	*---+---*
-0 98411	5	
-1 5300	4	+-----+

-2 9853	4	
-3 30	2	
-4 6	1	
-5 4	1	
-6 6	1	

-----+-----+-----+-----+

Multiply Stem.Leaf by 10**-2

