

**EVERSON JOSÉ ROSA**

**OS EFEITOS DO BICARBONATO DE SÓDIO COMO RECURSO  
ERGOGÊNICO: SUA UTILIZAÇÃO NOS 400M RASOS**

**Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do curso de Licenciatura em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.**

**Orientador: Prof. Sérgio Gregório da Silva, PhD**

**CURITIBA  
2002**

*In memoriam* a meu padrinho, tio e amigo José Vidal Visentainer, a meu querido avô Vitalino Ricardo Wizenener, e a minha amada avó Olivia Niehues Rosa, três pessoas que serviram como verdadeiro exemplo de caráter, luta dedicação e vida, que mesmo não estando mas entre nós, moram vivas em meu coração e pensamento.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Carlos Rosa e Auria Rosa, pelo exemplo de vida, garra e trabalho que me foi dado, pelo apoio que me deram durante todos os quatro anos de faculdade, e em todos os demais momentos difíceis e alegres de minha vida.

Ao Professor Especialista José Afonso Moura, pela ajuda dada em momentos de dificuldade, pelos conselhos e incentivos que me foram dados.

Ao meu Orientador Professor Doutor Sérgio Gregório da Silva, por toda a compreensão e apoio dado na elaboração deste trabalho.

A todos os meus amigos, pelos inúmeros momentos de incentivos dados, em especial meu amigo Bruno W. Albuquerque.

A todos os atletas que colaboraram de forma espontânea para a execução deste trabalho.

E meu imenso agradecimento a minha maior paixão, o Atletismo, e a todos os responsáveis pela minha entrada neste esporte. Esporte esse que me moveu a fazer Educação Física, que incentivou na elaboração e execução deste trabalho, e que me motivou durante os quatro anos do curso a nunca desistir mesmo nos momentos de dificuldade, e que a muito tempo guia minha vida.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	V
<b>RESUMO</b> .....	VI
<b>1.0 INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 PROBLEMA.....	1
1.2 JUSTIFICATIVA .....	1
1.3 OBJETIVO.....	2
<b>2.0 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 EXERCÍCIOS ANAERÓBIOS.....	3
2.2 CAUSAS DA FADIGA.....	4
2.3 OS 400M RASOS.....	6
2.4 SISTEMA TAMPÃO.....	9
2.5 CARGA DE BICARBONATO .....	11
<b>3.0 METODOLOGIA</b> .....	16
3.1 POPULAÇÃO .....	16
3.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS .....	16
3.2.1 Instrumentos de Pesquisa .....	16
3.2.2 Procedimentos.....	17
3.3 TRATAMENTO DOS DADOS E ESTATÍSTICA.....	19
<b>4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	20
4.1 RESULTADOS.....	20
4.1.1 Teste 1 .....	20
4.1.2 Teste 2 .....	21
4.2 DISCUSSÃO.....	21
<b>5.0 CONCLUSÃO</b> .....	25
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	27

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	- PISTA OFICIAL DE ATLETISMO.....	7
TABELA 1	- RELAÇÃO DO TEMPO DE RECUPERAÇÃO COM O PERCENTUAL DE RECUPERAÇÃO DO METABOLISMO ANAERÓBIO LÁTICO.....	6
TABELA 2	- VELOCIDADE MÉDIA DOS RECORDES MASCULINOS, MUNDIAL, BRASILEIRO E PARANAENSE.....	7
TABELA 3	- PH E CONCENTRAÇÃO DE LACTATO EM SEDENTÁRIOS APÓS UMA CORRIDA DE 400 METROS RASOS.....	8
TABELA 4	- COMPARAÇÃO DOS ESTUDOS SOBRE A SUPLEMENTAÇÃO COM A CARGA DE BICARBONATO.....	13
TABELA 5	- DOSE UTILIZADA POR CADA ATLETA EM RELAÇÃO AO SEU PESO CORPORAL.....	19
TABELA 6	- RESULTADOS DO TEMPO E DAS CONCENTRAÇÕES DE LACTATO REFERENTES AO TESTE 1.....	20
TABELA 7	- RESULTADOS DO TEMPO E DAS CONCENTRAÇÕES DE LACTATO REFERENTES AO TESTE 2.....	21
GRÁFICO 1	- DIFERENÇA DOS TEMPOS DOS CINCO ATLETAS NOS TESTES 1 E 2.....	22
GRÁFICO 2	- COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DOS TEMPOS OBTIDOS NOS TESTES 1 E 2.....	23
GRÁFICO 3	- COMPARATIVO DAS MÉDIAS DAS CONCENTRAÇÕES DE LACTATO OBTIDAS NOS DOIS TESTES.....	23

## RESUMO

Em exercícios de alta intensidade chamados de anaeróbios lácticos, um dos fatores limitantes do desempenho é a acidose ocorrida pela degradação parcial da glicose, transformando-a em ácido láctico, e esse em íons  $H^+$ , para a contenção desse fenômeno o nosso organismo possui sistemas de defesa, um deles é o sistema tampão, sistema esse que reage com os íons  $H^+$ , sendo o principal tampão o Bicarbonato. Através desses fatores alguns cientistas experimentaram utilizar o que eles chamaram de Carga de Bicarbonato (DILL, 1932 citado por WILMORE e COSTILL, 2001; WILKES, GLEDHIL e SMYTH, 1983 citados por FOX, BOWERS e FOSS, 1989; MACNAUGHTON, BACKX e PALMER, 1997; COSTILL, 1984), que consistia em aumentar a concentração sanguínea, e assim retardar os efeitos da acidose. Estudos foram realizados em cima desse ergogênico, principalmente com Bicarbonato de Sódio, utilizando principalmente uma dosagem de 300mg/kg de peso corporal, e descobriu-se que sua utilização realmente poderia retardar a fadiga e melhorar o desempenho, porém em atividades com uma duração superior a 1 minuto o que não ocorre nos 400m rasos. Porém esse estudo verificou a eficácia da utilização do Bicarbonato de Sódio nos 400m rasos, analisando o tempo de execução e as concentrações de lactato em um pré e pós teste com cinco atletas especialistas da prova, e ao contrario do que muitos pesquisadores afirmavam, este mostrou-se eficaz, melhorando o tempo médio de  $51,1 \pm 1,6s$  para  $50,8 \pm 1,5s$ , ( $p < 0,05$ ), o que comprova que a Carga de Bicarbonato pode ser um ergogênico eficaz em provas curtas como os 400m rasos.

## 1.0 INTRODUÇÃO

### 1.1 PROBLEMA

No esporte de rendimento, a competição se torna cada vez mais e mais equilibrada, um mundo onde um centésimo de segundo pode fazer a diferença para o atleta chegar a glória, por esse motivo vários atletas se utilizam dos chamados recursos ergogênicos e muitas vezes recorrem até mesmo ao Doping para conseguirem chegar ao lugar sonhado. Existem vários tipos de métodos ou substâncias que são utilizados, estes podem ser legais ou ilícitos. No nosso estado uma prática muito comum é a utilização de Bicarbonato de Sódio entre os atletas de Atletismo, principalmente por atletas da prova dos 400 metros rasos, muitas vezes sem nenhum tipo de orientação especializada. Porém os poucos estudos apresentados colocam em cheque tal suplementação, pois os mesmos foram realizados em provas mais longas, e segundo LINDERMAN e FAHEY (1991), citados por WILMORE e COSTILL (2001), a maioria destes experimentos apresentaram uma grande eficácia do Bicarbonato de Sódio em eventos esportivos com duração entre 1 a 7 minutos, porém, nos 400 metros rasos a duração é inferior ou próxima a 50 segundos, para se ter uma noção o recorde paranaense é de 47,04 segundos (Federação de Atletismo do Paraná, 2003), por isso, coube a pergunta se realmente existe algum efeito no desempenho dos atletas e quais alterações fisiológicas temos como resposta à Carga de Bicarbonato?

### 1.2 JUSTIFICATIVA

Como foi dito anteriormente tal suplementação é muito utilizada pelos atletas paranaenses que praticam a prova em questão, porém os estudos realizados com o Bicarbonato de Sódio, sempre foram realizados com sedentários e principalmente foram realizados em provas mais longas, esteiras ou em bicicletas ergométricas, (DILL, 1932 citado por WILMORE e COSTILL, 2001 ; WILKES, GLEDHIL e SMYTH,

1983 citado por FOX, BOWERS e FOSS, 1989; MACNAUGHTON, BACKX e PALMER, 1997; COSTILL, 1984 citado por WILMORE e COSTILL, 2001).por esse motivo seus efeitos não são comprovados nos 400m rasos.

Outro fator importantíssimo é a ingestão de Bicarbonato de Sódio em quantidades incorretas, como por exemplo em doses menores, o que pode ter pouco ou nenhum efeito (LINDERMAN e FAHEY, 1991; citados por WILMORE e COSTILL, 2001) ou pode até mesmo ser fatal, e apesar de, nas doses corretas seus efeitos colaterais serem pequenos e de poucas conseqüências (POWERS e HOWLEY, 2000), esses existem e podem acabar por prejudicar o desempenho do atleta.

O papel principal desse estudo é analisar esse método utilizado por nossos atletas, e após a sua verificação, orientar de forma correta e com segurança, se realmente vale a pena a utilização da Carga de Bicarbonato.

### 1.3 OBJETIVO

Verificar se o grupo de atletas selecionados, ira realmente ter alguma melhora no seu desempenho, melhora essa verificada através do tempo de execução do teste e da alteração na concentração de lactato após o mesmo, graças a Carga de Bicarbonato ingerida no teste, ou se o tempo de execução do exercício realmente como apontam os estudos (DILL, 1932 citado por WILMORE e COSTILL, 2001; WILKES, GLEDHIL e SMYTH, 1983 citados por FOX, BOWERS e FOSS, 1989; MACNAUGHTON, BACKX e PALMER, 1997; COSTILL, 1984 citado por WILMORE e COSTILL, 2001) é muito curto para que possa acontecer a ação de tamponamento pelo Bicarbonato de Sódio, analisando dessa forma a validade de tal suplementação, ou se ela pode ter de alguma outra forma algum efeito benéfico para o rendimento do atleta

Enfim esta pesquisa apresenta como propósito principal, verificar se esses atletas realmente têm alguma melhora, ou se apenas estão se iludindo, achando que a chamada Carga de Bicarbonato, trás um resultado que na verdade pode ser inexistente.

## 2.0 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 EXERCÍCIOS ANAERÓBIOS

Durante a atividade física o nosso organismo possui duas formas principais para a produção de energia necessária, uma com a presença de oxigênio, metabolismo aeróbio, e outra com a ausência do mesmo, metabolismo anaeróbio, os dois sistemas se dividem na verdade em três partes, uma aeróbia, sistema oxidativo, e outras duas anaeróbias, sistema ATP-PC (alático) e sistema glicolítico (lático), a diferença de alático e lático e a presença ou não de Ácido Lático no final da reação (WILMORE e COSTILL, 2001; MCARDLE, KATCH e KATCH, 1998; FERNÁNDEZ, SAÍNZ e GARZÓN, 2002; FOX, BOWERS e FOSS, 1989; MAUGHAN, GLEESON e GREENHAFF, 2000; POWERS e HOWLEY, 2000; GUYTON, 1988). Para a pesquisa em questão analisaremos apenas o metabolismo anaeróbio lático pois é o metabolismo predominante na atividade a ser estudada.

O metabolismo anaeróbio lático consiste na produção de ATP através da glicólise anaeróbia, é uma reação complexa onde uma molécula de glicose ou glicogênio é degradada para gerar ATP, tudo se inicia com a conversão da glicose em glicose-6-fosfato, posteriormente a transformação para frutose-6-fosfato, logo após com a intervenção da fosfofrutoquinase, ela se transforma frutose-1,6-difosfato, para então se transformar em 2 (3-fosfogliceraldeído), depois em 2 (1,3-difosfoglicerato), então em 2 (ácido 3-fosfoglicérico), depois para 2 (ácido 2-fosfoglicérico), daí em 2 (fosfoenolpiruvato) para finalmente se transformar em duas moléculas de Ácido Pirúvico ( $C_3H_4O_3$ ) (WILMORE e COSTILL, 2001; MACARDLE, KATCH e KATCH, 1998; FERNÁNDEZ, SAÍNZ e GARZÓN, 2002; FOX, BOWERS e FOSS, 1989; MAUGHAN, GLEESON e GREENHAFF, 2000; POWERS e HOWLEY, 2000). Se houvesse a presença de oxigênio o Ácido Pirúvico continuaria a ser metabolizado pelo sistema aeróbio, mas como não há presença de oxigênio, o Ácido Pirúvico é convertido em Ácido Lático ( $C_3H_6O_3$ ), através da associação de duas moléculas de hidrogênio

(WILLMORE e COSTILL, 2001; MCARDLE, KATCH e KATCH, 1998; FERNÁNDEZ, SAÍNZ e GARZÓN, 2002; FOX, BOWERS e FOSS, 1989; BOMPA, 2002; MAUGHAN, GLEESON e GREENHAFF, 2000; POWERS e HOWLEY, 2000; GUYTON, 1988; ZALESSKY, 1984 citado por BARBANTI, 1996).

O Ácido Láctico rapidamente é dissociado em Lactato e íons  $H^+$ , ao contrário do que muitos acreditam o grande responsável pela fadiga nesse tipo de atividade é o  $H^+$ , baixando o pH da célula e do sangue(WILLMORE e COSTILL 2001; POWERS e HOWLEY, 2000).

Segundo FERNÁNDEZ, SAÍNZ e GARZÓN (2002) este metabolismo não dura mais do que cerca de três minutos, sendo utilizado em atividades intensas e de curta duração, afirmando que em trabalhos de duração acima de 12 a 20 segundos há predominância do metabolismo anaeróbio láctico. BOMPA (2002) afirma que em eventos com duração de cerca de 40 segundos, há uma predominância anaeróbia láctica, como por exemplo os 200 e 400m rasos no Atletismo e os 500m de patinação, FOX, BOWERS e FOSS (1989) citam atividades como os 200m, 400m e 800m rasos, já GUYTON (1988) afirma que este metabolismo pode prover energia por cerca de 30 a 40 segundos após os 10 a 15 segundos provenientes dos fosfagênios.

## 2.2 CAUSAS DA FADIGA

WILMORE e COSTILL (2001) colocam que a fadiga caracteriza-se por como uma sensação de cansaço e pela diminuição do desempenho. Sua causa depende da atividade realizada e seu sistema energético envolvido, segundo MCARDLE, KATCH e KATCH, (1998), a "fadiga é definida como o declínio na capacidade de gerar tensão muscular com a estimulação repetida", sendo esta resultante de vários fatores relacionados com o exercício, interferindo na contração ou na excitação, e até mesmo em ambas. Concordando com as afirmações anteriores está FERNÁNDEZ, SAÍNZ e GARZÓN (2002), também afirmando que a fadiga é dependente do tipo de atividade e quais fibras estão trabalhando.

Para WILMORE e COSTILL (2001) os principais locais onde se encontram os mecanismos de fadiga são: "Os sistemas energéticos (ATP-CP, glicólise e oxidação); o acúmulo de subprodutos metabólicos; o sistema nervoso e a falha do mecanismo contrátil das fibras musculares". Segundo YAKOSLEV (1979) citado por BARBANTI (1996), "são comuns a todas as formas de fadiga: a redução na atividade da miosina ATPase, a capacidade das fibras musculares de absorverem íons de cálcio, a dilatação da mitocôndria muscular, a diminuição da capacidade de gerar ATP, a dilaceração do equilíbrio de ATP nos músculos e nas zonas motoras do córtex cerebral".

Nos exercícios anaeróbios lácticos a principal causa de fadiga é o acúmulo de subprodutos metabólicos (MCARDLE, KATCH e KATCH, 1998). WILMORE e COSTILL (2001), colocam que os vários especialistas apontam a diminuição do pH como principal fator de fadiga em atividades de alta intensidade com duração acima dos 20-30 segundos.

Como já foi mencionado este tipo de atividade provoca uma grande produção de ácido láctico, e acreditava-se que este é era o principal responsável pela fadiga, mas já se sabe que ele não é o responsável, que na verdade se não for eliminado, ele dissocia-se em lactato e íons  $H^+$ , e que o verdadeiro "vilão" é o hidrogênio (WILMORE e COSTILL, 2001; MCARDLE, KATCH e KATCH, 1998), este sim causador da acidose muscular e conseqüentemente da acidose sangüínea. Esse acontecimento influencia na produção de energia pelo músculo e seu processo de contração. (WILMORE e COSTILL, 2001; MCARDLE, KATCH e KATCH, 1998; FERNÁNDEZ, SAÍNZ e GARZÓN, 2002; FOX, BOWERS e FOSS, 1989; POWERS e HOWLEY, 2000). Valores inferiores a um pH de 6,9 (cerca de quatro vezes a concentração normal de  $H^+$  segundo GUYTON, 1988) inibem a ação da fosfofrutoquinase, uma enzima glicolítica de grande importância, dessa forma prejudicando a produção de ATP através da glicólise, e em um pH de 6,4 a degradação do glicogênio é cessada chegando o indivíduo a exaustão. Outro fator importante, é que

o  $H^+$  desloca o cálcio intracelular para fora da fibra e se liga a troponina, dessa forma prejudicando a contração muscular, pois assim as pontes cruzadas de actina e miosina não conseguem se deslocar, por causa que o cálcio não pode se ligar a troponina e dessa forma reduzindo a capacidade de contração muscular (WILMORE e COSTILL, 2001).

O tempo para a recuperação do metabolismo anaeróbio láctico difere um pouco de autor para autor, demonstrando diferentes valores como por exemplo 20 à 30 minutos, isto na maioria das situações, pois em atividades que utilizam tal metabolismo no máximo a recuperação pode levar mais de uma hora, tudo dependendo da velocidade de remoção de cada indivíduo (GUYTON, 1988), ou a recuperação se dá em cerca de 30 à 60 minutos, dependendo da condição de treinamento do indivíduo (WEINECK, 1991), ou ainda de 15 minutos à 1 hora (BARBANTI, 1996). PATOT e HEGEDUS (1983) citados por BARBANTI (1996), coloca o tempo de recuperação de acordo com a Tabela 1.

TABELA 1: RELAÇÃO DO TEMPO DE RECUPERAÇÃO COM O PERCENTUAL DE RECUPERAÇÃO DO METABOLISMO ANAERÓBIO LÁTICO

TEMPO	PERCENTUAL
15 minutos	50%
30 minutos	75%
45 minutos	88%

FONTE: BARBANTI, 1996

O que pode-se concluir analisando os diferentes tempos de recuperação citados, é que, o metabolismo anaeróbio láctico tem como uma de suas características o pouco tempo necessário para sua recuperação, sendo que o maior tempo colocado foi de cerca de uma hora para a recuperação.

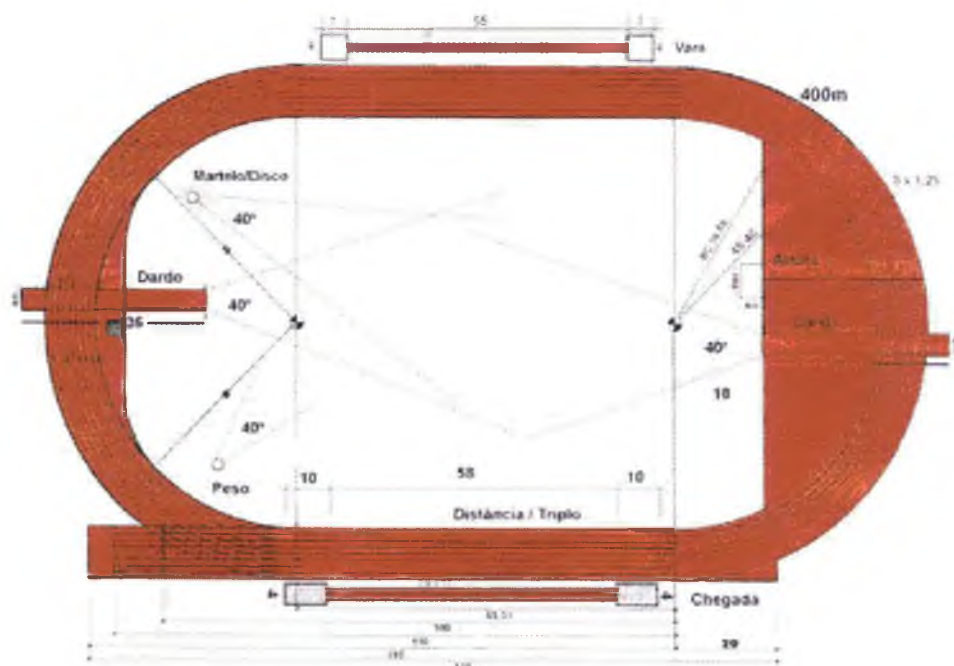
### 2.3 OS 400M RASOS

O Atletismo é considerado por muitos como o mais importante dos esportes Olímpicos, o chamado esporte base, que foi um dos esportes "fundadores" das Olimpíadas de era moderna, este se divide em três partes, as provas de pista, de campo e provas combinadas. As provas de pista são ao todo treze, se diferenciando em

corridas rasas, com barreiras, revezamentos e marcha. Normalmente se divide as corridas rasas entre corridas de velocidade, meio-fundo e fundo. As corridas de velocidade são os 100m, 200m e 400m rasos.

A prova dos 400m rasos consiste em percorrer uma volta completa na pista de Atletismo (Figura 1), é uma prova de alta intensidade, com uma duração que varia de 43 a 60 segundos, isso dependendo do nível dos atletas participantes da competição. Para se ter uma melhor noção do tempo de duração e a intensidade da prova, foi elaborada a Tabela 2, que expressa valores como os recordes masculinos, paranaense, nacional e mundial, e as médias de velocidade dos mesmos.

FIG 1 - PISTA OFICIAL DE ATLETISMO



FONTE: CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO (CBA) 2002

TABELA 2 - VELOCIDADE MÉDIA DOS RECORDES MASCULINOS, MUNDIAL, BRASILEIRO E PARANAENSE<sup>1</sup>

Recorde	Tempo(s)	Média		
		Km/h	m/s	Cada 100m (s)
Mundial	43,18	33,33	9,26	10,79
Brasileiro	44,29	32,50	9,03	11,07
Paranaense	47,04	30,60	8,50	11,76

<sup>1</sup> A fonte utilizada para a verificação dos tempos foram os sites da Federação Paranaense de Atletismo, Confederação Brasileira de Atletismo.

Fisiologicamente, os 400m rasos é uma prova anaeróbia láctica, conhecida justamente pela grande concentração de resíduos metabólicos (WILMORE e COSTILL, 2001), que geram uma grande acidose e extrema fadiga muscular, causando assim um grande desconforto para o praticante. MCARDLE, KATCH e KATCH (1998) dizem que formação de ATP nos 400m rasos é dividido em 12,5% para o sistema anaeróbio alático, 62,5% para o metabolismo anaeróbio láctico e 25% para aeróbio, assim formando uma grande produção de Ácido Láctico, e dessa forma desequilibrando a relação de produção e remoção: Acúmulo = Produção/Remoção (Sérgio Gregório DA SILVA, em aula ministrada em 15 de junho 2002, referente a disciplina de Aspectos Fisiológicos Aplicados a Atividade Física do curso de Licenciatura em Educação Física da Universidade Federal do Paraná), ocorrendo assim um grande acúmulo de íons  $H^+$  e de Lactato. Segundo WILMORE e COSTILL (2001) em estudo realizado com sedentários, a nível muscular, há uma queda do pH das pernas para 6,63 e um aumento da concentração de lactato de 1,2mmol/kg em repouso para 19,7mmol/kg, e no sangue um pH de 7,1 e uma concentração de lactato de 12,3mmol/kg, conforme tabela 3. Já em atletas os valores de lactato se tornam mais elevados, chegando a 25mmol/kg no músculo e 20mmol/kg no sangue, e atingindo um pH de 6,4 no músculo e 6,8 no sangue (WEINECK, 1991).

TABELA 3 – PH E CONCENTRAÇÃO DE LACTATO EM SEDENTÁRIOS APÓS UMA CORRIDA DE 400 METROS RASOS

Corredor	Tempo (s)	Músculo		Sangue	
		PH	Lactato (mmol/kg)	PH	Lactato (mmol/kg)
1	61.0	6,68	19,7	7,12	12,6
2	57.1	6,59	20,5	7,14	13,4
3	65.0	6,59	20,5	7,02	13,1
4	58.5	6,68	18,2	7,10	10,1
Média	60.4	6,63	19,7	7,10	12,3

FONTE: WILMORE E COSTILL. 2001

Segundo GHIRCOIASU (1979) citado por FORTEZA (2001) a corrida de 400m rasos é entre todos os esportes a atividade que possui a maior demanda energética, chegando a 4500 % acima do estado de repouso.

Por tais motivos o 400m rasos é considerado como uma das mais difíceis e

temíveis provas do Atletismo sendo o seu treinamento um dos mais árduos e penosos que existe.

## 2.4 SISTEMA TAMPÃO

O organismo humano possui um pH geralmente básico, em média de 7,4 no sangue arterial (WILMORE e COSTILL, 2001; MCARDLE, KATCH e KATCH, 1998; FOX, BOWERS e FOSS e 1989; GUYTON, 1988), variando de 7,36 a 7,44 segundo WILMORE e COSTILL (2001) ou 7,35 a 7,45 (MCARDLE, KATCH e KATCH, 1998; VIEIRA, GAZZINELLI e MARES-GUIA, 1979) e 7,1 no tecido muscular (WILMORE e COSTILL, 2001), sendo os limites toleráveis de 6,9 a 7,5 no sangue (WILMORE e COSTILL, 2001), ou 6,8 e 7,8 como afirma VIEIRA, GAZZINELLI e MARES-GUIA (1979), apesar de serem tolerados apenas por alguns minutos, e o pH muscular tem um limite de 6,63 onde então chega-se a exaustão, e mesmo com a produção constante de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e de ácidos metabólicos, esse pH se matem (WILMORE e COSTILL, 2001).

Segundo VIEIRA, GAZZINELLI e MARES-GUIA (1979) um aspecto importante do pH é o fato dele ser uma função logarítmica, e por apresentar tal característica, algumas mudanças aparentemente pequenas podem significar grandes alterações na concentrações de  $\text{H}^+$ , tais autores afirmam que, "...quando o pH baixa de 7,40 para 7,10 (variação de apenas 0,3 unidades de pH), a concentração de  $\text{H}^+$  tornou-se duas vezes maior. Se o pH passa de 7,40 para 4,40 (três unidades de pH),  $[\text{H}^+]$  tornou-se 1000 vezes maior".

VIEIRA, GAZZINELLI e MARES-GUIA (1979), afirmam que em animais superiores há dois tipos de mecanismos de regulação do pH, os fisiológicos (tampões), e os fisiológicos (pulmões e rins). Já WILMORE e COSTILL (2001), MCARDLE, KATCH e KATCH (1998), FOX, BOWERS e FOSS (1989), e PITTS (1978) dividem a manutenção do pH em três mecanismos diferentes:

- Tamponamento;

- Respiração;
- Excreção.

A excreção é um mecanismo que tem um papel muito importante, porém sua atuação é lenta o que acaba por tirar todo o seu efeito durante o exercício em si, figurando somente num período de recuperação longo (PITTS, 1978).

Já a respiração possui um papel importante na regulação durante o exercício e logo após o mesmo, ela funciona como o principal mecanismo de eliminação do CO<sub>2</sub> do organismo, agindo juntamente com o sistema de tamponamento (WILMORE e COSTILL, 2001; MCARDLE, KATCH e KATCH, 1998; FOX, BOWERS e FOSS, 1989; PITTS, 1978).

O tamponamento constitui-se de um processo químico passivo que ocorre instantaneamente para manter o equilíbrio do pH. Ele tem a função de limitar a concentração de H<sup>+</sup> ligando uma substância tampão aos íons H<sup>+</sup>, no entanto ele tem o seu limite e por isso não pode impedir a acidose metabólica (PITTS, 1978).

Os tampões são substâncias diluídas em nosso organismo (VIEIRA, GAZZINELLI e MARES-GUIA, 1979). Segundo POWERS e HOWLEY (2000) existem dois tipos de tampões, os extracelulares e os intracelulares, sendo os principais extracelulares o Bicarbonato, as proteínas, o fosfato e a hemoglobina, e os intracelulares são, o Bicarbonato, as proteínas e os ésteres fosfóricos, segundo VIEIRA, GAZZINELLI e MARES-GUIA (1979) para tamponar 30mmoles de H<sup>+</sup> no sangue, o mesmo é tamponado na seguinte proporção: "18 pelo bicarbonato, 8 pela hemoglobina, 1,7 pelas proteínas do plasma e 2 pelos outros sistemas tampões".

Para se ter uma idéia da capacidade de tamponamento tem-se os seguintes dados: se 10mmol de H<sup>+</sup> são colocados em 1 litro de plasma (sem tampões) o pH cai de 7,4 para 5,6, porém se o mesmo for feito com 1 litro de sangue (com tampões) o pH cai apenas de 7,4 para 7,0. Porém obteve-se tais resultados em sistema fechado, onde todos os elementos continuam no mesmo, mas no organismo o sistema torna-se aberto, pois é possível eliminar os resíduos através da respiração e da excreção (PITTS, 1978).

A quantidade dos tampões extracelulares são: “em miliequivalentes de íons de  $H^+$  captados por litro de sangue do pH 7,4 a 7,0: Bicarbonato 18,0, hemoglobina 8,0, proteínas 1,7 e fosfatos 0,3, total 28,0.” (WILMORE e COSTILL, 2001).

O sistema tampão consiste em transformar um ácido forte em fraco ou diretamente em um sal. Um exemplo é o sistema do Bicarbonato de Sódio ( $NaHCO_3$ ), onde temos a presença de um ácido forte, o ácido láctico ( $C_3H_6O_3$ ), existe a combinação das substâncias formando assim um ácido fraco, ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), e um sal, lactato de sódio ( $NaC_3H_5O_3$ ), conforme equação (PITTS, 1978):



Nesse caso foi formado um ácido fraco, o que já aumenta o pH, porém o ácido obtido, é o ácido carbônico, que é um ácido que dentro do organismo não causa maiores problemas, pois é muito volátil e acaba se dissociando em dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e água ( $H_2O$ ), e o  $CO_2$  é rapidamente eliminado do organismo pela respiração graças a hiperventilação, que é uma resposta fisiológica ativada pela diminuição do pH, dessa forma restabelecendo o pH normal (Sistema Aberto) (PITTS, 1978).

O principal papel dos tampões na verdade consiste em transportar os ácidos metabólicos para os pulmões e rins onde finalmente serão eliminados, e após isso poderão voltar a serem utilizados normalmente (PITTS, 1978).

## 2.5 CARGA DE BICARBONATO

No esporte de competição, principalmente no esporte de alto nível, a busca pelo aumento da performance levou a estudos de substâncias que poderiam ajudar os atletas nessa busca incessante. Tais substâncias foram denominadas como auxílios ergogênicos. Estas podem ser divididas em três campos; Agentes Farmacológicos, Agentes Fisiológicos e Agentes Nutricionais (FOX, BOWERS e FOSS, 1989), outros autores classificam ainda um quarto tipo, o Hormonal (WILMORE e COSTILL, 2001).

Agentes Fisiológicos são ergogênicos que visam aprimorar as respostas fisiológicas do organismo durante o exercício. São substâncias encontradas

naturalmente em nosso corpo, e a sua utilização consiste em aumentar os níveis de concentração dos mesmos. Alguns exemplos seriam; Doping de Sangue, Eritropoietina, Suplementação de Oxigênio, Ácido Aspártico, Carga de Bicarbonato e Carga de Fosfato (WILMORE e COSTILL, 2001).

Como vimos anteriormente em exercícios lácticos, o sistema tampão é um importante mecanismo para manter o equilíbrio do pH (FOX, BOWERS e FOSS, 1989), então alguns pesquisadores acreditaram que com o aumento da alcalinidade seria possível retardar a queda do pH, e dessa forma retardar também a fadiga. Eles estavam certos pois estudos realizados pelo Dr. D. B. Dill e colaboradores dos Laboratórios de Fadiga de Harvard em 1932 (WILMORE e COSTILL, 2001), comprovaram que corredores num estado alcalino podiam correr 13% a mais numa esteira rolante antes de chegar a exaustão. Mas isso se dava graças ao aumento da concentração dos tampões extracelulares (FOX, BOWERS e FOSS, 1989; WILMORE e COSTILL, 2001).

Uma das maneiras de aumentar a alcalinidade do corpo é através do aumento das concentrações séricas de Bicarbonato (principal tampão extracelular). Isso se daria através da ingestão de Bicarbonato de Sódio (Carga de Bicarbonato).

No início acreditava-se que a melhora no desempenho se daria apenas a exercícios com duração superior a 2 minutos, pois o contrário seria um período muito curto para que os íons  $H^+$  fossem difundidos para fora da fibra muscular (WILMORE e COSTILL, 2001). Mas os pesquisadores ROTH e BROOKS (1990) citados por WILMORE e COSTILL (2001) descreveram um transportador de lactato que atuaria de acordo com o nível do pH. Com isso passou-se a acreditar que a Carga de Bicarbonato poderia melhorar a performance em atividades com duração inferior a 2 minutos. Para comprovar tal teoria LINDERMAN e FAHEY (1991) citados por WILMORE e COSTILL (2001), através de uma revisão das literaturas sobre o assunto, verificaram algumas variantes que deveriam ser analisadas melhor. Eles chegaram a conclusão que a dose utilizada era a variável mais importante, por isso na maioria dos

estudos passou-se a utilizar uma dose de 300mg/kg, pois verificou-se que em doses menores o benefício demonstrado foi pouco ou nenhum. Eles concluíram também que a duração do exercício deveria ser de 1 a 7 minutos, com pouco ou nenhum efeito em durações menores ou maiores.

Os estudos verificaram que com o aumento da capacidade de tamponamento extracelular haveria uma maior facilidade do transporte de lactato e íons  $H^+$  para fora da fibra muscular, o que por sua vez reduziria a interferência dos íons  $H^+$  na produção de ATP e/ou no processo contrátil em si (WILMORE e COSTILL, 2001). Na maioria das pesquisas utilizou-se a mesma dose de 300mg/kg de massa corporal (LINDERMAN e FAHEY, 1991 citados por WILMORE e COSTILL, 2001). Alguns exemplos desses estudos são os que foram realizados em esteiras (DILL, 1932 citado por WILMORE E COSTILL, 2001), bicicletas ergométricas (MCNAUGHTON, BACKX e PALMER, 1999) e pista de atletismo (WILKES, GLEDHIL e SMYTH, 1983 citados por FOX, BOWERS e FOSS, 1989). No primeiro verificou-se que o tempo até a exaustão aumentava de 4,5 minutos a 7,3 minutos, no segundo observou-se que, em atividades intermitentes de ciclismo, cada uma com 1 minuto de duração, o desempenho melhorou 42% no teste final, e no terceiro estudo consistia em verificar o tempo de corrida em uma prova de 800m, onde o tempo foi aprimorado em quase 3 segundos. Alguns estudos e seus resultados estão demonstrados na Tabela 4.

TABELA 4 – COMPARAÇÃO DOS ESTUDOS SOBRE A SUPLEMENTAÇÃO COM A CARGA DE BICARBONATO

Autor	Ano	Teste	Carga	Resultado <sup>1</sup>
Dill et al	1932	Esteira	-	13%
Wilkes, Gledhit e Smyth	1983	800m	300mg/kg	2.9 segundos
MacNaughton et al	1997	Bicicleta Ergométrica	300mg/kg	11%
Costill	1984	Bicicleta Ergométrica	300mg/kg	-
MacNaughton et al	1999	Bicicleta Ergométrica	500mg/kg	42% <sup>2</sup>

Outro benefício encontrado foi o tempo de recuperação que foi muito menor

<sup>1</sup> Os resultados são demonstrados de diferentes formas nos variados estudos, sendo colocados no quadro na representação estipulada pelo autor da pesquisa.

<sup>2</sup> Melhora observada na ultima série de exercícios intermitentes.

com a utilização do Bicarbonato, como demonstra o estudo realizado por MCARDLE, KATCH e KATCH (1999), onde é encontrado um aumento mais acelerado do pH, diminuindo dessa forma a acidose, todavia o mesmo não ocorre com a concentração de lactato, que apresentou-se da mesma maneira que sem a sua utilização (MACNAUGHTON, BACKX e PALMER, 1997).

Outro aspecto importante é verificado no estudo de MCARDLE, KATCH e KATCH (1999), que demonstrou que o grupo placebo utilizado não apresentou nenhuma alteração no seu desempenho, nem mesmo na concentração ou na remoção do lactato.

A suplementação com o Bicarbonato de Sódio possui alguns efeitos colaterais pois a ingestão do mesmo na dose necessária pode causar problemas gastrointestinais, incluindo diarreia, vômitos, cólicas e flatulência, sendo que doses extremamente elevadas podem chegar a ser fatais (POWERS e HOWLEY, 2000). Contudo não foram todos os estudos que demonstraram tais efeitos, o estudo realizado por MACNAUGHTON, BACKX e PALMER (1997) não apresenta tais efeitos.

Outra consideração importante para o uso de qualquer auxílio ergogênico é sua legalidade. POWERS e HOWLEY (2000) afirmam que o International Olympic Committee (COI) decretou que o uso de tampão de sódio em competição olímpica é ilegal, e em virtude dos diferentes valores do pH e da presença de  $\text{HCO}_3^-$  na urina, seria relativamente fácil identificar essa forma de doping, porém essa afirmação está equivocada, pois para uma substância ser considerada ilegal, é necessário a sua presença na lista de substâncias ilegais do COI, o que na verdade não ocorre, pois em nenhuma lista de Doping verifica-se a presença do Bicarbonato de Sódio, tanto na lista do COI, bem como nas listas da World Anti-Doping Agency (WADA) da Associação Internacional das Federações de Atletismo (IAAF), e em nenhuma outra entidade esportiva, como a Confederação Brasileira de Atletismo. Uma lista utilizada recentemente foi divulgada pela Organización Deportiva Sudamericana (ODESUR), por causa dos VII Jogos Sul-Americanos, realizados no Brasil em 2002, lista essa

impressa no Manual para Control de Dopaje, onde não consta o Bicarbonato de Sódio como substância ou método ilegal.

### 3.0 METODOLOGIA

#### 3.1 POPULAÇÃO

Para o estudo realizado, foram utilizados cinco atletas de Atletismo especialistas na prova dos 400m rasos, estando todos estes no decorrer normal de suas atividades de treinamento, sendo todos voluntários para a pesquisa. Foram utilizados apenas atletas do sexo masculinos, com idade média de  $20\pm 2,2$  anos, estatura média de  $175\pm 8,2$ cm e peso médio de  $67,8\pm 8,1$ kg. Todos os indivíduos utilizados na pesquisa são atletas de destaque a nível paranaense e brasileiro, sendo que todos são ou já foram campeões paranaenses em suas categorias onde três são recordistas paranaenses e alguns possuem até mesmo destaque nacional, sendo que já foram campeões brasileiros em alguma categoria do Atletismo.

Os atletas encontravam-se no período de treinamento chamado pelos seus treinadores de base, onde treinadores e atletas afirmavam que os treinamentos possuem maior volume e menor intensidade, com grande ênfase nos trabalhos de força.

Esses atletas foram testados em dois dias distintos, com um intervalo de 48 horas entre o teste 1 e o teste 2, sempre realizados no horário normal de treinamento dos indivíduos participantes.

#### 3.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

##### 3.2.1 Instrumentos de Pesquisa

Para a execução dos testes foram utilizados os seguintes instrumentos:

1. Um Lactímetro Accutrend Lactate<sup>®</sup>, para a medição da concentração do Lactato sanguíneo pós testes;
2. Fitas BM-Lactate<sup>®</sup>, para a coleta da amostra sanguínea pós testes;
3. Cronômetro Timex W-89<sup>®</sup>, este utilizado para a verificação do tempo de execução dos testes e dos intervalos de coleta das amostras de sangue;

4. Balança Eletrônica Toledo<sup>®</sup>, utilizada para a medição da dose de Bicarbonato de Sódio respectiva a cada atleta;
5. Bicarbonato de Sódio Sidepal<sup>®</sup>, elemento ministrado aos atletas durante o estudo.

Além dos instrumentos citados acima, para a realização dos testes foi utilizada a Pista de Atletismo do Centro Poliesportivo do Pinheirão, sendo esta constituída do material conhecido como Tartan Mondo<sup>®</sup> que foi utilizado nas duas últimas olimpíadas, Atlanta nos Estados Unidos em 1996 e Sidney na Austrália em 2000.

### 3.2.2 Procedimentos

O estudo foi dividido em dois testes, a única diferença entre ambos foi a ingestão ou não do Bicarbonato de Sódio para sua execução. Para facilitar o entendimento dos procedimentos utilizados em ambos os testes, os mesmos foram citados separadamente a seguir:

#### 3.2.2.1 Teste 1

Os atletas sem a ingestão do Bicarbonato de Sódio, realizarão um teste máximo de 400m rasos onde foi verificado o tempo de execução do mesmo, e foram retiradas amostras de sangue para análise da concentração de Lactato, nos intervalos de 1, 3 e 5 minutos após o término do teste.

Para a execução dos testes foi escolhido um horário onde os atletas estivessem adaptados ao exercício, por isso, foi definido o horário de 15:00 horas, pois normalmente é nesse período do dia que os atletas fazem seus treinamentos. Todo os atletas fizeram o seu aquecimento normal pré competição, não foi estipulado nenhuma atividade de aquecimento para os mesmos, visando evitar alguma variação no desempenho normal dos atletas.

Foi permitido ao atletas que escolhessem qual raia gostariam de utilizar para o tiro, e entrando em um consenso, preferiram a raia cinco, onde todos realizaram o teste, sendo um de cada vez.

A primeira parte do teste foi a verificação do tempo de execução do tiro de 400m rasos, para tal o atleta utilizou-se da raia escolhida e de seus próprios materiais de competição, foi realizado uma saída alta, ou seja o início do tiro foi realizado em pé sem a utilização do bloco de partida, a saída foi dada de forma verbal para o atleta, uma pessoa foi responsável pela saída e pela verificação do tempo.

A segunda parte do teste foi a coleta das amostras sanguíneas, estas retiradas, de capilares dos dedos dos atletas, e da análise da concentração de lactato pelo Lactímetro, amostras estas retiradas nos intervalos de 1, 3 e 5 minutos após o término do tiro, onde uma pessoa ficou responsável pela coleta e pelo tempo dos intervalos entre as retiradas das amostras.

#### 3.2.2.2 Teste 2

Após um intervalo de 48 horas da execução do primeiro teste, os atletas repetiram o teste 1, com quase todos os mesmo procedimentos citados anteriormente, porém agora houve o incremento da ingestão do Bicarbonato de Sódio, esta feita via oral.

A ingestão de Bicarbonato de Sódio segue os modelos da maioria dos estudos já citados (LINDERMAN e FAHEY, 1991 citados por WILMORE e COSTILL, 2001; WILKES, GLEDHIL e SMYTH, 1983 citados por FOX, BOWERS e FOSS, 1989; MACNAUGHTON, BACKX e PALMER, 1997; COSTILL, 1984 citado por WILMORE e COSTILL, 2001), portanto a dose utilizada foi de 300mg/kg de massa corporal, sendo estes diluídos em 300ml de água e, ingeridos cerca de 30 minutos antes da execução dos testes.

Para a aferição da dose de Bicarbonato de Sódio respectiva a cada indivíduo, foi utilizada uma balança eletrônica com capacidade de aferir pesos com diferença de

até mesmo 1 grama.

As concentrações referentes ao peso corporal utilizadas pelos atletas participantes da pesquisa constam na Tabela 5.

TABELA 5 - DOSE UTILIZADA POR CADA ATLETA EM RELAÇÃO AO SEU PESO CORPORAL

Atleta	Peso	Bicarbonato de Sódio
1	64,5kg	20g
2	80kg	24g
3	72kg	22g
4	62,5	19g
5	60	18g

### 3.3 TRATAMENTO DOS DADOS E ESTATÍSTICA

Foram analisados dois fatores, o primeiro é a melhoria do tempo, ou seja a melhora da performance nos 400m rasos, comparando os resultados dos dois testes, considerando as médias obtidas pelos atletas e analisando os seus desvios padrões. No segundo momento foi verificado a diferença na concentração de lactato, ou seja a resposta fisiológica dos testes, comparando as médias de concentração obtidas nos dois testes em 1, 3 e 5 minutos pós teste.

Para as análises citadas a cima foi utilizado o programa de estatística SPSS versão 10.0, comparando os dados obtidos nos testes através do Teste *t*, comparando o pré e o pós teste.

## 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 RESULTADOS

Inicialmente iremos verificar os valores obtidos nos Testes 1 e 2, sendo colocados um de cada vez para facilitar a visualização dos dados.

#### 4.1.1 Teste 1

No teste 1 foram obtidos os resultados sem a Carga de Bicarbonato, os atletas tiveram um tempo médio com desvio padrão de  $51,1 \pm 1,6$ s, com o melhor tempo de 48,57s, e o pior resultado de 52,62s, já as concentrações de lactato tiveram no intervalo de 1 minuto após o teste um valor médio com desvio padrão de  $18,1 \pm 1,7$ mmol/kg, sendo verificados valores máximo de 19,6mmol/kg e mínimo de 16,3mmol/kg, no terceiro minuto as concentrações foram na média  $16,9 \pm 2,2$ mmol/kg, com o máximo de 17,2mmol/kg e o mínimo de 13,6mmol/kg. No quinto minuto os resultados verificados foram uma média de  $16,3 \pm 2,5$ mmol/kg, um máximo de 19,9mmol/kg e um mínimo de 13,7mmol/kg.

Alguns dados relativos a concentração de lactato não foram registrados, devido a capacidade do lactímetro, que não conseguia registrar níveis muito elevados, como pode ser verificado nos resultados obtidos pelo atleta 2, sendo estes resultados e os dos demais atletas presentes na Tabela 6.

TABELA 6 - RESULTADOS DO TEMPO E DAS CONCENTRAÇÕES DE LACTATO REFERENTES AO TESTE 1

Atleta	Tempo (s)	Lactato (mmol/kg)		
		1 min	3 min	5 min
1	50,92	16,3	13,6	17,9
2	48,57	-	-	19,9
3	52,62	16,3	17,0	15,3
4	52,36	19,6	17,2	13,7
5	51,08	18,5	17,0	14,8
Média (dp)	$51,1 \pm 1,6$	$18,1 \pm 1,7$	$16,9 \pm 2,2$	$16,3 \pm 2,5$

#### 4.1.2 Teste 2

No teste 2 foi quando os atletas ingeriram o Bicarbonato de Sódio, e obtiveram resultados como um tempo médio de  $50,8 \pm 1,5$ s, com um máximo de 52,30s, e um mínimo de 48,53s, já as concentrações de lactato tiveram no minuto um uma média de  $19,4 \pm 1,4$ mmol/kg, com o valor máximo de 21,3mmol/kg, e valor mínimo de 18,1mmol/kg, no minuto três as concentrações tiveram uma média de  $19,2 \pm 0,9$ mmol/kg, com o máximo de 19,8mmol/kg e o mínimo de 17,9mmol/kg, e no minuto cinco uma média de  $18,5 \pm 1,7$ mmol/kg, um valor máximo de 20,7mmol/kg e um valor mínimo de 17,4mmol/kg.

Mas uma vez o aparelho (Lactímetro) não conseguiu registrar todas as concentrações de lactato devido os níveis muito elevados, o que ocorreu com mais frequência do que no primeiro teste devido os valores serem mais altos.

Todos os dados referentes ao Teste 2 constam na Tabela 7.

TABELA 7 - RESULTADOS DO TEMPO E DAS CONCENTRAÇÕES DE LACTATO REFERENTES AO TESTE 2

Atleta	Tempo (s)	Lactato (mmol/kg)		
		1 min	3 min	5 min
1	50,53	20,6	-	-
2	48,53	21,3	-	16,6
3	52,30	18,2	18,5	17,8
4	52,12	18,1	17,9	20,7
5	50,95	19,0	19,8	17,4
Média (dp)	$50,8 \pm 1,5$	$19,4 \pm 1,4$	$19,2 \pm 0,9$	$18,5 \pm 1,7$

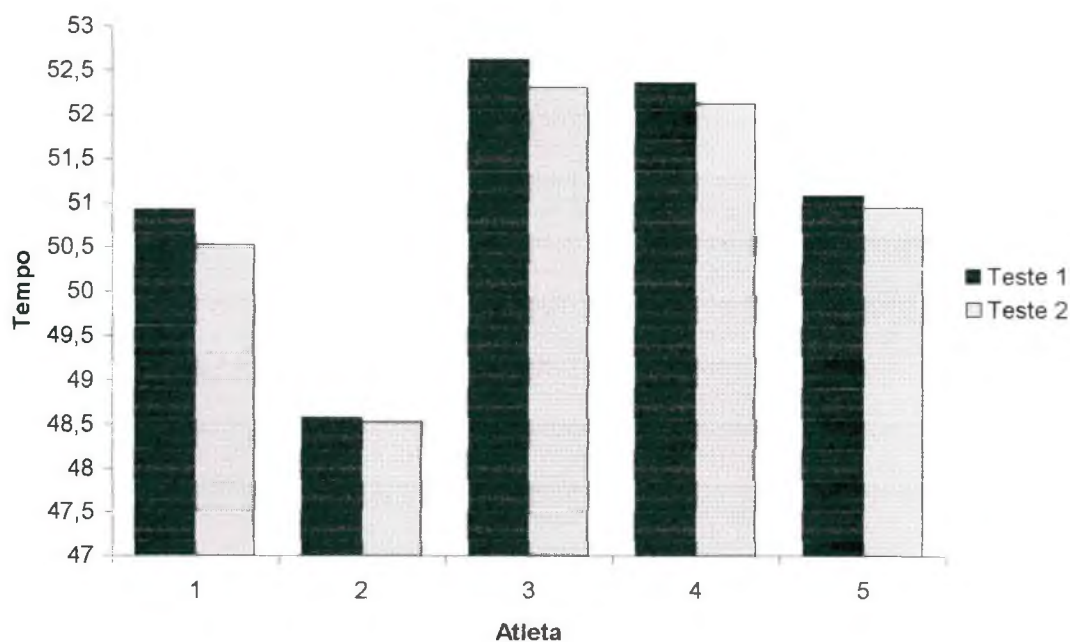
#### 4.2 DISCUSSÃO

Segundo os resultados apresentados houve uma melhora no tempo de execução dos 400m rasos, com o teste 1 tendo uma média de  $51,1 \pm 1,6$ s e o teste dois com  $50,8 \pm 1,5$ s de média, apresentando um grau de significância de  $p < 0,05$ , o que estatisticamente pode ser afirmado como uma melhora considerável, contrastando com as teorias iniciais que defendiam a Carga de Bicarbonato apenas como recurso ergogênico para atividades com pelo menos dois minutos de duração (WILMORE e

COSTILL, 2001), e mesmo com as citações de LINDERMAN e FAHEY (1991) citados por WILMORE e COSTILL (2001), que acreditavam que o Bicarbonato de Sódio só funcionaria em exercícios com duração entre um e sete minutos, com pouco ou nenhum efeito em exercícios com duração inferior a 1 minuto, sendo apresentado neste estudo uma melhora média de 0,3s, o que inicialmente pode parecer muito pouco, mas como se trata de um estudo realizado em atletas especialistas nos 400m rasos, pode ser considerado uma grande melhora, pois se trata de indivíduos muito adaptados a grande acidose metabólica existente na prova (WILLMORE e COSTILL, 2001; MACARDLE, KATCH e KATCH, 1998; FOX, BOWERS e FOSS, 1989; POWERS e HOWLEY, 2000), e a diferença no tempo apresentado, no esporte de rendimento pode ser a diferença entre um atleta que não conseguiu sequer uma medalha, para o vencedor da competição, ou seja a provável diferença entre o anonimato para a glória de um atleta.

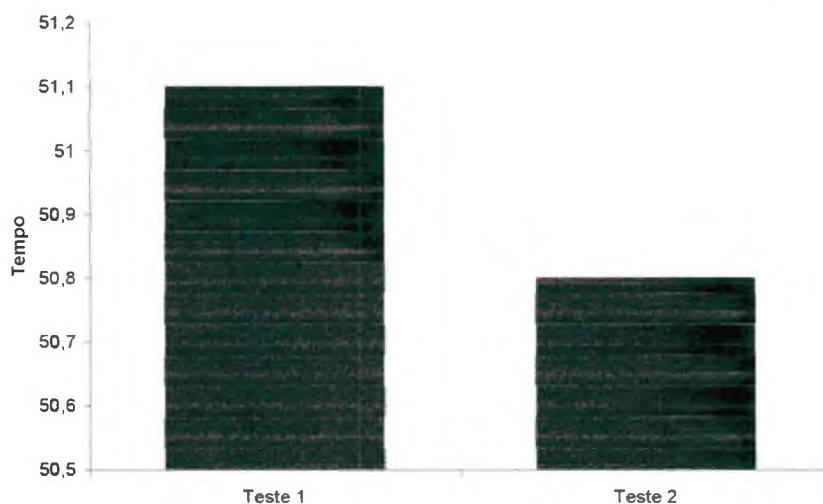
Pode-se verificar melhor as diferenças no tempo de execução dos 400m rasos de cada atleta obtidos nos Testes 1 e 2 no Gráfico 1.

GRÁFICO 1: DIFERENÇA DOS TEMPOS DOS CINCO ATLETAS NOS TESTES 1 E 2.



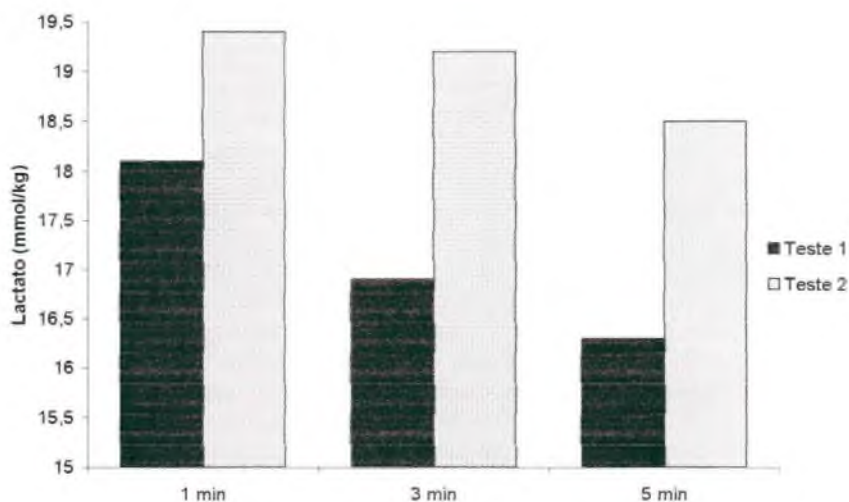
As médias obtidas no Teste 1 e no Teste 2 são demonstrados no Gráfico 2.

GRÁFICO 2: COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DOS TEMPOS OBTIDOS NOS TESTES 1 E 2.



Em relação as concentrações de lactato houve um aumento nos valores obtidos do Teste 1 para os do Teste 2, com as média de 1, 3 e 5min do teste 1 respectivamente de  $18,1 \pm 1,7$ ,  $16,9 \pm 2,2$  e  $16,3 \pm 2,5$  mmol/kg, para  $19,4 \pm 1,4$ ,  $19,2 \pm 0,9$  e  $18,5 \pm 1,7$  mmol/kg para o teste 2 exatamente como demonstrou MACNAUGHTON, BACKX e PALMER, (1997) e MCARDLE, KATCH e KATCH (1999), onde alegavam que o aumento dos níveis séricos de Bicarbonato de Sódio facilitariam a remoção do lactato e dos íons  $H^+$  da célula muscular para o sangue, por causa do aumento do pH sanguíneo, porém nesta pesquisa foi apresentando um  $p > 0,05$ , dessa forma não demonstrando relação com o aumento da concentração de lactato e a melhora do tempo nos 400m rasos. Tais dados podem ser analisados no Gráfico 3.

GRÁFICO 3: COMPARATIVO DAS MÉDIAS DAS CONCENTRAÇÕES DE LACTATO OBTIDAS NOS DOIS TESTES.



Outro fator importante são os possíveis efeitos colaterais apresentados por POWERS e HOWLEY (2000), que seriam problemas gastrointestinais, incluindo diarreia, vômitos, cólicas e flatulência, o que não ocorreu com nenhum dos atletas participantes desse experimento, dessa forma combinando com os estudos de MACNAUGHTON, BACKX e PALMER (1997), onde não foram demonstrados tais efeitos colaterais.

Deve-se ressaltar também os depoimentos dos atletas, onde todos afirmaram que no teste 2, eles sentiram uma menor sensação de fadiga e de mal estar após o tiro, isso em relação ao teste 1, declarações essas que realmente puderam ser verificadas pelos aplicadores dos testes, pois no segundo teste os atletas mantinham um melhor diálogo, conseguindo conversar mais claramente, mesmo logo em seguida do teste, isso devido a menor acidose metabólica, graças ao maior tamponamento. Esse fator pode comprovar a teoria de que realmente os íons  $H^+$  são os principais agentes da fadiga em atividades de alta intensidade e de curta duração (WILMORE e COSTILL, 2001; MCARDLE, KATCH e KATCH, 1998) e que o lactato na verdade não é o "vilão" desse tipo de modalidade, pois o papel da Carga de Bicarbonato é neutralizar os íons  $H^+$ , o que manteria o pH mais elevado do que sem a mesma, e dessa forma apresentaria maior concentração de lactato e maior pH sanguíneo.

## 5.0 CONCLUSÃO

Através dos resultados apresentados no estudo podemos concluir que a Carga de Bicarbonato realmente possui um efeito benéfico para o desempenho em atividades de alta intensidade com duração inferior a 1 minuto como o 400m rasos, ao contrário das afirmações feitas por LINDERMAN e FAHEY (1991) citados por WILMORE e COSTILL (2001), onde diziam que o Bicarbonato de Sódio tem efeito em exercícios com duração de 1 a 7 minutos, pois apresentou-se no estudo uma melhora significativa de 0,3s no tempo de execução da prova, sendo verificado um  $p < 0,05$ .

A concentração de lactato realmente sofre alteração, aumentado os seus níveis em relação a mesma modalidade sem a utilização da Carga de Bicarbonato, demonstrando o mesmo que outros estudos, (MACNAUGHTON, BACKX e PALMER, 1997; POWERS e HOWLEY, 2000) que afirmaram o aumento dessa concentração no sangue. Porém não pode-se provar a relação deste aumento na concentração de lactato com a melhora no tempo de execução, pois apresentou-se um  $p > 0,05$ , por tanto não houve uma significância estatística em relação a este aumento.

Os íons  $H^+$  realmente são os principais responsáveis pela fadiga em atividades de alta intensidade e curta duração (WILMORE e COSTILL, 2001; MCARDLE, KATCH e KATCH, 1998) sendo estes tamponados pelo Bicarbonato de Sódio.

Outro aspecto que pode ser concluído é a melhora na recuperação dos atletas (MACNAUGHTON, BACKX e PALMER, 1997) fato este citado por eles mesmos, e visualizado nitidamente pelos avaliadores, devido a maior facilidade de diálogo em um tempo menor após o tiro, devido a menor acidose.

Pode-se afirmar também que na dose mais utilizada e considerada a ideal, 300mg/kg (LINDERMAN e FAHEY, 1991 citados por WILMORE e COSTILL, 2001) não houve nenhum tipo de manifestação de efeitos colaterais, contrariando POWERS e HOWLEY (2000) que apresentavam efeitos adversos como, distúrbios

gastrointestinais, diarreia, vômito e flatulência, dessa forma concordando com os estudos realizados por MACNAUGHTON, BACKX e PALMER (1997), que não apresentaram nenhum dos problemas citados.

Porém deve-se ressaltar a necessidade de mais estudos na área, para que realmente se possa afirmar com total segurança que a Carga de Bicarbonato realmente possui um efeito benéfico para o rendimento nos 400m rasos, pois não se pode esquecer os problemas enfrentados nesta pesquisa, como por exemplo a capacidade de leitura do lactímetro utilizado, além da época do ano em que foi realizado, pois deveria se analisar também a sua eficiência em outros períodos do treinamento dos atletas, e outro aspecto importante é o número de indivíduos utilizados, pois apenas cinco atletas é uma quantidade muito reduzida para se confirmar com total certeza que o Bicarbonato de Sódio realmente é um recurso ergogênico que está sendo utilizado e fazendo a diferença nos resultados de competições importantes.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DAS FEDERAÇÕES DE ATLETISMO. Site oficial. **Recordes**. Disponível em <<http://www.iaaf.org/statistics/recordes>> Acesso em 12 Dezembro 2002.
- BARBANTI, VALDIR. **Treinamento Físico - Bases Científicas**. São Paulo: CLR Balieiro, 1996.
- BOMPA, TUDOR O. **Teoria e Metodologia do Treinamento**. 4. São Paulo: Phorte, 2002.
- COMITÊ OLÍMPICO INTERNACIONAL. Site oficial. **Doping**. Disponível em <<http://www.olympic.org/doping>> Acesso em 18 Dezembro 2002.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO. Site Oficial. **Doping**. Disponível em <[http://www.cbat.org.br/doping/substancias\\_proibidas](http://www.cbat.org.br/doping/substancias_proibidas)> Acesso em 25 Dezembro 2002.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO. Site Oficial. **Recordes**. Disponível em <<http://www.cbat.org.br/estatistica/recordes>> Acesso em 21 Dezembro 2002.
- FEDERAÇÃO DE ATLETISMO DO PARANÁ. Site Oficial. Departamento de Estatística. **Recordes**. Disponível em: <<http://www.atletismofap.org.br/recordes>> Acesso em 21 Dezembro 2002.
- FERNANDEZ, M. DELGADO; SAÍNZ, A. GUTIÉRREZ; GARZÓN, M. J. CASTILLO. **Treinamento Físico-Desportivo e Alimentação - Da Infância a Idade Adulta**. 2. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- FOX, EDWARD L.; BOWERS, RICHARD W.; FOSS, MERLE L. **Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos**. 4. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.
- GUYTON, ARTHUR C. **Fisiologia Humana**. 6. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.
- MACNAUGHTON, L.; BACKX, K.; PALMER, G.; STRANGE, N. Effects of Chronic Bicarbonate Ingestion on the Performance of High Intensity Work. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**. Kingston, 80, 1999.
- MAUGHAN, RON; GLEESON, MICHAEL; GREENHAFF, PAUL L. **Bioquímica do Exercício e do Treinamento**. São Paulo: Manole, 2000.
- MCARDLE, WILLIAM D.; KATCH, FRANK I.; E KATCH, VICTOR L. **Fisiologia do Exercício**. 4. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- MCARDLE, WILLIAM D.; KATCH, FRANK I.; KATCH, VICTOR L. **Sports e Exercise Nutrition**. Philadelphia: Lippincott Williams E Wilkins, 1999.
- ORGANIZACION DEPORTIVA SUDAMERICANA. **Manual para control de dopaje**. VII Juegos Sudamericanos Brasil 2002.
- PITTS, ROBERT F.; **Fisiologia Renal e dos Líquidos Corporais**. 3. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1978.
- POWERS, SCOTT K; HOWLEY, EDWARD T. **Fisiologia do Exercício**. 3. São Paulo: Manole, 2000.

VIEIRA, ENIO CARDILLO; GAZINELLI, GIOVANNI; MARES-GUIA, MARCOS. **Química Fisiológica**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1979.

WEINECK, JÜRGEN. **Biologia do Esporte**. São Paulo: Manole, 1991.

WILMORE, JACK H; COSTILL, DAVID L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. 2. São Paulo: Manole, 2001.

WORLD ANTI-DOPING AGENCY. Site Oficial. **Doping**. Disponível em <<http://www.wada.org/en/t2>> Acesso em 22 Janeiro 2003.