

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO
HUMANO**

**EFEITOS DA DESIDRATAÇÃO NO DESEMPENHO COGNITIVO
DE ATLETAS DE FUTEBOL**

LENICE ZARTH CARVALHO

Porto Alegre

2006

LENICE ZARTH CARVALHO

**EFEITOS DA DESIDRATAÇÃO NO DESEMPENHO COGNITIVO
DE ATLETAS DE FUTEBOL**

**Dissertação de mestrado apresentada ao
programa de pós-graduação em ciências
do movimento humano da ESEF –
UFRGS, como requisito parcial para
obtenção do título de mestre.**

Orientadora: Prof. Dra. Flávia Meyer

**Porto Alegre
2006**

Cada um em seu caminho e com suas singularidades...
Lya Luft

Agradecimentos

a todos os colegas, amigos e funcionários da ESEF que me ajudaram no decorrer desta caminhada, meu sincero muito obrigada!

ao meu marido, Claiton, pela cumplicidade e companheirismo no desafio de vida..este pacto é realmente inspirador

aos meus filhos, Luísa, Leonardo e Amanda, pela paciência e compreensão a todos os “ataques histéricos”que surgiram neste período

à professora, dra. Flávia Meyer, pela oportunidade que me proporcionou nesta universidade

aos atletas do Sport Club Internacional pelo empenho e dedicação com que participaram deste estudo

ao Sport Club Internacional pelo apoio durante esta trajetória

à UNIMED pela atenção durante a análise dos exames bioquímicos

à Mariana Escobar e à Cíntia Carvalho, minhas maravilhosas estagiárias, pelo apoio, envolvimento e torcida durante este trabalho

aos amigos Claudia Schneider e Otávio Bertoletti, pelo incentivo e colaboração

ao apoio especial de Jocelito Martins pela solidariedade que não imaginei encontrar

aos colegas Orlando Laitano e Giovani Cunha, pela parceria e apoio

ao amigo, Álvaro Reischak de Oliveira, pelo apoio, pela atenção, pela amizade, pela confiança, e por todas as risadas, esta parceria é admirável

ao professor, dr. Marcio Oliveira, pela atenção que dispensou a este estudo, pelo empréstimo do equipamento e pelas orientações fundamentais Sem comentários, apenas minha sincera admiração!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	7
RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
INTRODUÇÃO	10
1 OBJETIVO.....	13
Objetivo Geral.....	13
2 HIPÓTESE	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Hidratação	15
3.1.1 Hidratação e o desempenho físico.....	15
3.1.2 Hidratação e os parâmetros sanguíneos.....	16
3.1.3 Hidratação e o desempenho cognitivo	17
3.2 O Exercício e o desempenho cognitivo.....	18
3.3 O processamento da informação e a tomada de decisão.....	19
3.4 Demandas do futebol.....	30
4 MÉTODOS	33
4.1 Caracterização do estudo	33
4.2 Fator em estudo.....	33
4.3 Desfecho clínico	34
4.4 Participantes	34
4.5 Instrumentos	34
4.6 Procedimentos.....	36
4.6.1 Sobre as sessões.....	36
4.6.2 Sobre o exercício	37
4.6.3 Sobre o teste.....	39
4.7 Identificação das variáveis.....	41
4.8 Análise estatística.....	41
5 RESULTADOS	43
5.1 Características e parâmetros sanguíneos	43
5.2 Parâmetros comportamentais.....	44
5.3 Parâmetros fisiológicos.....	45
6 DISCUSSÃO	47
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	63
ANEXO A Termo de consentimento informado	64
ANEXO B Ficha dos dados.....	66
ANEXO C Esquemas alimentares	67
ANEXO D Comitê de ética.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ilustração do princípio do U invertido.....	22
Figura 2	Ilustração do modelo energético cognitivo.....	24
Figura 3	Ilustração da Lei de Hick.....	26
Figura 4	Ilustração da compatibilidade estímulo-resposta.....	26
Figura 5	Ilustração da capacidade de atenção limitada.....	28
Figura 6	Ilustração do esquema de distribuição dos equipamentos durante os testes.....	41
Figura 7	Valores do TR nas duas situações avaliadas e nos diferentes tempos (média±DP).....	44
Figura 8	Valores da FC nas duas situações avaliadas e nos diferentes tempos (média±DP).....	46
Figura 9	Valores da TPE nas duas situações avaliadas e nos diferentes tempos (média±DP).....	46
Figura 10	Ilustração do processamento da informação.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Distribuição dos testes.....	39
Tabela 2	Diferenças de massa corporal, % desidratação e parâmetros sanguíneos.....	43
Tabela 3	Valores dos erros de tarefa e erros de antecipação e dispersão (médias±DP).....	45

RESUMO

INTRODUÇÃO: A desidratação induzida pela combinação da restrição de líquidos junto com exercícios físicos no calor provoca queda no desempenho físico e cognitivo de atletas, principalmente, quando a desidratação atinge níveis iguais ou superiores a 2% da massa corporal. Esse processo prejudica a dissipação do calor para o meio ambiente, interferindo na termorregulação. O desempenho de jogadores de futebol é menor no segundo tempo de jogo quando comparado ao primeiro tempo, e isto pode ser devido a alterações metabólicas decorrentes da desidratação pelo exercício no calor. **OBJETIVO:** investigar o efeito da desidratação no tempo de reação (TR) de atletas submetidos a exercício intermitente. **MÉTODOS:** Dez jovens atletas de futebol ($17\pm 0,8$ anos de idade) foram solicitados a realizar testes de TR durante exercício intermitente dentro de uma câmara ambiental com temperatura de 34°C e URA de 50%. O protocolo incluiu sessões de exercícios na esteira ergométrica, simulando intensidades que ocorrem durante partidas de futebol, como caminhadas e corridas em diferentes velocidades, durante duas etapas de 45 minutos, com intervalo de 15 minutos. Durante o período de caminhada, foram realizados testes de TR. Em uma destas sessões os indivíduos foram reidratados com água e, na outra, os mesmos mantiveram-se desidratados. A ordem das sessões foi randomizada. O TR, a frequência cardíaca e a taxa de percepção ao esforço foram avaliados periodicamente. **RESULTADOS:** Não houve diferença significativa no TR entre as sessões. Não houve diferença significativa no número de erros e na taxa de percepção ao esforço nos testes realizados. Foi encontrada diferença significativa entre as sessões com o aumento na frequência cardíaca (maior na desidratada) dos indivíduos ($p=0,005$). **CONCLUSÃO:** Os jogadores de futebol não reduzem o TR quando desidratados por um exercício que simula uma partida de futebol.

Palavras-Chave: desidratação, exercício, desempenho cognitivo, tempo de reação, futebol

ABSTRACT

INTRODUCTION: Exercise-induced dehydration combined with fluid restriction and warm environment may impair both physical and cognitive performance mainly when levels of dehydration are higher than 2% of body weight. This process affects heat dissipation to the surroundings, leading to an ineffective thermoregulation. Football players` performance is decreased at the second half of the match when compared to the first half. Such response may be due to a decrease on players` cognitive performance caused by exercise-induced dehydration. **OBJECTIVE:** To investigate the effect of dehydration on reaction time of football players submitted to intermittent exercise bouts. **METHODS:** Ten young football players (17 ± 0.8 years old) performed tasks of reaction time during an intermittent exercise bout inside an environmental chamber with a temperature of 34°C and relative humidity of 50%. The protocol included bouts of exercise on a treadmill, simulating the intensities that occur throughout football match including walking and running in different speeds during two halves of 45 min, with a break of 15 min in between. Tasks of reaction time were performed during the walking moment. In one of these bouts, the players were rehydrated with plain water, whereas in the other bout the athletes remained dehydrated, bouts were randomized. Heart rate, auricular temperature, and rate of perceived exertion were continuously monitored. **RESULTS:** There was no difference in reaction time between bouts. There was no difference regarding the number of errors in the tasks performed, neither regarding the rate of perceived exertion. Heart rate were different between bouts, higher in dehydration trial, $p=0.05$. **CONCLUSION:** Football players showed no changes in reaction time even when dehydrated through an exercise bout simulating a football match.

Key-words: dehydration, exercise, cognitive performance, reaction time and football.

INTRODUÇÃO

O exercício traz muitos benefícios à saúde. Porém realizá-lo sob condições de calor e umidade elevada pode reduzir, significativamente, o desempenho físico e cognitivo dos executantes, além de aumentar os riscos de desidratação e doenças relacionadas ao calor (ACSM, 1996).

A desidratação decorrente do exercício reduz o desempenho aeróbio, aumenta a temperatura corporal, a frequência cardíaca e a percepção ao esforço (Barr, 1999, González-Alonso, 2000, Sawka et al., 2001), afetando também a força muscular, aumentando o risco de câimbras, reduzindo, conseqüentemente, o desempenho (Casa et al., 2000).

O aumento da atividade muscular provoca aumento da produção de calor no organismo, devendo ser dissipado para o ambiente, evitando a elevação da temperatura central. Isso pode comprometer o fluxo sanguíneo adequado para o funcionamento do Sistema Nervoso Central (Nielsen & Nybo, 2003), interferindo nas funções de processamento de informações e memória (Tomporowski, 2003, Cian et al, 2001), reduzindo as habilidades cognitivas (Gopinathan et al., 1998).

A orientação de hidratação para esportes como o futebol, por todas as suas características de duração e intensidade, é a mesma de muitos esportes nos quais os atletas devem ingerir líquidos antes e durante o evento, de preferência em intervalos regulares, a cada 10 ou 20 minutos. As quantidades recomendadas são de aproximadamente 100mL a 200 mL (ACSM, 1996, Casa et al., 2000, SBME, 2003). No futebol, as oportunidades de consumir líquidos durante as partidas são limitadas (Maughan et al., 2004), já que as regras não permitem pausas específicas para o uso de líquidos conforme as recomendações acima, portanto, o consumo desses só ocorre quando o jogo é interrompido por situações adversas ocorridas durante o mesmo, como cobranças de faltas, atendimento de algum atleta machucado em campo, entre outros, devendo o atleta aproveitar esses momentos para

ingeri-los, se estes líquidos estiverem ao seu alcance, tornando inviável a manutenção do estado de hidratação durante a partida.

O futebol é uma atividade caracterizada por pequenos e repetidos *sprints* em um contexto de endurance, que requer a necessidade da manutenção do nível da habilidade por todo o tempo do jogo de 90 minutos mais os acréscimos. Essa peculiaridade desse esporte faz com que aumente a preocupação dos profissionais da área esportiva com a manutenção dos depósitos de glicogênio e um adequado nível de hidratação (Maughan et al., 2004). A alimentação e a hidratação adequadas não podem compensar a falta de habilidade ou o condicionamento físico deficiente, mas pode ajudar o jogador a potencializar sua habilidade e seu condicionamento (Maughan & Burke, 2004).

Alguns estudos têm mostrado uma redução no desempenho dos jogadores no segundo tempo dos jogos quando comparados com o primeiro, que foram verificados através da distância percorrida e da intensidade do trabalho muscular, entre outros aspectos (Helgerud, 2001). Esses fatores podem ocorrer devido à diminuição dos estoques de glicogênio muscular, baixa capacidade aeróbia, baixo nível nutricional e hídrico e fatores fisiológicos, como falhas no sistema estímulo-concentração (Rienzi et al., 2000).

A prática do exercício, em especial, quando relacionada ao esporte, não requer apenas técnica, mas também uma rápida e precisa tomada de decisão (Schmidt & Wrisberg, 2001). Muitas vezes, essa decisão deve ser tomada pelos jogadores durante os exercícios ou jogos em diferentes condições de temperatura ambiental e corporal. Em muitas modalidades esportivas, como no futebol, a avaliação correta da situação de jogo e sua tomada de decisão são condições fundamentais para que um jogador (e seu time) obtenha êxito numa competição. Por exemplo, quando um jogador observa um lance de seu adversário próximo de sua área de ação, ele está identificando o estímulo – ou **percepção** e a partir disso, seleciona uma resposta – ou **decisão**, de qual deve ser a sua atitude em relação a esta jogada e a executa – ou **ação**.

Desta forma, salientamos a importância do processamento das informações no decorrer de uma atividade esportiva, quando observamos a relevância do desempenho cognitivo nessas situações.

O tempo de reação (TR) é uma medida conhecida como representativa das funções cognitivas, e a realização do exercício pode afetá-lo, devido ao aumento do nível de excitação durante essa atividade. Diversos autores (Chmura et al., 1994; Cian et al., 2001; Cooper, 1973; Davranche & Audiffren, 2004; Delignières et al., 1994; Etnier et al., 1997; Mc Morris et al., 2000; Tomporowski, 2003) têm discutido a interferência de diferentes tipos e intensidades de exercício na execução de tarefas cognitivas avaliadas em diferentes momentos, ou seja, algumas tarefas foram realizadas antes, durante ou depois do exercício, logo resultados conflitantes têm sido encontrados. Todavia, não se conhecem os efeitos da desidratação de jogadores de futebol sobre o desempenho cognitivo.

A relevância deste trabalho está configurada na possibilidade de estabelecerem parâmetros que possam orientar a reidratação dos jogadores e contribuir para a melhoria do desempenho cognitivo desses na prática do futebol. Por essa razão, o desafio desse estudo foi a realização dos testes de TR durante uma atividade intermitente sobre uma esteira ergométrica após distintos graus de hidratação já que, observando-se que a maioria dos protocolos utilizados até hoje, o faziam antes ou depois ou interrompiam o exercício para a execução dos testes e, normalmente, não comparavam o nível de hidratação dos participantes.

1 OBJETIVO

Objetivo Geral

Verificar o efeito da desidratação no desempenho cognitivo, através do teste de TR de atletas submetidos a exercício intermitente.

Objetivos Específicos

1.1 Medir os parâmetros físicos dos participantes no decorrer dos testes, como as diferenças de massa corporal, percentagem de desidratação e parâmetros sanguíneos antes e após os testes.

1.2 Medir os parâmetros comportamentais dos participantes no decorrer dos testes, como o TR.

1.3 Medir os parâmetros fisiológicos dos participantes no decorrer dos testes, como a FC e TPE.

2 HIPÓTESE

H1 - A desidratação prejudica o TR de atletas submetidos a exercício intermitente.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Hidratação

3.1.1 Hidratação e desempenho físico

A desidratação induzida pelo exercício prejudica o desempenho no trabalho de resistência aeróbica com efeitos potencializados, quanto maior for o grau de desidratação. Além disso, os resultados são exacerbados quando a atividade física é realizada no calor. (Barr, 1999, Casa et al., 2000, Gopinathan et al., 1998, Sawka et al., 2001).

Sawka et al. (2001) sugere que o aumento do grau de desidratação faz os indivíduos armazenarem calor, reduzindo a taxa de suor e o fluxo sanguíneo para a pele, prejudicando desta forma a dissipação do calor para o meio ambiente, acarretando o aumento da temperatura central. Tanto a hipertonidade como a hipovolemia contribuem para a redução da perda de calor o que torna mais difícil o débito cardíaco para manter, simultaneamente, o metabolismo e a termorregulação.

A ingestão e a excreção de água são impelidas pela interação complexa entre os fatores neurais e hormonais que respondem a determinado número de impulsos diferentes. Segundo Maughan & Burke (2004), sob condições normais, o volume sanguíneo e a osmolaridade do fluido intracelular são mantidos em limites estreitos, e qualquer alteração mínima nesses fatores pode alterar o funcionamento do rim, conservando água ou eliminando mais a urina.

Como o suor é hipotônico em relação aos fluidos do corpo, o efeito da transpiração prolongada é o aumento da osmolaridade do plasma (Maughan & Burke, 2004). Em jogadores de futebol, estas perdas de água e solutos por meio do suor podem ser substanciais em treinamentos, mas apresentam uma

grande variedade entre os atletas ao executarem uma mesma tarefa nas mesmas condições ambientais (Maughan, et al., 2004). Observa-se ainda grandes diferenças entre as taxas de sudorese nas diversas estações do ano (Broad et al., in Maughan et.al, 2004), assim como na taxa de eletrólitos no suor de cada indivíduo exposto ao treinamento (Maughan e Burke, 2004). Parece não existir uma associação entre a concentração de eletrólitos no suor e a taxa de sudorese, embora refere-se que uma alta concentração de soluto no suor pode aumentar a taxa de sudorese (Maughan, et al., 2004).

Diversas publicações mostram os efeitos deletérios da desidratação induzida pelo exercício como na precisão ou alinhamento no arremesso de bolas de boliche (Devlin et al., 2001). Por outro lado, este mesmo autor, cita dados que suportam o consenso de que moderados níveis de desidratação não prejudicam o desempenho anaeróbico.

Durante exercícios no calor, o consumo de bebidas *ad libitum* freqüentemente falham na tentativa de suprir as perdas hídricas do suor, resultando em alterações deletérias na produção de hormônios, na circulação, na termorregulação e no estado psicológico. Essas condições mostram que a desidratação voluntária é fortemente baseada na percepção da sede (Maresh et al., 2004). Esta sede parece ser relativamente insensível a alterações agudas no estado de hidratação em humanos e a ausência desta não deve ser tomada como indicador que o corpo está completamente hidratado (Maughan & Burke (2004). Maresh et al. (2004) refere ainda a influência do estado de hidratação pré-exercício como o principal fator que determina a sede e o consumo de líquidos durante o exercício.

3.1.2 Hidratação e os parâmetros sanguíneos

Quando a perda de água corporal é grande, a monitoração do estado de hidratação torna-se importante, podendo-se utilizar a osmolaridade plasmática como um método laboratorial indicador do estado de hidratação sensível às pequenas variações (Popowski et al., 2001). Oppliger et al. (2005) considera 290mosm/L como um valor limítrofe para a definição do estado de

hidratação, ou seja, o indivíduo é considerado desidratado se a osmolaridade plasmática estiver superior a $290m_{osm}/L$ e euhidratado se estiver menor ou igual a $290m_{osm}/L$ (ver tabela2 pág. 44).

3.1.3 Hidratação e o desempenho cognitivo

Gopinathan et al., (1988) estudou o efeito da desidratação induzida pela restrição de água e exercícios no calor sobre o desempenho mental, submetendo os indivíduos a funções cognitivas como a habilidade aritmética, os testes de memória entre outros aspectos. Os resultados desse estudo indicaram significativa deterioração na função mental quando os níveis de desidratação apresentavam valor de 2% ou superiores a este. Esse desempenho é reduzido quanto maior for o grau de desidratação.

Cian et al.(2000) salienta que a desidratação causada pelo calor ou pelo exercício físico provocou diferenças sobre os efeitos fisiológicos (FC e temperatura corporal), mas não diferenciou estes resultados entre os diferentes métodos de desidratação, assim como ocorreu em relação à queda no desempenho de várias habilidades cognitivas, como a memória curta ou habilidades visuo-motoras. Confirmando esses dados, Cian et al.(2001) investigou os efeitos da exposição ao calor, da desidratação induzida pelo exercício e da ingestão de fluidos sobre o desempenho cognitivo. Os sujeitos eram mantidos euhidratados ou desidratados quando expostos passivamente ao calor ou em atividade na esteira ergométrica, até que chegassem a uma desidratação de 2,8% da massa corporal. Após uma hora, os sujeitos eram reidratados com uma solução de carboidratos e eletrólitos na mesma quantidade da massa corporal perdida ou eles eram mantidos desidratados, usando a mesma quantidade de carboidratos diluídos em 100ml de água. Os testes foram realizados 30 minutos após a fase de desidratação e duas horas após a ingestão de fluidos. Observou-se que em ambas as condições de desidratação, os efeitos sobre as habilidades cognitivas foram prejudicadas, sem nenhuma diferença relevante entre os métodos de desidratação.

3.2 O Exercício e o desempenho cognitivo

Uma extensa revisão sobre a influência da intensidade do exercício sobre os aspectos cognitivos foi feita na meta-análise de Etnier et al. (1997), relatando que, quando indivíduos realizavam atividades físicas por longos períodos, os resultados sugeriam que a melhora da aptidão física poderia ser aproveitada para o aumento das habilidades cognitivas, mostrando que os programas crônicos de exercícios poderiam melhorar tais habilidades. Porém, esses dados não suportam a hipótese de que o treinamento físico afete a habilidade cognitiva. Eles apenas sugerem uma análise das mudanças que ocorrem no organismo após a implementação de um programa crônico de exercícios. Entre essas alterações estão presentes os mecanismos fisiológicos independentes da capacidade aeróbica, ou relativos à capacidade aeróbica, que ocorrem antes das mudanças da capacidade aeróbica ou os mecanismos psicológicos independentes da capacidade aeróbica e do exercício físico.

Tomporowski (2003) estudou o efeito agudo das séries de exercício sobre a cognição e relatou diferentes respostas conforme o tipo e a duração do exercício. Concluiu, no primeiro grupo estudado, que os exercícios aeróbicos submáximos realizados por períodos superiores a uma hora, facilitam aspectos específicos do processamento de informação; porém, exercícios prolongados que levam à desidratação comprometem tanto o processamento da informação quanto à função da memória. Quando foi avaliado o impacto dos exercícios intensos sobre o desempenho mental, usando protocolos de exercícios anaeróbicos máximos, que duravam poucos minutos, observou-se um aumento no estado de fadiga sobre os indivíduos, o qual leva a uma queda no seu desempenho cognitivo.

O segundo grupo estudado por Tomporowski (2003), realizou exercícios que induziam ao processo de ativação do desempenho cognitivo, com protocolos que incluíam séries aeróbicas e anaeróbicas de exercícios relativamente breves com duração máxima de 20 minutos. Quanto aos resultados encontrados neste estudo, surgiram evidências do modelo do U invertido, mas alguns autores discutiram que esta relação era parcial, e outros autores não davam suporte a esta relação.

Em um terceiro grupo, Tomporowski estudou o efeito que os exercícios relativamente longos, realizados na potência aeróbica submáxima, tinham sobre o processamento mental. Esse grupo encontrou evidências de que esses exercícios afetavam o desempenho cognitivo, mas o autor chamou a atenção de que esta relação pode sofrer influência de vários outros fatores, como o nível individual de aptidão física e sua experiência com a execução destes exercícios especificamente.

Estudos de exercícios submáximos tinham mostrado um aumento do desempenho cognitivo durante o exercício (Delignières et al., 1994; Mc Morris & Graydon, 1996, 1997) Porém, a duração do exercício também deveria ser considerada, pois esse exercício deveria ser longo o suficiente para permitir a coleta de dados e a estabilização de parâmetros fisiológicos que, segundo Hagberg et al. apud Schmidt & Wrisberg (2001) seria de 3 minutos, mas não tão longo a ponto de provocar fadiga, ou seja, a duração de 30 minutos (Fischer et al., 1991 apud Schmidt & Wrisberg, 2001).

3.3 O processamento da informação e a tomada de decisão

Segundo Schmidt & Wrisberg (2001), o modelo mais simples para abordar o processamento da informação é aquele em que o indivíduo produz uma resposta a partir de um estímulo. Detalhando, podemos classificar como primeiro estágio o reconhecimento e a identificação do estímulo percebido pelo indivíduo e, somente quando este é processado, é que ocorre a tomada de decisão propriamente dita, descrita como segundo estágio. O terceiro estágio do processamento da informação é o momento em que o indivíduo programa a resposta e organiza o sistema motor para produzir o movimento desejado. Desta forma, podemos descrever os estágios do processamento da informação como percepção, decisão e ação.

Uma importante medida do desempenho cognitivo é o TR, que indica a velocidade e a eficácia da tomada de decisão. O TR é o intervalo de tempo que decorre entre a apresentação de um estímulo (não antecipado) até o início da resposta, ou seja, é uma medida do tempo necessário para o

participante detectar o estímulo, decidir qual resposta é a mais adequada e iniciá-la, representando assim o tempo que um indivíduo leva para tomar decisões e iniciar ações. Por isto, muitos pesquisadores têm utilizado essa medida como indicador da velocidade de processamento de informação.

Existem dois tipos de TR: o simples e o de escolha. O TR simples é aquele em que só há um estímulo e uma resposta (Luce, 1986; Brebner & Welford, 1980), ou o intervalo de tempo que decorre da apresentação de um estímulo não antecipado ao início da resposta. (Schmidt & Wrisberg, 2001). O TR de escolha é quando deve ser dada uma resposta de acordo com o tipo de estímulo correspondente (Luce, 1986; Brebner & Welford, 1980), ou seja, o executante deve identificar o estímulo que é apresentado e, então, escolher a resposta que corresponda ao estímulo (Schmidt & Wrisberg, 2001).

Diversos fatores influenciam o TR e a tomada de decisão, desde a natureza da informação do estímulo até o tipo de movimento que deve ser executado (Schmidt & Wrisberg, 2001). Davranche & Audiffren (2004) citam os vários fatores que devem ser considerados como efeitos facilitadores do processamento de informação, entre eles, a intensidade e a duração do exercício físico, a natureza da tarefa cognitiva, o momento em que a tarefa cognitiva é administrada e a habilidade do participante na tomada de decisão.

Nesta revisão, abordaremos os aspectos mais relevantes desses fatores que interferem na tomada de decisão, como o momento da administração dos testes, a quantidade e a habilidade da prática, a ativação e a ansiedade, a qualidade do sinal, a complexidade da tarefa, a fadiga, o campo visual, a cafeína e as catecolaminas.

O momento de administrar o teste, durante ou após o exercício, é também um fator decisivo, pois ocorrem alterações fisiológicas, como a concentração plasmática e central de catecolaminas que retornam rapidamente a valores basais após o exercício (Davranche & Audiffren, 2004).

Pesquisas têm demonstrado que a quantidade e a natureza (ou compatibilidade) da prática nos testes são os maiores responsáveis por interferências no TR de escolha. Para um dado número de alternativas estímulo-resposta (E-R), quanto maior a quantidade de prática menor o TR de

escolha. Além disso, à medida que a prática do teste aumenta, a proporção de aumento em TR torna-se menor, mesmo com o aumento do número de alternativas E-R. Quanto à natureza da prática, ela aumenta à medida que esta ocorre com as mesmas combinações E-R, pois o mesmo estímulo leva sempre a mesma resposta, por isto o TR de escolha torna-se mais rápido (Schmidt & Wrisberg, 2001). Diversos estudos citados por Sanders (1998) e confirmados pelo estudo de Ando & Oda (2002) mostraram que os primeiros testes de TR apresentavam resultados menos consistentes do que os resultados dos indivíduos que já tinham prática na execução dos testes.

Delignères et al., (1994) e Mc Morris & Graydon (1996) mencionam que o efeito do exercício sobre o desempenho cognitivo varia de acordo com a habilidade do participante na tomada de decisão no esporte. Foi relatado que esportes que requerem que as decisões sejam tomadas sob alto gasto energético podem melhorar o desempenho de praticantes habilidosos nas tarefas de TR de escolha durante o exercício quando comparado com praticantes não habilidosos nas mesmas condições.

Quanto à ativação e à ansiedade, devemos esclarecer alguns aspectos. Ativação refere-se ao nível de estimulação ou excitação do sistema nervoso central de uma pessoa, enquanto ansiedade trata mais da maneira como a pessoa interpreta uma situação específica e as emoções que estão associadas com aquela interpretação. A ativação pode variar de níveis extremamente baixos durante o sono a níveis extremamente altos durante a atividade física intensa e excitante, aumentando cada vez mais, à medida que a ansiedade aumenta (Schmidt & Wrisberg, 2001).

Os efeitos de diferentes níveis de ativação e estresse no processamento de informação possuem várias interpretações. Yerkes e Dodson (1908) propuseram que o exercício poderia afetar o desempenho cognitivo no modelo do U invertido (Figura 1), pois quando a ativação é baixa, o desempenho poderia ser pobre. O nível de ativação na intensidade moderada levaria o desempenho a um ótimo nível, o topo do U invertido. Se a ativação continuasse a subir, o desempenho começaria a cair, até eventualmente retornar ao nível que estava durante os baixos níveis de ativação.

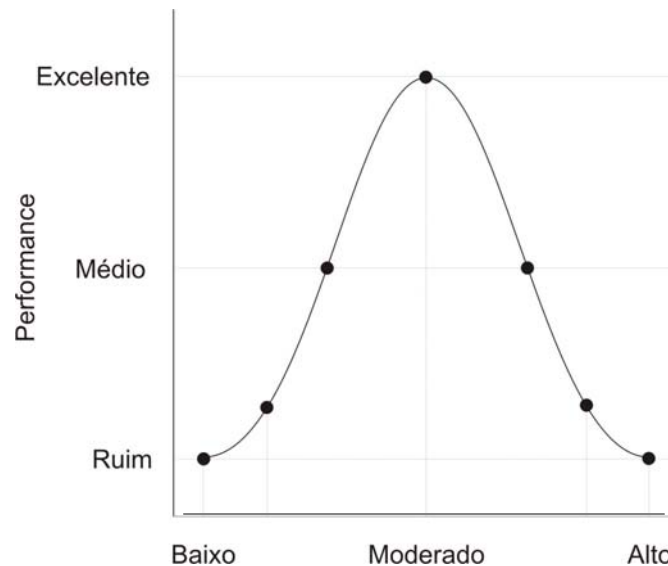


Figura. 1 – Princípio do U Invertido - A ativação crescente melhora o *desempenho cognitivo* somente até um certo ponto, após o qual mais aumentos em ativação degradam o *desempenho cognitivo* (Fonte: Schmidt e Wrisberg, 2001, p. 82).

Easterbrook (1959) apud Mc Morris & Graydon (2000) defende a teoria multidimensional para explicar estes fatores, ou seja, quando o nível de ativação é muito baixo, os indivíduos atendem a várias sugestões, relevantes ou irrelevantes, e então o desempenho cognitivo é pobre. Quando este nível é levemente alto, mas considerado ainda baixo, o nível de ativação e o foco da atenção são amplos, as sugestões relevantes e irrelevantes são atendidas e o desempenho permanece pobre. Assim que a ativação aumenta, a atenção se estreita até atingir um ótimo nível, quando somente sugestões relevantes são processadas, correspondendo ao topo da curva de Yerkes e Dodson. Se a ativação continua a aumentar, a atenção ajudará a concentrar e relevantes sugestões estarão erradas. Conseqüentemente, ocorre a deterioração no desempenho com altos níveis de ativação.

Mc Morris & Graydon (2000) alega que a teoria de Easterbrook (1959) tem a vantagem sobre Yerkes & Dodson quanto à provável explicação para as mudanças no desempenho. Até então, as teorias que examinavam a compreensão da ativação como unidimensional estavam sendo criticadas como muito simplistas (Kahneman, 1973; Pribram & Mc Guinness, 1975; Sanders, 1983). Apesar do fato das teorias uni e multidimensionais terem diferentes

explicações para como a ativação afeta o desempenho cognitivo, ambas suportam o efeito do U invertido.

Alguns pesquisadores (Delignières et al., 1994; Mc Morris & Graydon, 1996a, 1996b, 1997a, 1997b; Mc Morris e Graydon, 2000) discutiram a teoria da distribuição multidimensionais de recursos na fundamentação lógica teórica de suas hipóteses. Kahneman (1973), apud Mc Morris (2000) foi o primeiro a propor esta teoria multidimensional, quando afirmou que a ativação era uma resposta fisiológica e bioquímica ao esforço e que resultava de um aumento dos níveis de recursos do SNC, que ele chamou de distribuição de recursos. Em outras palavras, o indivíduo ativado teria mais recursos disponíveis para si e vantagens na distribuição desses recursos. Isto poderia ocorrer nos baixos níveis de ativação e seria mantido quando ocorresse em altos níveis de ativação, pois considerava impossível que o esforço superasse totalmente o efeito negativo da ativação. A ativação se referia a quantidade de recursos disponíveis para o SNC, enquanto o esforço era o responsável pela distribuição desses recursos.

O modelo de Sanders (1983), conforme figura 2, é organizado em três níveis: o primeiro nível é composto por quatro estágios de processamento de informação em um discreto modelo em série. Esses estágios são: o pré-período, a identificação do estímulo, a seleção da resposta e a programação da resposta. O segundo nível corresponde a três mecanismos energéticos de controle de atenção, a excitação, o esforço e a ativação, que foram descritos pelos trabalhos de Primbran & Mc Guinness (1975); Mc Guinness & Primbran (1980).

Os mecanismos de excitação e ativação são considerados os mecanismos basais. O mecanismo de esforço representa o mecanismo superior que supervisiona e coordena o nível de recursos dos mecanismos basais. Cada um desses mecanismos abastece um estágio específico do processamento de informações. O mecanismo de excitação recebe energia dos estímulos do estágio do pré-período e abastece o estágio de identificação do estímulo. O mecanismo de ativação abastece os recursos da programação da resposta ou ajuste motor. Finalmente, o mecanismo de esforço distribui recursos para o estágio da seleção da resposta, quando a tarefa de tomada de

decisão é complexa, compensando o déficit dos dois mecanismos basais (Schmidt & Wrisberg, 2001).

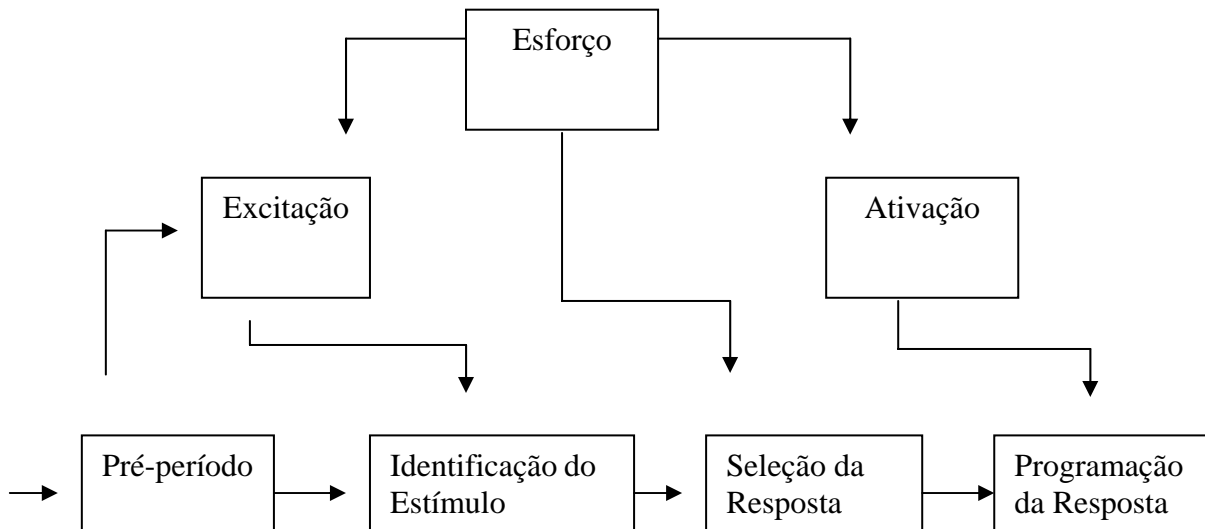


Figura. 2 - Modelo energético-cognitivo. Modificado de Sanders, 1983

A teoria multidimensional sugere que o desempenho pode ser melhor durante baixos níveis de ativação do que durante ótimos níveis de ativação, dependendo do foco de atenção sobre a tarefa de informação específica. Este seria o caso da tarefa não necessitar de grandes quantidades de recursos do SNC. Se a tarefa precisar de grandes quantidades de recursos, o desempenho seria melhor se houvesse o aumento do nível de ativação, melhorando a quantidade de recursos distribuídos (Kahneman, 1973).

Apesar de a teoria multidimensional afirmar que os recursos continuam aumentando com os níveis de ativação, desde os níveis moderados, ela diz que recursos extras são desnecessários e, de fato, podem resultar em uma excitação das células nervosas, causando a deterioração do desempenho. A idéia é que, em altos níveis de excitação, o esforço não consegue manter uma ótima atenção específica, pois vários outros fatores estão competindo por esta atenção (Humphreys & Revelle, 1984; Sanders, 1983). Um exemplo disto é quando não temos a habilidade de perceber o estímulo estressante do exercício e ignoramos a percepção de esgotamento e de dor (Mc Morris & Keen, 1994).

Davranche & Audiffren (2004) citam que os fatores que afetam os estágios de estímulos pré-período (intervalo de tempo entre a apresentação de um sinal de atenção e a de um estímulo não antecipado), identificação do estímulo, seleção da resposta e programação da resposta são respectivamente a intensidade do estímulo, a qualidade do sinal, a compatibilidade estímulo-resposta e o tempo incerto na tarefa cognitiva.

Quanto à intensidade do estímulo, Luce (1986) sugere que quanto mais forte o estímulo, melhor é o TR e quando o estímulo visual é fraco, isto prolonga o TR e, se o estímulo é de boa qualidade, melhor é a resposta, assim, quando a qualidade não é boa, piora o TR (Davranche & Audiffren, 2004) .

Um dos fatores mais relevantes que influenciam o tempo que levamos para iniciar uma ação é a complexidade da tarefa, ou seja, o número de escolhas de estímulos possíveis, cada um dos quais conduzindo a uma resposta distinta. Geralmente, à medida que o número de possíveis pares de E-R aumenta, o tempo necessário para responder a qualquer um deles também aumenta. A relação do número de alternativas de E-R é conhecida como Lei de Hick, (figura 3) que descreve o aumento linear do tempo de reação à medida que aumenta o número de alternativas de estímulo-resposta (Schmidt & Wrisberg, 2001).

A compatibilidade E-R (figura 4) também pode facilitar ou dificultar a tarefa podendo ser explicada pelo grau com que o estímulo e sua resposta resultante são conectados de uma maneira “natural”. As pesquisas têm estabelecido que, para um dado número de escolhas E-R, quanto maior a compatibilidade E-R, mais rápido o TR de escolha. Todavia, o aumento no *score* de TR de escolha com aumentos no número de escolhas E-R é menor quando estímulos e respostas são mais compatíveis do que quando são menos compatíveis. Tarefas complexas de tomada de decisão são mais apropriadas para aumentar a eficiência cognitiva (Isaacs & Pohlman, 1991; Mc Morris and Keen, 1994;), pois nem sempre ocorrem os efeitos facilitadores do exercício físico no TR simples.

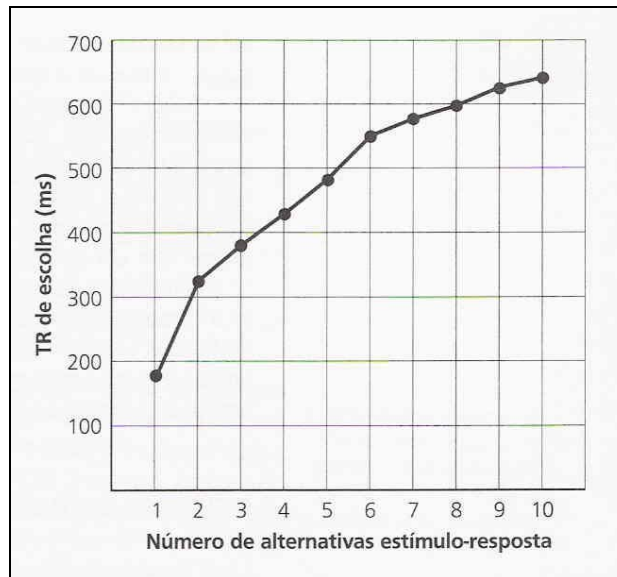


Figura 3 – Lei de Hick. A relação entre tempo de reação(TR) de escolha e o número de alternativas estímulo-resposta (Fonte: Schmidt & Wrisberg, 2001, adaptado de Woodworth, 1938)

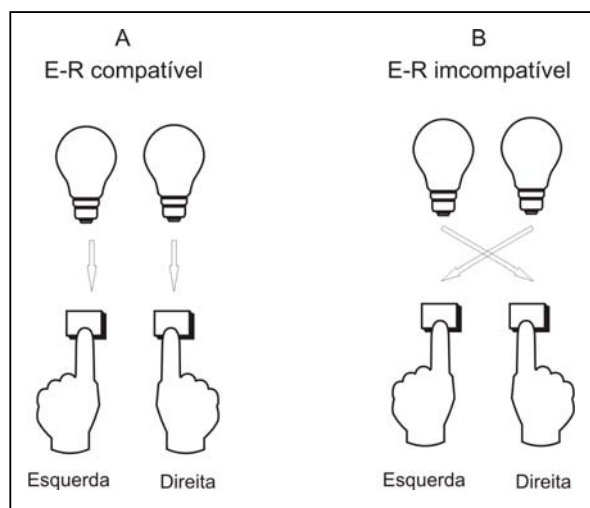


Figura 4 – Compatibilidade estímulo-resposta. A relação entre estímulo e sua resposta é mais “natural”, ou compatível, na situação “A” Fonte: Schmidt e Wrisberg, 2001

A capacidade de atenção é limitada e seriada, pois normalmente focalizamos uma coisa e depois outra. Essa capacidade é dividida entre o espaço necessário para executar a tarefa primária ou a mais importante, e o espaço que é deixado para executar uma atividade secundária. Quando a tarefa principal é relativamente simples, não requer tanta atenção quando comparada com a tarefa complexa. Assim, deixaria maior espaço para a execução da tarefa secundária, podendo resultar em melhor desempenho (Schmidt & Wrisberg, 2001).

Essa noção de capacidade de atenção limitada contribui para o entendimento do desempenho habilidoso de alto nível; pois pode haver uma abundância de informações no momento da execução do movimento. O desafio do executante é administrar eficazmente o espaço pelas tomadas de decisões corretas sobre qual informação priorizar e como utilizá-la.

As tarefas competem entre elas e conforme a informação passa pelos estágios do processamento, mais interferência ou competição entre duas atividades é possível de acontecer. O processamento paralelo, ou seja, várias coisas sendo processadas simultaneamente sem competirem por atenção, pode algumas vezes ocorrer no estágio de identificação do estímulo, porém o mesmo não ocorre nos estágios de seleção da resposta e da programação da resposta. (Schmidt & Wrisberg, 2001)

Salientamos ainda que a capacidade de atenção é limitada nos seres humanos, já que podem se concentrar somente em uma pequena quantidade de informações a cada momento, o que reduz a capacidade das pessoas de processar informação. A capacidade de espaço de atenção é dividida entre o espaço necessário para executar a tarefa primária ou mais importante e o espaço que é deixado para executar uma tarefa secundária, conforme ilustração da figura 5.

Quanto à influência da fadiga no TR e na tomada de decisão, Mc Morris & Keen, (1994) referiu que o exercício moderado poderia não induzir a mudanças no desempenho cognitivo, mas a fadiga do exercício poderia estar tendo efeito inibitório deste desempenho cognitivo, pois a possibilidade de que a ativação causasse redução no desempenho do TR simples poderia ser a divisão da atenção entre a percepção do esforço e a tarefa cognitiva.

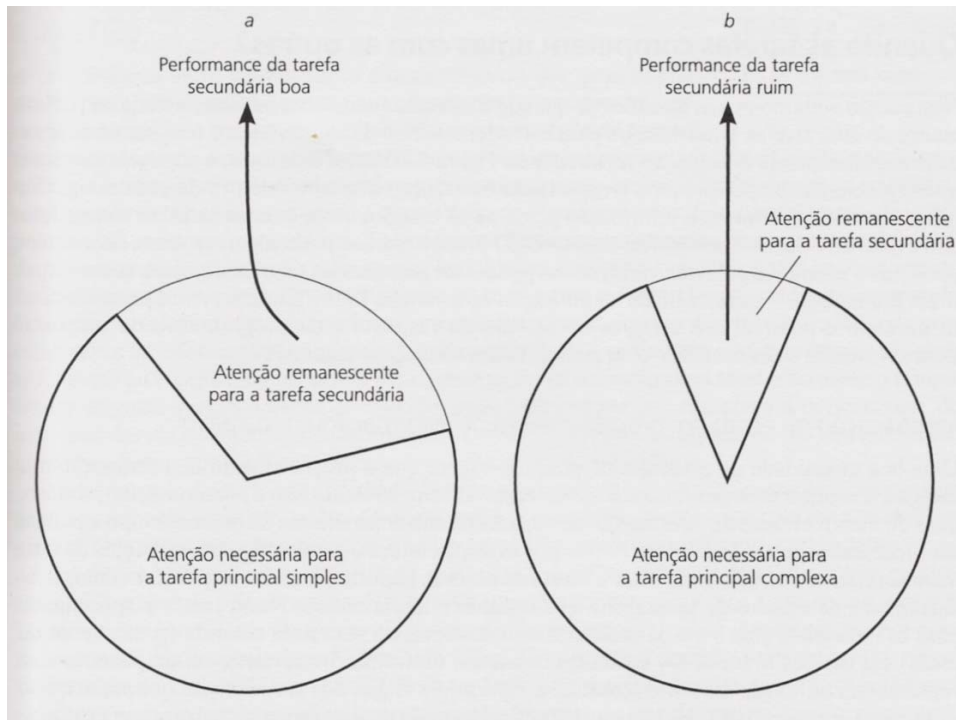


Figura 5 – A atenção remanescente para uma tarefa secundária é reduzida quando a tarefa primária é mais complexa. Fonte Schmidt e Wrisberg, 2001

Outro aspecto a ser considerado é o campo visual do indivíduo, pois existe distinção na captação do estímulo quando este ocorre na visão direta ou periférica. Brebner & Welford (1980) mostraram que o estímulo visual percebido em diferentes partes dos olhos produzem diferentes TRs. Ando & Oda (2002) encontraram que o estímulo visual na visão central diminuiu o TR quando comparado com a visão periférica.

Quanto às substâncias que interferem no nível de ativação, podemos considerar a cafeína e as catecolaminas. A cafeína na forma de café é um dos agentes ergogênicos e psicoativos mais comumente usados. O efeito da cafeína sobre o desempenho motor tem sido analisado em vários estudos e demonstrado que a ingestão aumenta a vigilância (Fine, 1994), o desempenho cognitivo e motor (Jacobson & Edgley, 1987).

Cooper (1973) citou que o exercício induz alterações fisiológicas e bioquímicas similares àquelas encontradas quando ocorre o aumento do nível de ativação durante o estresse emocional, como o aumento da frequência cardíaca, o quociente respiratório, a pressão sanguínea e o suor, além de induzir a um aumento dos níveis de catecolaminas, adrenalina e noradrenalina

no SNC, as quais se têm a idéia de ser indicativo do aumento da ativação. (Lacey & Lacey, 1970; Sothman, Hart & Horn, 1991, apud Mc Morris & Graydon, 2000).

Exercícios exaustivos causam aumento dos níveis de dopamina (Cooper, 1973); adrenalina e noradrenalina (Lehmann et al., 1981). Isto poderia retardar o TR simples durante o aumento do nível de ativação. Níveis muito altos de catecolaminas podem resultar em excitação das células nervosas do SNC, que poderia ter um efeito deletério, mas que ainda requer mais estudos para esclarecer esta questão (Mc Morris, 1994).

Mc Morris & Graydon (2000) não encontrou efeito significativo do incremento do exercício sobre a precisão do desempenho cognitivo, afirmando que o esforço cognitivo pode distribuir recursos para relevantes tarefas de informação, sempre durante o exercício máximo. O aumento na velocidade da cognição, desde o repouso, ocorreu quando os indivíduos chegaram ao limiar de adrenalina plasmática. Comparando a velocidade de cognição do repouso e durante o exercício intenso, houve facilitação do desempenho sobre as tarefas complexas pelo aumento da distribuição de recursos, enquanto tarefas simples não foram afetadas.

Hughson, Green & Sharratt (1995) identificaram que a concentração plasmática de adrenalina mostrava um aumento exponencial durante o incremento do exercício, e eles determinaram que a intensidade moderada do exercício poderia ser definida como o ponto em que há um aumento súbito na concentração de adrenalina, que denominaram limiar de adrenalina. Chmura et al., (1994) mostraram que o TR de escolha era significativamente mais rápido exatamente após o limiar de adrenalina do que no repouso ou durante o exercício no VO_2 máx.

Esses autores testaram o TR de escolha em jogadores de futebol durante o incremento de um teste até a exaustão, considerando os limiares de adrenalina e noradrenalina, e encontrando um resultado significativamente mais rápido quando comparou a média de TR de cada participante no repouso e no exercício máximo. Houve um aumento mais expressivo principalmente no primeiro teste de TR realizado após os limiares de adrenalina e noradrenalina, que eram quase idênticos. Acreditavam que esses resultados mostravam que

as concentrações de adrenalina e noradrenalina plasmática eram indicativas da concentração destas substâncias no SNC; mas isto necessitava de mais estudos para assegurar essas afirmações.

Quando Mc Morris, et al. (1999) avaliou a velocidade e a tomada de decisão de um grupo de jogadores de futebol em três situações, no repouso, pedalando no limiar de adrenalina e na potência aeróbica máxima, concluiu que o limiar de adrenalina pode ser um indicativo do aumento da distribuição de recursos para o SNC e que o exercício na potência aeróbica máxima pode apenas induzir a moderados e não a altos níveis de ativação.

O mesmo autor registrou a necessidade de se observar o momento em que o teste era realizado, já que alguns autores têm relacionado o melhor TR com o limiar de adrenalina, e testes realizados após o exercício poderiam sofrer alterações desses resultados. Segundo Kjaer (1989) as concentrações de adrenalina plasmática se dissipam rapidamente quando o exercício é interrompido. Kjaer afirma que esta concentração diminui em 50% em 2 a 3 minutos e mais 35% em mais 1 minuto após o término do exercício.

Mc Morris & Graydon (2000) afirma que o efeito do incremento do exercício sobre tarefas de tempo de resposta é primeiramente periférico e não central, e mostra também que os aumentos das concentrações plasmáticas de adrenalina e noradrenalina não são indicadores suficientes das mudanças do desempenho cognitivo, sugerindo que concentrações periféricas não estimulam diretamente a resposta central.

3.4 Demandas do futebol

O desempenho no futebol depende de uma série de fatores. Podemos citar, de forma geral, os fatores técnicos, táticos, físicos, fisiológicos e mentais (Stolen et al., 2005). Especificamente, o futebol necessita de atividades físicas intermitentes, em que as seqüências de ações requerem uma variedade de habilidades em diversas intensidades. A corrida é a atividade predominante, mas exercícios de explosão como *sprints*, saltos, marcação e

chute são fatores importantes para alto desempenho no futebol (Cometti et al., 2001).

Outro fator importante no futebol é a distância percorrida, que em uma partida de futebol de alto nível são da ordem de 9-12km para jogadores de linha (Rienzi et al., 2000). No segundo tempo, a intensidade do jogo é diminuída em relação ao primeiro tempo, em que a distância percorrida diminui de 5-10% (Rienzi et al., 2000).

Em recente revisão Mohr et al. (2005) relatam que a fadiga pode ocorrer em três diferentes momentos durante o jogo. Após períodos de alta intensidade de exercício tanto no primeiro como no segundo tempo de partida, no início do segundo tempo e no final da partida. O desempenho máximo dos jogadores de futebol é inibido no início do segundo tempo de jogo, provavelmente, devido a uma diminuição da temperatura muscular quando comparado com o final do primeiro tempo do jogo.

Realmente, as partidas de futebol apresentam períodos e situações de alta intensidade de exercício, nas quais ocorre um acúmulo de lactato sanguíneo localizado. Desta forma, os jogadores de futebol necessitam de períodos de baixa intensidade de exercício para poderem remover este lactato muscular acumulado.

Stroyer et al. estudaram as demandas fisiológicas do futebol em jovens futebolistas (idade 12-14 anos), e verificaram que a FC média era em média maior no primeiro tempo (180 bpm) do que no segundo tempo (175 bpm).

O padrão de lactato durante uma partida de futebol tem apresentado valores maiores no primeiro tempo (4,1 - 7 mmol/L) do que no segundo tempo (2,7 – 4,4 mmol/L) Bangsbo, J., 1994, Bangsbo et al., 1991; Mohr, M. et al., 2005). É importante notar que a concentração de lactato em jogadores de futebol é largamente dependente do padrão de atividade do jogador. Realmente, os valores apresentados de lactato são positivamente correlacionados com o aumento do trabalho realizado previamente antes da coleta de sangue (Bangsbo, J., 1994).

Uma maior taxa de remoção do lactato depende da sua concentração, da atividade em períodos de recuperação e da capacidade aeróbia. Quanto maior a concentração de lactato, maior sua taxa de remoção (Bangsbo, J., 1994). É importante notar que jogadores de futebol com um alto VO_2 máx podem ter menores concentrações de lactato, por causa de uma melhor recuperação após a realização de exercícios intermitentes de alta intensidade. Isto é devido a um aumento da resposta aeróbia, aumento da taxa de remoção do lactato e melhora da ressíntese de fosfocreatina. Realmente, o maior VO_2 máx resulta em menores níveis de lactato sanguíneo e muscular para uma mesma intensidade absoluta submáxima, isto é devido a uma menor produção de lactato como resultado de um aumento da liberação de energia pelo sistema aeróbio e aumento da sua taxa de remoção (Tomlin, D.L., & Wenger, H.A., 2001).

4 MÉTODOS

4.1 Caracterização do estudo

Este estudo caracterizou-se pelo tipo quase experimental, descritivo e com delineamento semi-experimental que avaliou o efeito da desidratação no desempenho cognitivo de atletas de futebol. Dez jogadores de futebol da categoria juvenil realizaram testes de TR de escolha durante exercício na esteira ergométrica, simulando intensidades que ocorrem em partidas de futebol.

Os testes foram realizados em duas diferentes situações:

HID: com reposição de água pura durante o exercício;

DES: sem reposição de água pura durante o exercício.

Utilizamos o TR de escolha nesse estudo, pois entendemos que na prática esportiva os indivíduos selecionam uma resposta entre as várias possibilidades que existem para cada estímulo que recebem durante uma partida.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Pró-Reitoria de Pesquisa da UFRGS.

4.2 Fator em estudo

Uso de água como reidratante durante exercício intermitente para verificar o efeito desta sobre o desempenho cognitivo, através do teste de TR quando comparado à mesma atividade sem uso do líquido.

4.3 Desfecho clínico

Comportamento do tempo de reação (TR) observado em diferentes momentos das sessões de testes nas situações hidratado (HID) e desidratado (DES).

4.4 Participantes

Jogadores de futebol da categoria juvenil (16-18 anos) do Sport Club Internacional da cidade de Porto Alegre.

Dez atletas, jogadores de futebol, da categoria juniores do Sport Club Internacional, da cidade de Porto Alegre, participaram deste estudo, com idade (média±desvio padrão) ($17\pm 0,8$ anos), massa corporal ($69,02\pm 5,6$ kg), altura ($1,72\pm 6,4$ m), todos do sexo masculino. Utilizamos como critério de exclusão da amostra: a) presença de lesão muscular ou outra injúria que prejudicasse o desempenho físico durante a sessão de teste; b) informação sobre registros prévios de problemas neurológicos; c) presença de déficit de acuidade visual e daltonismo.

Todos os participantes assinaram termo de consentimento informado (Anexo A), e os procedimentos metodológicos seguiram os dispostos na resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (1996).

4.5 Instrumentos

- Ficha Individual para registro dos dados (anexo B):

Esta ficha foi preenchida para cada participante em cada uma das situações de teste (sessão prévia, HID e DES).

- Esteira ergométrica Inbramed, modelo ATL 10200

A esteira ergométrica utilizada permitia a programação da velocidade utilizada a cada momento do teste.

- Câmara ambiental Russels:

A câmara ambiental mede aproximadamente 3m x 3m isolada termicamente que possui um dispositivo que permite regular a temperatura e a umidade relativa do ar interna.

- Balança digital plena

A balança digital Plena para medir a massa corporal dos indivíduos e apresenta os resultados de 100/100g.

- Freqüencímetro Polar S-610

O freqüencímetro possui uma cinta utilizada na região peitoral e um relógio que registra a FC do indivíduo durante a atividade. A cinta possui um sensor que emite a FC ao relógio permitindo a leitura da FC com maior exatidão durante o exercício.

- Escala de Borg:

A escala de Borg é um instrumento que permite ao indivíduo classificar a sua percepção ao esforço a que está submetido durante um exercício físico.

- Medidor de TR:

O medidor de TR foi um sistema customizado (Oliveira et al., 2004) que possibilitou medir o TR simples e de escolha e o TM, tanto de membros superiores quanto de membros inferiores. O equipamento constitui-se de uma caixa central (14,5 x 9,5 x 5,5cm) com dois sinalizadores luminosos (ou auditivos) e duas teclas correspondentes, as quais disparam e interrompem o cronômetro ao serem acionadas. Esta caixa é acoplável à porta paralela de um computador com um *software*, desenvolvido em linguagem *Qbasic*. Este *software* permite a programação prévia do número de estímulos a serem disparados conforme protocolo de coleta, com o pré-período devidamente randomizado entre 1 e 4 segundos. As medidas de TR (simples e/ou de escolha), além de impressas na tela, são armazenadas em arquivos-texto (.txt), permitindo que a leitura e a análise dos dados sejam realizadas

posteriormente. Além disso, o equipamento dispõe de um módulo no qual um interruptor de contato pode ser acoplado, o qual se constitui de dois sensores distintos que podem ser usados a certa distância pelos avaliados. Para o uso de ambos os módulos, o sinalizador luminoso pode ser posicionado, também, à distância, conforme interesse do avaliador. A precisão desse equipamento está diretamente relacionada à velocidade do processador do microcomputador no qual está conectado.

4.6 Procedimentos

4.6.1 Sobre as sessões

Cada jogador participou de três sessões experimentais nas quais realizou o mesmo protocolo de exercício nas mesmas condições.

A primeira sessão foi uma preliminar para se determinar o potencial grau de desidratação que poderia ocorrer durante a atividade e para a familiarização com os testes de TR. Esta sessão realizou-se dentro de uma câmara ambiental, com temperatura de 34°C e umidade relativa do ar de aproximadamente 50%. O potencial grau de desidratação foi determinado pela pesagem anterior e posterior ao exercício, descontando a quantidade de líquido ingerida e descartada a urina vertida antes das pesagens. Nessa sessão, os participantes puderam ingerir água *ad libitum*.

Após essa sessão, realizaram-se duas sessões experimentais, nas quais foram efetuados os testes cognitivos (TR), estas sessões foram separadas por, no mínimo, uma semana e, no máximo, duas semanas, mantidas nas mesmas condições dentro da câmara ambiental. Essas sessões tiveram ordem randomizada, onde, em uma situação, os sujeitos ingeriram água (HID) durante a realização do exercício, e na outra situação, esses sujeitos foram mantidos sem ingestão de líquidos (DES) para induzir a desidratação decorrente do exercício. A quantidade de água ingerida na situação HID foi individualizada, correspondendo a 90% do volume do indicado

pela quantidade de suor perdido na sessão preliminar e dividida em nove porções, que foram distribuídas após cada teste de TR, e três vezes esta porção no intervalo entre os dois tempos de 45 minutos.

Os participantes foram instruídos a manter suas atividades diárias normais nos dias que antecederam as sessões experimentais. Nas 24h que antecederam os testes, as refeições foram padronizadas quanto à energia, carboidratos e proteínas relativos à massa corporal de cada indivíduo. (Anexo C).

Os sujeitos não executaram outro exercício físico nas 24h que antecederam as sessões e chegaram ao laboratório 60 minutos antes do início do experimento para uma hidratação inicial e repouso, tendo realizado a última refeição entre 30-60 minutos antes deste horário. Todos os indivíduos receberam, na chegada, uma garrafa com líquido energético na proporção de 1g de carboidrato por quilograma de massa corporal, diluídos em água na proporção estabelecida no rótulo do produto, aproximadamente $1\text{g}\cdot 5\text{mL}^{-1}$ de água, evitando-se desta forma que eles estivessem em diferentes condições de hidratação antes dos testes.

4.6.2 Sobre o exercício

Os jogadores fizeram um aquecimento de 8 minutos em bicicleta ergométrica com carga de 75W antes de começar a atividade na esteira ergométrica.

O protocolo do exercício incluiu dois tempos de 45 minutos, composto de três etapas de 15 minutos cada, com intervalo de 15 minutos entre o primeiro e o segundo tempo. Em cada etapa foram intercaladas uma caminhada e três corridas em diferentes velocidades. Essa atividade foi padronizada para todos os atletas. No intervalo, ocorreu o período de descanso, no qual o atleta permaneceu sentado, fora da câmara ambiental.

Essas etapas consistiram de uma corrida moderada a $9\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ por 2,5 minutos, uma corrida intensa a $15\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ por 2 minutos, seguida de uma

corrida moderada novamente a $9\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ por 2,5 minutos, e finalizando com uma caminhada a $5\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ por 8 minutos, perfazendo um total de aproximadamente 1,9km por etapa (de 15 minutos) ou 5,75km por tempo de teste (de 45 minutos), equivalente a distância percorrida por um jogador de futebol durante uma partida (Helgerud et al., 2001a; Mohr et al., 2003; Rienzi et al., 2000; Thatcher & Batterham, 2004)

Os atletas fizeram os testes de TR no repouso, antes do aquecimento, dentro da câmara ambiental, e também no início da caminhada e ao final das corridas. Neste momento o pesquisador entrava na câmara ambiental, auxiliava os participantes para que se enxugassem rapidamente, registrava o teste de percepção ao esforço (TPE) por meio da escala de Borg que estava afixada dentro da câmara ambiental, verificava e registrava a FC. Após este procedimento, os indivíduos realizaram os testes de TR sozinhos e com as luzes da câmara ambiental apagadas e em silêncio dentro do laboratório.

O controle dos testes de TR, ou seja, o TREM ficava do lado de fora da câmara, ligado ao computador que registrava os resultados. Cada bateria de testes era liberada pelo pesquisador através do equipamento sem a necessidade de entrar na câmara ambiental interferindo na concentração do atleta.

Os atletas vestiam apenas calção, meia e tênis, que foram retirados para as pesagens, que ocorreu após enxugarem o suor corporal. Na sessões em que os indivíduos ingeriam água fresca, a mesma era oferecida pelo pesquisador após os testes de TR.

Antes do início dos testes, após o repouso, houve uma coleta de sangue para se verificar a osmolaridade plasmática, o hematócrito e a concentração de hemoglobina e, ao final de todos os testes, houve nova coleta de sangue para verificar os mesmos parâmetros sangüíneos e também a concentração do lactato antes dos testes. Estes parâmetros permitiram calcular também o percentual de mudança do volume plasmático no decorrer do teste, conforme Dill e Costill (1974).

A coleta do sangue na veia antecubital ou radial foi realizada por um profissional habilitado, retirando o sangue a vácuo e reservando-o em temperatura ambiente para posterior envio das amostras ao laboratório, com exceção do lactato que era medido em um lactímetro imediatamente após a coleta. As amostras eram enviadas ao laboratório para análise em dois momentos, no início da tarde e no final da noite. A tabela 1 mostra a distribuição dos testes, medições e o tempo do exercício.

O material utilizado foi da marca BD, em *vacutainers* de 5ml, com EDTA para a amostra do hemograma e seco para a osmolaridade plasmática. A análise do hemograma foi realizada em equipamento automático, e a osmolaridade plasmática foi determinada pelo método de crioterapia.

Tabela 1: Distribuição dos testes

Cheg	Rep 45 min	Pré aquec	Aquec 8 min	T1 45 min			Intervalo	T2 45 min			Final
				Et1	Et2	Et3		Et4	Et5	Et6	
		P					P				P
				TPE	TPE	TPE		TPE	TPE	TPE	
		FC		FC	FC	FC		FC	FC	FC	
		TR _(repouso)		TR	TR	TR		TR	TR	TR	
		SG									SG
HI				H	H	H	H(3doses)	H	H	H	

Onde:

HI: hidratação inicial (líquido energético em quantidades personalizadas e proporcional à perda de suor da primeira sessão de familiarização)

P: pesagem após descarte de urina, secagem corporal e sem vestimenta

FC: frequência cardíaca

TPE: teste de percepção ao esforço – Escala de Borg

TR: tempo de reação

SG coleta de sangue

H: momento de hidratação apenas na situação HID

4.6.3 Sobre o teste

O teste de TR de escolha, que ocorreu ao final de cada etapa do exercício, durante a caminhada, consistiu de 30 medidas aleatórias de TR para cada sujeito, com dois blocos de 15 tentativas, e com intervalo de, aproximadamente, trinta segundos. O intervalo entre as tentativas não excedeu 15 segundos, e o pré-período foi programado para ser aleatório entre 2 e 4 segundos.

O teste de TR consistiu na resposta do sujeito a estímulos luminosos emitidos pelo equipamento, por meio do movimento de pressão do dedo polegar em um botão de contato posicionado em cada uma das suas mãos, ligados por um fio ao equipamento, permitindo que os sujeitos pudessem realizar o teste durante o exercício com o indivíduo caminhando na esteira. (figura 6). Foram oferecidos dois tipos de estímulos luminosos, luz vermelha e verde de forma compatível com os sensores posicionados nas mãos do indivíduo. As lâmpadas estavam afixadas em um painel preto com medidas aproximadas de 1m x 1m e este estava posicionado em frente à esteira ergométrica na altura dos olhos dos atletas.

Todos os participantes receberam a instrução de responderem ao estímulo o mais rápido possível. As respostas incorretas, aquelas contabilizadas por erro de tarefa (escolha do botão incorretamente) não foram substituídas pelo *software*, mas foram registradas e contabilizadas como erros. Os erros antecipação/dispersão os quais ocorreram por antecipação (liberação do sensor antecipadamente ao estímulo), por dispersão (liberação do sensor após 600mseg) ou zero absoluto também foram registrados e contabilizados como erros.

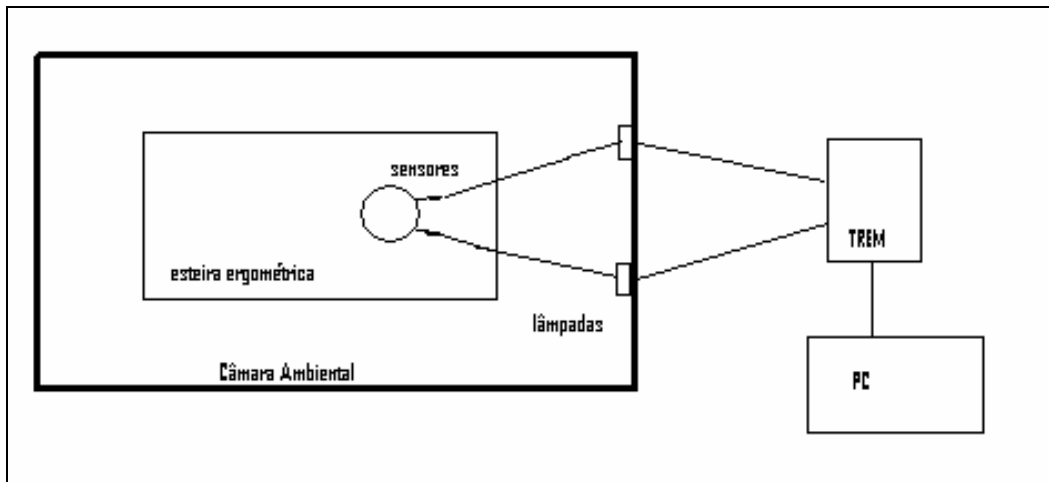


Figura 6: Ilustração do esquema de distribuição dos equipamentos durante os testes.

4.7 Identificação das variáveis

Variáveis Dependentes: TR, FC, TPE.

Variáveis Independentes: Grau de hidratação e intensidade do exercício

4.8 Análise estatística

Para as variáveis TR, FC e erros, foi realizada estatística descritiva padrão e ANOVA 2 X 3 para medidas repetidas, tendo os fatores estado de hidratação (2 níveis: hidratado, desidratado) e tempo dos testes (3 níveis: repouso; tempo 1 (T1); tempo 2 (T2)) como medidas repetidas. Testes *post hoc* (Bonferroni) foram calculados para identificar as diferenças entre os fatores. Testes de esfericidade dos dados foram realizados e, para os casos em que níveis significativos foram encontrados, devida correção foi efetuada. Níveis de significância foram estabelecidos a $p < 0,05$. Para a TPE que foi verificada durante o exercício, foi utilizado o mesmo tratamento estatístico, porém, de ANOVA 2 X 2. Para a comparação entre os grupos no repouso e final dos testes, como no caso dos parâmetros sanguíneos, foi aplicado teste T para amostras pareadas. Todos os resultados foram apresentados como em

média \pm desvio padrão. As análises foram realizadas no programa SPSS (*Statistical package for social sciences*), versão 10.0.

5 RESULTADOS

5.1 Características e parâmetros sanguíneos

Participou deste estudo um grupo de jovens atletas ($17\pm 0,8$ anos), cujas características físicas e fisiológicas iniciais, como massa corporal, nível de hidratação e os parâmetros sanguíneos, nos momentos dos testes em cada condição do estado de hidratação estão descritas na tabela 2.

Tabela 2 – Diferenças de massa corporal, porcentagem de desidratação e parâmetros sanguíneos.

	Desidratado			Hidratado			DES*HID
	Pré Média±DP	Pós Média±DP	p	Pré Média±DP	Pós Média±DP	p	p
Massa corporal (kg)	69,02±5,61	66,75±5,38	<0,001*	68,86±5,29	68,77±5,79	0,788	<0,001*
Dif. massa corporal (kg)		2,27±0,47			0,09±1,03		<0,001*
Desidrat (%)		3,85±0,85			0,17±1,40		<0,001*
Osm Plasm (mOsm/L)	285,70±4,79	290,10±4,51	0,003*	281,10±8,08	276,70±6,93	0,249	0,022*
Ht (%)	44,33±3,38	47,40±2,48	0,001*	44,07±3,08	45,11±2,79	0,016*	0,004*
Hb (g/dL)	14,63±1,14	15,77±0,94	<0,001*	14,62±1,08	15,07±0,90	0,015*	0,026*
VPlasm (%)	55,67±3,38	48,73±2,17	<0,001*	55,93±3,08	53,21±2,92	0,008	0,003*
Dif. Vol Plasm (%)		-12,52			-4,58		0,002*
Lactato (mmol/L)		2,00±0,76			2,01±0,39		0,975

*p<0,05

Os indivíduos, no momento anterior às sessões dos testes nas duas situações, em média, não diferiram quanto aos níveis de massa corporal (p=0,663), osmolaridade plasmática (p=0,067), hematócrito (p=0,972), hemoglobina (p=0,889) e volume plasmático (p=0,760).

5.2 Parâmetros comportamentais

Os resultados da avaliação do TR mostraram que não houve efeito do fator hidratação sobre o TR dos atletas no decorrer dos testes (Figura 7). Todavia, a ANOVA mostrou efeito do fator tempo do teste [Wilk's Lambda 0,020 $F_{(0,2)} = 6,598$; $p < 0,005$] cujo *post hoc* revelou aumento do TR entre o valor de repouso e os demais momentos de teste (T1 e T2) em ambas as situações ($p < 0,05$).

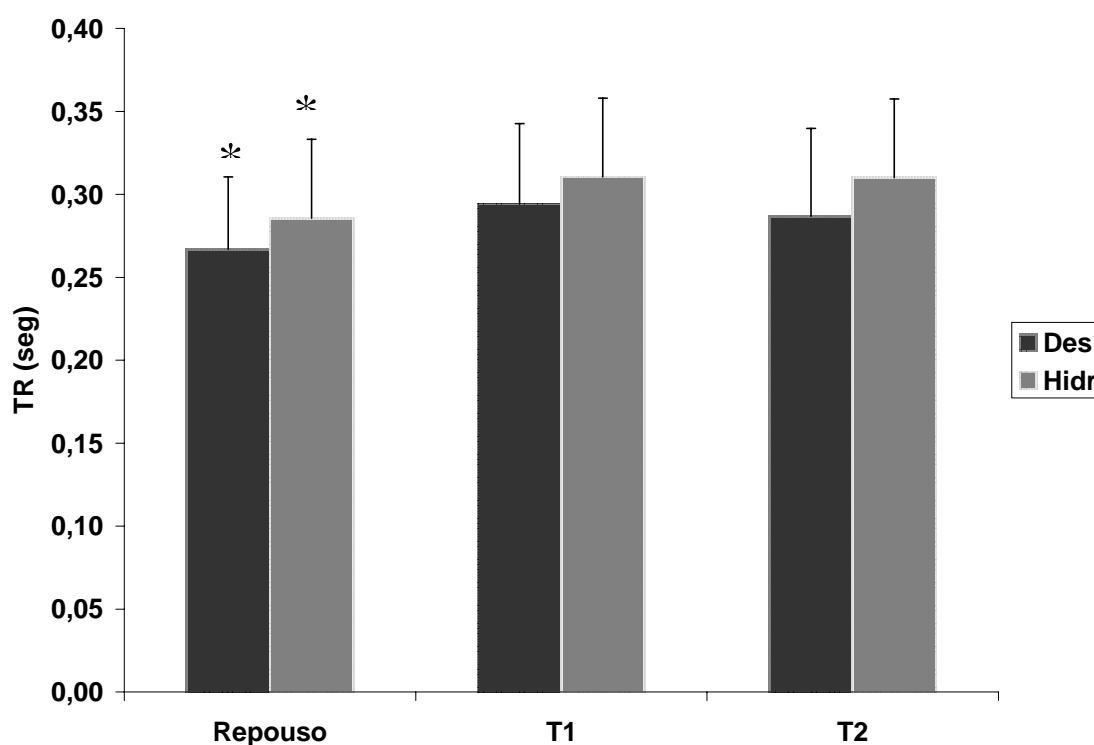


Figura 7 – TR nas duas situações avaliadas e nos diferentes tempos (média±DP)
* valores menores em relação à T1 e T2 em ambas as situações ($p < 0,05$)

Quando avaliado o erro da tarefa, aquele em que o atleta disparou o sensor da posição invertida, observamos que não houve efeito do fator tempo ($F_{(2,18)} = 1,582$; $p = 0,233$); não houve efeito do fator grupo ($F_{(1,9)} = 0,045$; $p = 0,836$) e nem interação entre os fatores tempo x grupo ($F_{(2,18)} = 0,572$; $p = 0,574$). Quando avaliado o erro de antecipação/dispersão, não houve efeito do fator tempo ($F_{(2,18)} = 1,018$; $p = 0,381$), não houve efeito do fator grupo

($F_{(1,9)}=0,338$; $p=0,575$), nem interação entre os fatores tempo x grupo ($F_{(2,18)}=0,110$; $p=0,896$), conforme descrito na tabela 3.

Tabela 3 – Valores dos erros de tarefa e erros de antecipação e dispersão

	Desidratado			Hidratado			DES*HIDR p
	Rep	T1 Média±DP	T2	Rep	T1 Média±DP	T2	
Erro Tarefa	2,10±2,47	1,90±2,08	2,0±2,40	1,0±1,25	2,2±3,77	2,4±1,78	0,574
Erro Antecip	0,2±0,63	0,7±0,67	0,7±0,95	0,5±0,85	0,8±1,48	0,8±0,79	0,896

5.3 Parâmetros fisiológicos

Em relação à FC (figura 8), os resultados mostraram efeito do fator tempo ($F_{(1,27);122,72}=679,99$; $p<0,001$); efeito do fator grupo ($F_{(1,9)}= 5,976$; $p=0,037$) e interação entre os fatores tempo x grupo ($F_{(2,18)}= 7,152$; $p=0,005$).

Os atletas na situação DES aumentaram significativamente a FC em todos os momentos avaliados comparados ao repouso. Na situação HID a frequência cardíaca foi menor no repouso quando comparados aos demais tempos (T1 e T2) que não diferiram entre si. Não foi constatada diferença entre os grupos no repouso ($p=0,196$) e no T1 ($p=0,202$), mas houve diferença estatisticamente significativa no T2 ($p=0,003$).

A taxa de percepção ao esforço, avaliada por meio da Escala de Borg, mostrou efeito do tempo ($F_{(1,9)}=12,14$); $p=0,007$), efeito do grupo ($F_{(1,9)}=5,963$; $p=0,037$), porém não houve efeito da interação tempo x grupo ($F_{(1,9)}=0,511$; $p=0,493$) tanto no grupo hidratado quanto no grupo desidratado (figura 9).

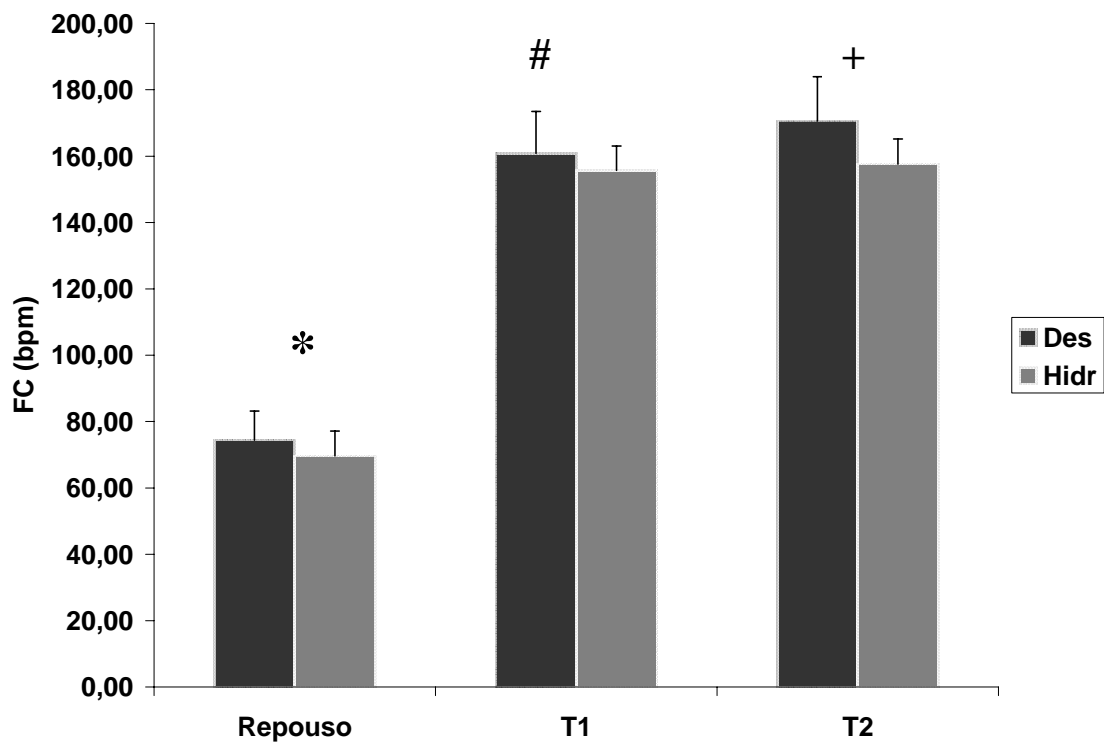


Figura 8 – Valores da FC nas duas situações avaliadas e nos diferentes tempos (média±DP)
 * valores menores em relação à T1 ($p < 0,001$) e T2 ($p < 0,001$) em ambas as situações (DES e HID)
 # valor menor em relação à T2 (DES) ($p < 0,002$)
 + diferença entre os grupos ($p = 0,003$)

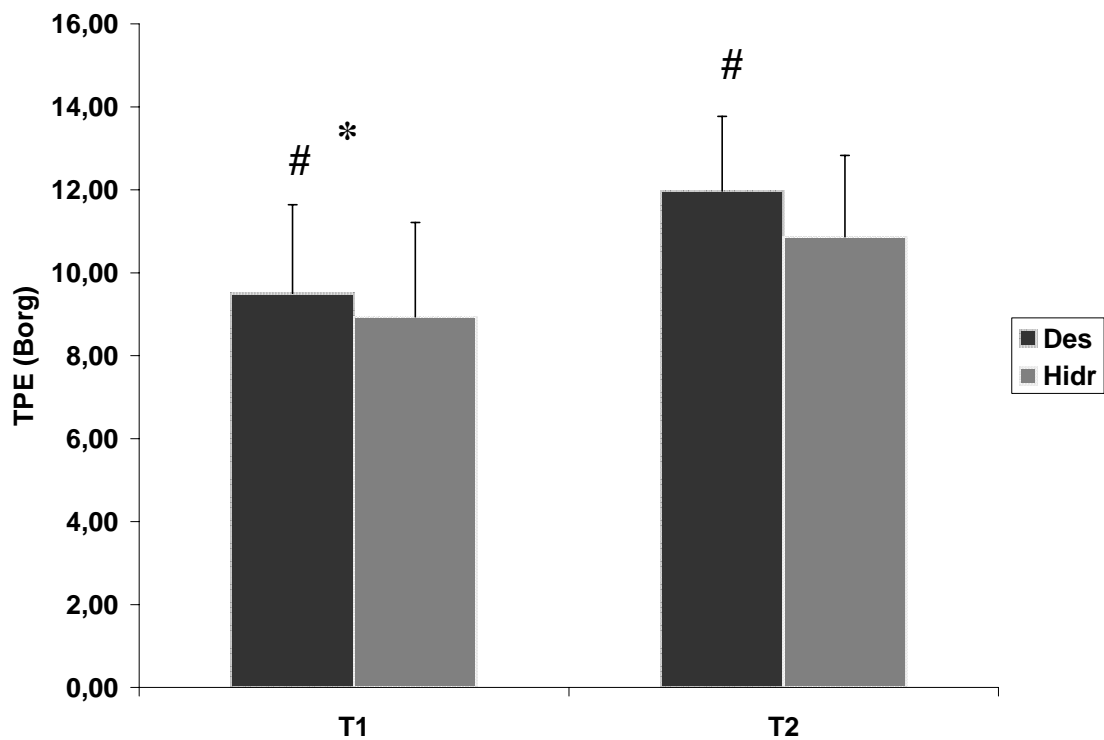


Figura 9 – Valores da TPE nas duas situações avaliadas e nos diferentes tempos (média±DP)
 * valores menores em relação à T2 ($p = 0,007$) em ambas as situações (DES e HID)
 # valores maiores em relação à situação HID ($p = 0,037$)

6 DISCUSSÃO

Esse estudo teve como objetivo verificar o efeito da desidratação no desempenho cognitivo, através do teste de TR de atletas submetidos a exercício intermitente. Especificamente foram analisadas as medidas do TR em diferentes graus de hidratação durante uma atividade que simulava as intensidades de trabalho semelhantes às que ocorrem durante uma partida de futebol. Essa atividade foi executada dentro de uma câmara ambiental para que pudéssemos controlar as variáveis ambientais de temperatura e de umidade, além de isolar o fator da pressão psicológica que ocorre nas partidas. Os resultados, em geral, mostraram que não houve efeito do estado de hidratação sobre o TR desses indivíduos.

Poucos trabalhos foram encontrados na literatura que avaliassem o desempenho cognitivo, por meio do teste de TR, realizados durante o exercício, principalmente, em esteira ergométrica (Etnier et al., 1997). Normalmente observamos protocolos em que os testes são realizados durante as atividades em ciclos ergômetros e muitos outros foram executados após o exercício (Tompsonski, 2003). A necessidade de avaliar o desempenho cognitivo de atletas durante a partida de um jogo de futebol nos motivou a elaborar este protocolo.

São amplamente conhecidos os consensos para hidratação de atletas que indicam que os jogadores iniciem treinos e jogos euidratados, bebendo aproximadamente 500mL de uma bebida esportiva cerca de duas horas antes do evento esportivo, com um consumo adicional de 250mL imediatamente antes de começar a exercitar-se, como prevenção do comprometimento da termorregulação, principalmente, se não for realizada uma boa reposição de líquidos durante o exercício (ACSM, 1996). Durante os exercícios, são recomendados 150mL a 200mL de água ou repositores de energia conforme a necessidade, a cada 10 ou 20 minutos a partir do início do

exercício (ACSM, 1996; Casa et al, 2000) para ajudar a reduzir a queda, que normalmente ocorre, no volume plasmático, ajudando a manter a potência cardíaca, mantendo o fluxo sanguíneo para a pele, promovendo a perda de calor e conseqüentemente, limitando o aumento da temperatura central (Maughan & Burke, 2004).

Nesse estudo, utilizamos como critério de reidratação o volume de líquido perdido na primeira sessão de teste, para que ajustássemos o volume consumido com a capacidade de sudorese de cada indivíduo. Sabemos que podemos obter benefícios ao acrescentarmos carboidratos isoladamente ou adicionado de eletrólitos nas bebidas esportivas, porém a ingestão de água pura já melhora o desempenho no exercício (Maughan & Burke, 2004) e, por essa razão, optamos por utilizar somente a água para evitarmos qualquer benefício do uso de carboidratos e/ou eletrólitos no desempenho cognitivo dos atletas.

Observamos que a água foi suficiente para reidratar os atletas nestas condições, conforme análise dos parâmetros sanguíneos, porém não foi suficiente para alterar a resposta cognitiva medida através do TR. Quanto ao protocolo utilizado em relação à hidratação, ou seja, a oferta de água em intervalos regulares, verificamos que o mesmo mostrou-se satisfatório para reidratá-los, fato que foi confirmado pela osmolaridade plasmática dos sujeitos, conforme parâmetros indicados por Oppliger et al. (2005), possibilitando desta forma a comparação entre as duas sessões de testes. A reidratação apenas com água durante a sessão de teste não interferiu no TR como medida do desempenho cognitivo, mas este procedimento impediu que os atletas atingissem níveis mais significativos de desidratação, contribuindo para a estabilidade da FC no decorrer do teste na situação HID.

A FC mostrou diferença significativa em ambas as situações, não apenas quando comparamos o repouso com os demais tempos, mas também na situação desidratada quando houve diferença entre o T1 e o T2 com a FC aumentando gradativamente no decorrer dos testes como resposta à desidratação, momentos em que os indivíduos aumentam a FC, provavelmente, como resposta à hipovolemia (Sawka et al., 2001).

Quanto à taxa de percepção ao esforço, observamos que os atletas perceberam o efeito do tempo durante as sessões de teste, sentindo o esforço cada vez maior à medida que o teste avançava, principalmente na situação DES. A TPE era maior na situação DES em ambas as situações quando comparadas à situação HID.

Cian et al. (2001) verificou que os indivíduos desidratados pelo calor ou pelo exercício até 2,8% da massa corporal, tiveram a mesma sensação subjetiva de fadiga quando avaliados logo após o período de desidratação. Porém, esses sujeitos foram reidratados de acordo com as perdas de suor que ocorreram no período de desidratação ou mantidos desidratados por mais três horas e aplicado novo teste subjetivo de fadiga, então, nesse momento, aqueles que ingeriram fluidos estavam menos cansados. Ainda nessa situação, os indivíduos que haviam se desidratado pelo calor também estavam menos cansados quando comparados com aqueles que tiveram a desidratação induzida pelo exercício.

Nielsen & Nybo (2003) sugerem que os indivíduos sensíveis percebem a chegada da fadiga subjetivamente e que esta pode ser verificada através da taxa de percepção ao esforço. Além disto, a exaustão durante exercícios em ambientes quentes parece coincidir com o momento em que se atingem altas temperaturas centrais, todavia não sabemos se esta relação não é casual. Os mecanismos que induzem à fadiga central, a partir da hipertermia ainda não estão identificados, mas alterações em um ou mais neurotransmissores podem ser os responsáveis, além do *feedback* de alguns receptores.

Maughan & Burke (2004) sugerem a necessidade de manter-se a concentração de eletrólitos dentro de limites estreitos para a transmissão nervosa, já que a comunicação entre músculos e nervos depende do fluxo da corrente elétrica dentro de cada uma das células. Wilmore & Costill (2001) também alegam que a bomba de sódio potássio é a responsável por manter o potencial de repouso da membrana celular de um neurônio ou por possibilitar um potencial de ação. Durante a desidratação, ocorre uma maior perda de potássio das células para o meio extracelular (Maughan & Burke, 2004), podendo interferir nos impulsos nervosos.

O uso de água pura pode ter alterado a concentração dos eletrólitos circulantes, interferindo na corrente elétrica nas células, porém esse fato não foi medido durante esse estudo. Além disso, sabemos que afora o equilíbrio hídrico, a temperatura corporal, a pressão arterial, a frequência cardíaca, as emoções, entre outros fatores, também afetam o ambiente interno do organismo (Wilmore & Costill, 2001).

Em relação ao protocolo utilizado, salientamos que, inicialmente, os testes de TR foram realizados em repouso, e, posteriormente, durante a caminhada sobre a esteira ergométrica, ou seja, houve a interferência do movimento a partir do T1. Este fato pode explicar o aumento no TR ao longo do tempo quando comparamos o repouso com as demais situações. Durante o exercício, é esperado que o TR fique mais rápido devido ao nível de ativação dos indivíduos (Schmidt & Wrisberg, 2001). Devemos considerar que o movimento da caminhada durante os testes divide a atenção do atleta entre as duas tarefas, ou seja, caminhar e fazer o teste propriamente, e isso pode ter interferido nestes resultados, aumentando o TR, principalmente, se considerarmos a limitação da capacidade de atenção que reduz a habilidade de processar informações.

Além disto, um outro aspecto relevante é que o momento em que os testes foram realizados, ou seja, a caminhada foi a ocasião de menor nível de ativação pelo exercício dentro do protocolo experimental. Para isto, podemos observar o princípio do U invertido, verificando que o desempenho cognitivo é ruim quando temos um baixo nível de ativação (Schmidt e Wrisberg, 2001). Quando observamos a Lei de Hick, percebemos ainda que quando temos duas alternativas de estímulo-resposta, assim como o protocolo deste experimento, o valor médio do TR é de aproximadamente 300msec em repouso, Como esses foram os valores médios encontrados nesse estudo, acredita-se que o baixo nível de ativação pela caminhada e o fato dos testes serem realizados durante a atividade, podem ter contribuído para estes resultados.

As alterações na capacidade de trabalho que ocorrem durante um incremento de esforço fisiológico dependem de vários fatores, entre eles, o grau do *stress* térmico, a duração à exposição às condições de *stress*, as

capacidades e limitações dos indivíduos em relação às tarefas, o nível de desidratação corporal e o estado de aclimação ao calor (Cian, 2000). Como este experimento foi realizado nos meses de junho e julho, em Porto Alegre, momento em que os atletas não estavam aclimatados, ou seja, não havia maior eficiência na capacidade de sudorese dos atletas, impedindo uma maior dissipação do calor que pode ter contribuído para a manutenção da temperatura corporal acima daquela que os indivíduos teriam apresentado se estivessem aclimatados.

Mc Morris (2005) verificou em seu experimento que o exercício afeta tarefas de tempo de movimento que envolve todo o corpo quando comparadas com aquelas puramente cognitivas ou que utilizem apenas o movimento do dedo, consideradas menos complexas, e que provavelmente isso ocorre devido a fatores centrais e não periféricos, como o aumento do lactato e a queda dos neurotransmissores no sistema nervoso periférico. Chmura et al. (1994) e Mc Morris (2000) afirmam que o exercício aumenta o nível de ativação do SNC e Tomporowski (2003) mostra que há uma tendência de que após exercícios intensos as respostas do TR são mais rápidas do que após um período de repouso.

Diversos efeitos da estimulação simpática são importantes durante o exercício físico. Este sistema produz uma descarga maciça pelo corpo, preparando-o para a ação e, entre eles, podemos citar o aumento da FC, a vasodilatação periférica, permitindo que mais sangue chegue aos músculos esqueléticos ativos, o aumento da atividade mental, permitindo melhor percepção dos estímulos sensoriais e maior concentração sobre o desempenho, a liberação da glicose pelo fígado para a corrente sangüínea como fonte de energia, assim como ocorre a conservação da energia reduzindo funções que não são diretamente necessárias como a digestão e a função renal (Wilmore e Costill, 2001).

A hipótese desse estudo foi de que a desidratação prejudicaria o desempenho cognitivo desses indivíduos quando submetidos a exercício intermitente, porém esta hipótese não foi confirmada.

Sabemos que os níveis de desidratação superiores a 2%, como os que ocorreram nesse estudo, que foram em média 3,85%, levam a uma queda do desempenho aeróbico (Barr, 1999, González-Alonso, 2000, Sawka et al., 2001), afetam a força muscular (Casa et al., 2000) e o funcionamento do sistema nervoso central, interferindo nas funções de processamento de informações e memória (Tomprowski, 2003, Cian, 2001), reduzindo as habilidades cognitivas (Gopinathan et al., 1998).

Dougherty et al. (2006) constatou uma expressiva redução no desempenho ao realizar testes práticos de jogadores de basquete durante simulação de jogo quando esses atingiram uma redução de 2% da massa corporal quando comparados em uma situação em que esses foram mantidos euidratados. Além disso, o desempenho em alguns testes melhorou significativamente quando a reidratação foi feita com líquido contendo 6% de carboidrato.

Herrera e Rojas (2001) encontraram diferenças no TR de indivíduos submetidos a um protocolo de exercícios de 90 minutos em ciclo ergômetro com intensidade de 70% da FC máxima dos sujeitos, buscando a desidratação. O TR foi avaliado através do Teste da Mão de Nelson. Nesse estudo, os indivíduos paravam por 10 minutos a cada 30 minutos de exercício para a realização dos testes e, na situação hidratada, os indivíduos foram reidratados com bebida energética que continha 6% de carboidratos, 0,46g de sódio e 0,13g de potássio por litro. Portanto, observam-se diversos fatores que podem ter contribuído para a melhora no TR, entre eles a presença de carboidrato e eletrólitos no líquido reidratante e o fato dos testes serem realizados nos intervalos do exercício.

Diversas teorias sustentam a idéia de que o exercício beneficia a função cognitiva, devido à secreção de substâncias que facilitam o funcionamento cerebral, como as encefalinas (Sanabria, apud Herrera & Rojas, 2001) ou pelo aumento do fluxo sangüíneo cerebral, facilitando o transporte de nutrientes como a glicose ou o oxigênio (Chodzko-Zadjo, 1991).

Em casos de hipertermia, ocorre uma redução do fluxo sangüíneo cerebral em aproximadamente 20% que parece estar relacionada com mudanças na tensão arterial de CO₂. As conseqüências da redução desse fluxo

sangüíneo ainda não estão totalmente entendidas. A taxa de captação de oxigênio cerebral não estava prejudicada, e sim aumentada em aproximadamente 7% durante a hipertermia. A contínua redução do fluxo na artéria cerebral, durante exercícios com progressiva hipertermia, indica que o fluxo pode continuar diminuindo e a temperatura central aumentando durante exercícios no calor. Parece não haver evidências de que com isto ocorra uma redução de glicose cerebral, portanto, talvez o prejuízo maior fique na remoção inadequada do calor pelo baixo fluxo sangüíneo (Nielsen & Nybo, 2003).

Isto pode nos fazer pensar que a manutenção da glicose e do oxigênio para o cérebro é priorizada em situações adversas, ou seja, talvez ocorra o esgotamento de outros fatores, mas com prioridade para o SNC, assim como pode ter ocorrido durante os testes de TR neste experimento.

O erro também foi utilizado como parâmetro de avaliação do desempenho cognitivo dos atletas de duas formas distintas. O erro de tarefa, ou seja, o erro em que o atleta respondeu equivocadamente ao teste de TR, na escolha do sensor errado para disparar o sinal, e o erro de antecipação/dispersão que foi considerado o erro com valores negativos ou antecipatórios, o zero absoluto e os valores considerados retardatários, acima de 600mseg considerando o dobro do tempo necessário para esta tarefa, segundo a Lei de Hick. Em ambas as situações na análise dos erros, não houve diferença significativa em nenhuma das situações observadas, indicando que o estado de hidratação não interferiu no número de erros executados durante os testes.

No estudo de Sherman & Marino (2006) que comparou os efeitos do nível de hidratação sobre o desempenho em testes de TR, também não foi encontrada diferença nos tempo de TR nas diferentes situações testadas. As medições de TR ocorreram no repouso, a 20 e 40 minutos do início e ao final do teste durante atividade em ciclo ergômetro e apresentaram melhores tempos de TR aos 40 minutos e ao final do exercício quando comparados com o repouso.

Sabemos que no futebol a limitação física é um problema que pode ocorrer no segundo tempo da partida, levando ao comprometimento do desempenho físico (Stroyer et al., 2004). Isto pode acontecer apesar da

eficácia do desempenho cognitivo quanto ao processamento da informação nestas situações. As tarefas cognitivas como o TR ou tempo de resposta vão do estímulo à resposta (figura 10) e são independentes da atividade motora. Neste experimento a ação correspondeu simplesmente à liberação de um sensor pressionado pelo dedo polegar que deveria ser solto à percepção do estímulo, ou seja, este movimento não dependia de grandes grupos musculares envolvidos nem de outras variáveis fisiológicas como a capacidade aeróbica. (Mc Morris, 2005).

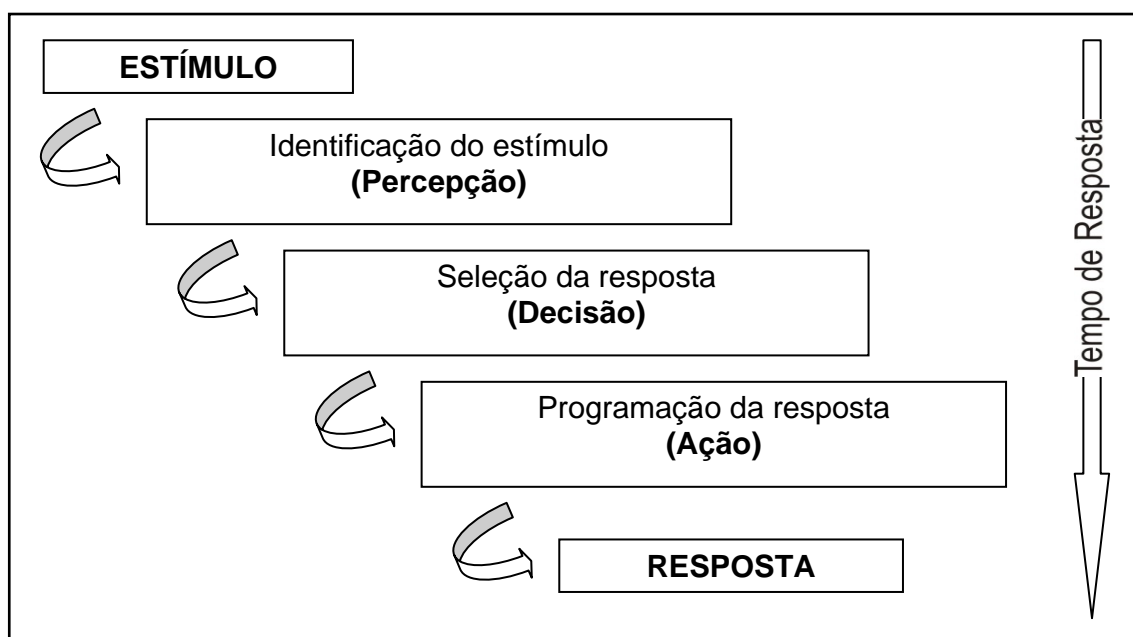


Figura 10 – Processamento da Informação. (Fonte: Schmidt e Wrisberg, 2001)

Em partidas de futebol, outras respostas que envolvam o controle motor, ou seja, tarefas mais complexas podem necessitar de força ou da capacidade aeróbica e podem também não ser executadas de maneira eficaz pelo comprometimento de outros fatores, mas não do desempenho cognitivo.

Baseando-se nos resultados desse experimento, podemos afirmar que para um satisfatório desempenho cognitivo dos atletas, a adequada hidratação desses indivíduos antes do exercício seria suficiente para manter o TR adequado, contrariando as indicações de hidratação habituais para esportes como o futebol, de ingerir 100 - 200mL de líquidos a cada 10 - 20 min (Casa et al., 2000). Ou seja, a desidratação não interferiu no desempenho cognitivo dos atletas quando comparado com o grupo que se hidratou durante os testes. Talvez o uso de líquidos reidratantes contendo carboidratos e sais

minerais poderiam mostrar um diferente desempenho cognitivo nessas situações, porém, isso não foi objeto deste estudo.

Ainda existem controvérsias sobre o efeito do exercício no desempenho cognitivo. É muito difícil resumir os tipos e intensidades dos exercícios físicos, o nível de aptidão física dos participantes, bem como o tipo de tarefa cognitiva de todos os estudos citados nesse trabalho. Porém, muitos trabalhos sugerem a possibilidade da interferência do exercício físico e da desidratação no desempenho cognitivo. Concluindo, no presente estudo a desidratação não afetou o TR em atletas de futebol quando comparado com a hidratação com água pura durante os testes.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo demonstraram que os jogadores de futebol não reduzem o TR quando desidratados por um exercício que simula uma partida de futebol, quando comparados com a reidratação com água pura.

O protocolo utilizado de exercícios no calor levou os indivíduos a uma desidratação corporal de 3,85% quando não ingeriram líquidos. Estes níveis de desidratação podem ocorrer em partidas de futebol, durante dias quentes de verão.

Limitações do estudo

Os testes de TR foram realizados com sensores nas mãos devido ao protocolo de exercícios que deveria simular intensidades de atividades do futebol, como as corridas e caminhadas. Não poderíamos utilizar os sensores nos pés, que seria recomendado para testes com jogadores de futebol, pois isto não permitiria a execução dos testes durante os movimentos recomendados.

Perspectivas de estudos futuros

Avaliar o efeito da desidratação no desempenho cognitivo de atletas comparando diferentes tipos de bebidas, como a água, a água com sais, a água com carboidratos e a água com carboidratos e sais minerais.

Avaliar o desempenho cognitivo de atletas comparando diferentes intensidades de exercícios físicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science of Sports Exercise*, v.28, n.1, p.i-vii, 1996.
2. ANDO, S. N.; ODA, S. Practice effects on reaction time for peripheral and central visual fields. *Perceptual and Motor Skills*. v. 95, n.3, p. 747-752, 2002.
3. BANGSBO, J. Energy demands in competitive soccer. *Journal of Sports Sciences*. v.12 Spec No:S5-12, 1994.
4. BANGSBO, J. The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavia Suppl.* 619, p.1-155, 1994.
5. BANGSBO, J., NORREGAARD, L., and THORSO, F. Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Sciences*. v.16, p.110-116, 1991.
6. BARR, S. I. Effects of Dehydration on Exercise Performance. *Canadian Journal of Applied Physiology*. v.24, n.2, p.164-172, 1999.
7. BREBNER, J. T.; WELFORD, A. T. *Introduction: an historical background sketch*. In A. T. WELFORD (ed.), *Reaction Times*. p. 1-23, New York: Academic Press, 1980.
8. CALLEGARI – JAQUES, S. M. *Bioestatística: princípios e aplicações*. Porto Alegre, ARTMED, 2003.
9. CASA, D.J. , ARMSTRONG, L.E., HILLMAN, S.K., MONTAIN, S.J., REIFF, R.V., RICH, B.S.E., ROBERTS, W.O., STONE, J.A. National Athletic Trainers' Assotiation. Position Statement: Fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training*, v. 35, p.212-224, 2000.
10. CHMURA, J.; NAZAR, K.; KACIUBA-USCILKO, H. Choice reaction time during graded exercise in relation to blood lactate and plasma catecholamine threshold. *Journal of Sports Medicine*, v.15, p.172–176, 1994.
11. CHODZKO-ZADJO, W.J. Physical fitness cognitive performance and aging. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. V.23, p. 868-872, 1991.
12. CIAN, C., KOULMANN, N., BARRAUD, P. A., RAPHAEL, C., JIMENEZ, C., MELIN, B., Influence of variation in body hydration on cognitive function: effect of hyperhydration, heat stress and exercise-induced dehydration. *Journal of. Psychophysiology*,. v.14, p.29-36, 2000.

13. CIAN, C.; BARRAUD, P. A.; MELIN, B.; RAPHAEL, C. Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *International Journal of Psychophysiology*. v.42, p.243-251, 2001.
14. COMETTI, G., MAFFIULETTI, N.A., POUSSON, M., CHATARD, J.C., MAFFULLI, N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur. French soccer players. *International Journal of Sports Medicine*. v.22, p.45-51, 2001.
15. CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. Resolução 196/96: Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília, 1996. //conselho.saúde.gov.Br/comissões/ética em pesquisa>acesso em 16 de junho de 2003.
16. COOPER, C. J. Anatomical and physiological mechanisms of arousal, with special reference to the effects of exercise. *Ergonomics*, v.16, p.601-609, 1973.
17. DAVRANCHE, K.; AUDIFFREN, M. Facilitating effects of exercise on information processing. *Journal of Sports Sciences*, v. 22, 00-00, 2004.
18. DELIGNIÈRES, D.; BRISSWALTER, J.; LEGROS, P. Influence of physical exercise on choice reaction time in sports experts: The mediating role of resource allocation. *Journal of Human Movement Studies*, v.27, p.173-188, 1994.
19. DEVLIN, L.H., FRASER, S.F., BARRAS, N.S., HAWLEY, J.A. Moderate Levels of hypohydration impairs bowling accuracy but not bowling velocity in skilled cricket players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. v. 4, n. 2, p. 179-187, 2001.
20. DILL, D. B. and COSTILL, D.L. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma and red cells in dehydration. *Journal of Applied Physiology*. 37:247-248, 1974.
21. DOUGHERTY, K.L., BAKER, L.B., CHOW, M., LARRY KENNEY, W. Two percent dehydration impairs and six percent carbohydrate drink improves boys basketball skills. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. v. 38, n. 9, p. 1650-658, 2006.
22. EASTERBROOK, J. A. The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. *Physiological Review*, v. 66, p.183-201, 1959.
23. ETNIER, J. L.; SALAZAR, W.; LANDERS, D .M.; PETRUZZELLO, S.J.; HAN, M.; NOWELL, P. The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, v.19, p.249-277, 1997.
24. FINE B.J.; KOBRICK, L.; LIEBERMAN, H.R; MARLOWE, B.; RILEY R.H.; THARION W.J. Effects of caffeine or diphenhydramine on visual vigilance. *Psychopharmacology* v.114, p.233-238, 1994.
25. GONZÁLEZ-ALONSO, J.; MORA-RODRIGUEZ, R.; COYLE, E.F. Stroke volume during exercise: interaction of environment and hydration. *American Journal Physiological. Hearth Circ. Physiological*, v.278:p. H321-H330, 2000.

26. GOPINATHAN, P. M.; PICHAN, G.; SHARMA, V. M. Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance., *Archives Environmental Health*, v.43, n.1, p.15-17, 1988.
27. HELGERUD, J. et al. Aerobic Endurance Training Improves Soccer Performance. *Medicine Sciences and Sports Exercise*. v. 11, n. 11, p. 1925-1931, 2001a.
28. HELGERUD, J., ENGEN, L.C., WISLOFF, U., HOFF, J.. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Sciences of Sports Exercise*. v.33, p.925-1931, 2001.
29. HERRERA, A.S.; ROJAS, W.S. Efectos de la deshidratación y la rehidratación sobre los procesos cognitivos de velocidad de reacción, memoria auditiva y percepción visual. *Revista de Ciências del Ejercicio y la Salud*, v.1, p.1-10, 2001.
30. HOFF, J., WISLOFF, U., ENGEN, L.C., KEMI, O.J., HELGERUD, J. Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*. v. 36, p.218-221, 2002.
31. HUGHSON, R. L; GREEN, H.J.; SHARRATT, M.T. Gas exchange, blood lactate, and plasma catecholamines during incremental exercise in hypoxia and normoxia. *Journal of Applied Physiology*, v.79, p.1134-1141, 1995.
32. HUMPHREYS, M. S.; REVELLE, W. Personality, motivation and performance: a theory of relationship between individual differences and information processing. *Psychological Review*, v.91, p.153-184, 1984.
33. ISAACS, L. D.; POHLMAN, E. L. Effects of exercise intensity on an accompanying timing task. *Journal of Human Movement Studies*, v.20, p.123-131, 1991.
34. JACOBSON, B.H.; EDGLEY, B.M. Effects of caffeine on simple reaction time and movement time. *Aviation Space Environmental Medicine* v.58, p.1153-1156, 1987.
35. KAHNEMAN, D. Attention and Effort. *Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.*, 1973.
36. KJAER, M. Epinephrine and some other hormonal responses to exercise in man: with special reference to physical training. *International Journal of Sports Medicine*, v.10, p.2-15, 1989.
37. LACEY, J. I.; LACEY, B. C. *Some autonomic central nervous system interrelationships*. In BLACK, P. (ed.) *Psychological correlates of emotion* (pp. 205-277). New York: Academic Press, 1970.
38. LEHMANN, N.; KEUL, J.; HUBER, G.; DA PRADA, M. Plasma catecholamines in trained and untrained volunteers during graduated exercise. *International Journal of Sports Medicine* v.2, p.143-147, 1981.
39. LUCE, R. D. Response Times: Their Role in Inferring Elementary Mental Organization. New York: Oxford University Press, 1986.
40. MARESH, C.M., GABAREE-BOULANT, L.E., ARMSTRONG, D.A., JUDELSON, J.R., HOFFMAN, J. R., CASTELLANI, J. W., KENEFICK,

- R.W., BERGERON, M.F., CASA, D.J. Effect of hydration status on thirst, drinking, and related hormonal responses during low-intensity exercise in the heat. *Journal of Applied Physiology*, v. 97, p. 39-44, 2004.
41. MAUGHAN, R.J. & BURKE, L.M. *Nutrição Esportiva*. Porto Alegre: Artmed, 2004.
 42. MAUGHAN, R.J.; MERSON, S.J.; BROAD, N.P.; SHIRREFFS, S.M. Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism*, v. 14, p. 327-340, 2004.
 43. Mc GUINNESS, D.; PRIBRAM, K. *The neuropsychology of attention: emotional and motivational controls*. In *The Brain and Psychology*. WITTRICK, M. C (ed.), p. 95-139. Town Publishe, 1980.
 44. Mc MORRIS, T., DELVES, S., SPROULE, J., LAUDER M., HALE B. Effect of incremental exercise on initiation and movement times in a choice response, whole body psychomotor task. *British Journal of Sports Medicine*. v.39, p. 537-541, 2005.
 45. Mc MORRIS, T.; GRAYDON, J. Effect of exercise on cognitive performance in soccer-specific tests. *Journal of Sports Sciences*, v.15, p. 459-468, 1997a.
 46. Mc MORRIS, T.; GRAYDON, J. Effect of exercise on soccer decision-making tasks of differing complexities. *Journal of Human Movement Studies*, v.30, p.177-193, 1996b.
 47. Mc MORRIS, T.; GRAYDON, J. Effect of exercise on the decision-making performance of experienced and inexperienced soccer players. *Research Quartely for Exercise and Sport* ,v. 67, p.109-114, 1996a.
 48. Mc MORRIS, T.; GRAYDON, J. *Effect of exercise on the decision-making performance of college soccer players*. In T. REILLY; J. BANGSBO; M. HUGHES (eds.), *Science and foot-ball: III*. London: E. & F. Spon., p. 290-294, 1997b.
 49. Mc MORRIS, T.; GRAYDON, J. The effect of incremental exercise on cognitive performance. *International Journal of Sport Psychology*, v.31, p.66-81, 2000.
 50. Mc MORRIS, T.; KEEN, P. Effects of exercise on simple reaction times of recreational athletes. *Perceptual and Motor Skills*, v.78, p.123-130, 1994.
 51. Mc MORRIS, T.; MYERS, S.; Mc GILLIVARY, W. W.; SEXSMITH, J. R., FALLOWFIELD, J.; GRAYDON, J; FORSTER, D. Exercise, plasma catecholamine concentration and decision-making performance of soccer players on a soccer-specific test. *Journal of Sports Sciences*, v.17, p.667-676, 1999.
 52. Mc MORRIS, T.; SPROULE, J.; DRAPER, S.; CHILD, R. Performance of a psychomotor skill following rest, exercise at the plasma epinephrine threshold and maximal intensity exercise. *Perceptual Motor Skills*, v. 91, p.553-562, 2000.

53. MOHR, M., KRUSTRUP, P., BANGSBO, J. Fatigue in soccer: a brief review. *Journal of Sports Sciences*. v.23, p.593-599, 2005.
54. MOHR, M., KRUSTRUP, P., BANGSBO, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*. v. 21, p.519-528, 2003.
55. NIELSEN, B; NYBO, L. Cerebral changes during exercise in the heat. *Sports Medicine*, v. 33 (1), p. 1-11, 2003.
56. OLIVEIRA, M.A.; LOSS J.F.; AZEVEDO C.C.F.; PETERSEN, R.D.S. Sistema para medir tempo de reação e tempo de movimento de membros superiores e inferiores In: II Congresso Brasileiro de Comportamento Motor, 2004, Belo Horizonte - Minas Gerais. Anais. Belo Horizonte - Minas Gerais, 2004. p.125.
57. OPPLIGER, R. A., MAGNES, S. A., POPOWSKI, L. A., GISOLFI, C. V. Accuracy of Urine Specific Gravity and Osmolality as Indicators of Hydration Status. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. v. 15, p. 236-251, 2005.
58. POPOWSKI, L.A., OPPLIGER, G.P., LAMBERT, JOHNSON, R.F., JOHNSON, A.K., GISOLFI, C.V. Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Medicine Sciences and Sports Exercise*. v. 33, n. 5, p. 747-753, 2001.
59. PRIBRAM, K. H.; Mc GUINNESS, D. Arousal, activation, and effort in the control of attention. *Psychological Review*, v.82, p.116-149, 1975.
60. RIENZI, E., DRUST, B., REILLY, T. CARTER, J.E.L., MARTIN, A. Investigation of anthropometric and work – rate profiles of elite south American international soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. v. 40, p. 162-169, 2000.
61. SANDERS, A. F. *Elements of Human Performance: reaction Process and Attention in Human Skill*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, New Jersey, 1988.
62. SANDERS, A. F. Towards a model of stress and human performance. *Acta Psychologica*, v.53, p.61-97, 1983.
63. SAWKA, M. N.; MONTAIN, S. J.; LATZKA, W. A. Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* v.128, p.679-690, 2001.
64. SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C.A. *Aprendizagem e Desempenho Motora*. Porto Alegre: Artmed , 2001.
65. SHERMAN, N. MARINO, F.E. The combined effects of hydration and exercise reaction time. *Journal Science Medicine Sport*. V.9, p.157-164, 2006.
66. SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE. Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte - Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. v.9, n.2, p.43-56, 2003.

67. STOLEN, T., CHAMARI, K., CASTAGNA, C., WISLOFF, U. Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*. v.35, p.501-536, 2005.
68. STROYER, J., HANSEN, L., KLAUSEN, K. Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Medicine and Sciences of Sports Exercise*. v.36, p.168-174, 2004.
69. THATCHER, R., BATTERHAM, A. M. Development and validation of a sport-specific exercise protocol for elite youth soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. v. 44, p.15-22, 2004.
70. TOMLIN, D. L., WENGER, H. A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*. v. 31, p.1-11, 2001.
71. TOMPOROWSKI, P. D. Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica*, v.112, p.297-324, 2003.
72. WILMORE, J. & COSTILL, D. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. São Paulo: Manole, 2001.
73. WELSH, R. S.; DAVIS, J. M.; BURKE, J. R.; WILLIAMS, H. G. Carbohydrates and physical/mental performance during intermittent exercise to fatigue. *Medicine and Science Sports Exercise*, v.34, n.4, p.723-731, 2002.
74. YERKES, R. M.; DODSON, J. D. The relation of strength of stimulus to rapidity of habit formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, v.18, p.459-482, 1908.

ANEXOS

ANEXO A: Termo de consentimento informado

Ao assinar este documento, estou consentindo formalmente em participar da pesquisa da nutricionista Lenice Zarth Carvalho, orientanda da Dra. Flávia Meyer, do Programa de Mestrado em Ciências do Movimento Humano. O estudo da pesquisadora Lenice tem o objetivo de verificar o efeito da desidratação decorrente do exercício sobre o desempenho cognitivo de jogadores de futebol em um exercício físico intermitente, sendo realizado no LAPEX da ESEF da UFRGS. As informações coletadas neste estudo serão utilizadas para colaborar na definição de novas estratégias de reidratação para manter o desempenho cognitivo do jogador de futebol durante as partidas.

Recebi da pesquisadora as seguintes orientações:

1. A minha participação na pesquisa iniciará após a leitura, o esclarecimento de possíveis dúvidas e do meu consentimento livre e esclarecido por escrito. A assinatura do Termo de Consentimento Informado será em duas vias, permanecendo uma delas comigo.
2. Terei garantido a confidencialidade e o sigilo referente a minha pessoa, vinculados às informações do estudo.
3. Durante a minha participação na pesquisa, receberei acompanhamento e assistência da nutricionista Lenice Zarth Carvalho.
4. A minha participação na pesquisa envolverá as seguintes fases: reunião para esclarecimento sobre os testes que serão realizados e três situações de testes com duração de noventa minutos cada. Cada sessão será realizada com, no mínimo, uma semana de intervalo.
5. As sessões incluem a realização de um protocolo de exercícios na esteira ergométrica, dentro da câmara ambiental simulando um dia de verão, em diferentes intensidades de corrida e caminhadas, durante as quais serão realizados testes de tempo de reação a cada quinze minutos.
6. Serei monitorado em relação à massa corporal, frequência cardíaca e percepção do esforço durante as atividades.
7. Haverá três coletas de sangue durante cada sessão experimental H e D.
8. No primeiro dia de teste, poderei receber líquidos na quantidade desejada, e nas outras duas situações seguintes, terei consumo de líquido controlado ou não receberei líquido em uma das sessões, conforme recomendação da pesquisadora.
9. Receberei orientações nutricionais básicas quanto à hidratação e à alimentação no dia da sessão e no dia que antecede as sessões.
10. No dia do teste propriamente, chegarei ao laboratório no horário marcado, receberei líquidos com carboidrato para manter o estado de hidratação, aguardarei 45 minutos em repouso, serei pesado, meus batimentos cardíacos serão verificados, farei um aquecimento e começarei o trabalho na esteira ergométrica.
11. No dia das sessões, terei que estar descansado, e com roupas apropriadas para fazer o teste. Terei livre acesso a líquidos reidratantes após as sessões de testes.
12. Durante ou após o exercício, poderão ocorrer desconfortos como cansaço e câimbras.

13. A minha participação na pesquisa será voluntária. Concordando ou recusando em participar, não obterei vantagens ou serei prejudicado em meu clube de origem. A minha participação em todos os procedimentos da pesquisa não implicará no pagamento ou recebimento de qualquer taxa, exceto se houver algum gasto adicional decorrente da minha participação.
14. Necessitando quaisquer esclarecimentos sobre a pesquisa, entrarei em contato pessoal com a pesquisadora ou pelo telefone 9122-2785.

Data:

Nome do participante:

Assinatura do participante:

Nome da pesquisadora responsável: Lenice Zarth Carvalho

Assinatura da pesquisadora responsável:

ANEXO B Ficha dos dados

Nome: _____ Data: _____

Sessão: Previa () D () H ()

Chegada	Repouso 45 min	Pré aquec	Aquec 10 min	Primeiro tempo 45 min			Intervalo	Segundo tempo 45 min			Final
				Etapa1	Etapa2	Etapa3		Etapa4	Etapa5	Etapa6	
				TPE	TPE	TPE		TPE	TPE	TPE	
FC		FC		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
(urina)P		(urina)P					(urina)P				(urina)P
		SG					SG				SG
		TR(10x) +TR1		TR2	TR3	TR4		TR5	TR6	TR7	
HI		H		H	H	H	H(3x)	H	H	H	

Preencher campos realçados em vermelho (P, TPE, FC)

Observar momentos de teste de TR, coleta de sangue e hidratação

ANEXO C Esquemas alimentares

DIETA DE 3431,48 Kcal

Café da manhã

Alimento	Quantidade
Pão Francês	1 unidade
Geléia	Média quantidade
Leite desnatado	1 copo
Nescau	Colheres de sopa
Banana prata	1 unidade

Colação

Gatorade	1 copo pequeno
----------	----------------

Almoço

Alimento	Quantidade
Macarrão	¼ prato raso
Arroz	½ prato raso
Feijão	1 concha
Carne	1 pedaço
Molho	1 colher de arroz
Salada temperada	1 prato pequeno
Suco	1 copo
Flan de chocolate	1 unidade

Lanche da tarde

Gatorade	1 copo pequeno
----------	----------------

Jantar

Alimento	Quantidade
Macarrão	¼ prato raso
Arroz	¼ prato raso
Feijão	1 concha
Carne	1 pedaço
Molho	1 colher de arroz
Salada temperada	1 prato pequeno
Suco	1 copo
Flan de chocolate	1 unidade

Ceia

Alimento	Quantidade
Pão francês	2 unidades
Geléia	Média quantidade
Margarina	Pequena quantidade
Queijo prato	1 fatia
Iogurte	1 saquinho
Banana prata	1 unidade

DIETA DE 3693,72 Kcal

Café da manhã

Alimento	Quantidade
Pão Francês	2 unidades
Geléia	Média quantidade
Margarina	Pequena quantidade
Queijo prato	1 fatia
Leite desnatado	1 copo
Nescau	Colheres de sopa
Banana prata	1 unidade

Colação

Gatorade	1 copo pequeno
----------	----------------

Almoço

Alimento	Quantidade
Macarrão	½ prato raso
Arroz	½ prato raso
Feijão	1 concha
Carne	1 pedaço
Molho	1 colher de arroz
Salada temperada	1 prato pequeno
Suco	1 copo

Lanche da tarde

Gatorade	1 copo pequeno
----------	----------------

Jantar

Alimento	Quantidade
Macarrão	½ prato raso
Arroz	½ prato raso
Feijão	1 concha
Carne	1 pedaço
Molho	1 colher de arroz
Salada temperada	1 prato pequeno
Suco	1 copo

Ceia

Alimento	Quantidade
Pão francês	2 unidades
Geléia	Média quantidade
Margarina	Pequena quantidade
Queijo prato	1 fatia
logurte	1 saquinho
Banana prata	1 unidade

DIETA DE 4066

Café da manhã

Alimento	Quantidade
Pão Francês	2 unidades
Geléia	Média quantidade
Margarina	Pequena quantidade
Queijo prato	1 fatia
Leite desnatado	1 copo
Nescau	Colheres de sopa
Banana prata	1 unidade

Colação

Gatorade	1 copo pequeno
----------	----------------

Almoço

Alimento	Quantidade
Macarrão	½ prato raso
Arroz	½ prato raso
Feijão	1 concha
Carne	1 pedaço
Molho	1 colher de arroz
Salada temperada	1 prato pequeno
Suco	1 copo
Flan de chocolate	1 unidade

Lanche da tarde

Gatorade	1 copo pequeno
----------	----------------

Jantar

Alimento	Quantidade
Macarrão	½ prato raso
Arroz	½ prato raso
Feijão	1 concha
Carne	1 pedaço
Molho	1 colher de arroz
Salada temperada	1 prato pequeno
Suco	1 copo
Flan de chocolate	1 unidade

Ceia

Alimento	Quantidade
Pão francês	2 unidades
Geléia	Média quantidade
Margarina	Pequena quantidade
Queijo prato	1 fatia
Iogurte	1 saquinho
Banana prata	1 unidade

DIETA DE 4066

Café da manhã

Alimento	Quantidade
Pão Francês	2 unidades
Geléia	Média quantidade
Margarina	Pequena quantidade
Queijo prato	1 fatia
Leite desnatado	1 copo
Nescau	Colheres de sopa
Banana prata	1 unidade

Colação

Gatorade	1 copo pequeno
----------	----------------

Almoço

Alimento	Quantidade
Macarrão	½ prato raso
Arroz	½ prato raso
Feijão	1 concha
Carne	1 pedaço
Molho	1 colher de arroz
Salada temperada	1 prato pequeno
Suco	1 copo
Flan de chocolate	1 unidade

Lanche da tarde

Gatorade	1 copo pequeno
----------	----------------

Jantar

Alimento	Quantidade
Macarrão	½ prato raso
Arroz	½ prato raso
Feijão	1 concha
Carne	1 pedaço
Molho	1 colher de arroz
Salada temperada	1 prato pequeno
Suco	1 copo
Flan de chocolate	1 unidade

Ceia

Alimento	Quantidade
Pão francês	2 unidades
Geléia	Média quantidade
Margarina	Pequena quantidade
Queijo prato	1 fatia
Iogurte	1 saquinho
Banana prata	1 unidade

ANEXO D Comitê de ética