

ANDRÉ MONTANHOLI FORNAZIERO

**EFEITOS DE UM JOGO DE FUTEBOL SOBRE
MARCADORES FISIOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS E DE
PERFORMANCE**

Dissertação de mestrado apresentada como pré-requisito para a obtenção do título de mestre em Educação Física, no Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Raul Osiecki

**Curitiba
2009**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **DEUS**, por ter me dado saúde e paz para chegar até aqui.

A toda minha família, especialmente aos meus queridos pais **Sueli** e **Adauto**, e ao meu grande irmão **Bruno**, pelo constante amor, carinho e confiança durante toda essa jornada.

A minha namorada **Laís**, pela demonstração diária de amor, pelo companheirismo a todo o momento e pela paciência para estar ao meu lado e me apoiar em toda ocasião.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Raul Osiecki**, por ter acreditado em meu potencial e pelos ensinamentos diários durante mais de 2 anos de trabalho.

Aos professores **Antonio Carlos Dourado** e **Larissa Daros** pelo auxílio e contribuição acadêmica.

Aos amigos de clube **Marla, Glória, Júlia, Jerson, Parraga, Brunno, Rodrigo Bruns, Rodrigo Rezende, Fernando, Joãozinho, Almir, Gustavo, Lopes, Lucas, Renan, Ricardo** (dentre outros vários) e principalmente aos **atletas** pela grande contribuição nas coletas de dados.

Aos amigos de CEPEFIS **Sara, Ricardo, Luis Felipe, Pedro Ricardo, Paola, Aline** (dentre outros vários) também pelo auxílio nas coletas e pela ajuda no desenvolvimento desse trabalho.

Ao amigo **Gustavo Rezende** pela contribuição nas filmagens dessa pesquisa.

A todos aqueles que não foram citados nesse momento, mas que de alguma forma contribuíram para minha formação acadêmica.

RESUMO

FORNAZIERO, André Montanholi. **Efeitos de um jogo de futebol sobre marcadores fisiológicos, bioquímicos e de performance.** 2009 – Curitiba. Dissertação de Mestrado em Educação Física – Universidade Federal do Paraná.

O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos de um jogo de futebol sobre alguns marcadores fisiológicos, bioquímicos e de performance. Para tanto, 16 atletas juniores de futebol (Idade: $18,2 \pm 0,5$ anos, Peso: $77,4 \pm 4,9$ kg, Estatura: $179,3 \pm 6,4$ cm, %G: $11,5 \pm 1,2$) inicialmente realizaram uma avaliação de esforço máximo na esteira, para a determinação da $FC_{MÁX}$ e $VO_{2MÁX}$. Posteriormente, os atletas foram divididos em dois grupos: experimental ($n=10$) e controle ($n=6$), sendo que o GE participou de uma partida de futebol de dois tempos de 45'. Todos os sujeitos foram submetidos a 4 coletas de sangue intravenoso em função do jogo, sendo elas: repouso após jejum de 12 horas, antes do jogo, no intervalo e após o jogo. As variáveis sanguíneas analisadas foram: lactato, eritrócitos, hemoglobina, hematócrito, leucócitos, plaquetas, CK, LDH, uréia, glicose, cálcio, sódio, potássio e cortisol. Durante toda a partida os atletas tiveram a frequência cardíaca monitorada a cada 5 segundos por meio da utilização de uma fita do conjunto de freqüencímetros Polar Team System. Além disso, toda a partida foi filmada para a quantificação das ações físicas (caminhadas, trotes e piques) e técnicas (desarmes, faltas e passes). Na análise estatística, foi utilizada a técnica descritiva (média, desvio padrão, valor mínimo e máximo), ANOVA para Medidas Repetidas seguida do Post-Hoc de Tukey, além dos Testes T de Student para amostras pareadas (comparação entre os tempos) e não-pareadas (comparação entre os grupos). Para essas análises foi utilizado o software Statistica 6.0, com significância fixada em $p \leq 0,05$. Observou-se que os atletas permaneceram em uma intensidade relativa à FC_{RES} de $75,8 \pm 12,7$ % no primeiro tempo e $74,0 \pm 12,2$ % no segundo tempo. O lactato também demonstrou alterações significativas, com valores de $4,5 \pm 2,2$ no intervalo e $3,2 \pm 1,6$ mmol/l após o jogo. Com relação às variáveis bioquímicas, as que apresentaram aumentos significativos durante o jogo foram: leucócitos, plaquetas, CK, LDH, uréia, glicose e cortisol, indicando também que o primeiro tempo teve uma intensidade maior em relação ao segundo tempo. Além disso, durante todo o jogo os atletas permaneceram a maioria do tempo realizando atividades de baixa ou moderada intensidade, proporcionando momentos para recuperação física. Dessa forma, foi observado que a prática de um jogo de futebol provoca efeitos significativos em marcadores fisiológicos (frequência cardíaca e lactato) e bioquímicos (leucócitos, plaquetas, CK, LDH, uréia e glicose), indicando uma considerável solicitação fisiológica.

Palavras-chave: Futebol, frequência cardíaca, lactato, dano muscular, performance.

ABSTRACT

Effects of a soccer match on physiological, biochemical and performance markers

The purpose of this study was to verify the effects of a soccer match on some physiological, biochemical and performance markers. The sample was composed by 16 professional soccer players (Age: 18.17 ± 0.50 years old; Weight: 77.4 ± 4.9 kg; Height: 179.3 ± 6.4 cm; %BF: 11.5 ± 1.2) who initially performed a maximal effort test on a motorized treadmill aiming to determine the HR_{MAX} and VO_{2MAX} . The athletes were assigned either to an experimental group (GE, line up players; n=10) or to a control group (GC, players who did not participate in the match; n=6). Blood samples were obtained in four moments: (1) at rest; (2) before; (3) during the interval and (4) after the soccer match. Lactate, erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, leukocytes, platelets, CK, LDH, urea, glucose, calcium, sodium, potassium and cortisol were determined by specific analysis. Heart rate was monitored during the match and the subjects were the Polar Team System, and the match was also videotaped for further quantification of physical and technical motor actions. The ANOVA for repeated measures and a Tukey adjustment of post hoc test was used in addition to the Student t test for dependent and independent samples ($p \leq 0.05$). The mean heart rate during the match play was 75.8 ± 12.7 and 74.0 ± 12.2 % $HR_{RESERVE}$ for the first and the second half, respectively. There was statistical significance for the values of lactate on interval (4.5 ± 2.2 mmol/L) and after the match (3.2 ± 1.6 mmol/l). The leukocytes, platelets, CK, LDH, urea, glucose and cortisol concentrations were higher due to the soccer match. During the match, the athletes remained most of the time in low intensity activities, interspersed by periods of physical recovery. The present data suggest that a soccer match causes significant effects on physiological (heart rate and lactate), biochemical (leukocytes, platelets, CK, LDH, urea, glucose and cortisol) and performance markers.

Key words: Soccer, heart rate, lactate, muscle damage, performance.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Estrutura da Molécula do ATP (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001)	19
Quadro 2 – Esquema de Liberação de Energia pela Quebra do ATP (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001).....	19
Quadro 3 – Quebra da Creatina Fosfato pela ação da enzima Creatina Kinase (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001).....	21
Quadro 4 – Formação de ATP por meio do Sistema ATP-CP (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001).....	21
Quadro 5 – Esquema da Ação da Enzima Creatina Kinase (adaptado de McARDLE, KATCH & KATCH, 2003)	43
Quadro 6 – Esquema da Ação da Enzima Lactato Desidrogenase (adaptado de McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).....	45
Quadro 7 – Esquema do Design de Estudo	53
Quadro 8 – Esquema da Divisão dos Grupos	54
Quadro 9 – Esquema do protocolo do teste de esforço máximo na esteira rolante .	56
Quadro 10 – Descrição dos momentos das coletas de sangue.....	59

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Interação entre os sistemas de fornecimento de energia (ROBERGS & ROBERT, 2002)	20
Figura 2 – Interação entre os sistemas de fornecimento de energia (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001).....	23
Figura 3 – Seqüência de Reações do Ciclo de Krebs (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001)	27
Figura 4 – Vias metabólicas comuns na produção de energia (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001).....	29
Figura 5 – Foto da interface e das fitas cardíacas do Polar Team System	58
Figura 6 – Comparativo do peso corporal durante o jogo.....	67
Figura 7 – Comparativo da ingestão de água.....	68
Figura 8 – Comparativo da FC a cada 15' entre os tempos do jogo.....	69
Figura 9 – Comparativo do %FC _{RES} a cada 15' entre os tempos do jogo	71
Figura 10 – Comparativo do lactato sanguíneo durante o jogo	73
Figura 11 – Comparativo dos eritrócitos durante o jogo	75
Figura 12 – Comparativo da hemoglobina durante o jogo.....	76
Figura 13 – Comparativo do hematócrito durante o jogo.....	77
Figura 14 – Comparativo dos leucócitos durante o jogo.....	79
Figura 15 – Comparativo das plaquetas durante o jogo	82
Figura 16 – Comparativo da CK durante o jogo	84
Figura 17 – Comparativo da LDH durante o jogo	86
Figura 18 – Comparativo da uréia durante o jogo	88
Figura 19 – Comparativo da glicose durante o jogo	89
Figura 20 – Comparativo do cálcio durante o jogo	91
Figura 21 – Comparativo do sódio durante o jogo.....	92
Figura 22 – Comparativo do potássio durante o jogo	94

Figura 23 – Comparativo do Cortisol durante o jogo	96
Figura 24 – Comparativo do tempo de ação das atividades durante o jogo	99
Figura 25 – Comparativo do percentual das atividades durante o jogo em relação ao tempo total de jogo.....	100
Figura 26 – Comparativo do número de ocorrências de saltos e estímulos de velocidade	101
Figura 27 – Comparativo do número de desarmes cometidos e sofridos durante o jogo	102
Figura 28 – Comparativo do número de faltas cometidas, sofridas e disputas de bola durante o jogo	103
Figura 29 – Comparativo do número de passes certos, errados e total de passes durante o jogo	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo das concentrações de lactato ao final do primeiro e segundo tempo	25
Tabela 2 – Resumo da quantidade de ATP produzidos por meio do metabolismo de carboidratos (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001)	27
Tabela 3 – Resumo da quantidade de ATP produzidos por meio do metabolismo de uma molécula de ácido palmítico (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001).....	28
Tabela 4 – Comparativo das respostas da FC em jogos de futebol.....	32
Tabela 5 – Comparativo de variáveis antropométricas em atletas de futebol.....	37
Tabela 6 – Comparativo de variáveis cardiorrespiratórias em atletas de futebol.....	37
Tabela 7 – Valores da série vermelha antes e após uma partida de futebol (adaptado de YOUNESIAN et al, 2004)	40
Tabela 8 – Características antropométricas dos 16 atletas	63
Tabela 9 – Comparação das características antropométricas entre os grupos	64
Tabela 10 – Parâmetros cardiorrespiratórios dos 16 atletas.....	65
Tabela 11 – Comparação dos parâmetros cardiorrespiratórios entre os grupos	66
Tabela 12 – Comportamento do peso corporal durante o jogo	66
Tabela 13 – Média \pm DP da ingestão de água.....	67
Tabela 14 – Média \pm DP da frequência cardíaca nos tempos do jogo.....	69
Tabela 15 – Média \pm DP do %FC _{RES} nos tempos do jogo	70
Tabela 16 – Comparativo dos valores individuais de FC _{MÁX} obtidos no jogo e na esteira	71
Tabela 17 – Comportamento do lactato sanguíneo durante o jogo	72
Tabela 18 – Comportamento dos eritrócitos durante o jogo	74
Tabela 19 – Comportamento da hemoglobina durante o jogo	76
Tabela 20 – Comportamento do hematócrito durante o jogo.....	77
Tabela 21 – Comportamento dos leucócitos durante o jogo.....	79

Tabela 22 – Comportamento das plaquetas durante o jogo	81
Tabela 23 – Comportamento da CK durante o jogo.....	83
Tabela 24 – Comportamento da LDH durante o jogo	86
Tabela 25 – Comportamento da uréia durante o jogo.....	87
Tabela 26 – Comportamento da glicose durante o jogo	89
Tabela 27 – Comportamento do cálcio durante o jogo	90
Tabela 28 – Comportamento do sódio durante o jogo	92
Tabela 29 – Comportamento do potássio durante o jogo	94
Tabela 30 – Comportamento do cortisol durante o jogo	95
Tabela 31 – Tempo de ação das atividades durante o jogo	98
Tabela 32 – Percentual das atividades em relação ao tempo total de jogo	99
Tabela 33 – Número de ocorrências de saltos e estímulos de velocidade	100
Tabela 34 – Número de desarmes cometidos e sofridos durante o jogo	102
Tabela 35 – Número de faltas cometidas, sofridas e disputas de bola durante o jogo	103
Tabela 36 – Número de passes certos, errados e total de passes durante o jogo .	104

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

FIFA	Fédération Internationale de Football Association
CBF	Confederação Brasileira de Futebol
ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
IFCC	International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine
VO₂MÁX	Consumo máximo de oxigênio (ml/kg/min)
FC_{MÁX}	Freqüência cardíaca máxima (bpm)
FC_{REP}	Freqüência cardíaca de repouso (bpm)
FC_{RES}	Freqüência cardíaca de reserva (bpm)
ADP	Adenosina Difosfato
ATP	Adenosina Trifosfato
CK	Creatina Kinase
LDH	Lactato Desidrogenase
%G	Percentual de gordura corporal
GE	Grupo Experimental
GC	Grupo Controle

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. JUSTIFICATIVA	17
1.2. PROBLEMA.....	17
1.3. HIPÓTESES	17
1.4. OBJETIVOS	18
1.4.1. Objetivo Geral.....	18
1.4.2. Objetivos Específicos.....	18
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1. DEMANDAS FISIOLÓGICAS NO FUTEBOL.....	19
2.1.1. Sistemas de Fornecimento de Energia.....	19
2.1.1.1. Via Energética Anaeróbia Alática (Sistema ATP-CP).....	21
2.1.1.2. Via Energética Anaeróbia Lática (Sistema Glicolítico).....	22
2.1.1.3. Via Energética Aeróbia (Sistema Oxidativo).....	26
2.1.2. Frequência cardíaca	30
2.1.3. Distância percorrida.....	33
2.1.4. Perfil fisiológico do atleta	35
2.2. COMPONENTES DO SANGUE	38
2.2.1. Eritograma	38
2.2.2. Leucograma.....	40
2.2.3. Contagem de Plaquetas	42
2.3. MARCADORES BIOQUÍMICOS DE DESGASTE FÍSICO	43
2.3.1. Creatina Kinase (CK).....	43
2.3.2. Lactato Desidrogenase (LDH)	45
2.3.3. Uréia	46
2.3.4. Glicose.....	47
2.3.5. Cálcio.....	48
2.3.6. Sódio.....	49
2.3.7. Potássio.....	50
2.3.8. Cortisol.....	51
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	53
3.1. DESIGN DO ESTUDO	53
3.2. PARTICIPANTES.....	53
3.3. DIVISÃO DE GRUPOS	53
3.4. INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS	54
3.4.1. Avaliação Antropométrica.....	55
3.4.2. Teste de Esforço Máximo na Esteira.....	56
3.4.3. Jogo de Futebol.....	57
3.4.3.1. Definição da atividade	57
3.4.3.2. Frequência cardíaca.....	58
3.4.3.3. Coleta de sangue.....	59

3.4.3.4. Peso Corporal, Alimentação e Hidratação	61
3.4.3.5. Determinação das ações físicas e técnicas (filmagem do jogo)	61
3.5. ANÁLISE DOS DADOS	62
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4.1. CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DOS ATLETAS	63
4.2. EFEITOS DO JOGO	66
4.2.1. Peso Corporal e Hidratação.....	66
4.2.2. Marcadores Fisiológicos	68
4.2.2.1. Frequência cardíaca.....	68
4.2.2.2. Lactato.....	72
4.2.3. Marcadores Bioquímicos	74
4.2.3.1. Eritograma	74
4.2.3.2. Leucograma.....	78
4.2.3.3. Contagem de plaquetas.....	81
4.2.3.4. Creatina kinase (CK)	83
4.2.3.5. Lactado desidrogenase (LDH).....	85
4.2.3.6. Uréia	87
4.2.3.7. Glicose.....	88
4.2.3.8. Cálcio.....	90
4.2.3.9. Sódio	92
4.2.3.10. Potássio.....	93
4.2.3.11. Cortisol	95
4.2.4. Marcadores de Performance	98
4.2.4.1. Indicadores físicos.....	98
4.2.4.2. Indicadores técnicos.....	102
5. CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS	108
APÊNDICES.....	117
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	118
APÊNDICE B – FICHA DE ANOTAÇÃO DOS DADOS (ESTEIRA)	122
APÊNDICE C – FICHA DE ANOTAÇÃO DO PESO CORPORAL.....	123
APÊNDICE D – RECORDATÓRIO ALIMENTAR 24 HORAS	124

1. INTRODUÇÃO

O futebol de campo é a modalidade esportiva mais popular no mundo, sendo praticado oficialmente em mais de 200 países (FIFA, 2007). Durante o jogo, inúmeros fatores podem influenciar o rendimento dos jogadores, tais como a condição técnica, tática, física, psicológica dentre outras (BANGSBO, 1994; STOLEN et al, 2005).

No decorrer das partidas, os atletas realizam diferentes tipos de atividades, como por exemplo corridas de baixa e alta intensidade, mudanças de direção, saltos, dentre outras. Essas ações permitem classificar o futebol como uma modalidade intermitente de alta intensidade (EKBLUM, 1986; BANGSBO, 1994; HOFF, 2005), com contribuição do sistema aeróbio e anaeróbio de fornecimento de energia (GODIK, 1995; VALQUER & BARROS, 2004; WEINECK, 2004, STOLEN et al, 2005).

Com relação ao treinamento de futebolistas, Stolen et al (2005) afirmam que os esforços das equipes para aprimorar o desempenho dos atletas durante os jogos geralmente focam em atividades técnicas e táticas, que são realizados às custas de uma boa condição física. O preparo atlético dos jogadores tem se tornado cada vez mais essencial no futebol moderno, pois as exigências físicas de um jogo são mais elevadas em relação à tempos anteriores (TUMILTY, 1993).

Atualmente, tem crescido o interesse em realizar pesquisas que estabeleçam os níveis de esforço físico e solicitação fisiológica de atletas de futebol em atividades de treinamentos (HOFF et al, 2002; DAWSON et al, 2004; ESPÓSITO et al, 2004; ENISELER, 2005; IMPELLIZZERI, RAMPININI & MARCORA, 2005; BANGSBO, MOHR & KRUSTRUP, 2006; LITTLE & WILLIAMS, 2006; LITTLE & WILLIAMS, 2007; RAMPININI et al, 2007) e em jogos amistosos, simulados ou oficiais (GARRY & McSHANE, 2000; SILVA et al, 2000; FERNANDES, 2002; MOHR, KRUSTRUP & BANGSBO, 2003; DAWSON et al, 2004; MOHR et al, 2004; BURGESS, NAUGHTON & NORTON, 2006; EDWARDS & CLARK, 2006; KRUSTRUP et al, 2006; MORTIMER et al, 2006; BLOOMFIELD, POLMAN e O'DONOGHUE, 2007; Di SALVO et al, 2007; ASCENSÃO et al, 2008; ISPIRLIDIS et al, 2008).

Tais informações podem ser posteriormente aplicadas na prática, pois a quantificação do esforço fisiológico de atividades diárias é um dos fatores mais importantes quando se trata do estabelecimento de cargas e periodização dos treinamentos de equipes de futebol (ENISELER, 2005).

O método mais comum de se determinar a intensidade de determinado esforço é a monitoração da frequência cardíaca (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003). Essa prática tem sido utilizada no futebol (LITTLE & WILLIAMS, 2007), pois ainda que essa modalidade seja caracterizada por atividades intermitentes, a frequência cardíaca pode ser um indicador válido da intensidade de exercício bem como do gasto energético (ESPOSITO et al, 2004; ENISELER, 2005).

Bangsbo (1994) cita que outro determinante de intensidade fisiológica comumente utilizado no futebol é a concentração de lactato sanguíneo. O mesmo autor afirma que essa variável representa o balanço entre a sua produção e remoção, atuando como um indicador da quantidade de energia produzida por meio tanto do sistema anaeróbio quanto do aeróbio, dependendo das concentrações de lactato.

Devido ao fato do futebol exigir períodos e situações de alta intensidade, existe um acúmulo considerável de lactato sanguíneo nos atletas (EKBLUM, 1986; HELGERUD et al, 2001; BANGSBO, IAIA & KRUSTRUP, 2007), sendo que a maioria dos estudos sobre essa variável contempla análises ao término de cada tempo de jogo (BANGSBO, 1994; BANGSBO, IAIA & KRUSTRUP, 2007).

Além disso, algumas enzimas também podem ser utilizadas no auxílio à verificação dos efeitos causados pelo exercício, pois regulam ou alteram-se de acordo com os processos metabólicos que ocorrem durante a prática de atividade física.

Dentre elas está a Creatina Kinase (CK), que atua na degradação da Fosfo-Creatina durante o processo de transformação de ADP em ATP (FOSS, KETAYIAN, 2000; BRANCACCIO, MAFFULLI & LIMONGELLI, 2007). Essa substância também pode ser utilizada como um marcador de lesões musculares (BRANCACCIO, MAFFULLI & LIMONGELLI, 2007; MOUGIOS, 2007; LAZARIM et al, 2009).

Outra enzima que possui considerada relevância é a Lactato Desidrogenase (LDH), que tem a função de converter o piruvato em lactato,

possuindo assim um papel de enzima reguladora do metabolismo anaeróbio (WILMORE & COSTILL, 2001; McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

Outras substâncias também podem ser úteis nesse contexto, tais como a análise dos componentes do sangue. Os aproximadamente 5 a 6 litros de sangue presentes no organismo de um adulto saudável são compostos pelas seguintes porções (SAWKA et al, 2000; LEHNINGER, NELSON & COX, 2006):

- **Porção sólida:** é composta pelas células sanguíneas, sendo elas os glóbulos vermelhos (eritrócitos), os glóbulos brancos (leucócitos) e as plaquetas;
- **Porção líquida:** também conhecida como plasma, é composta de 90% de água em associação a 10% de solutos compostos por substâncias diversas, tais como eletrólitos, nutrientes, vitaminas, hormônios, proteínas, dentre outras.

O percentual relativo de glóbulos vermelhos no sangue representa uma variável conhecida como hematócrito, que é obtido pela multiplicação da quantidade de eritrócitos presentes no sangue pela média do volume corpuscular sanguíneo. Essa variável pode ser utilizada para avaliação da desidratação corpórea, pois em decorrência da perda de líquidos, o plasma sanguíneo torna-se reduzido e há um conseqüente aumento no valor do hematócrito (SHASKEY & GREEN, 2000; SAWKA et al, 2000; McARDLE, KATCH & KATCH, 2003). A desidratação também pode influenciar no comportamento e no equilíbrio de eletrólitos presentes no sangue, tais como o cálcio, sódio, potássio, dentre outros (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

No contexto da avaliação dos efeitos causados por um jogo de futebol, a uréia também pode ser analisada, pois devido ao fato de figurar como o produto final do metabolismo das proteínas, sua determinação no sangue pode demonstrar a velocidade do catabolismo protéico durante determinada atividade esportiva (MAGLISCHO, 1999; HARTMAN & MESTER, 2000; LEHNINGER, NELSON & COX, 2006).

Ainda nesse sentido, a avaliação da glicose sanguínea pode nos fornecer informações se a mobilização de glicogênio hepático está sendo suficiente para a produção de energia durante o jogo, relacionando com o metabolismo anaeróbio e até mesmo com a ação das catecolaminas (BANGSBO, LAIA & KRUSTRUP, 2007).

O hormônio cortisol também pode ser quantificado, pois reflete diretamente o stress causado por determinada atividade (HANEISHI et al, 2007), podendo até ser relacionado com a degradação de proteínas musculares em decorrência de inflamações (SPIRLIDIS et al, 2008).

Esses métodos de identificação dos efeitos causados pelo exercício podem ser aplicados em quaisquer atividades do futebol, desde treinamentos técnicos, táticos, físicos, amistosos e até mesmo em jogos oficiais. Apesar de serem úteis para o futebol, essas análises ainda são pouco aplicadas na prática e por consequência disso, ainda são escassos os estudos que tratam do comportamento dessas variáveis frente a um jogo de futebol.

Mediante análise de variáveis como frequência cardíaca, lactato, CK, LDH, componentes do sangue, uréia, cálcio, sódio, potássio e cortisol, é possível estabelecer o nível real dos efeitos fisiológicos e bioquímicos causados pela prática de um jogo de futebol.

1.1. JUSTIFICATIVA

A monitoração de variáveis por meio de análises durante um jogo estabelecem de forma mais precisa os efeitos fisiológicos, bioquímicos e de performance que ocorrem nos atletas. Essas informações também podem auxiliar no estabelecimento das cargas dos treinamentos, tornando-os mais próximos em relação às condições do jogo propriamente dito (ENISELER, 2005).

Nesse contexto, estudos que avaliem as respostas fisiológicas e bioquímicas de atletas durante os jogos são importantes, pois fornecem informações que poderão ser posteriormente utilizadas na prescrição dos treinamentos. Além disso, de posse dessas informações, é possível realizar o planejamento de intervenções recuperativas específicas para serem aplicadas após o jogo, com o objetivo de atuar de maneira eficaz na recuperação física dos atletas.

É nesse sentido que o presente estudo se faz válido, pois fornecerá indicadores fidedignos acerca do comportamento de marcadores fisiológicos, bioquímicos e de performance durante um jogo de futebol, atividade em que todas as equipes são submetidas constantemente.

1.2. PROBLEMA

De acordo com o exposto, mesmo no esporte mais popular do mundo, ainda são insuficientes os conhecimentos acerca dos efeitos causados pela prática de um jogo de futebol sobre respostas fisiológicas, bioquímicas e de performance.

1.3. HIPÓTESES

- **Hipótese Verdadeira:** O jogo de futebol causa alterações nos marcadores fisiológicos, bioquímicos e de performance que serão analisados
- **Hipótese Nula:** O jogo de futebol não causa alterações nos marcadores fisiológicos, bioquímicos e de performance que serão analisados.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo Geral

Verificar alguns efeitos fisiológicos, bioquímicos e de performance de atletas quando submetidos a um jogo de futebol de campo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Avaliar características morfofisiológicas de atletas de futebol, mediante avaliação de composição corporal e consumo máximo de oxigênio;
- Investigar os efeitos proporcionados por um jogo de futebol nos marcadores fisiológicos por meio do monitoramento da frequência cardíaca e concentrações de lactato;
- Analisar os efeitos bioquímicos causados por um jogo de futebol mediante análises de eritograma, hematócrito, hemoglobina, leucograma, plaquetas, CK, LDH, uréia, glicose, cálcio, sódio, potássio e cortisol;
- Avaliar aspectos de performance durante o jogo, relacionados à indicadores físicos (caminhadas, trotes, estímulos de velocidade e saltos) e à indicadores técnicos (passes, desarmes, faltas e disputas de bola).

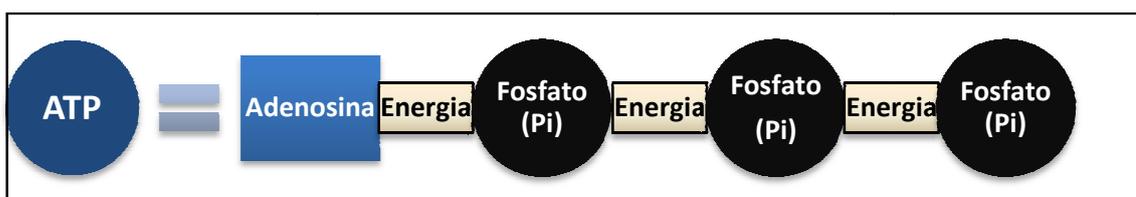
2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. DEMANDAS FISIOLÓGICAS NO FUTEBOL

2.1.1. Sistemas de Fornecimento de Energia

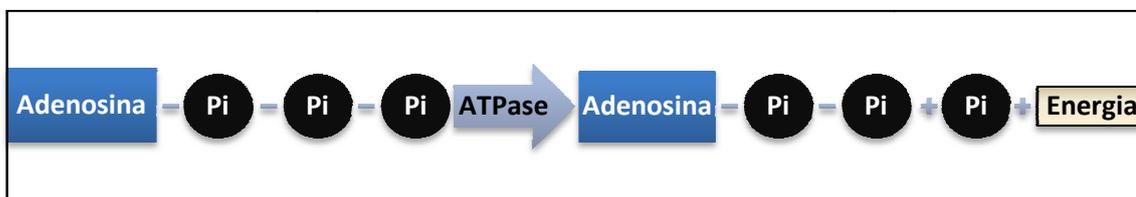
Para a realização de qualquer tipo de movimento, é necessário que os músculos tenham a presença de um composto químico denominado de adenosina trifosfato (ATP). O ATP é composto por uma molécula de adenosina e três grupos fosfatos, que quando unidos formam ligações de alta energia (GARRETT JR & KIRKENDALL, 2003).

O quadro 3 representa a estrutura de uma molécula de ATP.



Quadro 1 – Estrutura da Molécula do ATP (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001)

A contração muscular apenas é realizada quando o um fosfato de alta energia desintegra-se, liberando assim energia para a realização do trabalho, de acordo com quadro 4.



Quadro 2 – Esquema de Liberação de Energia pela Quebra do ATP (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001)

Durante o exercício, é necessário que sejam produzidas novas moléculas de ATP por meio de um processo de armazenamento de energia denominado de fosforilação. A produção de novos ATP se dá pela adição de um

grupo fosfato a uma molécula de adenosina difosfato (ADP), convertendo-a em ATP (WILMORE & COSTILL, 2001).

Os mesmos autores afirmam que existem três métodos pelos quais as células podem gerar ATP, que se diferem de acordo com a intensidade e a duração do exercício, bem como a presença ou não de oxigênio, sendo eles: anaeróbio alático (Sistema ATP-CP), anaeróbio láctico (Sistema Glicolítico) e aeróbio (Sistema Oxidativo). Cada via metabólica tem o seu substrato de fornecimento de energia, bem como todo o processo de reações químicas específicas para a fosforilação do ATP. Além disso, essas vias atuam nas suas predominâncias em momentos distintos, com relação à intensidade e ao tempo de exercício, de acordo com a figura 1.

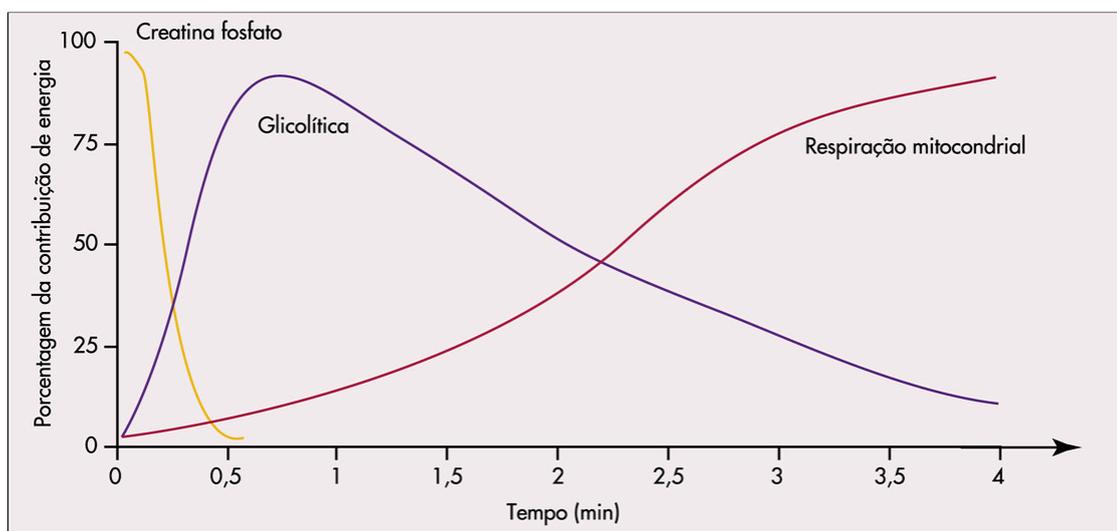


Figura 1 – Interação entre os sistemas de fornecimento de energia (ROBERGS & ROBERT, 2002)

Tal qual mencionado anteriormente, o futebol é uma modalidade classificada como acíclica, pois durante os jogos os atletas executam diversos tipos de movimentações, tais como corridas alternância de direções e intensidades, saltos, chutes, cabeceios, dentre outros.

Dessa forma, esse esporte é classificado como uma modalidade com ações intermitentes e de alta intensidade (EKBLUM, 1986; BANGSBO, 1994; HOFF, 2005), com fornecimento de energia por meio dos três sistemas existentes (GODIK, 1995; VALQUER & BARROS, 2004; WEINECK, 2004, STOLEN et al, 2005).

2.1.1.1. Via Energética Anaeróbia Alática (Sistema ATP-CP)

Também conhecida como via da creatina fosfato ou via do ATP-CP, o fornecimento de energia por meio do sistema anaeróbio alático é o mais simples e rápido dentre os três sistemas energéticos (FOSS, & KETEVIAN, 2000).

Além do ATP, as células possuem outra molécula com grandes quantidades de energia, conhecida como Creatina Fosfato (CP) ou Fosfocreatina. Ao contrário do ATP, a energia liberada pela quebra da CP não é utilizada diretamente no trabalho muscular, mas sim na formação de um novo ATP (WILMORE & COSTILL, 2001).

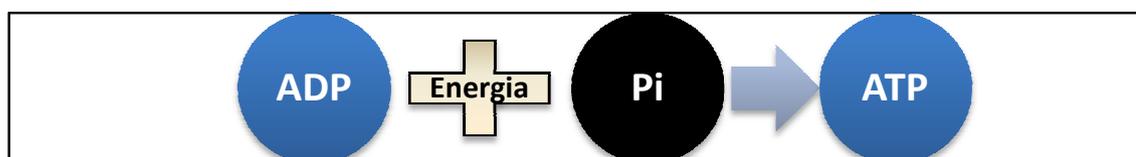
Para que esse processo ocorra, inicialmente a Creatina Fosfato é quebrada com o auxílio da enzima Creatina Kinase (CK), liberando o grupamento fosfato que estava ligado à creatina, além de energia (FOSS, & KETEVIAN, 2000).

O quadro 5 apresenta a quebra da CP.



Quadro 3 – Quebra da Creatina Fosfato pela ação da enzima Creatina Kinase (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001)

Essa energia liberada é então utilizada para ligar o Pi à uma molécula de ADP, propiciando assim a formação de um novo ATP, como demonstra o quadro 6.



Quadro 4 – Formação de ATP por meio do Sistema ATP-CP (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001)

Esse processo é simples e fornece energia rapidamente em decorrência do alto ritmo da ação da enzima creatina kinase (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003). Pelo fato de não necessitar da presença de oxigênio nem produzir

lactato no final de suas reações metabólicas, o sistema ATP-CP pode ser considerado como Anaeróbio Alático (WILMORE & COSTILL, 2001).

Embora esse sistema forneça energia rapidamente, sua autonomia é pequena, podendo atuar por apenas 3 a 15 segundos de exercício de alta intensidade (WILMORE & COSTILL, 2001), demonstrando ser um sistema energético bastante limitado (FOSS, & KETEVIAN, 2000).

Após esse momento, se a atividade física for continuada, o organismo lançará mão de outros mecanismos para a formação de ATP, como os Sistemas Anaeróbio Lático e Aeróbio.

2.1.1.2. Via Energética Anaeróbia Lática (Sistema Glicolítico)

A via energética anaeróbia lática, também conhecida como sistema glicolítico de fornecimento de energia, é muito mais complexo do que o sistema ATP-CP, pois atua na produção de moléculas de ATP a partir do metabolismo de glicose (FOSS, & KETEVIAN, 2000).

Representando cerca de 99% de todos os açúcares circulantes no sangue, a glicose é oriunda da ingestão de carboidratos ou da degradação do glicogênio, um processo conhecido como glicogenólise (WILMORE & COSTILL, 2001).

Para ser metabolizada e produzir ATP, inicialmente a glicose deve ser convertida em um composto denominado de glicose-6-fosfato, processo que gasta 1 ATP. McArdle, Katch & Katch (2003) afirmam que a glicose 6-fosfato posteriormente é convertida em frutose 6-fosfato, que por sua vez deverá ser transformada em glicose 1,6-difosfato, fato que ocorre devido à ação da enzima fosfofrutoquinase (PFK). Em decorrência do seu papel no metabolismo, a PFK é considerada uma enzima reguladora do ritmo da glicólise (FOSS, & KETEVIAN, 2000). No seguimento do metabolismo, a glicose 1,6-difosfato adentra em uma seqüência de reações metabólicas realizadas no interior da célula, até a produção de ácido pirúvico e conseqüente liberação de ATP (WILMORE & COSTILL, 2001).

Em atividades físicas extenuantes, nas quais a demanda energética são maiores do que o suprimento de oxigênio, o ácido pirúvico é convertido em lactato por meio da enzima lactato desidrogenase (LDH). Essa substância também

pode ser considerada como reguladora do metabolismo anaeróbio (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

A figura 2 mostra as etapas do sistema de produção de energia via degradação da glicose.

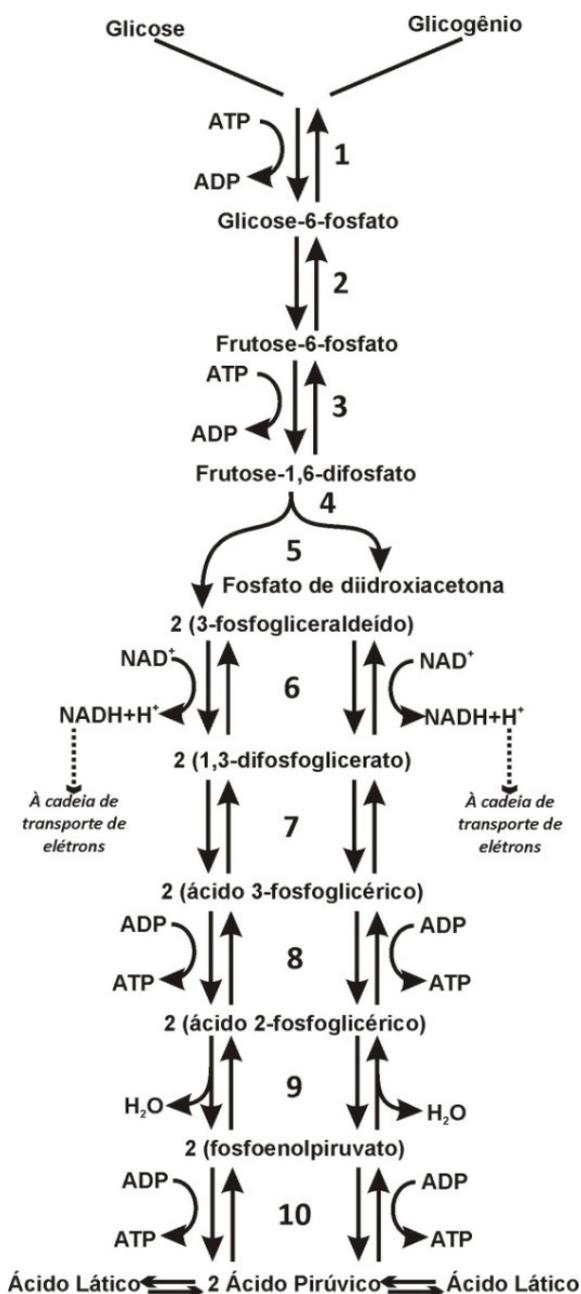


Figura 2 – Interação entre os sistemas de fornecimento de energia (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001)

A eficiência desse sistema é maior do que o ATP-CP, ainda que produza poucas moléculas de ATP em comparação com o sistema aeróbio. Para cada mol de glicogênio utilizado, são produzidos 3 mols de ATP, caso seja utilizada

a glicose como fonte inicial de energia, o ganho desse sistema cai para 2 mols de ATP (FOSS, & KETEVIAN, 2000; WILMORE & COSTILL, 2001).

Os mesmos autores citam que o acúmulo de ácido láctico no organismo representa uma limitação importante dessa via metabólica, pois a acidificação das fibras musculares inibe a degradação do glicogênio, impossibilitando assim a produção de energia pela via glicolítica.

“Essa via para energia extra continua sendo temporária, pois os níveis sanguíneos e musculares de lactato aumentam e a regeneração do ATP não consegue acompanhar seu ritmo de utilização. A fadiga se instala de imediato e diminui o desempenho nos exercícios. A maior acidez intracelular e outras alterações medeiam a fadiga, pela inativação de várias enzimas na transferência de energia e pela deterioração das propriedades contráteis do músculo.” (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

Sobre o assunto, Gladden (2004) corrobora ao afirmar que uma grande concentração de lactato pode ser relacionada com a fadiga e conseqüentemente com a diminuição do rendimento nas partidas por diversos motivos, sendo alguns deles: inibição da velocidade máxima de encurtamento muscular; inibição da taxa glicolítica; inibição da ATPase miofibrilar; inibição da ativação das pontes cruzadas por meio da inibição do Cálcio; dentre outros fatores.

Wilmore & Costill (2001) afirmam ainda que a via glicolítica fornece energia para exercícios com duração de poucos minutos, pois após determinado tempo a produção de energia é limitada pela diminuição dos estoques de glicose e glicogênio presentes no organismo, além do aumento da acidose muscular. Nesse momento, o organismo é obrigado a procurar outra via metabólica para a produção de energia, que é o sistema aeróbio.

Com relação especificamente ao futebol, com o objetivo de se avaliar a quantidade de energia produzida via metabolismo anaeróbio, vários estudos têm contemplado análises de lactato ao final dos tempos das partidas (HUBNER-WOZNIAK, SZMUCHROWSKI & LUTOSLAWSKA, 1994; SILVA, et al, 2000; ROI et al, 2004; KRUSTRUP et al, 2006). A tabela 1 apresenta alguns dos principais estudos que avaliaram a concentração de lactato após a realização dos jogos.

Tabela 1 – Comparativo das concentrações de lactato ao final do primeiro e segundo tempo

AUTOR / ANO	PAÍS	AMOSTRA	IDADE (anos)	NÍVEL	TIPO DO JOGO	FINAL 1º TEMPO (mmol/L)	FINAL 2º TEMPO (mmol/L)
Bangsbo et al (1991)	Dinamarca	14 atletas	N/D	Profissionais	1 jogo oficial	N/D	4,4 (2,1-6,9)
Bangsbo (1994)	Dinamarca	N/D	N/D	Profissionais	1 jogo oficial	2,6 (2,0-3,6)	2,7 (1,6-4,6)
		N/D	N/D	Profissionais	1 jogo oficial	4,0 (2,5-6,2)	3,9 (2,6-6,4)
		N/D	N/D	1ª Divisão	N/D	9,5 (6,9-14,3)	7,2 (4,5-10,8)
Ekblom (1986)	Suécia	N/D	N/D	2ª Divisão	N/D	8,0 (5,1-11,5)	6,6 (3,1-11,0)
		N/D	N/D	3ª Divisão	N/D	5,5 (3,0-12,6)	4,2 (3,2-8,0)
		N/D	N/D	4ª Divisão	N/D	4,0 (1,9-6,3)	3,9 (1,0-8,5)
Silva et al (2000)	Brasil	26 atletas	24,0 ± 4,3	Profissionais	Jogos oficiais	7,1 ± 0,6	5,7 ± 1,3
Roi et al (2004)	Itália	21 atletas	26,8 ± 4,0	Profissionais	18 jogos oficiais	N/D	6,3 ± 2,4
Krustrup et al (2006)	Dinamarca	31 atletas	28 (21-33)	Profissionais	3 jogos amistosos	4,1 ± 0,4	3,9 ± 0,4

Bangsbo, laia & Krstrup (2007) esclarecem sobre a correta interpretação dos valores de lactato sanguíneo em atletas de futebol. De acordo com os autores, os altos valores freqüentemente encontrados pós-partidas não devem representar apenas uma ação de alta intensidade realizada pelo atleta durante o jogo, mas sim a resposta do organismo à um acúmulo de ações de alta intensidade na partida.

2.1.1.3. Via Energética Aeróbia (Sistema Oxidativo)

Também denominado de sistema oxidativo, a produção aeróbia de energia utiliza o oxigênio, e está presente predominantemente em atividades com intensidades baixas e grande tempo de duração como, por exemplo, caminhadas e trotes leves (GARRETT JR & KIRKENDALL, 2003).

Esse sistema divide-se em duas partes, de acordo com o substrato utilizado para o fornecimento de energia, sendo eles: carboidratos e gordura. A oxidação dos carboidratos na presença de oxigênio pode ser denominada de glicólise aeróbia, e segue os mesmos passos da via glicolítica apresentada anteriormente. O que difere os métodos é simplesmente o destino do ácido pirúvico produzido, pois com a presença de O_2 , é convertido num composto denominado de acetil coenzima A (acetil-CoA) (WILMORE & COSTILL, 2001).

Essa substância entra numa série de reações metabólicas conhecida como Ciclo de Krebs, que tem por objetivo degradar o acetil-CoA, resultando em CO_2 e átomos de hidrogênio no interior das mitocôndrias. Nessas reações, o ATP é formado no momento em que os átomos de hidrogênio são oxidados durante o transporte de elétrons (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

Os mesmos autores citam que os íons de hidrogênio liberados no Ciclo de Krebs combinam-se com as coenzimas NAD e FAD, que os carregam até a cadeia de transporte de elétrons. Essa cadeia consiste em uma série de reações que visa a clivagem desses íons em prótons e elétrons, além de fornecer energia para a fosforilação do ADP por meio dos elétrons que foram separados do hidrogênio.

Ao final dessas reações, o hidrogênio combina-se com o oxigênio e forma água, evitando assim a acidificação do meio (WILMORE & COSTILL, 2001). A figura 3 apresenta as reações que ocorrem no Ciclo de Krebs:

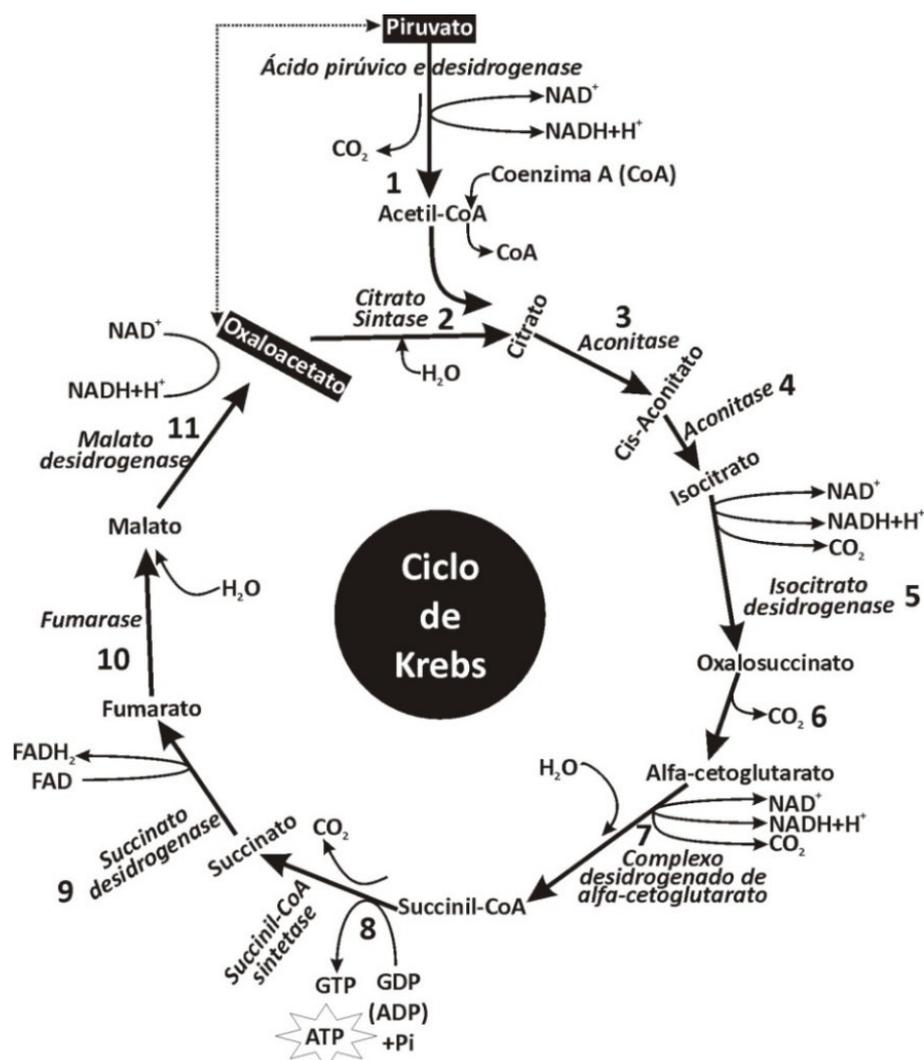


Figura 3 – Seqüência de Reações do Ciclo de Krebs (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001)

O saldo da produção de energia aeróbia por meio de carboidratos é de até 39 moléculas de ATP. A tabela 2 apresenta o número de ATP gerados em cada etapa do processo:

Tabela 2 – Resumo da quantidade de ATP produzidos por meio do metabolismo de carboidratos (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001)

ESTÁGIOS	SISTEMA GLICOLÍTICO	SISTEMA OXIDATIVO
<i>Glicólise (glicose em ácido pirúvico)</i>	3	6
<i>Ácido pirúvico em acetil-CoA</i>	0	6
<i>Ciclo de Krebs</i>	2	22
SUBTOTAL	5	34
TOTAL		39

Outra etapa do metabolismo aeróbio é a oxidação de gorduras para o fornecimento de energia. Não obstante várias substâncias serem classificadas como gordura, apenas os triglicerídeos são considerados como importantes fontes energéticas, sendo armazenados principalmente nas células adiposas e no interior dos músculos (WILMORE & COSTILL, 2001; McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

Assim como acontece com a glicose no seu metabolismo, os triglicerídeos devem ser transformados em outra substância para produzirem energia. Nesse momento ocorre a lipólise, que quebra os triglicerídeos em três moléculas de ácido graxo livre – a principal fonte energética – e uma de glicerol, processo que é catalizado pelas enzimas denominadas de lipases (FOSS & KETAYIAN, 2000; WILMORE & COSTILL, 2001). Para a metabolização dos ácidos graxos livres, estes devem passar por um processo conhecido como β -oxidação, que consiste na quebra dessa substância em moléculas de ácido acético, que por sua vez serão convertidos em acetil-CoA no final das reações metabólicas (FOSS & KETAYIAN, 2000; WILMORE & COSTILL, 2001).

Os mesmos autores ainda citam que a partir desse momento, o destino das moléculas de acetil-CoA é o mesmo do metabolismo de carboidratos, onde estas adentram ao Ciclo de Krebs, gerando hidrogênios que serão transportados até a cadeia de transporte de elétrons para ser submetido à fosforilação oxidativa.

O saldo do fornecimento de energia aeróbia via oxidação de gorduras é bastante positivo, principalmente pelo fato dessas substâncias possuírem grandes quantidades de carbono, possibilitando assim a formação de um número maior de moléculas de acetil-CoA (WILMORE & COSTILL, 2001; McARDLE, KATCH & KATCH, 2003). A tabela 3 apresenta o saldo da produção de ATP nessa via.

Tabela 3 – Resumo da quantidade de ATP produzidos por meio do metabolismo de uma molécula de ácido palmítico (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001)

Estágios	Direta	Sistema Oxidativo
<i>Ativação de ácidos graxos</i>	0	-2
<i>Ciclo de Krebs</i>	0	35
<i>β-oxidação</i>	8	88
SUBTOTAL	8	121
TOTAL	129	

As proteínas também podem ser utilizadas para a produção de energia, apesar de o organismo humano preferir os carboidratos e gorduras para a formação de novos ATP. Foss & Keteyian (2000) afirmam que o papel das proteínas no processo bioenergético é pequeno, podendo fornecer de 5 a 10% da produção global de energia no organismo.

Para as proteínas serem metabolizadas, é necessário que sejam quebradas em aminoácidos, as estruturas que as formam. Para a produção de energia, os aminoácidos podem ser convertidos em glicose em um mecanismo conhecido como gliconeogênese.

Outro caminho é a conversão dos aminoácidos em algumas substâncias intermediárias do metabolismo oxidativo, tais como o piruvato ou acetil-CoA (WILMORE & COSTILL, 2001).

A produção de energia envolve alguns processos em comum dependendo da via metabólica, tal qual mencionado anteriormente no metabolismo dos carboidratos e das gorduras. A figura 4 apresenta um esquema da interação entre as vias metabólicas.

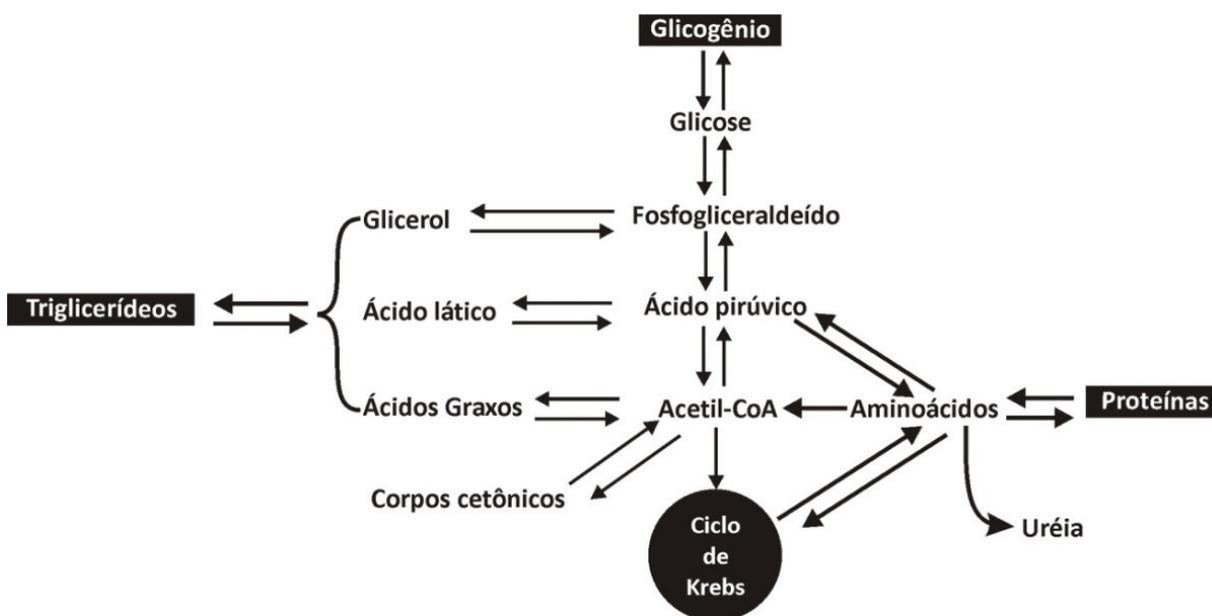


Figura 4 – Vias metabólicas comuns na produção de energia (adaptado de WILMORE & COSTILL, 2001)

Na figura 4 fica evidenciada que a degradação de carboidratos, gorduras e proteínas termina no fornecimento de moléculas de Acetil-CoA que adentra nas reações do Ciclo de Krebs, com o intuito de se formar novas moléculas de ATP.

2.1.2. Freqüência cardíaca

Em um amplo artigo de revisão, Acthen & Jeukendrup (2003) afirmam que a monitoração da freqüência cardíaca tem sido considerada como o método mais comum para a determinação da intensidade de determinado esforço físico. Os mesmos autores ainda citam que comparada com outros indicadores de intensidade de exercício, a freqüência cardíaca é uma variável de acesso rápido, com baixo custo relativo e pode ser utilizada em diversas ocasiões.

De acordo com Wilmore & Costill (2001), a freqüência cardíaca pode ser influenciada por vários fatores, sendo um deles a condição climática. Quando o exercício é realizado em ambiente com temperaturas elevadas, há uma sobrecarga no sistema cardiovascular, pois este transporta o calor dos músculos para serem eliminados na pele, diminuindo o fluxo sanguíneo nos músculos em atividade. Como mecanismo compensatório, essa queda proporciona uma redução no volume de ejeção cardíaca, causando assim um aumento dos batimentos cardíacos nessas condições.

Outro fator de importante influência é a idade, que por sua vez está relacionada com os valores de freqüência cardíaca máxima. McArdle, Katch & Katch (2003) afirmam que a $FC_{MÁX}$ decresce em função da idade do sujeito, fato que provavelmente ocorre em função de um influxo simpático reduzido proveniente do bulbo cerebral, além de alterações nas características do nódulo sino-atrial, mecanismos que atuam no controle dos batimentos cardíacos.

Ainda sobre esse assunto, Wilmore & Costill (2003) apresentam mais alguns motivos para a redução da $FC_{MÁX}$ em função da idade, tais como as alterações no feixe de His e aparente inibição dos receptores beta-1 do coração, reduzindo assim a sensibilidade cardíaca aos estímulos provocados pelas catecolaminas.

Não obstante aos fatores descritos acima, a monitoração da freqüência cardíaca tem sido amplamente utilizada no futebol (LITTLE & WILLIAMS, 2007), sendo alvo de vários estudos que buscam determinar a intensidade de esforço em atividades de treinamentos (ENISELER, 2005; CASTAGNA et al, 2007; JONES & DRUST, 2007; KELLY & DRUST, 2008; HILL-HAAS et al, 2008; COUTTS et al, 2009) e jogos amistosos ou oficiais (ALI & FARRALLY, 1991; OGHUSHI et al,

1993; BANGSBO, 1994; HELGERUD et al, 2001; MOHR et al, 2004, MORTIMER et al, 2006; BRAGHIN, 2007).

Especificamente em relação aos valores encontrados durante as partidas, nota-se que alguns autores buscam efetuar a comparação das respostas da frequência cardíaca entre os dois tempos do jogo de futebol. Mortimer et al (2006) é o principal deles, afirmando que a frequência cardíaca obtida no primeiro tempo é estatisticamente maior em relação ao segundo tempo. Nesse estudo, os pesquisadores encontraram valores de 170 ± 8 e 166 ± 10 bpm no primeiro e segundo tempo, respectivamente.

A tabela 4 apresenta de forma resumida os métodos de coleta de dados bem como os resultados de alguns estudos que monitoraram a frequência cardíaca de atletas de futebol em jogos oficiais ou amistosos.

Tabela 4 – Comparativo das respostas da FC em jogos de futebol

AUTOR / ANO	PAÍS	AMOSTRA	IDADE (anos)	NÍVEL	TIPO DO JOGO	FC MÉDIA (bpm)	% FCMÁX
		9 atletas	25,0 ± 3,0	Semi-profissionais	1 jogo oficial	172	N/D
Ali & Farrally (1991)	Escócia	9 atletas	21,0 ± 2,8	Universitários	1 jogo oficial	167	N/D
		9 atletas	27,0 ± 4,0	Recreacionais	1 jogo oficial	168	N/D
Ogushi et al (1993)	Japão	2 atletas	N/D	Profissionais	1 jogo amistoso	160	N/D
Bangsbo (1994)	Dinamarca	6 atletas	N/D	Profissionais	1 jogo oficial	164	N/D
Helgerud et al (2001)	Noruega	10 atletas	18,1 ± 0,8	Juniores de elite (GC)	2 jogos oficiais	N/D	82,6 ± 4,1
		9 atletas	18,1 ± 0,8	Juniores de elite (GE)	2 jogos oficiais	N/D	85,6 ± 3,1
Fernandes (2002)	Brasil	19 atletas	24,06 ± 4,03	Profissionais de elite	2 jogos amistosos	166 ± 9	86,0
Mohr et al (2004)	Dinamarca	9 atletas	27,0 ± 1,5	Profissionais (4ª Divisão)	1 jogo amistoso	160 ± 3	85 ± 1
		16 atletas	26,0 ± 0,5	Profissionais (4ª Divisão)	1 jogo amistoso	162 ± 2	86 ± 1
Mortimer et al (2006)	Brasil	25 atletas	17,5 ± 1,2	Juvenis e Juniores de elite	22 jogos oficiais	168 ± 8	84,1 ± 4,2
Braghin (2007)	Brasil	10 atletas	16,4 ± 0,7	Juvenis de elite	3 jogos oficiais	172 ± 8	87,07 ± 3,11

Com base nos valores médios de Freqüência Cardíaca e % da Freqüência Cardíaca Máxima apresentados na tabela 4, pode-se afirmar que o jogo de futebol proporciona uma intensidade de esforço relativamente alta aos atletas envolvidos

Tal fato é possivelmente causado pelos inúmeros períodos em que os atletas desenvolvem ações de alta intensidade, tais como saltos, *sprints*, mudanças de direção, dentre outros. Essas ações de alta intensidade contribuem diretamente também para o acúmulo de lactato, tal qual mencionado anteriormente.

2.1.3. Distância percorrida

Em associação com a monitoração da freqüência cardíaca, bem como com a análise da concentração de lactato sanguíneo, as avaliações de distância percorrida dos atletas durante os jogos atuam como um importante papel na determinação das demandas fisiológicas do futebol.

Reilly (1997) atesta que o fato do futebol ser um esporte acíclico, sem um padrão de movimento definido e com constantes mudanças de direções e corridas de diferentes intensidades, proporciona uma acentuação das demandas metabólicas dos atletas.

Sobre o tema, Rienzi et al (2000) apontam que as análises dos movimentos dos jogadores durante os jogos possibilitam uma relevante interpretação de todos os eventos em que os atletas são submetidos no decorrer das partidas.

Caixinha, Sampaio & Mil-Homens (2004) afirmam que os estudos realizados sobre os deslocamentos de atletas durante a partida, tratam quase que exclusivamente da determinação do perfil de gasto energético e funcional dos jogadores, de acordo com a exposição às atividades competitivas.

Drust, Atkinson & Reilly (2007) corroboram com os autores citados anteriormente ao dizerem que a distância percorrida durante um jogo figura como um indicador global do gasto energético dos atletas perante a partida.

Atualmente os estudos sobre o tema têm focado a distância total percorrida, segmentada em diferentes intensidades de corrida, relacionando também com a velocidade de deslocamento. Para tanto, podem ser empregados diversos métodos de análise, tais como comentários em fitas de vídeo gravadas; filmagem do

jogo em si; técnicas trigonométricas sincronizadas; análises computadorizadas por vídeos, dentre outras.

Independente da técnica de análise a ser utilizada, Bangsbo, Mohr & Krstrup (2006) dizem que atletas de alto nível percorrem de 10 a 13 km durante uma partida, sendo que os meio-campistas podem percorrer distâncias ainda maiores. Entretanto, os próprios autores afirmam que grande parte desse percurso é composto por caminhadas e trotes de baixa intensidade.

Com relação a atletas que atuam na America do Sul, Rienzi et al (2000) realizaram uma avaliação por filmagens em 17 jogadores de elite quando participavam de partidas internacionais oficiais. O principal resultado dessa investigação foi que esses atletas percorreram em média, 8638 ± 1158 m durante todo o jogo.

Já Di Salvo et al (2007) utilizaram uma técnica computadorizada para avaliar 300 atletas em 20 jogos do Campeonato Espanhol e 10 jogos da Liga dos Campeões da UEFA. Nesse estudo, a distância percorrida média dos atleta durante essas partidas foi de 11.393 ± 1016 metros.

Por outro lado, Bangsbo, Norregaard & Thorso (1991) apresentam outra maneira de se quantificar as ações motoras dos jogadores durante as partidas. Esse método consiste na marcação do tempo de realização de cada ação, sendo posteriormente relativizada em termos percentuais do tempo total da partida. Nesse estudo, os pesquisadores apresentam que os atletas permanecem esperando alguma jogada ou apenas caminhando por $17,1 \pm 1,5\%$ e $40,4 \pm 1,6\%$ do tempo total do jogo, respectivamente. Em contrapartida, as corridas de alta intensidade e velocidade podem representar cerca de 3% de todo o tempo da partida.

Esse método de percentual do tempo das atividades também foi utilizado por Rampinini et al (2007) em um estudo com 188 atletas durante uma temporada inteira na Itália. Nessa investigação, os pesquisadores encontraram que os meio-campistas permanecem por menos tempo esperando as jogadas em relação a defensores e atacantes (20 e 23% menos, respectivamente). Além disso, os laterais permanecem por mais tempo em ações de alta velocidade em relação à zagueiros e meio-campistas (23 a 42%, respectivamente). Capranica et al (2001) também utilizou essa técnica em um importante estudo sobre determinação da carga fisiológica durante jogos de atletas de 11 anos de idade.

Independente do método a ser utilizado na quantificação das ações motoras dos atletas, fica evidenciado que não obstante aos 90 minutos da partida e às grandes distâncias percorridas, o futebol proporciona diversos momentos de baixa demanda fisiológica, proporcionando assim momentos de remoção de lactato e conseqüente recuperação física.

2.1.4. Perfil fisiológico do atleta

O estudo das demandas fisiológicas do futebol também atua em conjunto com a identificação do perfil fisiológico do atleta. Reilly, Bangsbo & Franks (2000) dizem que os futebolistas de alto nível necessitam se adaptar fisiologicamente às demandas energéticas impostas pela realização das partidas, que pode ser considerada como multifatorial.

A capacidade física do atleta de alto nível pode fornecer informações importantes acerca das demandas fisiológicas do jogo em si, desde que os mesmos tenham se adaptado às cargas do jogo (BANGSBO, 1994).

Em decorrência do jogo de futebol envolver vários tipos de movimentos com diferentes intensidades, os mesmos autores acreditam que os futebolistas não necessitam possuir níveis extraordinários de rendimento em todos esses aspectos, mas sim uma capacidade razoável em todos os padrões de movimentos.

Sobre o tema, Drust, Atkinson & Reilly (2007) postulam que a avaliação do perfil fisiológico do atleta proporciona informações precisas para a utilização dos resultados dos próprios testes nos treinamentos, visando a adequação fisiológica do atleta às demandas do jogo.

Partindo do pressuposto que pode haver algum atleta com alto nível de performance em algum aspecto avaliado, tal fato pode nos indicar que a variável em questão é sistematicamente treinada em conseqüência da sua função no jogo, conduzindo assim à adaptações fisiológicas que melhoraram a capacidade do indivíduo nessa vertente (DRUST, ATKINSON & REILLY, 2007).

A determinação do perfil fisiológico atleta envolve diversos tipos de mensurações, desde aspectos antropométricos como peso, estatura e % de Gordura, aspectos cardiorrespiratórios, tais como $FC_{MÁX}$ e $VO_{2MÁX}$ e até mesmo

aspectos neuromusculares como força máxima, velocidade, aceleração, dentre outros.

Kalapotharakos et al (2006) relacionou as características fisiológicas dos atletas com o rendimento de suas equipes no Campeonato Grego de Futebol. Os autores verificaram que variáveis como % de Gordura, pico de torque de força na extensão do joelho e potência de membros inferiores esteve diretamente relacionada com a classificação das equipes no torneio.

As tabelas 5 e 6 mostram os resultados de importantes estudos sobre a determinação do perfil fisiológico de atletas de futebol.

Tabela 5 – Comparativo de variáveis antropométricas em atletas de futebol

AUTOR / ANO	PAÍS	AMOSTRA	IDADE (anos)	NÍVEL	PESO (kg)	ESTATURA (cm)	% GORDURA
Bangsbo et al (1991)	Dinamarca	14 atletas	23,9 ± 0,8	Profissionais	77,5 ± 1,3	182,9 ± 1,0	N/D
Silva et al (1997)	Brasil	42 atletas	18,95 ± 1,16	Juniores	71,29 ± 5,53	177,36 ± 5,52	6,78 ± 1,94
Souza (1999)	Brasil	18 atletas	18 - 20	Juniores	71,15	177,0	14,6
Rienzi et al (2000)	América do Sul	11 atletas	29 ± 4	Profissionais de elite	74,5 ± 4,4	177,0 ± 0,4	N/D
Silva et al (2000)	Brasil	26 atletas	24,0 ± 4,3	Profissionais de elite	73 ± 5,7	177 ± 5,6	11,59 ± 1,38
Chamari et al (2004)	Noruega	34 atletas	17,5 ± 1,1	Juniores de elite	70,5 ± 6,4	177,8 ± 6,7	11,8 ± 2,0
Aziz, Tan & Teh (2005)	Singapura	8 atletas	17,7 ± 0,4	Juniores de elite	63,8 ± 7,4	173,9 ± 5,6	N/D
McMillan et al (2005)	Escócia	11 atletas	16,9 ± 0,4	Juvenis de Elite	70,6 ± 8,1	177,0 ± 6,4	N/D
Mortimer et al (2006)	Brasil	25 atletas	17,5 ± 1,2	Juvenis e Juniores elite	69,3 ± 5,2	175,1 ± 6,8	8,5 ± 1,0
Silvestre et al (2006)	Estados Unidos	27 atletas	19,9 ± 1,3	Universitários	77,5 ± 9,2	177,6 ± 6,3	13,9 ± 5,8
Kelly & Drust (2008)	Reino Unido	8 atletas	18 ± 1	Profissionais de elite	73,3 ± 6,2	180,0 ± 0,1	N/D

Tabela 6 – Comparativo de variáveis cardiorrespiratórias em atletas de futebol

AUTOR / ANO	PAÍS	AMOSTRA	IDADE (anos)	NÍVEL	FC_{REP} (bpm)	FC_{MÁX} (bpm)	VO_{2MÁX} (ml/kg/min)
Bangsbo et al (1991)	Dinamarca	14 atletas	23,9 ± 0,8	Profissionais	N/D	N/D	60,6 ± 1,0
Silva et al (1997)	Brasil	42 atletas	18,95 ± 1,16	Juniores	N/D	195,09 ± 9,42	62,10 ± 6,09
Souza (1999)	Brasil	18 atletas	18 - 20	Juniores	N/D	N/D	52,77
Silva et al (2000)	Brasil	26 atletas	24,0 ± 4,3	Profissionais de elite	N/D	N/D	60,5 ± 4,7
Chamari et al (2004)	Noruega	34 atletas	17,5 ± 1,1	Juniores de elite	N/D	191 ± 7	61,1 ± 4,6
Aziz, Tan & Teh (2005)	Singapura	8 atletas	17,7 ± 0,4	Juniores de elite	N/D	188 ± 7	57,8 ± 5,0
McMillan et al (2005)	Escócia	11 atletas	16,9 ± 0,4	Juvenis de Elite	N/D	199 ± 8	63,4 ± 5,6
Metaxas et al (2005)	Grécia	35 atletas	18,1 ± 1,0	Juniores de elite	61,3 ± 6,9	196,7 ± 6,7	63,59 ± 4,64
Mortimer et al (2006)	Brasil	25 atletas	17,5 ± 1,2	Juvenis e Juniores elite	N/D	N/D	52,2 ± 3,0
Silvestre et al (2006)	Estados Unidos	27 atletas	19,9 ± 1,3	Universitários	N/D	N/D	59,4 ± 4,2
Kelly & Drust (2008)	Reino Unido	8 atletas	18 ± 1	Profissionais de elite	N/D	204 ± 9	50,0 ± 3,2

2.2. COMPONENTES DO SANGUE

Responsável principalmente pelo transporte das substâncias no organismo, o sangue tem a capacidade de fluir por todo o corpo, acoplando todos os tecidos e proporcionando assim importantes interações metabólicas entre eles (LEHNINGER, NELSON & COX, 2006).

De modo sucinto, Verrastro (2002) define que o sangue pode ser definido como “uma suspensão de células em um líquido complexo, chamado plasma, constituído por água, sais minerais, vitaminas proteínas, glicídios e lipídios”.

Lehninger, Nelson & Cox (2006) corroboram com a idéia ao dizerem que os aproximadamente 5 a 6 litros de sangue presentes no organismo de um adulto saudável são compostos pela porção sólida, que são as células sanguíneas, e a porção líquida, mais conhecida como plasma sanguíneo.

Na parte sólida, encontram-se três tipos de células, sendo elas os eritrócitos, os leucócitos e as plaquetas. Já na sessão líquida, temos uma composição de 90% de água em associação à 10% de solutos compostos por substâncias diversas (LEHNINGER, NELSON & COX, 2006).

Os mesmos autores afirmam que o sangue atua no transporte de nutrientes entre os órgãos do sistema digestivo, no transporte de oxigênio para os tecidos e do gás carbônico para os pulmões, além dos sinais hormonais entre os próprios tecidos.

Para analisar os componentes do sangue, é realizado um exame conhecido como hemograma completo, que deve conter principalmente o eritograma, o leucograma e a contagem de plaquetas (ZAGO, FALCÃO & PASQUINI, 2004).

2.2.1. Eritograma

O eritograma consiste na análise da “série vermelha” do sangue, tendo basicamente os seguintes componentes: contagem de glóbulos vermelhos, dosagem da hemoglobina e hematócrito (ZAGO, FALCÃO & PASQUINI, 2004).

A contagem dos glóbulos vermelhos, também conhecidos como hemácias ou eritrócitos, fornece a quantidade em milhões desse tipo de célula para cada mm^3 de sangue. De acordo com Verrastro (2002), os valores de referência

considerados como normais para homens saudáveis é de 4,5 à 6,5 milhões/mm³, sendo que os seres humanos que vivem em locais de grande altitude possuem um número maior de glóbulos vermelhos no sangue, como forma de adaptação natural do organismo.

Os glóbulos vermelhos são as estruturas que transportam uma substância denominada de hemoglobina, que por sua vez é a responsável pelo transporte de oxigênio oriundo dos pulmões até os tecidos (GUYTON & HALL, 2006).

A dosagem da hemoglobina representa a quantidade de proteína por unidade de volume de sangue, ou seja, a quantidade em gramas da substância para cada decilitro de sangue analisado (VERRASTRO, 2002). Segundo a mesma autora, os valores de referência também para homens sem enfermidades é de 13,5 à 18 g/dl.

Guyton & Hall (2006) afirmam que em indivíduos normais, a quantidade de hemoglobina para cada glóbulo vermelho está quase sempre próxima ao nível máximo. Entretanto, quando há uma produção deficiente de hemoglobinas, a quantidade por eritrócito cai sensivelmente, podendo até mesmo diminuir o volume das hemácias.

Outro componente importante do eritograma é a dosagem do hematócrito, que representa a relação, em termos percentuais, dos eritrócitos no volume total do sangue. Em indivíduos saudáveis, os níveis de hematócrito devem estar entre 40 e 54% do volume total de sangue (VERRASTRO, 2002).

De acordo com Failace (2003), o aumento dos valores de hematócrito pode ser utilizado para a determinação dos níveis de desidratação de um indivíduo frente à uma atividade física, pois caso haja uma diminuição do volume plasmático, o percentual de eritrócitos no volume total de sangue será aumentado.

Thirup (2003) afirma que o hematócrito é influenciado pelo treinamento físico, especialmente nas primeiras semanas antes de ser alcançado um novo estado estável entre o volume plasmático e a quantidade de eritrócitos. Além disso, o mesmo autor cita que teoricamente a variação dos valores do hematócrito deve ser maior em relação à indivíduos não-atletas.

Em um estudo com o objetivo de verificar os efeitos de uma partida de futebol sobre parâmetros sanguíneos, Younesian et al (2004) coletou sangue antes e após a realização de um jogo de futebol, em 22 atletas profissionais. Os

pesquisadores observaram que houve aumento significativo nos valores de eritrócitos, hemoglobina e hematócrito. A tabela 7 apresenta os valores obtidos no estudo.

Tabela 7 – Valores da série vermelha antes e após uma partida de futebol (adaptado de YOUNESIAN et al, 2004)

Variáveis	Pré-Jogo	Pós-Jogo	Valor de p
Eritrócitos ($10^6/\text{mm}^3$)	$5,35 \pm 0,32$	$5,56 \pm 0,30$	0,000
Hemoglobina (g/dl)	$14,25 \pm 0,79$	$14,83 \pm 0,99$	0,000
Hematócrito (%)	$45,69 \pm 2,77$	$47,57 \pm 3,16$	0,000

2.2.2. Leucograma

O leucograma pode ser definido como “a parte do hemograma que pesquisa alterações quantitativas e/ou morfológicas das series leucocitárias” (FAILACE, 2003). Em outras palavras, é o componente do exame de sangue que estuda especificamente os glóbulos brancos, também conhecidos como leucócitos.

Essas células são as unidades móveis que compõem o sistema de proteção do organismo humano, sendo transportados especificamente para as áreas de inflamações e infecções, possibilitando assim uma defesa rápida e poderosa contra qualquer agente infeccioso que estiver presente (GUYTON & HALL, 2006).

O primeiro resultado de um leucograma é a contagem do número total de leucócitos presentes, expresso relativo a cada mm^3 de sangue, sendo que os valores considerados normais para homens saudáveis são de 4000 à 10000 leucócitos por mm^3 de sangue. Valores superiores e inferiores do desejado são denominados de leucocitose e leucopenia, respectivamente (VERRASTRO, 2002).

Devido ao fato de existirem vários tipos de leucócitos de acordo com as suas funções no organismo, os leucogramas apresentam também a quantidade por mm^3 de cada tipo dessas células, processo conhecido como contagem diferencial (VERRASTRO, 2002).

Dentre vários tipos de células brancas, estão as principais:

- **Neutrófilos:** são os leucócitos de maior número, representando cerca de 60 a 65% do total, apresentando-se em dois tipos de células, sendo elas: 1) segmentados, pois possuem os núcleos segmentados, correspondendo à cerca de

95 à 98% do total de neutrófilos; 2) bastonetes, representam apenas de 2 a 5% dos neutrófilos, e recebem essa denominação pelo fato de apresentarem os núcleos sem segmentação, em forma de bastão (VERRASTRO, 2002).

• **Linfócitos:** tendo a maioria uma morfologia típica, podem representar até 30% dos leucócitos, sendo que a sua atuação se dá principalmente em associação ao sistema imune (GUYTON & HALL, 2006).

• **Monócitos:** representando cerca de 5% dos leucócitos, têm por função principal proteger o indivíduo contra microorganismos invasores, notadamente pela sua capacidade de ingeri-los por meio de um processo conhecido como fagocitose (GUYTON & HALL, 2006).

Alguns estudos já verificaram que o exercício físico moderado ou de alta intensidade estimula a produção de leucócitos, em um processo denominado de leucocitose (LEANDRO et al, 2002; DOHI, KRAEMER & MASTRO, 2003; DIAS et al, 2007; FERREIRA et al, 2007).

Sobre o assunto, Nieman (1997) cita que a prática de exercícios físicos pode provocar um stress muscular, especialmente quando atividade é prolongada e intensa. Nesse momento, uma resposta inflamatória é iniciada por parte do músculo, sendo caracterizada principalmente pelo aumento do número de leucócitos, movimentação de fluídos e proteínas plasmáticas.

Pedersen & Hoffman-Goetz (2000) e Prestes et al (2008) afirmam que a leucocitose provocada pelo exercício se relaciona com a intensidade de exercício e pode ser atribuída aos elevados níveis de catecolaminas, bem como aos altos níveis de cortisol sanguíneo. Atividades físicas acima de 60% do $VO_{2MÁX}$ estimulam a secreção desses hormônios, aumentando também a densidade dos receptores beta-adrenérgicos (ROSA & VAISBERG, 2002).

Em uma investigação relacionando a contagem de leucócitos com exercício e ritmo circadiano, Cardia et al (2006) concluíram que a atividade física intensa provocou um aumento dos leucócitos mais notadamente no período da tarde em relação ao período da manhã. Os autores argumentam que essa diferença pode estar associada com os níveis de glicocorticóides, que também são estimulados pelo ritmo circadiano.

Avloniti et al (2007) desenvolveram um estudo no qual 10 futebolistas femininas foram submetidas a um treinamento de futebol com duração de 2 horas e intensidade de 75% da $FC_{MÁX}$. Os pesquisadores concluíram que esse

treinamento induziu a leucocitose principalmente pelos neutrófilos, contudo, o exercício não afetou a contagem de linfócitos.

A fim de se verificar o efeito de uma partida de futebol sobre as células brancas, Younesian et al (2004) coletaram sangue antes e após a realização de uma partida, em 22 atletas profissionais. Como resultado, os pesquisadores observaram que o total de leucócitos aumentou significativamente em decorrência do jogo (de $6,19 \pm 0,86$ para $12,88 \pm 3,06 \cdot 10^3/\text{mm}^3$)

Outro importante estudo foi o de Malm, Ekblom e Ekblom (2004), que avaliaram a resposta dos leucócitos em decorrência de 2 partidas competitivas de futebol em jovens atletas de 16 a 19 anos. Foi verificado uma leucocitose após o segundo jogo em relação à avaliação antes do primeiro jogo, com valores de 6,8 (5,9 – 7,8) e 8,2 (6,8 – 9,7) leucócitos/ 10^3mL^{-1} , respectivamente.

2.2.3. Contagem de Plaquetas

As plaquetas, também denominadas de trombócitos, são moléculas produzidas na medula óssea, por meio de fragmentação do citoplasma de outras células denominadas de megacariócito. Cada uma dessas células pode formar até 3 mil plaquetas, sendo que as que estão circulantes no organismo correspondem à 2 terços do total, pois 1 terço fica retido no baço (VERRASTRO, 2002).

A principal função das plaquetas é atuar na coagulação sanguínea, formando um “tampão mecânico” durante a resposta do organismo à uma lesão vascular, pois sem essa ação pode ocorrer um vazamento espontâneo de sangue (HOFFBRAND, PETTIT & MOSS, 2004).

Em indivíduos saudáveis, a quantidade de plaquetas desejável é de entre 125.000 e 450.000 μl , sendo que clinicamente se considera a plaquetopenia em contagens abaixo de 100.000 (ZAGO, FALCÃO & PASQUINI, 2004). A trombocitose, como é conhecido o aumento do número de plaquetas está associada à função plaquetária e podem advir em decorrência do exercício extenuante, aumentando de 18 para 80% (WANG, JEN & CHEN, 1995; WANG et al, 2005; RIBEIRO & OLIVEIRA, 2005).

Ribeiro & Oliveira (2005) também citam que esse aumento pode ocorrer como resposta do organismo à diversos agentes agregatórios como o ADP, colágeno e adrenalina. Além disso, os mesmos autores afirmam que a trombocitose

tem sido relacionada ao exercício anaeróbio, pois esse processo é mais freqüente em atividades acima do limiar.

Younesian et al (2004) verificaram o comportamento das plaquetas como efeito de um jogo de futebol em 22 atletas jovens profissionais. Os autores observaram que a partida provocou um aumento significativo na quantidade de plaquetas circulantes no sangue (de $220,13 \pm 43,33$ para $265,50 \pm 46,58 \cdot 10^3/\text{mm}^3$). A causa principal do ocorrido ainda não está totalmente elucidada, mas os pesquisadores acreditam que tal fato se deve pelo aumento natural da produção plaquetária a partir da medula óssea, ou pela redução da remoção das plaquetas do sangue, que é uma das funções do baço.

2.3. MARCADORES BIOQUÍMICOS DE DESGASTE FÍSICO

2.3.1. Creatina Kinase (CK)

Tal qual mencionado anteriormente, a enzima Creatina Kinase (CK) está envolvida no processo de formação de novas moléculas de ATP a partir da quebra da Creatina Fosfato. Essa enzima é considerada como a reguladora desse processo, pelo fato da quebra da CP fornecer um grupo fosfato mais energia para a formação de um novo ATP (WILMORE & COSTILL, 2001). O quadro 5 apresenta o esquema de ação da CK.



Quadro 5 – Esquema da Ação da Enzima Creatina Kinase (adaptado de McARDLE, KATCH & KATCH, 2003)

De acordo com Nanji (1983) e Foschini, Prestes & Charro (2007), existem três isoformas de CK presentes no citosol ou associadas à estruturas miofibrilares. São compostas por dímeros de sub-unidades específicas relativos ao músculo (M) e ao cérebro (B), sendo elas:

- **CK-BB (CK1)**: encontrada principalmente no cérebro;
- **CK-MB (CK2)**: também conhecida como híbrida, pode ser encontrada predominantemente no músculo cardíaco (miocárdio);
- **CK-MM (CK3)**: encontrada principalmente nos músculos esqueléticos, sua proporção circulante pode atingir valores de 94 a 100% de toda a CK no organismo.

Caso ocorra uma lesão em algum músculo esquelético durante a prática de atividade física, as membranas das células se rompem e algumas substâncias, dentre elas a CK-MM, extravasam para a corrente sanguínea (TOTSUKA et al, 2002; SAYERS & CLARKSON, 2003).

Devido a tal fato, essas moléculas que passam a circular no sangue são comumente interpretadas como bons indicadores de lesão muscular, sendo que atualmente há indícios que a CK pode ser considerada como o melhor desses preditores (CHEVION et al, 2003).

Sobre o tema, Urhausen & Kindermann (2002) afirmam que a atividade da CK representa o desgaste mecânico do músculo em relação aos treinamentos de dias anteriores, relacionando com a intensidade e volume dos treinamentos, principalmente se houverem a realização de exercícios excêntricos em que o sistema muscular não esteja adaptado.

Newhan, Jones & Edwards (1983) e Brancaccio, Maffulli & Limongelli (2007) acreditam que o comportamento da CK durante e após a prática de exercícios físicos pode estar diretamente relacionada com a característica individual, podendo classificar os sujeitos como “alto-respondentes” ou “baixo-respondentes”. Segundo os autores, o pico de CK pós-exercício para o grupo com alta resposta foi abaixo de 3.000 IU/l, sendo que o valor para o grupo com baixa resposta foi abaixo de 400 IU/l.

Corroborando com o estudo anterior, Totsuka et al (2002) utilizaram essa classificação proposta e afirmaram que para o grupo alto-respondentes, existe um ponto de quebra do aumento da CK, que ocorre entre 300 a 500 IU/L após exercício de endurance. Além disso, os autores ainda citam que esses valores estão diretamente relacionados com as distintas características musculares dos avaliados.

Totsuka et al (2002) também observaram que o pico de CK ocorreu imediatamente após o terceiro dia seguido de exercícios de endurance. Em contrapartida, Takarada (2003) identificou que em decorrência da prática de 2

partidas de rugby, a CK tinha o seu maior valor 24 horas após as partidas, com valores médios de 1081 ± 150 U/l. Já Ispiridis et al (2008) verificaram que como efeito da realização de uma partida de futebol, a atividade da CK obtinha seu pico após 48 horas, observando valores em torno de 950 U/l.

Os fatos de a CK ser diretamente relacionada com a característica individual do atleta, além de variar o momento de seu pico pós esforço, prejudicam o estabelecimento de valores de referência. Dessa forma, em um estudo que contemplou análises de CK de 483 atletas masculinos e 245 femininos de vários esportes, Mougios (2007) apresentou os seguintes valores de referência, respectivamente: de 82 à 1083 U/L e de 47 à 513 U/L. O autor também calculou esses valores somente com atletas masculinos de futebol e natação, obtendo limites superiores de 1492 e 523 U/L, respectivamente.

Outro estudo importante foi o de Lazarim et al (2009), que teve por objetivo examinar o comportamento da CK durante o Campeonato Brasileiro de Futebol (CBF), a fim de se estabelecer valores limítrofes de referência para essa enzima. Devido ao fato do limite superior do percentil 97,5 ter representado um valor acima do observado na maioria dos atletas (1338 U/l), os autores decidiram utilizar o limítrofe superior do percentil 90 como um limiar para a sobrecarga muscular, que corresponde ao valor de 975 U/l.

2.3.2. Lactato Desidrogenase (LDH)

A enzima Lactato Desidrogenase (LDH) se localiza no citoplasma de praticamente todas as células e possui diversas isoformas (FRANÇA et al, 2006). Sua função principal é a de regular o metabolismo anaeróbio, justamente pelo fato de catalisar a reação onde o piruvato é reduzido a lactato (MAUGHAN, GLEESON & GREENHAF, 2000). O quadro 6 apresenta um esquema de ação da enzima LDH.



Quadro 6 – Esquema da Ação da Enzima Lactato Desidrogenase (adaptado de McARDLE, KATCH & KATCH, 2003)

Essa reação ocorre com o objetivo de regenerar as duas moléculas de NADH geradas pela degradação de cada molécula de glicose, caracterizando um processo mais rápido em relação à utilização de oxigênio (PRATT & CORNELLY, 2006).

A LDH também tem sido relacionada com desgaste muscular, e pelo mesmo motivo da CK: são substâncias que não conseguem ultrapassar as membranas e com o rompimento das mesmas, o conteúdo das células extravasa e passa a circular na corrente sanguínea (CHEVION et al, 2003; SAYERS & CLARKSON, 2003; FOSCHINI, PRESTES & CHARRO, 2007).

Como efeito da prática de um jogo de futebol, Ispiridis et al (2008) verificaram que o comportamento da LDH foi semelhante ao da CK, tendo o seu pico de maior valor em 48 horas após o jogo, obtendo valores próximos à 375 U/l. Pela análise do comportamento da CK e da LDH, os autores puderam afirmar que o jogo de futebol pode causar microtraumas musculares. Há que se ressaltar que o período para a normalização da LDH foi menor em relação à CK, sendo de 96 horas e 120 horas, respectivamente.

2.3.3. Uréia

A uréia pode ser classificada como um nitrogênio não-protéico, praticamente toda a sua quantidade é produzida no fígado a partir de dióxido de carbono e amônia, e representa o produto final do metabolismo das proteínas (GUYTON & HALL, 2006; SILVA et al, 2006).

Hartmann & Mester (2000) afirmam que a concentração de uréia pode estar diretamente associada com o aumento do catabolismo de proteínas bem como da gliconeogênese como efeitos da prática de treinamentos físicos.

Além disso, os autores dizem que valores elevados de uréia que perduram por até 3 a 5 dias, podem indicar uma perda massiva de proteína. Entretanto, os próprios pesquisadores fazem uma ressalva com relação aos esportes competitivos, pois os diagnósticos retrospectivos ainda não são os mais adequados para o acompanhamento do treinamento.

Em dois estudos com design metodológico bastante semelhantes, Silva et al (2006) e Silva et al (2008) verificaram o comportamento da uréia em três momentos de uma temporada competitiva, como resposta à periodização de

treinamento realizada. Em ambas as investigações a uréia não demonstrou alterações em decorrência do treinamento aplicado, não se mostrando sensível à periodização selecionada.

Em contrapartida, Hubner-Wozniak, Szmuchrowski & Lutoslawska (1994) observaram que como efeito da prática de um jogo de futebol, a uréia apresentou valores elevados imediatamente após o término do jogo. De acordo com os estudos apresentados, parece que a uréia possui maior sensibilidade como efeito agudo de treinamento, não sendo sensível à prática crônica de atividades físicas.

2.3.4. Glicose

A glicose, também conhecida como “dextrose” ou “açúcar do sangue” é caracterizada como o carboidrato mais típico disponível. É classificada como um monossacarídeo de seis carbonos, também denominado de hexose, possuindo a fórmula química de $C_6H_{12}O_6$ (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

Os mesmos autores afirmam que a glicose é formada naturalmente nos alimentos ou até mesmo no próprio organismo, como resultado da digestão dos carboidratos mais complexos. Além disso, após ser digerida e absorvida no intestino delgado, a glicose pode seguir três destinos, sendo eles: (1) tornar-se disponível como fonte energética imediata; (2) formar glicogênio que será armazenado no fígado ou nos músculos; (3) ser convertida em triglicerídeos, para ser posteriormente utilizada como fonte de energia.

Bangsbo (1994) afirma que os carboidratos constituem o substrato mais importante durante o jogo de futebol, principalmente pelo fato de ser o único cuja energia armazenada pode gerar ATP anaerobicamente. Essas moléculas são oriundas principalmente dos estoques de glicogênio muscular e hepático, além das que já estão circulantes na própria corrente sanguínea.

A dosagem de glicose no sangue durante o exercício pode indicar o nível de mobilização do glicogênio hepático e muscular, relacionando até mesmo com a produção energética e a ação das catecolaminas (BANGSBO, IAIA & KRUSTUP, 2007).

Os mesmos autores afirmam que um dos efeitos provocados por um jogo de futebol é a manutenção de níveis elevados de glicose sanguínea nos atletas. Esses dados sugerem que a taxa de liberação de glicose a partir do glicogênio está

sendo suficiente para a manutenção dos níveis de glicose exigidos pelo jogo. Além disso, ao final do período de intervalo, praticamente todos os atletas apresentam uma queda na glicose sanguínea. Tal fato pode ser explicado por um aumento da captação de glicose pelos músculos previamente ativados, além de uma redução significativa da estimulação do glicogênio, podendo até estar relacionado com a redução dos níveis de catecolaminas.

Em um relevante estudo sobre o tema, Krusturup et al (2006) monitoraram, dentre outras variáveis, o comportamento da glicose sanguínea durante 3 jogos amistosos de futebol, por meio de coletas antes e após os jogos. Os pesquisadores encontraram resultados que corroboram com as informações apresentadas anteriormente, pois observaram que antes da partida a glicose sanguínea apresentou valores normais ($4,3 \pm 0,1$ mmol/L), sendo que após 5 minutos e até o final dos 90 minutos de jogo, permaneceu em valores elevados ($5,2 \pm 0,2$ e $4,9 \pm 0,4$ mmol/L, respectivamente).

2.3.5. Cálcio

O cálcio pode ser considerado como o mineral mais abundante no organismo, estando presente na constituição dos ossos e dentes, juntamente com o fósforo. Aproximadamente 1% do total existente no organismo (1200 mg) está sob a forma ionizada, atuando em várias funções fisiológicas, tais como estimulação contrátil muscular, coagulação sanguínea, transmissão de impulsos neurais, ativações enzimáticas, transporte de líquidos por meio das membranas celulares, dentre outras (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

Voet, Voet & Pratt (2000) complementam ao afirmarem que aumentos transitórios de cálcio têm a capacidade de ativar diversas respostas celulares, dentre elas a contração muscular, a liberação de neurotransmissores e a degradação de glicogênio. Além disso, os autores também afirmam que o cálcio é um importante ativador do metabolismo oxidativo.

Sobre o assunto, Brancaccio, Maffulli & Limongelli (2007) relacionam o cálcio com o desgaste muscular, pois citam que as fibras musculares com grandes danos em decorrência da prática esportiva, apresentam um decréscimo na resistência da membrana, fato que aumenta os níveis de cálcio livre no interior celular.

2.3.6. Sódio

O sódio é um mineral que está distribuído por todos os líquidos e tecidos do organismo, notadamente no líquido extracelular e no plasma sanguíneo. Suas funções estão relacionadas com a regulação da pressão osmótica celular, por meio da manutenção do equilíbrio e distribuição de água; contração muscular mediante impulsos neurais; equilíbrio ácido-base (pH) e ritmo cardíaco normal (WILMORE & COSTILL, 2001).

Warburton et al (2002) afirmam que o sódio é o cátion que está mais presente no líquido extracelular. A sua redução pode acarretar em uma liberação de fluído para o espaço intracelular, podendo ocasionar uma expansão nas células, fato que está associado a complicações severas como a fadiga muscular.

Os mesmos autores ainda citam que o processo de redução de sódio sanguíneo é conhecido como Hiponatremia e ocorre em concentrações abaixo de 135 mmol/L. O sódio é o principal eletrólito que diminui como efeito da prática esportiva de longa duração, sendo a hiponatremia considerada como um dos maiores riscos à atletas praticantes dessas provas.

Speedy et al (1999), Wilmore & Costill (2001) e Warburton (2002) comentam que a hiponatremia severa pode causar os seguintes sintomas nos atletas: mal estar, náuseas, fadiga, confusão mental, vômitos, tontura, dificuldade de respiração, dentre outros.

Takarada (2003) verificou que como efeito da prática de 2 partidas de rugby, as concentrações de sódio baixaram substancialmente em um período de até 90 minutos após o esforço. Há que se ressaltar que houve uma queda estatisticamente significativa, mas que os valores mínimos encontrados (aproximadamente 138 mmol/L) não foram suficientes para estabelecer um quadro de hiponatremia. O autor também afirma que essa alteração já era esperada, até como forma de indicar que a intensidade das partidas foi alta. Entretanto, 24 horas após as partidas, a concentração de sódio já estava muito próxima dos valores basais.

O método mais simples para a prevenção da hiponatremia é o gerenciamento por parte dos atletas na administração de fluídos, ou seja, na quantidade de líquidos que ingerem, de modo a evitar a super-hidratação. Os indivíduos que participam de provas de longa duração devem estar conscientes dos

efeitos adversos que pode causar o excesso de ingestão de líquidos (WARBURTON et al, 2002).

2.3.7. Potássio

O potássio pode ser considerado como o cátion mais abundante do fluido intracelular, sendo liberado a partir das células musculares durante o exercício, em uma proporção direta com a intensidade do mesmo (WARBURTON et al, 2002). Suas funções principais envolvem participação no processo de equilíbrio eletrolítico, transmissão neural e equilíbrio ácido-base. (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

O processo de diminuição do potássio sanguíneo é conhecido com Hipocalemia, e geralmente ocorre devido a reutilização do próprio potássio dentro do músculo após o exercício (NIELSEN et al, 2003). Tal fato certamente acontece como resposta à continuação da estimulação das catecolaminas sem o metabolismo anaeróbio ou isquemia muscular (WARBURTON et al, 2002).

Já a hipercalemia, como é conhecido aumento dos níveis de potássio, advém da troca de potássio de dentro para fora do espaço intracelular em decorrência da prática de exercício. Há que se ressaltar que esse processo é reversível rapidamente com o repouso após a prática de exercícios físicos (WARBURTON et al, 2002).

Como efeito da realização de duas partidas de rugby, Takarada (2003) observaram que o potássio teve um aumento significativo após até 90 minutos das partidas, retornando aos níveis basais em 24 horas após as partidas.

Níveis elevados de potássio também foram encontrados por Krstrup et al (2006) como consequência da realização de três jogos amistosos de futebol. Ao final do primeiro e do segundo tempo, as concentrações de potássio foram respectivamente $4,9 \pm 0,1$ e $4,8 \pm 0,1$ mmol/L, sendo que durante a partida o maior valor observado foi de $5,1$ ($4,5 - 5,6$) mmol/L.

2.3.8. Cortisol

O cortisol, também conhecido como hidrocortisona, é um hormônio que representa cerca de 95% da atividade glicocorticóide presente no organismo. A prática de atividades com alto nível de *stress* estimula o hipotálamo a secretar o fator liberador de corticotropina, que por sua vez induz a hipófise anterior a secretar o hormônio ACTH, que por conseguinte promove a liberação de cortisol a partir do córtex da supra-renal (GUYTON & HALL, 2006).

McArdle, Katch & Katch (2003) afirmam que o cortisol influencia diretamente no metabolismo da glicose, das proteínas e dos ácidos graxos livres, de acordo com os seguintes pontos:

- Promove a quebra das proteínas formando aminoácidos em todas as células do corpo humano (com exceção do fígado), sendo que a circulação sanguínea transporta esses aminoácidos até o fígado para serem transformados em glicose, por meio de um processo denominado de gliconeogênese;
- No processo de gliconeogênese, estimula a ação de outros hormônios, notadamente o glucagon e o hormônio de crescimento (GH);
- Atua como uma função contrária à da insulina, pois inibe a captação e conseqüente oxidação da glicose, conservando-a no sangue;
- Auxilia na quebra dos triglicerídeos para a formação de ácidos graxos e glicerol.

Os mesmos autores ainda citam que concentrações elevadas de cortisol por longos períodos acarretam em fracionamento excessivo das proteínas, desgaste dos tecidos, equilíbrio nitrogenado negativo e aceleração das gorduras para fornecimento de energia em períodos de inanição e exercício prolongado.

McArdle, Katch & Katch (2003) ainda apontam que o cortisol exerce um fator facilitador sobre a utilização dos substratos energéticos durante o exercício. Desse modo, há uma elevação dos seus níveis sanguíneos como efeito da prática de atividades físicas, mesmo que moderado e por períodos prolongados. Além disso, pode permanecer alterado por até 2 horas após o esforço, sugerindo que possui algum papel na recuperação dos tecidos.

Já Canali & Kruehl (2001) são mais cautelosos sobre o tema e afirmam que os efeitos do exercício físico sobre o cortisol ainda possui algumas lacunas, principalmente pela variabilidade em relação a intensidade de exercício,

estado nutricional, nível de treinamento e ritmo circadiano. Contudo, os autores ainda concluem que o que se pode afirmar atualmente é o fato de existir um aumento do cortisol como consequência da prática de atividade física intensa.

Em um estudo com futebolistas femininas, Haneishi et al (2007) comparou a resposta do cortisol salivar, como indicador de *stress*, em duas situações: uma atividade de treinamento e um jogo oficial. Os pesquisadores observaram que o nível de *stress* de uma partida oficial é muito maior do que de uma atividade de treinamento.

Handziski et al (2006) verificaram as alterações no cortisol em atletas masculinos de futebol, como efeitos de uma temporada competitiva. Os autores verificaram uma queda significativa após a fase pré-competitiva e um aumento importante após a fase competitiva, em relação aos valores coletados no início da fase de preparação.

Outro relevante estudo foi realizado por Ispirlidis et al (2008), o qual foi verificou o efeito de um jogo de futebol sobre a concentração de cortisol sanguíneo. Os resultados obtidos apresentaram que o cortisol elevou-se significativamente em decorrência do jogo de futebol (de aproximadamente 275 para aproximadamente 415 mmol/L). Posteriormente, os valores de cortisol foram já voltaram aos níveis basais em apenas 24 horas após a realização do jogo.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. DESIGN DO ESTUDO

Os atletas foram submetidos a quatro etapas de coletas em função do jogo de futebol que participaram. O quadro 7 apresenta resumidamente o design do presente estudo.



Quadro 7 – Esquema do Design de Estudo

3.2. PARTICIPANTES

Participaram do estudo 16 atletas profissionais de futebol do sexo masculino de todas as posições com exceção dos goleiros, com idade média de $18,17 \pm 0,50$ anos, de um clube que disputa o Campeonato Brasileiro. Esses atletas mantinham treinamentos regulares e participações em competições reconhecidas pela Confederação Brasileira de Futebol (CBF).

3.3. DIVISÃO DE GRUPOS

Todos os 16 atletas participaram de todas as 4 etapas de coleta de dados durante o jogo, independente se figuraram como titulares ou reservas. Os 10 atletas que iniciaram o jogo como titulares atuaram durante os 90 minutos da partida, compondo assim o Grupo Experimental (GE) do presente estudo.

Os outros 6 atletas que não realizaram nenhuma atividade física durante o período do jogo devido ao fato de não terem entrado na partida, tampouco realizado qualquer tipo de aquecimento, compuseram o Grupo Controle (GC). O quadro 8 representa de forma esquemática a divisão dos grupos.

	GRUPO EXPERIMENTAL (GE)	GRUPO CONTROLE (GC)
<i>Participantes (n)</i>	10	6
<i>Situação no jogo</i>	Titulares	Reservas
<i>Atividade realizada</i>	90 minutos (15' de intervalo)	Nenhuma

Quadro 8 – Esquema da Divisão dos Grupos

3.4. INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

A primeira etapa da coleta de dados consistiu na avaliação antropométrica e no teste de esforço máximo, que foram realizados nas dependências do Centro de Estudos da Performance Física (CEPEFIS), laboratório pertencente ao Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Nesse primeiro contato, os atletas tomaram conhecimento dos objetivos e procedimentos da pesquisa e aqueles que concordaram em participar de livre e espontânea vontade, assinaram um Termo de Consentimento Informado (Apêndice A).

Esse termo garante que os dados obtidos seriam utilizados somente para fins acadêmicos, bem como isenta os avaliadores de qualquer responsabilidade sob algum dano físico ou mental que eventualmente ocorresse durante o teste.

O referido termo, bem como o projeto do presente estudo foi submetido para avaliação no Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, sendo aprovado de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, sob registro número 0081.0.091.000-08.

Após assinatura do termo, os atletas foram submetidos à uma avaliação antropométrica (ver Apêndice B), onde foram coletados os valores de peso corporal, estatura e dobras cutâneas. Para tanto, os atletas foram instruídos a não praticarem qualquer tipo de exercício físico antes das coletas, realizando uma alimentação normal.

3.4.1. Avaliação Antropométrica

Inicialmente foram obtidos a estatura e o peso, com a utilização de um estadiômetro Sanny Científico com precisão de 1 mm e uma balança de marca Toledo com precisão de 50 gramas, respectivamente.

Com relação à coleta de espessura de dobras cutâneas, foram realizadas por apenas um avaliador experiente, sendo efetuada sempre no hemitórax direito dos avaliados e de acordo com os procedimentos apresentados por Heyward e Stolarczyk (2000).

Foi utilizado um adipômetro da marca Harpender, com precisão de 0,1 mm e pressão de 10 g/mm², sendo coletadas as seguintes dobras cutâneas de acordo com os seus respectivos pontos anatômicos:

- **Subescapular:** foi medida obliquamente, imediatamente abaixo da extremidade do ângulo inferior da escápula;
- **Tricipital:** foi medida na região posterior do braço, no ponto médio de uma linha imaginária entre o ponto distal e proximal do tríceps;
- **Peitoral:** foi medida no ponto medial de uma linha imaginária traçada entre a linha axilar anterior e o mamilo;
- **Axilar:** foi medida longitudinalmente na linha axilar média, no mesmo nível do apêndice xifóide do osso esterno;
- **Suprailíaca:** foi medida obliquamente, no ponto médio de uma linha imaginária entre a última costela e a crista ilíaca;
- **Abdominal:** foi medida horizontalmente a 2,5 cm a direita da cicatriz umbilical;
- **Coxa:** foi medida paralelamente ao eixo longitudinal do corpo, na distância média de uma linha imaginária entre o trocânter femoral e a borda superior da patela.

Para o cálculo do percentual de gordura, foi utilizada a equação desenvolvida para ser aplicada em atletas, proposta por Faulkner (1968). Após a avaliação antropométrica, os atletas foram equipados com um freqüencímetro Polar S625x, que registra a freqüência cardíaca a cada 5 segundos. Os avaliados permaneceram sentados por 10 minutos para a identificação da freqüência cardíaca de repouso (FC_{REP}), que foi definida como o menor valor durante esse período.

3.4.2. Teste de Esforço Máximo na Esteira

Posteriormente à avaliação antropométrica, todos os atletas realizaram um teste de esforço máximo que objetivava a determinação do $VO_{2MÁX}$ (ml/kg/min) e $FC_{MÁX}$ (bpm). Há que se ressaltar que todos os atletas foram anteriormente submetidos à avaliação cardiológica, estando aptos à prática desportiva de alta intensidade.

A avaliação de esforço máximo foi realizada em uma esteira rolante modelo X-Fit 7 Power Treadmill, que possui velocidade e inclinação máxima de 20 km/h e 15%, respectivamente. Para a determinação do $VO_{2MÁX}$, durante os testes os atletas foram equipados com um sistema metabólico Parvo Medics TrueOne 2400 (EUA), equipamento que analisa os gases inspirados e expirados, por meio de análises paramagnéticas (O_2) e de infravermelho (CO_2).

Com relação a esse tipo de avaliação, o ACSM (2005) afirma que independente do protocolo escolhido, a velocidade e a inclinação da esteira deverão ser adequadas de acordo com a capacidade dos avaliados. Dessa maneira, O protocolo utilizado no presente estudo foi escalonado, com inclinação constante de 1%, velocidade inicial de 8 km/h e incrementos de 1 km/h a cada minuto.

Estágio	Tempo (min)	Velocidade (km/h)	Inclinação (%)
1	1 (1)	8,0	1,0
2	1 (2)	9,0	1,0
3	1 (3)	10,0	1,0
4	1 (4)	11,0	1,0
5	1 (5)	12,0	1,0
6	1 (6)	13,0	1,0
7	1 (7)	14,0	1,0
8	1 (8)	15,0	1,0
9	1 (9)	16,0	1,0
10	1 (10)	17,0	1,0
11	1 (11)	18,0	1,0
12	1 (12)	19,0	1,0
13	1 (13)	20,0	1,0

Quadro 9 – Esquema do protocolo do teste de esforço máximo na esteira rolante

Os avaliados foram adequadamente motivados através de incentivos verbais e os avaliadores observaram constantemente se existia qualquer tipo de intolerância ao esforço por parte dos sujeitos. O teste poderia ser interrompido caso ocorresse algum dos fatores a seguir, de acordo com o ACSM (2005): sintomas de angina; sinais de baixa perfusão sangüínea como dor de cabeça, confusão mental, náuseas, frio e palidez; baixo aumento da freqüência cardíaca com o aumento da intensidade do exercício; alterações no ritmo cardíaco; manifestações físicas ou verbais de fadiga extrema e falha nos equipamentos. Após o término do teste, o avaliado teve o equipamento retirado e caminhou a uma velocidade de 2 km/h por 3 minutos, sendo a freqüência cardíaca ainda registrada a cada 15 segundos até o final do primeiro minuto de recuperação.

A $FC_{MÁX}$ (bpm) foi definida com o maior valor de freqüência cardíaca durante todo o período do teste. Já o $VO_{2MÁX}$ (ml/kg/min), de acordo com Powers & Howley (2000) e ACSM (2005), é obtido de acordo com a satisfação de critérios estabelecidos, que serão os seguintes: platô na captação do oxigênio com aumento da intensidade do esforço; quociente respiratório (R) acima de 1,15; freqüência cardíaca no último estágio ± 10 bpm em relação à $FC_{MÁX}$ predita no individuo (220-idade); sinais de extremo cansaço físico.

3.4.3. Jogo de Futebol

3.4.3.1. Definição da atividade

Para as coletas de campo, todos os atletas participaram de um jogo amistoso de 2 tempos de 45 minutos cada, com intervalo de 15 minutos. Essa partida foi realizada às 16h e no período da manhã do dia da coleta, os atletas não realizaram qualquer tipo de atividades físicas.

Antes do jogo, todos os atletas realizaram um aquecimento padronizado e específico de 20 minutos. Essa sessão de aquecimento conteve alongamentos, movimentos articulares amplos, estímulos curtos de velocidade e atividades técnicas. De acordo com os registros do SIMEPAR, no momento da realização da partida, a temperatura e a umidade relativa do ar média foram de 28,1°C e 51,6%.

3.4.3.2. Freqüência cardíaca

Durante todo o jogo, os atletas estavam equipados com uma fita pertencente ao conjunto de freqüencímetros Polar Team System, que armazena os dados a cada 5 segundos. Esse equipamento dispensa o uso de relógio de pulso, armazenando os valores de freqüência cardíaca na própria fita. Após o término das atividades, as fitas foram inseridas na interface Recharger Unit (parte integrante do Team System) que transfere os dados coletados para um computador, de acordo com a figura 5.



Figura 5 – Foto da interface e das fitas cardíacas do Polar Team System

As fitas foram posicionadas de forma bem ajustada sobre a região inferior do osso esterno (processo xifóide), sendo anteriormente lubrificadas com um gel especial para a otimização dos sinais captados. Foram descartados os dados que eventualmente sejam gravados antes do início das atividades.

Para cada atleta foi calculada a média da freqüência cardíaca durante cada 15 minutos de jogo (0-15', 16-30', 31-45' do primeiro e segundo tempo), sendo desconsiderados os valores referentes ao período de intervalo. Posteriormente, para cada período do jogo (15') foi calculado o percentual de intensidade relativo à freqüência cardíaca de reserva, por meio da fórmula derivada da proposta por Karvonen (1957):

$$\% \text{ de Intensidade} = \left(\frac{FC_{\text{exercício}} - FC_{\text{repouso}}}{FC_{\text{máxima}} - FC_{\text{Repouso}}} \right) * 100$$

Para o cálculo dessa variável, foi utilizado o valor de $FC_{\text{MÁX}}$ obtido no teste de esforço máximo na esteira rolante, tal qual descrito anteriormente.

3.4.3.3. Coleta de sangue

O quadro 10 representa os momentos em que foram realizadas as coletas de sangue durante o jogo.

Coletas	Momentos
1	Em repouso
2	Antes do início do jogo
3	No intervalo do jogo
4	Imediatamente após o término do jogo

Quadro 10 – Descrição dos momentos das coletas de sangue

Para a coleta de repouso (Coleta 1), os atletas foram instruídos a permanecerem em 12 horas de jejum. Essa coleta foi realizada no mesmo dia do jogo no período da manhã, sendo posteriormente oferecida uma alimentação adequada para o desjejum.

A coleta antes do jogo (Coleta 2) foi realizada antes do aquecimento, de modo a verificar o perfil fisiológico do atleta antes de qualquer estímulo físico. Já a coleta no intervalo (Coleta 3) foi executada imediatamente após o término do primeiro tempo da partida e antes de todos os atletas se hidratarem de maneira controlada. A coleta 4 aconteceu imediatamente após o término do segundo o tempo do jogo.

Com relação à coleta propriamente dita, foram efetuadas por 3 enfermeiras com experiência de no mínimo 2 anos em coletas sanguíneas, que estavam equipadas com luvas descartáveis e respeitaram todos os princípios de higiene e limpeza. Foram retirados 10 ml de sangue intravenoso, sendo posteriormente armazenados em tubos específicos.

Após isso, as amostras foram conservadas em um compartimento térmico com gelo, e levadas a um freezer com temperatura de -10°C à -15°C até o momento das análises bioquímicas, que foram realizadas em um laboratório específico.

A partir das amostras sanguíneas, foram analisadas as seguintes substâncias, de acordo com os respectivos métodos de análise:

- **Eritograma (contagem de eritrócitos):** Método de impedância elétrica, por meio da utilização do Sistema CELL-DYN 3000, sendo que a diluição foi realizada entre uma parte do sangue total para 12.500 partes de diluente próprio.

- **Hematócrito:** Calculado a partir da multiplicação dos valores da contagem de eritrócitos pela média do volume corpuscular.

- **Hemoglobina:** Método de cianohemoglobina, com utilização do Sistema CELL-DYN 3000, sendo a diluição realizada entre uma parte do sangue total em 251 partes de diluente com reagente lisante próprio;

- **Leucograma (contagem de leucócitos):** Método de MAPSS (Multiple Angle Polarized Scatter Separation of White Cells), com utilização do Sistema CELL-DYN 3000, sendo que a diluição foi realizada entre uma parte de sangue total para 51 partes de diluente com solução leucoprotetora;

- **Plaquetas:** Método de impedância elétrica, mediante sistema CELL-DYN 3000, sendo a diluição realizada com 1 parte de sangue total para 12.500 partes de diluente próprio;

- **Lactato:** Método enzimático colorimétrico para a determinação do lactato, mediante da utilização do sistema Targa 3000.

- **Creatina Kinase:** Sistema UV otimizado (IFCC) para determinação quantitativa da atividade da creatina kinase total (CK) em modo cinético em soro ou plasma, utilizando o sistema Targa 3000.

- **Lactato Desidrogenase:** Método UV otimizado (SFBC) para a determinação de lactato desidrogenase (LDH) em soro ou plasma, mediante sistema Targa 3000.

- **Uréia:** Sistema enzimático para determinação da uréia no soro, plasma e urina por fotometria em ultravioleta (UV) utilizando cinética de dois pontos (tempo fixo), além do sistema Targa 3000.

- **Glicose:** Método enzimático para a determinação de glicose no sangue e outros líquidos biológicos, por meio do sistema Targa 3000.

- **Cálcio:** Método colorimétrico direto para a determinação do cálcio em soro, plasma ou urina, utilizando o sistema Targa 3000.

- **Sódio:** Método de determinação do sódio por meio de analisador de íon seletivo, utilizando o sistema Iselab Drake.

- **Potássio:** Método de determinação do potássio por meio de analisador de íon seletivo, utilizando o sistema Iselab Drake.

- **Cortisol:** Método de determinação por eletroquímio-luminescência, por meio da utilização do Sistema Elecsys 2010.

3.4.3.4. Peso Corporal, Alimentação e Hidratação

Todos os atletas tiveram o seu peso corporal aferido e devidamente anotado em ficha específica em todos os 4 momentos das coletas de sangue (ver Apêndice C). Em todas as pesagens todos os sujeitos estavam vestindo apenas o calção de jogo, sem qualquer outro tipo de equipamento.

Em um período anterior à Coleta 2, que foi realizada antes do jogo, os atletas responderam a um Recordatório Alimentar de 24 horas (ver Apêndice D), que teve por objetivo quantificar todos os tipos de alimentos ingeridos no próprio dia até o momento das coletas sanguíneas, bem como no dia anterior.

Até a realização da última coleta de sangue (que foi imediatamente após o término da partida), os atletas não consumiram qualquer tipo de alimento. Ficou estipulado também que os jogadores poderiam ingerir água apenas em dois momentos, sendo eles: após a coleta de sangue 2 (antes do aquecimento) e no intervalo do jogo, com a quantidade máxima de 510ml em cada ocasião. Caso algum atleta não ingerisse toda essa quantidade, foi anotada a quantidade de água que esse atleta ingeriu.

A desidratação também foi avaliada por meio da interpretação dos valores referentes ao hematócrito, pois com o processo de perda de água corpórea, o valor relativo de hemácias no sangue pode aumentar, em decorrência da diminuição da parte líquida do sangue (SHASKEY & GREEN, 2000; SAWKA et al, 2000; McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

3.4.3.5. Determinação das ações físicas e técnicas (filmagem do jogo)

Toda a partida foi filmada com a utilização da filmadora desenvolvida pela JVC, modelo GR-D850 Digital, que registra as imagens em fitas Mini-DV. A filmagem do jogo foi realizada com objetivo de se quantificar numericamente as ações técnicas e físicas de todos os atletas, possibilitando a comparação destas com as alterações das variáveis fisiológicas analisadas.

Na análise das ações físicas, para cada tempo da partida, foram quantificados o tempo de cada ação e percentual das execuções em relação ao tempo total do jogo, das seguintes variáveis:

- Períodos de caminhada / baixa intensidade (minutos);
- Períodos de trotes / moderada intensidade (minutos);
- Períodos de estímulos de velocidade / alta intensidade (minutos);
- Número de estímulos de velocidade (alta intensidade);
- Número de saltos.

Já com relação às variáveis técnicas, foram quantificadas a frequência de ocorrência de cada ação em cada tempo da partida, sendo elas:

- Número de passes certos;
- Número de passes errados;
- Número de desarmes sofridos;
- Número de desarmes cometidos;
- Número de faltas cometidas;
- Número de altas sofridas;
- Número de disputas de bola.

3.5. ANÁLISE DOS DADOS

Inicialmente foi utilizada a estatística descritiva, com média, desvio-padrão, valor mínimo e máximo para todas as variáveis coletadas. Com o objetivo de verificar os efeitos causados pelo jogo de futebol, foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas entre os valores encontrados nos quatro momentos de coletas (repouso, antes do jogo, intervalo e após o jogo) e entre os dois grupos (Experimental e Controle), seguido do post-hoc de Tukey caso necessário.

Além disso, para comparação das variáveis de performance entre os tempos das partidas, foi aplicado o Teste T de Student para amostras pareadas e para a comparação das variáveis morfofisiológicas entre os grupos foi aplicado o Teste T de Student para amostras não-pareadas.

Para todas as análises foi utilizado o software estatístico Statistica 6.0 for Windows, com a significância fixada em $p \leq 0,05$, sendo que as figuras foram construídas no software GraphPad Prism 4.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentados os dados referentes à avaliação morfofisiológica dos atletas, estando em seguida as exposições acerca dos efeitos causados pelo jogo de futebol sobre os parâmetros fisiológicos, bioquímicos e de performance.

4.1. CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DOS ATLETAS

As características morfofisiológicas foram avaliadas com objetivo principal de caracterização da amostra, sendo mensurada inicialmente por meio de dados antropométricos, que compreendeu o peso corporal (kg), estatura (cm) e %Gordura. A tabela 8 apresenta os valores de composição corporal dos 16 atletas avaliados.

Tabela 8 – Características antropométricas dos 16 atletas

	Média	±DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	18,17	0,50	17,23	18,88
Estatura (cm)	179,31	6,38	170,00	196,00
Peso Corporal (kg)	77,39	4,99	71,20	88,60
%Gordura	11,46	1,25	9,76	13,95

Com relação à estatura, em estudos realizados com atletas da mesma faixa etária (SILVA et al, 1997; SOUZA, 1999; CHAMARI et al, 2004; MORTIMER et al, 2006; KELLY & DRUST, 2008) observou-se valores muito próximos aos do presente estudo ($177,36 \pm 5,52$ cm; 177,0 cm; $177,8 \pm 6,7$ cm; $175,1 \pm 6,8$ cm; $180,0 \pm 0,1$ cm, respectivamente). Até mesmo em pesquisas que utilizaram como amostra futebolistas profissionais com faixa etária maior (BANGSBO et al, 1994; RIENZI et al, 2000; SILVA et al, 2000) os dados coletados foram semelhantes ($182,9 \pm 1,0$ cm; $177,0 \pm 0,4$ cm; $177,0 \pm 5,6$ cm, respectivamente).

Os valores de peso corporal verificados foram compatíveis com estudos que avaliaram atletas com faixa etária maior (BANGSBO et al, 1994; RIENZI et al, 2000; SILVESTRE et al, 2006), que encontraram valores de $77,5 \pm 1,3$ kg, $74,5 \pm 4,4$ kg e $77,5 \pm 9,2$ kg, respectivamente. Em contrapartida, foram verificados valores ligeiramente superiores em relação à estudos com atletas da mesma faixa

etária, que encontraram valores como $71,29 \pm 5,53$ kg (SILVA et al, 1997), $71,15$ kg (SOUZA, 1999), $70,5 \pm 6,4$ kg (CHAMARI et al, 2004), $69,3 \pm 5,2$ kg (MORTIMER et al, 2006) e $73,3 \pm 6,2$ kg (KELLY & DRUST, 2008).

O %Gordura obtido na presente investigação foi semelhante aos estudos de Silva et al (2000) e Chamari et al (2004), que avaliaram atletas profissionais de elite e juniores, apresentando valores de $11,59 \pm 1,38$ % e $11,8 \pm 2,0$ %, respectivamente. Em contrapartida, os dados verificados foram superiores em relação aos estudos de Silva et al (1997) e Mortimer et al (2006), além de inferiores em relação aos estudos de Souza (1999) e Silvestre et al (2006). As diferenças observadas no %Gordura podem estar associadas às diferentes equações preditivas utilizadas, bem como ao fato de em cada estudo os dados terem sido coletados por avaliadores diferentes.

Para o desenvolvimento do estudo, os 16 atletas participantes foram divididos entre os Grupos Experimental ($n=10$) e Controle ($n=6$), sendo que a tabela 9 representa as características antropométricas para os dois grupos.

Tabela 9 – Comparação das características antropométricas entre os grupos

	Grupo Experimental	Grupo Controle	Valor de p
Idade (anos)	$18,33 \pm 0,44$	$17,91 \pm 0,53$	0,1145
Estatura (cm)	$177,35 \pm 4,15$	$182,58 \pm 8,40$	0,1147
Peso Corporal (kg)	$75,32 \pm 3,25^*$	$80,85 \pm 5,73$	0,0260
%Gordura	$11,20 \pm 1,10$	$11,90 \pm 1,46$	0,2945

**Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$)*

Pela interpretação da tabela 9 percebe-se que os grupos apresentam semelhanças, pois a única variável que se diferiu estatisticamente entre os grupos foi o Peso Corporal (kg), estando o Grupo Controle mais pesado em relação ao Grupo Experimental. Todavia, o percentual de gordura não apresentou diferenças significativas entre os grupos.

Complementando as mensurações morfofisiológicas, os atletas realizaram uma avaliação de esforço máximo na esteira, na qual foram obtidos os valores relativos à frequência cardíaca e parâmetros respiratórios. A tabela 10 apresenta os resultados dessa avaliação.

Tabela 10 – Parâmetros cardiorrespiratórios dos 16 atletas

	Média	±DP	Mínimo	Máximo
FC_{REPOUSO} (bpm)	65,8	10,4	54,0	88,0
FC_{MÁXIMA} (bpm)	197,2	7,8	184,0	213,0
VO_{2MÁX} (ml/kg/min)	56,56	5,47	45,75	67,89

Com relação à FC_{REP}, os dados observados no presente estudo foram similares aos encontrados por Metaxas et al (2005), que avaliaram 25 futebolistas pertencentes à Seleção Grega e encontraram o valor de 61,3 ± 6,9 bpm.

A FC_{MÁX} obtida foi condizente com importantes pesquisas que avaliaram futebolistas, as quais apresentaram os seguintes valores: 195,09 ± 9,42 bpm (SILVA et al, 1997); 191 ± 7 bpm (CHAMARI et al, 2004); 199 ± 8 bpm (McMILLAN et al, 2005) e 196,7 ± 6,7 bpm (METAXAS et al, 2005).

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2MÁX}) encontrado foi superior a estudos com atletas da mesma faixa etária, sendo brasileiros e ingleses (SOUZA, 1999; MORTIMER et al, 2006; KELLY & DRUST, 2008), os quais encontraram valores de 52,77 ml/kg/min, 52,2 ± 3,0 ml/kg/min e 50,0 ± 3,2 ml/kg/min. Em contrapartida, outras pesquisas que também se utilizaram de atletas da mesma faixa etária, apresentaram valores superiores aos do presente estudo, sendo eles: 62,10 ± 6,09 ml/kg/min (SILVA et al, 1997); 60,5 ± 4,7 ml/kg/min (SILVA et al, 2000); 61,1 ± 4,6 ml/kg/min (CHAMARI et al, 2004) e 63,59 ± 4,64 ml/kg/min (METAXAS et al, 2005).

Tais diferenças podem ter ocorrido devido à diferentes métodos de avaliação e determinação do VO_{2MÁX}, pois alguns estudos utilizaram métodos indiretos e outros diretos. Além disso, há que se ressaltar que essa variável pode ser influenciada cerca de 20 à 45% por fatores genéticos (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

De acordo com a tabela 11, na comparação entre os grupos experimental e de controle não houve nenhuma diferença nas variáveis cardiorrespiratórias estudadas, demonstrando assim a homogeneidade dos atletas que compuseram os grupos.

Tabela 11 – Comparação dos parâmetros cardiorrespiratórios entre os grupos

	Grupo Experimental	Grupo Controle	Valor de p
FC_{REPOUSO} (bpm)	68,2 ± 11,4	59,8 ± 3,9	0,1804
FC_{MÁXIMA} (bpm)	198,1 ± 8,2	195,0 ± 7,4	0,5251
VO_{2MÁX} (ml/kg/min)	57,22 ± 3,53	54,92 ± 9,35	0,5010

4.2. EFEITOS DO JOGO

Nesse momento serão apresentados os resultados referentes ao comportamento das variáveis fisiológicas, bioquímicas e de performance em consequência da prática do jogo de futebol, além das devidas comparações entre o grupo experimental e controle.

Com relação às nomenclaturas utilizadas nas tabelas e figuras que serão apresentados a seguir, fica estabelecido que letras iguais representam diferenças significativas entre os momentos apenas para o mesmo grupo, sendo que asteriscos representam diferenças significativas entre os grupos apenas para o mesmo momento ($p \leq 0,05$)

4.2.1. Peso Corporal e Hidratação

Em todos os momentos de coleta de sangue, os atletas também foram submetidos à pesagem corporal, a fim de se determinar a magnitude da perda de peso como efeito da partida de futebol. Na tabela 12 estão apresentados os valores de peso corporal.

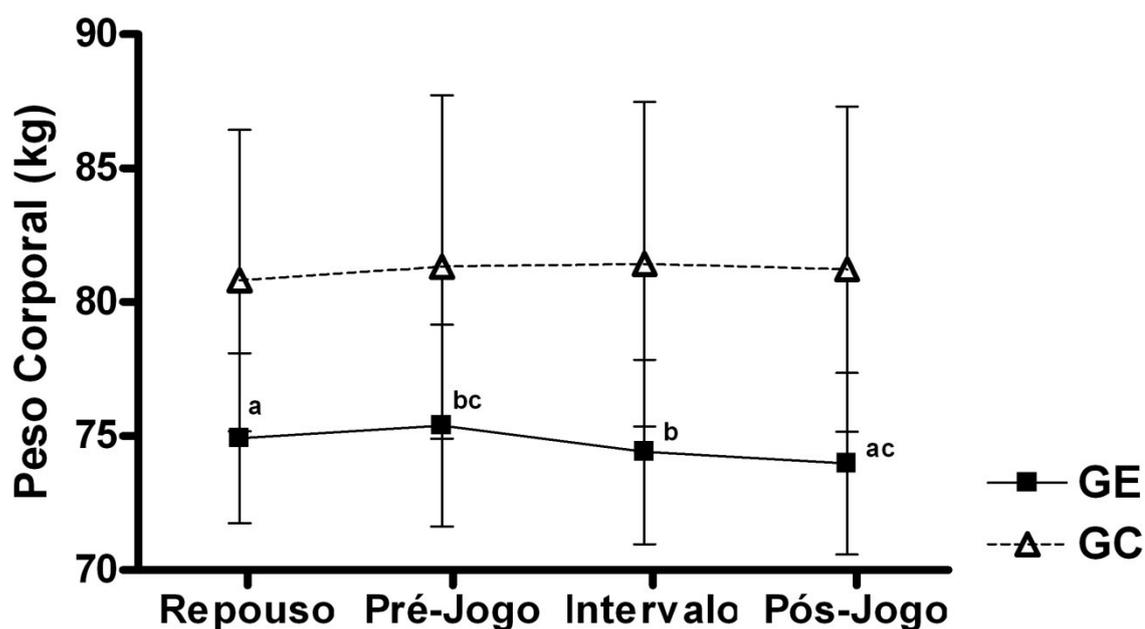
Tabela 12 – Comportamento do peso corporal durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
Peso Corporal (kg)	GE	74,92 ± 3,18 ^a	75,39 ± 3,77 ^{bc}	74,40 ± 3,44 ^{ab}	73,97 ± 3,39 ^c
	GC	80,80 ± 5,63	81,32 ± 6,41	81,42 ± 6,06	81,23 ± 6,07

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Pela análise dos dados apresentados, pode-se notar que o peso corporal do GE no intervalo e ao final da partida foi estatisticamente menor em relação ao pré-jogo, demonstrando que um dos efeitos do jogo de futebol foi a perda

de peso. Há que se ressaltar que não houve diferenças significativas entre os grupos em todos os momentos de coleta, como pode ser visto na figura 6.



Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Figura 6 – Comparativo do peso corporal durante o jogo

No intervalo, os atletas apresentaram uma redução média de 0,99 kg em relação ao momento de pré-jogo, representando uma redução significativa de 1,3% do peso corporal. Ao final da partida, a perda média em relação ao pré-jogo foi de 1,42 kg, correspondendo a 1,9% de redução estatisticamente significativa. Apesar de não termos observados diferenças significativas entre os valores de pós-jogo e intervalo, a redução média de peso provocada pelo segundo tempo foi de 430 gramas ou 0,6%.

Com relação à hidratação, os atletas puderam ingerir água apenas em dois momentos: após a segunda coleta (antes do aquecimento) e após a terceira coleta de sangue (no intervalo). Nos dois momentos, a quantidade máxima que poderia ser ingerida foi de 510 ml. A tabela apresenta as quantidades médias de água ingeridas pelos grupos nos dois momentos disponíveis.

Tabela 13 – Média \pm DP da ingestão de água

	Grupo Experimental	Grupo Controle	Valor de p
Pré-Jogo (ml)	336,0 \pm 143,7	312,5 \pm 200,8	0,7884
Intervalo (ml)	439,5 \pm 107,7*	123,3 \pm 67,7	0,0000

*Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$)

Não houve diferenças significativas na ingestão de água entre os grupos no momento de pré-jogo, tal qual demonstrado na figura 7. Em contrapartida, no intervalo o GE ingeriu mais água do que o GC, fato que é totalmente aceitável, pois apenas o referido grupo estava em atividade.

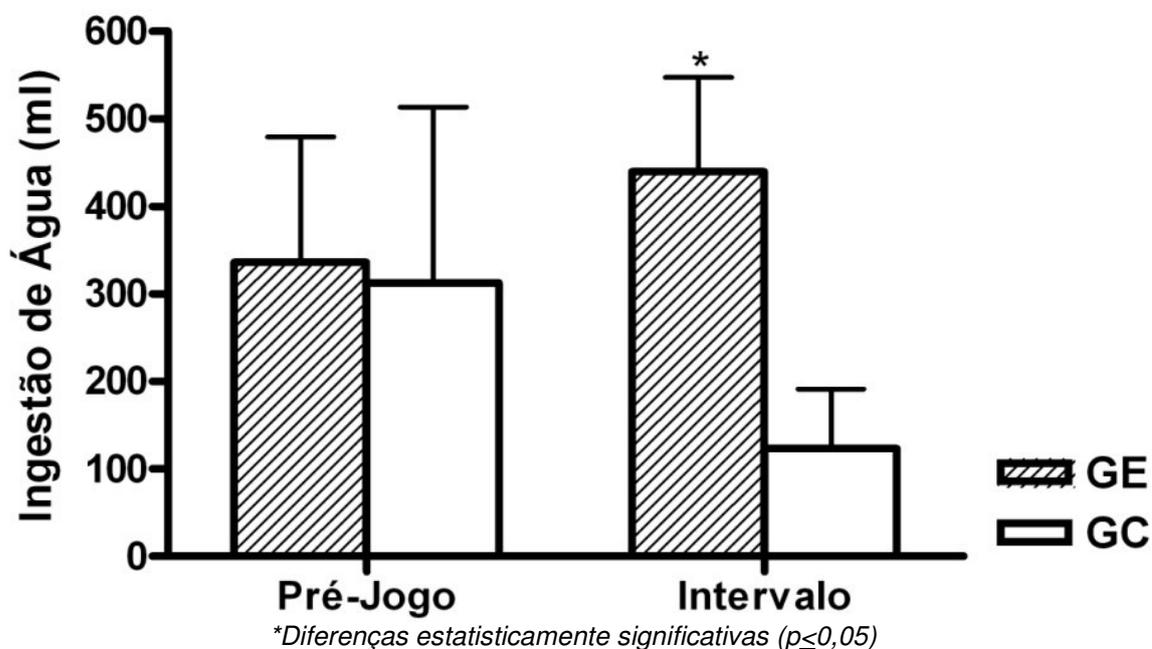


Figura 7 – Comparativo da ingestão de água

4.2.2. Marcadores Fisiológicos

Tal qual abordado anteriormente no capítulo da Revisão de Literatura, alguns dos parâmetros fisiológicos mais utilizados para a identificação da intensidade e dos efeitos de determinado exercício compreendem a monitoração da frequência cardíaca e a concentração de lactato sanguíneo.

4.2.2.1. Frequência cardíaca

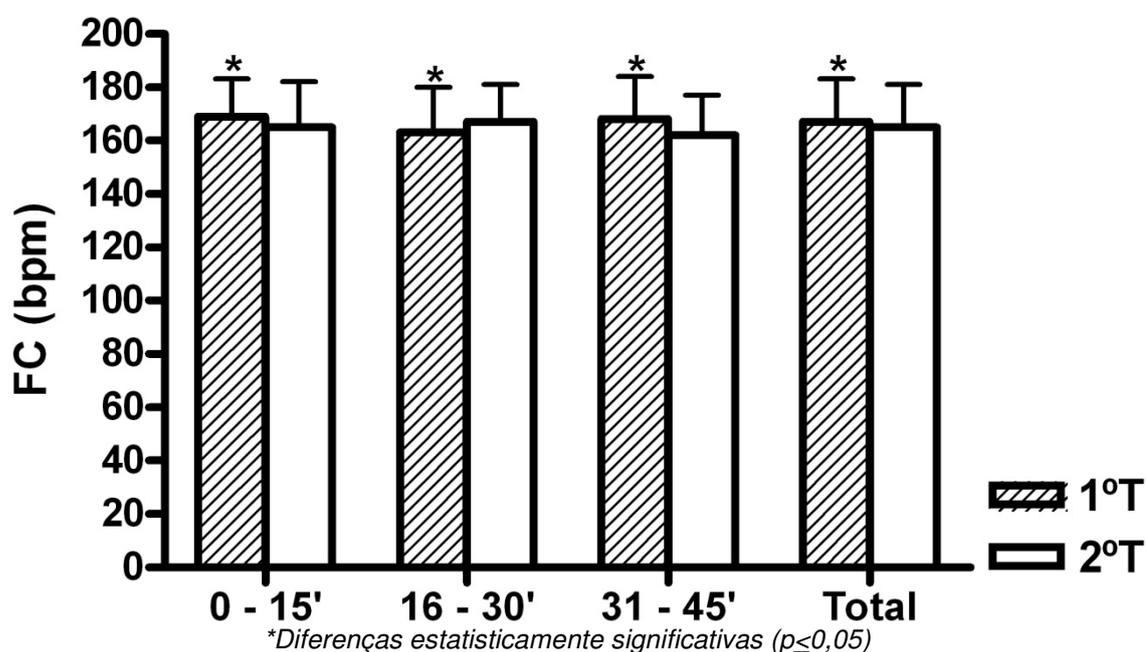
Durante a partida, todos os jogadores tiveram a sua frequência cardíaca monitorada a cada 5 segundos. Para melhor interpretação dos resultados, os valores foram divididos a cada 15 minutos do jogo, tanto do primeiro quanto do segundo tempo. A tabela 14 apresenta os valores médios da frequência cardíaca.

Tabela 14 – Média \pm DP da freqüência cardíaca nos tempos do jogo

	1º Tempo	2º Tempo	Valor de p
0 – 15'	169,07 \pm 14,13*	164,63 \pm 16,95	0,0000
16 – 30'	163,01 \pm 16,55*	167,31 \pm 14,33	0,0000
31 – 45'	167,94 \pm 16,05*	161,68 \pm 14,71	0,0000
Total	166,67 \pm 15,83*	164,62 \pm 15,57	0,0000

*Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$)

De acordo com o exposto, os valores encontrados assemelham-se a outros estudos, que em relação a partida inteira, verificaram valores médios de 167 bpm (ALI & FARRALLY, 1991); 164 bpm (BANGSBO, 1994); 166 \pm 9 bpm (FERNANDES et al, 2002); 162 \pm 2 bpm (MOHR et al, 2004); 168 \pm 8 bpm (MORTIMER et al, 2006) e 172 \pm 8 bpm (BRAGHIN, 2007), para atletas universitários, profissionais dinamarqueses, profissionais brasileiros de elite, profissionais dinamarqueses da 4ª divisão, juvenis e juniores brasileiros de elite e juvenis brasileiros de elite, respectivamente. A figura 8 apresenta os valores médios da FC nos dois tempos do jogo, a cada 15 minutos.

**Figura 8** – Comparativo da FC a cada 15' entre os tempos do jogo

Também se pode notar que a FC foi diferente estatisticamente em todas as faixas de 15' em relação ao primeiro e ao segundo tempo. Com exceção do momento de 15 à 30', em todas as outras faixas bem como no jogo inteiro, a FC observada no 1º Tempo foi maior em relação ao 2º Tempo. Esse acontecimento

pode representar que a intensidade de esforço do segundo tempo foi menor em relação ao primeiro tempo, sugerindo uma possível diminuição no desempenho dos atletas no segundo tempo. Além disso, tal fato corrobora com os estudos de Mortimer et al (2006), que também encontraram diferenças significativas entre os valores de FC no 1º Tempo (170 ± 8 bpm) e no 2º Tempo (166 ± 10 bpm).

Em contrapartida, a diferença numérica entre os valores médios da FC nos tempos é pequena, sendo cerca de 2 bpm, fato que se for extrapolado para a prática esportiva, pode não acarretar em alterações de intensidade de esforço físico.

Além da análise da frequência cardíaca absoluta, vários estudos têm analisado a frequência cardíaca em relação percentual com o seu valor máximo, ou seja, o $\%FC_{MÁX}$ (HELGERUD et al 2001; FERNANDES, 2002; MOHR et al, 2004; MORTIMER et al, 2006; BRAGHIN, 2007).

Como forma de aprofundarmos as análises da FC, no presente estudo foi utilizada a equação de Karvonen (1957) para determinar a intensidade do jogo em relação à Frequência Cardíaca de Reserva (FC_{RES}). O $\%FC_{RES}$ tem sido relacionado diretamente com o $\%VO_{2MÁX}$, indicando assim uma grande semelhança entre essas duas variáveis (ROBERGS & LANDWEHR, 2002; LEHNEN & MOTA, 2006).

A tabela 15 apresenta os valores médios do $\%FC_{RES}$ nos dois tempos do jogo, a cada 15 minutos.

Tabela 15 – Média \pm DP do $\%FC_{RES}$ nos tempos do jogo

	1º Tempo	2º Tempo	Valor de p
0 – 15'	77,6 \pm 12,0*	74,0 \pm 12,8	0,0000
16 – 30'	72,8 \pm 13,0*	76,2 \pm 11,7	0,0000
31 – 45'	76,8 \pm 12,4*	71,7 \pm 11,7	0,0000
Total	75,8 \pm 12,7*	74,0 \pm 12,2	0,0000

*Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$)

Em toda a revisão de literatura, não foi encontrado nenhum estudo que utilizou o $\%FC_{RES}$ para a caracterização do jogo de futebol, dificultando assim a discussão dos dados dessa variável. Em contrapartida, as diferenças nas faixas de 15' entre os tempos do jogo observadas na FC absoluta, também foram verificadas no $\%FC_{RES}$, como demonstra a figura 9.

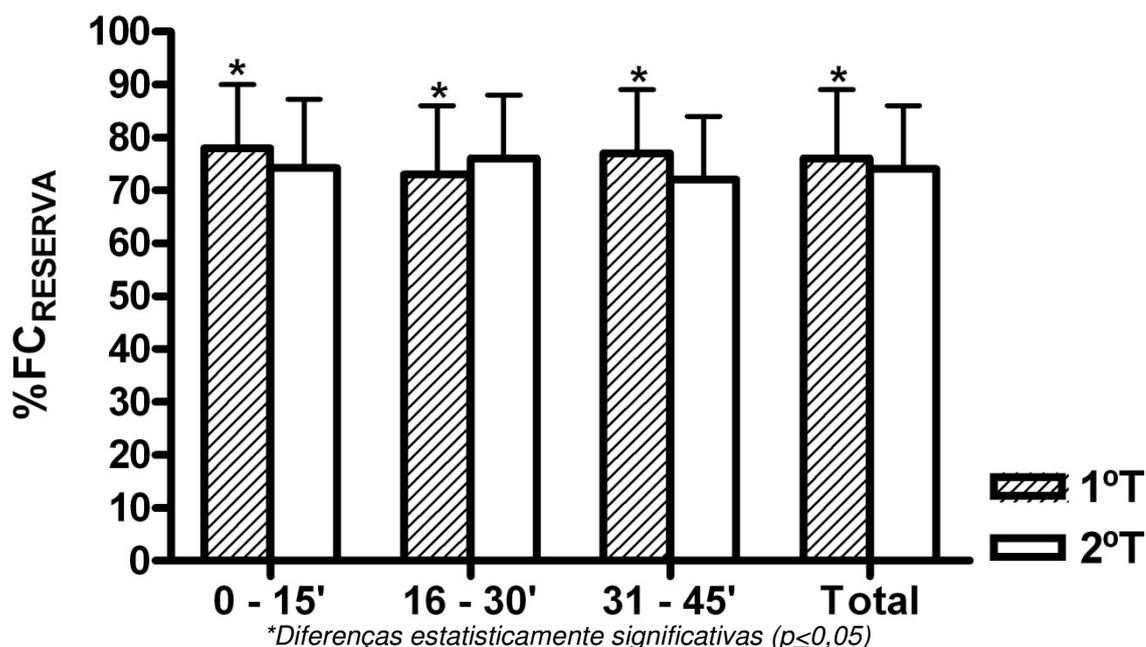


Figura 9 – Comparativo do %FC_{RES} a cada 15' entre os tempos do jogo

Ademais, partindo da premissa que o %FC_{RES} é semelhante ao %VO_{2MÁX}, a intensidade do jogo mostrou-se relativamente alta, atingindo uma faixa classificada por Zakharov & Gomes (1992) como Mista, com predominância combinada do metabolismo anaeróbio e aeróbio.

Com relação à FC_{MÁX}, a tabela 15 apresenta um comparativo entre os valores de cada atleta obtidos durante o jogo e no teste da esteira.

Tabela 16 – Comparativo dos valores individuais de FC_{MÁX} obtidos no jogo e na esteira

Atletas	FC _{PICO} Jogo	FC _{MÁX} Esteira
1	190	202
2	204	213
3	185	195
4	198	195
5	195	207
6	192	198
7	190	195
8	194	201
9	191	191
10	186	184
Média	192,50	198,10
Desvio Padrão	5,62	8,18
Valor de p	0,0111*	

*Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$)

Apesar das diferenças significativas, os valores de FC_{PICO} observados na partida se aproximaram dos obtidos na esteira, se diferenciando em menos de 6 bpm. Esse fato nos indica que em decorrência da característica do jogo de futebol, os atletas executam atividades de alta intensidade, nas quais a frequência cardíaca se eleva significativamente.

4.2.2.2. Lactato

Como mencionado anteriormente, um dos mais utilizados indicadores de intensidade de exercício é a concentração de lactato sanguíneo. A tabela 16 apresenta o comportamento dessa variável perante os 4 momentos de coletas para os dois grupos, bem como o resultado da análise estatística.

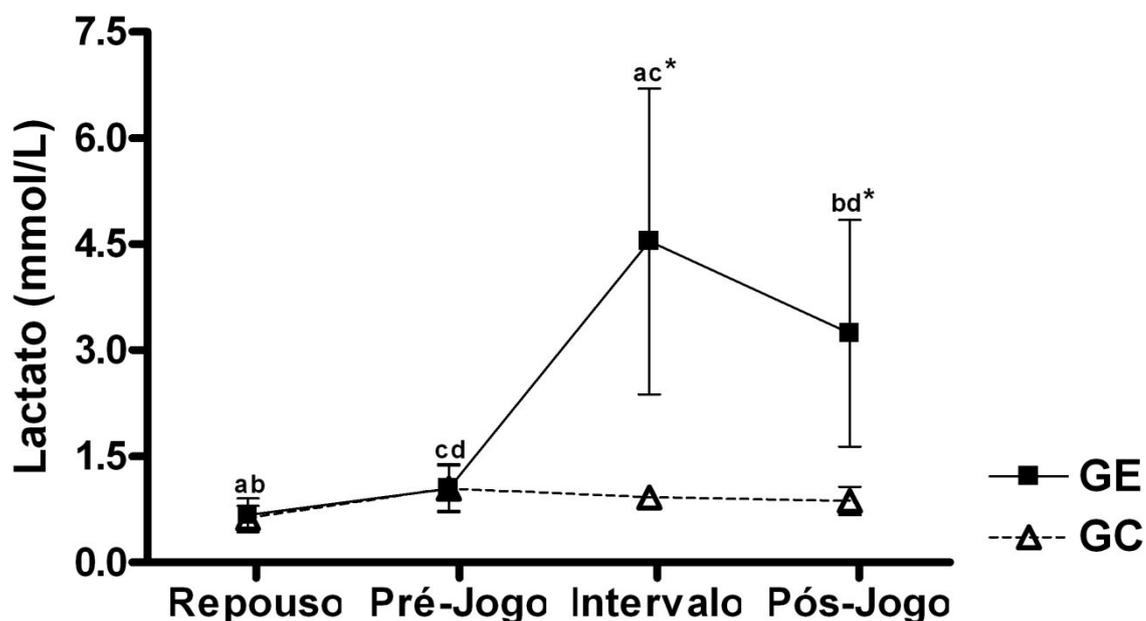
Tabela 17 – Comportamento do lactato sanguíneo durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
Lactato	GE	0,67 ± 0,24 ^{ab}	1,05 ± 0,32 ^{cd}	4,54 ± 2,16 ^{ac*}	3,24 ± 1,60 ^{bd*}
(mmol/L)	GC	0,63 ± 0,17	1,05 ± 0,34	0,92 ± 0,12	0,87 ± 0,20

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Asteriscos representam diferenças estatisticamente significativas inter-grupos ($p \leq 0,05$)

Os dados observados nessa investigação são semelhantes em comparação com outras pesquisas, pois estas verificaram valores ao final do primeiro tempo de 4,0 (2,5 – 6,2 mmol/l) (BANGSBO, 1994), 5,5 (3,0 – 12,6 mmol/l) (EKBLÖM, 1986), 4,0 (1,9 – 6,3 mmol/l) (EKBLÖM, 1986) e $4,1 \pm 0,4$ mmol/l (KRÜSTRUP et al, 2006). A figura 10 apresenta o comportamento do lactato durante o jogo.



Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)
 Asteriscos representam diferenças estatisticamente significativas inter-grupos ($p \leq 0,05$)

Figura 10 – Comparativo do lactato sanguíneo durante o jogo

Ainda relativo ao primeiro tempo, outros autores encontraram concentrações de lactato ligeiramente superiores, tais como 9,5 (6,9 – 14,3 mmol/l) (EKBLÖM, 1986), 8,0 (5,1 – 11,5 mmol/l) (EKBLÖM, 1986) e $7,1 \pm 0,6$ mmol/l (SILVA et al, 2000).

Com relação à concentração após o segundo tempo, os valores aqui encontrados também compartilham com as informações apresentadas por outras pesquisas, como por exemplo, os valores de 4,4 (2,1 – 6,9 mmol/l) (BANGSBO et al, 1991), 3,9 (2,6 – 6,4 mmol/l) (BANGSBO, 1994), 4,2 (3,2 – 8,0 mmol/l) (EKBLÖM, 1986), 3,9 (1,0 – 8,5 mmol/l) (EKBLÖM, 1986) e $3,9 \pm 0,4$ mmol/l (KRÜSTRUP et al, 2006).

Assim como ocorreu ao final da primeira metade da partida, ao final do jogo outros autores observaram valores superiores, sendo eles: 7,2 (4,5 – 10,8 mmol/l) (EKBLÖM, 1986), 6,6 (3,1 – 11,0 mmol/l) (EKBLÖM, 1986), $5,7 \pm 1,3$ mmol/l (SILVA et al, 2000) e $6,3 \pm 2,4$ mmol/l (ROI et al, 2004).

Tais diferenças observadas nos estudos supracitados podem estar associadas ao momento de coleta do lactato, pois essa variável possui seu pico em até 6 minutos após o término do esforço (BENEKE, et al, 2005). Além disso, a utilização de diferentes equipamentos na determinação do lactato também podem ter influenciado nas diferenças encontradas.

Com esses resultados, pode-se perceber que o jogo de futebol proporciona efeitos significativos no lactato, sendo esse um bom indicador de intensidade física, pois apresentou diferenças no intervalo e após o jogo em relação ao repouso e também em relação aos grupos.

O lactato sanguíneo refletiu a magnitude de contribuição do metabolismo anaeróbico durante a partida de futebol, que por sua característica intermitente, necessita de produção rápida de energia para que os atletas realizem ações de alta intensidade, tais como piques, saltos, mudanças de direção, dentre outras.

Segundo Bangsbo, laia & Krstrup (2007) os valores de lactacidemia após os tempos das partidas representam não apenas uma única atividade intensa realizada no decorrer do jogo, mas sim a resposta fisiológica à uma sucessão de atividades de alta intensidade.

Em associação com a frequência cardíaca, percebe-se que o segundo tempo da partida teve uma intensidade fisiológica menor em relação ao primeiro tempo, fato que pode estar associado com uma possível redução do glicogênio muscular (SILVA et al, 2000).

4.2.3. Marcadores Bioquímicos

4.2.3.1. Eritograma

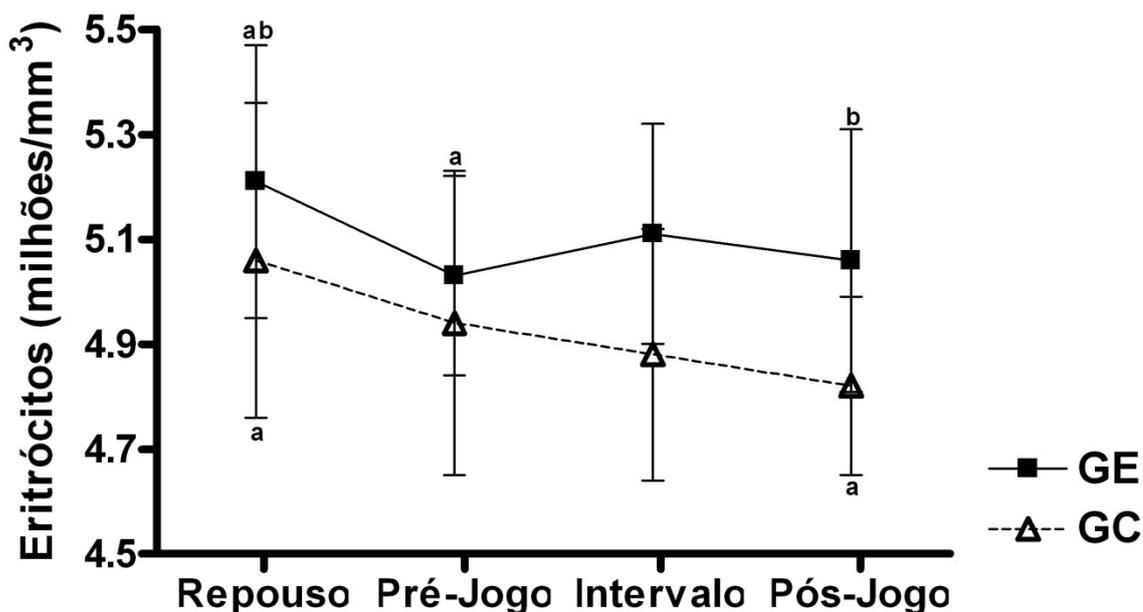
O eritograma consiste no diagnóstico da “série vermelha” do sangue, sendo composto basicamente por três itens, sendo eles: contagem de eritrócitos, dosagem de hemoglobina e determinação do hematócrito (ZAGO, FALCÃO & PASQUINI, 2004). A contagem de eritrócitos representa a quantidade (em milhões) de hemácias presentes a cada mm^3 de sangue. A tabela 18 apresenta o comportamento dessa variável em decorrência da realização do jogo de futebol.

Tabela 18 – Comportamento dos eritrócitos durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
Eritrócitos	GE	5,21 ± 0,26 ^{ab}	5,03 ± 0,19 ^a	5,11 ± 0,21	5,06 ± 0,25 ^b
(milhões/mm^3)	GC	5,06 ± 0,30 ^a	4,94 ± 0,29	4,88 ± 0,24	4,82 ± 0,17 ^a

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

De acordo com os dados apresentados, observa-se que a contagem de eritrócitos no grupo experimental foi diferente nos momentos de pré-jogo e pós-jogo em relação apenas ao repouso, não apresentando diferenças em relação ao grupo controle em nenhum momento, tal qual é demonstrado na figura 11.



Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Figura 11 – Comparativo dos eritrócitos durante o jogo

Tal fato demonstra que essa variável não teve diferenças significativas pela prática do jogo, haja vista que os valores do GE no intervalo e no pós-jogo não foram diferentes em relação aos números observados no pré-jogo. Há que se ressaltar que o grupo controle também apresentou diferenças significativas no pós-jogo em relação ao momento de repouso. Essas diferenças que ocorreram em ambos os grupos podem estar associadas ao ritmo circadiano dos atletas, que proporciona alterações na quantidade dos eritrócitos em decorrência do período do dia, e não como consequência da prática de atividades físicas.

A não-existência de significância estatística como efeito do jogo de futebol contradiz os achados de Younesian et al (2004), que verificaram um aumento significativo dos eritrócitos após a prática de um jogo de futebol por 22 atletas profissionais.

Uma importante função dos eritrócitos é o transporte de hemoglobina, que é uma substância responsável pelo transporte do oxigênio dos pulmões para serem utilizados nos tecidos ativos como fonte de energia (GUYTON

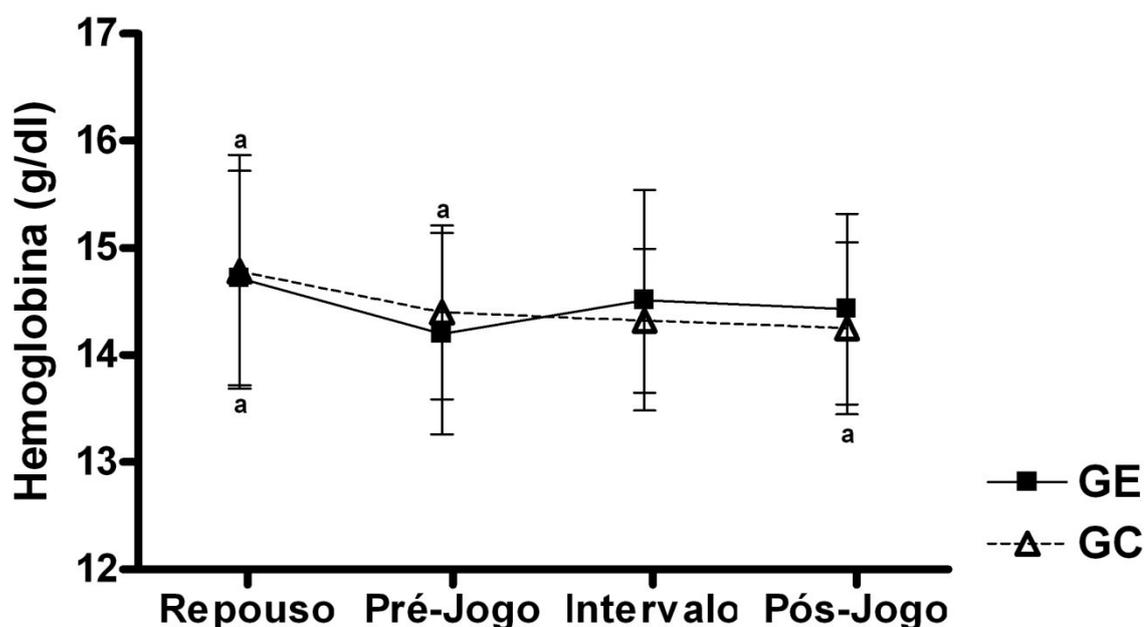
& HALL, 2006). A tabela 19 mostra como essa substância se comportou em decorrência do jogo.

Tabela 19 – Comportamento da hemoglobina durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
Hemoglobina (g/dL)	GE	14,72 ± 1,00 ^a	14,20 ± 0,94 ^a	14,51 ± 1,03	14,43 ± 0,89
	GC	14,78 ± 1,09 ^a	14,40 ± 0,81	14,32 ± 0,67	14,25 ± 0,80 ^a

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

O comportamento da hemoglobina se assemelha bastante com o dos eritrócitos, indicando que essa variável não foi sensível para a identificação dos efeitos provocados por uma partida de futebol, assim como é demonstrado na figura 12.



Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Figura 12 – Comparativo da hemoglobina durante o jogo

Em todos os momentos não houve diferenças entre os grupos, e o GE apenas apresentou diferenças entre os momentos de repouso e pré-jogo. O GC apresentou diferenças entre os momentos de pós-jogo e repouso, fato que pode indicar a influência do ritmo circadiano na hemoglobina.

Os achados da presente investigação também se contrapõem com os publicados por Younesian et al (2004), que encontraram um aumento significativo

na concentração de hemoglobina como efeito da prática de um jogo de futebol em atletas profissionais. Outra importante variável que compõe o eritograma é o hematócrito, que representa a proporção dos eritrócitos no volume total do sangue (VERRASTRO, 2002).

O aumento do hematócrito pode indicar, dentre outros aspectos, o nível de desidratação em decorrência da atividade física, pois com a diminuição do volume plasmático, proporcionalmente aumenta o percentual de células vermelhas no volume total sanguíneo (FAILACE, 2003).

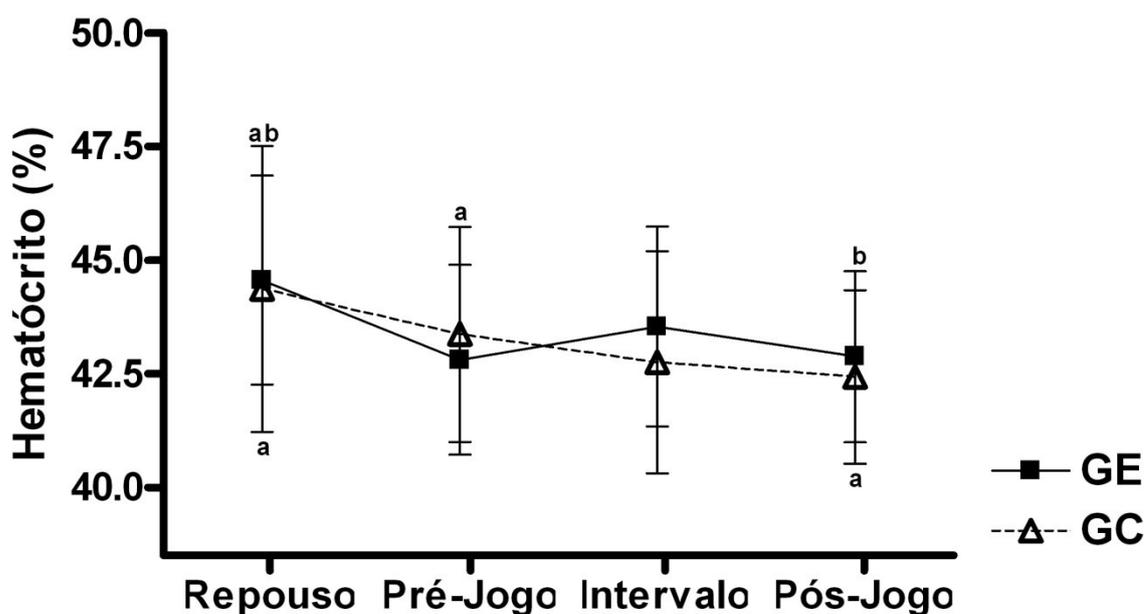
A tabela 20 apresenta o comportamento do hematócrito frente à partida de futebol.

Tabela 20 – Comportamento do hematócrito durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
Hematócrito (%)	GE	44,56 ± 2,30 ^{ab}	42,81 ± 2,09 ^a	43,54 ± 2,20	42,88 ± 1,88 ^b
	GC	44,37 ± 3,14 ^a	43,37 ± 2,36	42,75 ± 2,44	42,43 ± 1,91 ^a

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

O comportamento do hematócrito durante o jogo foi exatamente o mesmo do apresentado pela contagem de eritrócitos, não apresentando sensibilidade para determinação dos efeitos da partida de futebol, de acordo com a figura 13.



Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Figura 13 – Comparativo do hematócrito durante o jogo

Esse acontecimento nos indica que apesar da perda de peso apresentada anteriormente, os níveis de desidratação em decorrência da partida foram pequenos, não proporcionando alterações estatisticamente significativas no hematócrito.

Assim como ocorreu nos eritrócitos e na hemoglobina, os dados aqui observados foram diferentes em relação ao estudo de Younesian et al (2004), que verificaram um aumento significativo nos valores de hematócrito como efeito de um jogo de futebol.

Há uma grande dificuldade de se comparar esse tipo de informação com outras pesquisas, pois são escassas as que investiguem os efeitos de um jogo de futebol sobre a série vermelha dos atletas, sendo que a principal delas e um dos únicos encontrados sobre o tema foi o de Younesian et al (2004).

Não obstante, assim como já mencionado, os achados do presente estudo foram totalmente divergentes em relação à referida investigação, porém, alguns fatores podem ter influenciado nessas diferenças, tais como o nível de condicionamento dos atletas, as condições climáticas do jogo em questão e a principal delas, que é a falta de um grupo controle.

4.2.3.2. Leucograma

O leucograma representa o estudo das células brancas ou leucócitos, que por sua vez são responsáveis pelo sistema de proteção do organismo. Essas células têm a função de se deslocar para áreas em que o organismo está sofrendo algum tipo de dano, tais como inflamações e infecções (GUYTON & HALL, 2006).

O aumento significativo da quantidade de leucócitos constitui um processo conhecido como leucocitose, que ocorre quando os valores dessa variável são identificados como acima de 10000 unidades por mm^3 de sangue (VERRASTRO, 2002). A tabela 21 apresenta o comportamento dos leucócitos durante a partida.

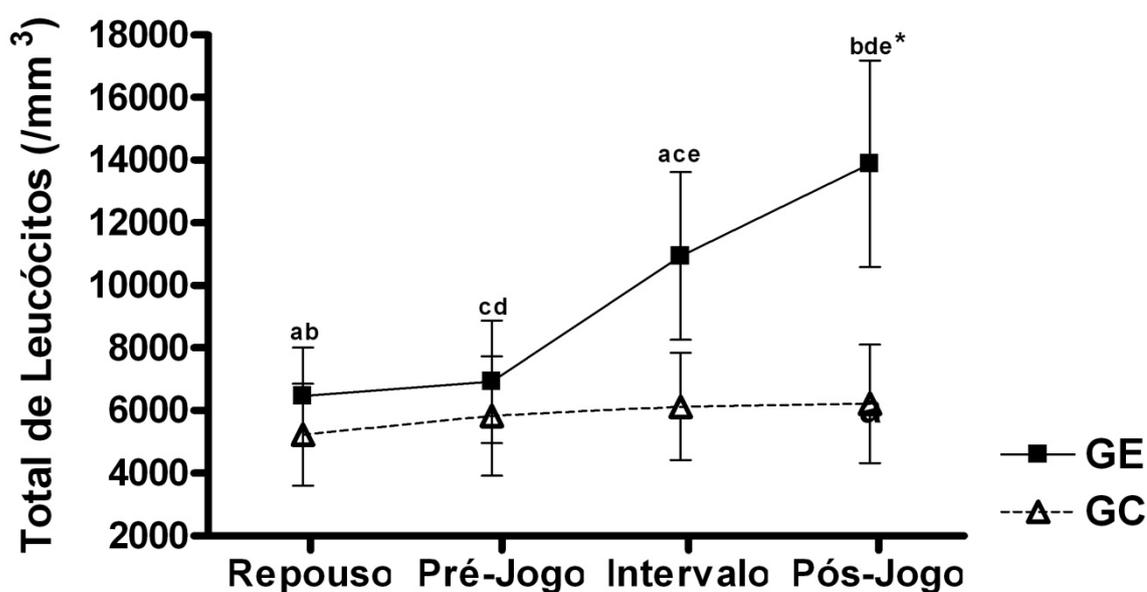
Tabela 21 – Comportamento dos leucócitos durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
Leucócitos (/mm ³)	GE	6470 ± 1541 ^{ab}	6920 ± 1949 ^{cd}	10940 ± 2683 ^{ace}	13890 ± 3292 ^{bde*}
	GC	5233 ± 1623	5833 ± 1912	6133 ± 1710	6217 ± 1895

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Asteriscos representam diferenças estatisticamente significativas inter-grupos ($p \leq 0,05$)

Algumas investigações já têm comprovado que o exercício físico estimula o aumento dos leucócitos (LEANDRO et al, 2002; DOHI, KRAEMER & MAESTRO, 2003; DIAS et al, 2007; FERREIRA et al, 2007). Tal fato também pode ser percebido nesse estudo, haja vista que os valores do GE no intervalo e no pós-jogo foram estatisticamente maiores em relação aos valores de repouso e pré-jogo, tal qual é apresentado na figura 14.



Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Asteriscos representam diferenças estatisticamente significativas inter-grupos ($p \leq 0,05$)

Figura 14 – Comparativo dos leucócitos durante o jogo

A quantidade de leucócitos encontrada após o jogo também foi estatisticamente maior em relação aos valores do intervalo, bem como em relação ao GC nesse mesmo momento. Tanto no intervalo quanto ao final do jogo, pode-se afirmar que os atletas do GE possuíram um quadro de leucocitose, pois apresentaram valores acima de 10000 leucócitos por mm³ de sangue.

Dessa forma, é possível de se notar que o jogo de futebol causou efeitos significativos na quantidade de leucócitos dos atletas, podendo essa variável ser considerada como sensível para a determinação da intensidade do exercício praticado.

Há que se ressaltar que não houve significância no total de leucócitos do GC em relação aos momentos de coleta, representando assim que não teve influência significativa do ciclo circadiano, tal qual demonstrou o estudo de Cardia et al (2006).

Outros estudos também verificaram uma leucocitose significativa em decorrência da prática do jogo de futebol. Na investigação de Younesian et al (2004), antes do jogo o total de leucócitos dos atletas era de $6190 \pm 86 /\text{mm}^3$, atingindo a quantia de $12880 \pm 306 /\text{mm}^3$ após o jogo.

Já na pesquisa de Malm, Ekblom & Ekblom (2004), que avaliou o efeito de dois jogos de futebol, os valores para pré e pós-jogos foram: 6800 (5900 – 7800) e 8200 (6800 – 9700) $/\text{mL}^{-1}$, respectivamente. Os valores encontrados por Ispirlidis et al (2008) foram de aproximadamente $6500 /\text{mm}^3$ antes e $8600 /\text{mm}^3$ após a realização de uma partida de futebol.

Ascensão et al (2008) verificaram que antes de uma partida de futebol, o total de leucócitos dos atletas era de aproximadamente $6000 /\text{mm}^3$, sendo que após a prática de um jogo, esses valores aumentaram significativamente para $11000 /\text{mm}^3$.

Os mesmos autores afirmam que a partida de futebol proporciona grandes efeitos fisiológicos agudos, tais como aumento do fluxo sanguíneo, liberação de catecolaminas, demandas contráteis excêntricas, mobilização de leucócitos, dentre outros.

A causa da leucocitose em decorrência da partida do futebol ainda não está totalmente elucidada, mas alguns autores acreditam que pode estar associada com vários fatores, dentre eles: a intensidade de exercício, a liberação de catecolaminas e altos níveis de cortisol (PEDERSEN & HOFFMAN-GOETZ, 2000; PRESTES et al, 2008).

A realização de atividades físicas acima de 60% do $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$ estimulam a secreção dos hormônios supracitados, que têm a função de estimular a produção e liberação de leucócitos para realizar a defesa do organismo (ROSA & VAISBERG, 2002).

Sendo assim, o efeito na quantidade de leucócitos em decorrência da prática do jogo de futebol se mostrou de acordo com o que a literatura tem postulado, podendo a leucocitose estar associada com a intensidade de exercício, bem como com altos níveis de catecolaminas e de cortisol, variável essa que ainda será contemplada nesse capítulo.

4.2.3.3. Contagem de plaquetas

As plaquetas são substâncias produzidas na medula óssea e têm a função de atuar diretamente na coagulação sanguínea, por meio da formação de um “tampão mecânico” que evita o extravaso do sangue (VERRASTRO, 2002; HOFFBRAND, PETTIT & MOSS, 2004).

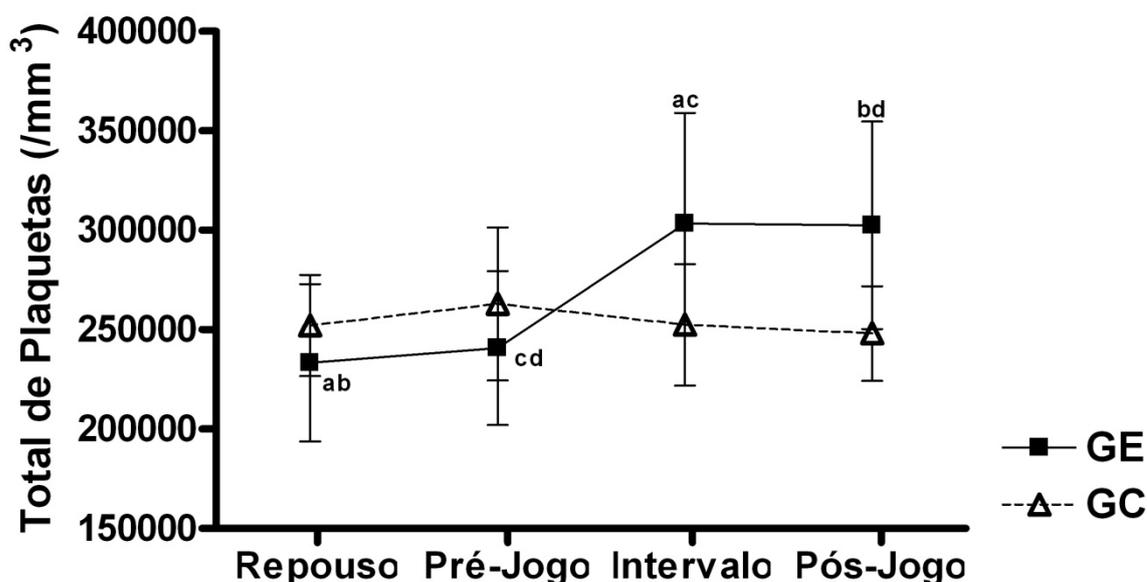
A trombocitose, como é conhecido o aumento significativo da quantidade de plaquetas, é um processo que ocorre acima de 450.000 μ /l (ZAGO, FALCÃO & PASQUINI, 2004) e está associado a prática de exercícios físicos de alta intensidade (WANG, JEN & CHEN, 1995). A tabela 22 mostra como as plaquetas se comportaram durante a partida.

Tabela 22 – Comportamento das plaquetas durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
Plaquetas (/ mm^3)	GE	233300 \pm 39497 ^{ab}	240700 \pm 38807 ^{cd}	303300 \pm 55627 ^{ac}	302400 \pm 52073 ^{bd}
	GC	252000 \pm 25479	262833 \pm 38426	252333 \pm 30480	248000 \pm 23698

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

No GE, as plaquetas apresentaram um aumento significativo no intervalo e após o jogo em relação ao repouso e ao pré-jogo, demonstrando que a partida de futebol causou efeitos consideráveis na quantidade da variável em questão. A figura 15 apresenta o comportamento das plaquetas frente ao jogo.



Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Figura 15 – Comparativo das plaquetas durante o jogo

Apesar de em nenhum dos momentos termos observados diferenças significativas entre os grupos, os valores do GE nos dois momentos antes do jogo eram numericamente inferiores ao GC, sendo que tal situação inverteu-se nos momentos de intervalo e pós-jogo.

Poucos estudos procuraram estudar o comportamento das plaquetas durante o jogo de futebol. Um deles foi o de Younesian et al (2004) que assim como na presente investigação, observaram um aumento significativo dessa variável após o jogo (de $220,13 \pm 43,33$ para $265,50 \pm 46,58 \cdot 10^3/\text{mm}^3$).

A causa do aumento das plaquetas durante o jogo de futebol ainda não está totalmente elucidada na literatura. Entretanto, alguns autores associam esse processo com a resposta do corpo humano ao aumento de agentes que tem a função de agregação de plaquetas, tais como o ADP, o colágeno e até mesmo a adrenalina (RIBEIRO & OLIVEIRA, 2005).

Outra teoria para justificar o aumento das plaquetas como efeito do exercício é o fato da possível redução de sua remoção pelo baço. Em repouso, cerca de um terço do total das plaquetas fica retido no baço, e se durante o exercício esse órgão diminuir essa remoção, conseqüentemente a quantidade de plaquetas no sangue torna-se aumentada (VERRASTRO, 2002; YOUNESIAN et al, 2004).

Nesse sentido, as plaquetas demonstraram ser sensíveis aos efeitos provocados pelo jogo de futebol. Para esclarecer os reais motivos do seu aumento, outras substâncias também poderiam ser analisadas, tais como fatores plaquetários e indicadores de sinalização celular para o aumento das plaquetas.

4.2.3.4. Creatina kinase (CK)

A enzima Creatina Kinase (CK) localiza-se no interior da célula e está envolvida no processo de ressíntese do ATP por meio da quebra da Creatina Fosfato, processo que fornece energia para a formação de uma nova molécula de ATP (WILMORE & COSTILL, 2001).

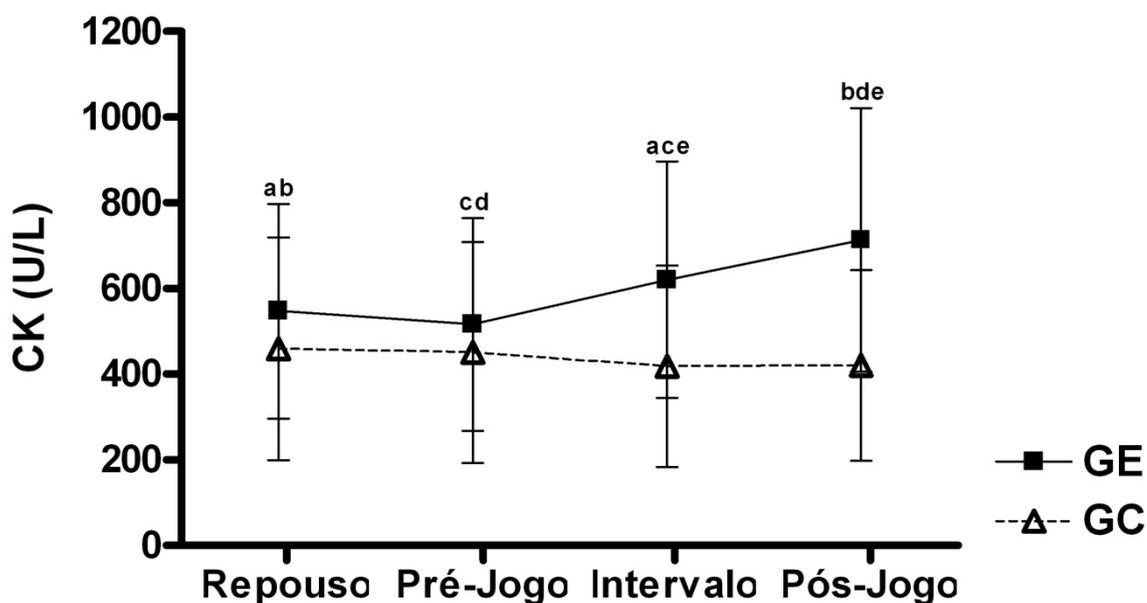
Atualmente, a concentração sanguínea dessa enzima tem sido associada com exercício físico e lesões musculares, pelo fato de quando há um rompimento de alguma célula do músculo, o conteúdo do citoplasma, dentre eles a CK, se extravasa para a corrente sanguínea (TOTSUKA et al, 2002; SAYERS & CLARKSON, 2003). A tabela 23 demonstra a variação da CK durante o jogo de futebol.

Tabela 23 – Comportamento da CK durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
CK	GE	547,20 ± 250,74 ^{ab}	516,50 ± 248,38 ^{cd}	620,30 ± 276,12 ^{ace}	713,70 ± 308,20 ^{bde}
(U/L)	GC	459,50 ± 260,47	450,50 ± 258,44	418,50 ± 234,56	420,67 ± 222,59

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

A CK apresentou aumentos significativos no GE nos momentos do intervalo e pós o jogo, em relação ao repouso e ao pré-jogo. Tal fato nos indica que essa enzima alterou-se significativamente como consequência da prática do jogo de futebol, assim como demonstra a figura 16.



Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Figura 16 – Comparativo da CK durante o jogo

O comportamento da CK durante o exercício está associado com a individualidade biológica dos atletas, podendo classificá-los como “alto-respondentes” ou “baixo-respondentes” (NEWHAN, JONES & EDWARDS, 2984; TOTSUKA et al, 2002; BRANCACCIO, MAFFULLI & LIMONGELLI, 2007).

A existência desses dois tipos de comportamentos pode ser a explicação para o valor elevado dos desvios-padrões em todos os grupos e em todos os momentos. Ademais, apesar de não termos observados diferenças estatisticamente significativas inter-grupos, os valores do GE foram numericamente superiores aos do GC, notadamente nos momentos de intervalo e pós-jogo.

Comportamentos parecidos foram publicados por Takarada (2003) e Ispirlidis et al (2008), que observaram aumentos da CK como consequência da realização de duas partidas de rugby e uma partida de futebol, respectivamente. Para a primeira pesquisa, os valores máximos encontrados foram de 1081 ± 150 U/l, fato que ocorreu após 24 horas do jogo. Já para a segunda investigação, foram identificados valores máximos de 950 U/l apenas em 48 horas após a partida.

Ascensão et al (2008) também verificaram um aumento significativo da CK, sendo que antes da partida os atletas se apresentavam com valores médios aproximados de 200 U/L e após 30 minutos do término do jogo os valores

encontrados eram de 375 U/L. Faz-se necessário salientar que o pico da CK foi observado em 48 horas após a partida, com valores próximos de 800 U/L.

Os valores pico encontrados na presente pesquisa são menores em relação aos encontrados por Takarada (2003), Ascenção et al (2008) e Ispiridis et al (2008). Entretanto, tal fato pode ser explicado pela ausência de coletas sanguíneas em períodos posteriores ao final do jogo, pois apenas foi coletado sangue imediatamente após o término da partida.

Em comparação com valores de referência para atletas de futebol, a quantidade média de CK observada após o jogo ($713,70 \pm 308 \pm 20$) ficou abaixo dos limites superiores postulados por Mougios (2007) e Lazarim et al (2009), que são de 1498 e 975 U/L, respectivamente.

Entretanto, deve-se ter cautela ao comparar os valores obtidos imediatamente após o jogo com valores de referência, pois tal qual mencionado anteriormente em outras pesquisas, sabe-se que o pico da CK ocorre após o esforço.

Sendo assim, pode-se notar que o jogo de futebol proporciona um aumento de lesões em células musculares, indicando que a CK pode ser um bom preditor desse tipo de stress, pois apresentou aumentos significativos durante e após o esforço.

Em associação com outras variáveis que serão contempladas a seguir, pode fortalecer ainda mais essa relação com as lesões musculares. Pelo fato de essa enzima representar comportamentos de alta e baixa resposta, sugere-se o acompanhamento individual e longitudinal, para a identificação e prevenção de lesões musculares nos atletas.

4.2.3.5. Lactado desidrogenase (LDH)

A lactato desidrogenase é uma enzima que se localiza no citoplasma de praticamente todas as células do organismo, tendo uma função reguladora do metabolismo anaeróbio, pois catalisa a reação de conversão do piruvato em lactato (WILMORE & COSTILL, 2001).

Assim como a CK, a LDH também está associada à lesões musculares, pois se desloca para a corrente sanguínea como consequência do rompimento da membrana plasmática da célula muscular (FOSCHINI, PRESTES &

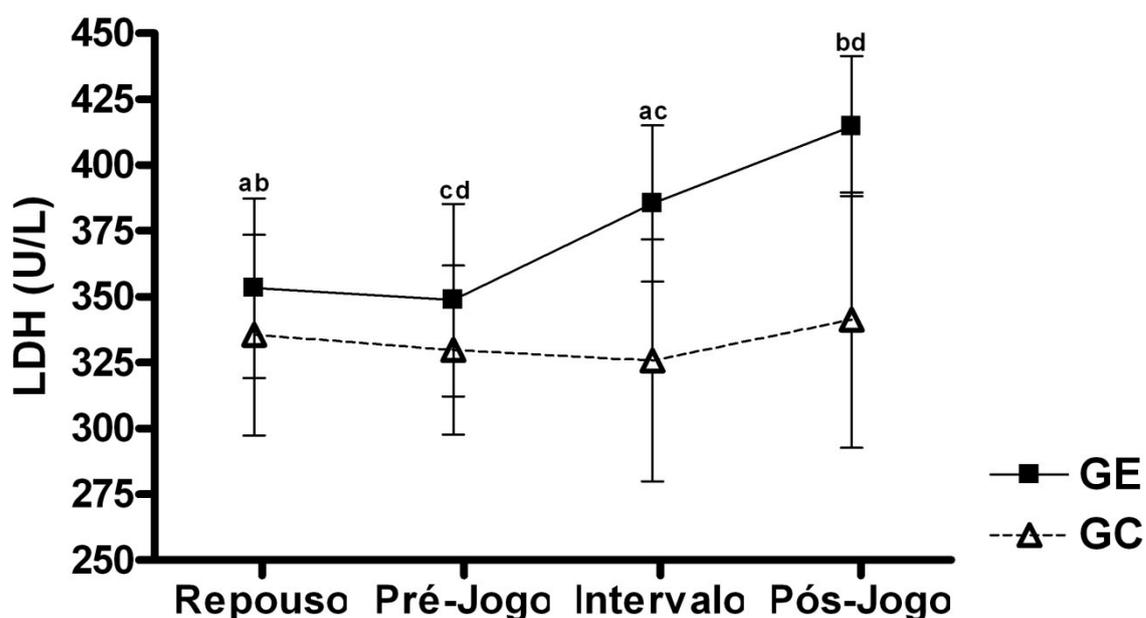
CHARRO, 2007). A tabela 24 demonstra os efeitos da partida de futebol sobre essa enzima.

Tabela 24 – Comportamento da LDH durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
LDH (U/L)	GE	353,40 ± 34,08 ^{ab}	348,80 ± 36,49 ^{cd}	385,40 ± 29,62 ^{ac}	414,80 ± 26,55 ^{bd}
	GC	335,50 ± 38,11	329,83 ± 32,16	325,83 ± 45,85	341,17 ± 48,35

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Com um comportamento bastante parecido com a CK, a LDH apresentou aumentos significativos no GE no intervalo e após o jogo, em comparação com o repouso e o pré-jogo, de acordo com a figura 17. Tais aumentos permitem a afirmação que essa enzima também demonstrou efeitos significativos pela partida de futebol.



Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Figura 17 – Comparativo da LDH durante o jogo

Não obstante a inexistência de diferenças significativas entre os grupos, estatisticamente a LDH aumentou no GE, apresentando valores numericamente superiores, sendo que não houve nenhuma diferença no GC em relação a todos os momentos.

Na pesquisa desenvolvida por Ispirlidis et al (2008) foi encontrado um comportamento semelhante ao aqui apresentado, pois a LDH aumentou como

conseqüência do jogo de futebol, obtendo seu pico em valores próximos à 375 U/l, fato que ocorreu após 48 horas do jogo.

Assim como Ispirlidis et al (2008) concluíram em seu estudo, de acordo com os valores aqui apresentados, pode-se afirmar que o jogo de futebol proporciona micro-traumas musculares, tendo esse comportamento sendo representado pela associação dos valores de CK e LDH.

4.2.3.6. Uréia

Caracterizada por ser o produto final do metabolismo de proteínas, a uréia tem sido utilizada como indicador da velocidade do catabolismo protéico, podendo estar associada com a magnitude da perda de massa muscular (MAGLISCHO, 1999; HARTMAN & MESTER, 2000).O comportamento dessa proteína em relação ao jogo de futebol está apresentado na tabela 25.

Tabela 25 – Comportamento da uréia durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
Uréia	GE	41,02 ± 7,48 ^a	40,87 ± 6,65 ^b	45,96 ± 8,38 ^{ab}	42,64 ± 5,26
(mg/dL)	GC	38,12 ± 3,78	38,98 ± 4,27	41,12 ± 3,11	38,17 ± 3,18

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

A uréia apresentou diferenças significativas apenas no intervalo do jogo em relação ao repouso e ao pré-jogo, indicando que o primeiro tempo da partida provocou um aumento significativo no metabolismo das proteínas, fato que não foi observado no segundo tempo. A figura 28 demonstra o comportamento da uréia em decorrência do jogo.

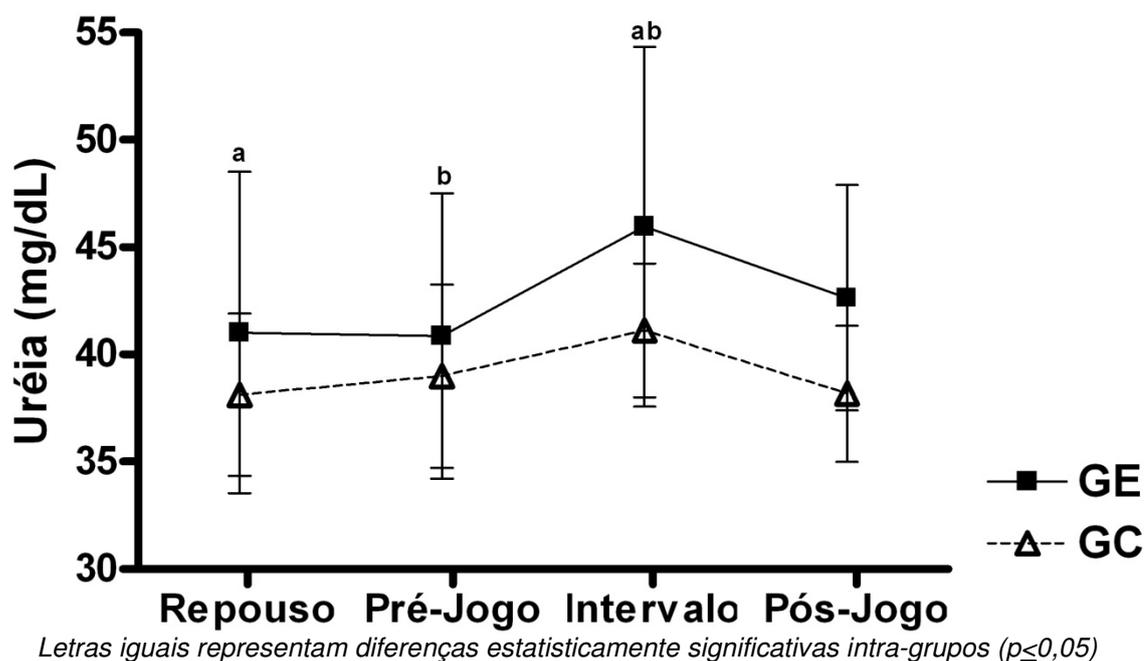


Figura 18 – Comparativo da uréia durante o jogo

Nesse momento faz-se necessário salientar que não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos nos 4 momentos, além da não existência de diferenças significantes do GC entre os momentos.

Na pesquisa de Hubner-Wozniak, Szmuchrowski & Lutoslawska (1994) foram publicados resultados semelhantes, pois como efeito da prática de um jogo de futebol, os autores afirmaram que a uréia aumentou sua quantidade significativamente após o término do jogo.

A redução dos valores da uréia ao final do jogo em relação ao intervalo pode nos indicar que essa variável é relacionada com a intensidade do esforço, tendo o seu metabolismo realizado de maneira rápida, pois se observou redução em menos de 1 hora entre as coletas.

4.2.3.7. Glicose

A glicose é classificada como o substrato mais importante a ser utilizado durante uma partida de futebol, principalmente pela razão de ser o único que tem a capacidade de fornecer energia sem a presença de oxigênio (BANGSBO, 1994; McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

A tabela 26 demonstra como a glicose se altera em consequência da prática do jogo de futebol.

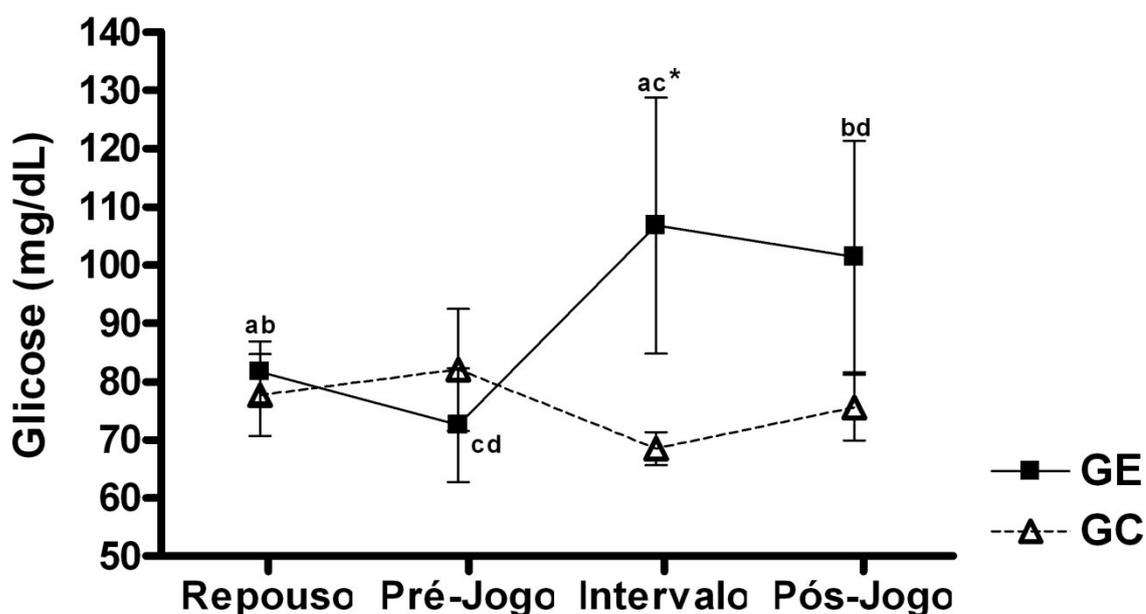
Tabela 26 – Comportamento da glicose durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
Glicose (mg/dL)	GE	81,65 ± 5,29 ^{ab}	72,54 ± 9,76 ^{cd}	106,79 ± 22,02 ^{ac*}	101,42 ± 19,87 ^{bd}
	GC	77,65 ± 7,01	82,03 ± 10,46	68,48 ± 2,82	75,53 ± 5,64

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Asteriscos representam diferenças estatisticamente significativas inter-grupos ($p \leq 0,05$)

Apresentando um comportamento semelhante ao do lactato, para o GE a glicose teve um aumento estatisticamente significativo no intervalo e ao final do jogo em relação ao repouso e ao pré-jogo, fato que pode está evidenciado na figura 19.



Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Asteriscos representam diferenças estatisticamente significativas inter-grupos ($p \leq 0,05$)

Figura 19 – Comparativo da glicose durante o jogo

Esse fato corrobora com a citação de Bangsbo, Iaia & Krstrup (2007) ao afirmarem que a partida de futebol exige a manutenção de níveis elevados de glicose sanguínea no seu decorrer. Além disso, indica também que o jogo de futebol provoca uma sensível mobilização do glicogênio hepático e muscular, com o objetivo da produção de energia.

Ademais, os valores do GC não foram diferentes entre os momentos de coleta, sendo que os grupos se diferiram estatisticamente apenas no momento do intervalo da partida. A grande variação dos dados do GE no pós-jogo pode ter sido a causa da inexistência de significância entre os grupos nesse momento. Em contrapartida, não obstante a não significância estatística, os valores do GE ao final do jogo foram substancialmente maiores em relação ao GC, sendo de $101,42 \pm 19,87$ mg/dl em comparação com $75,53 \pm 5,64$ mg/dl, respectivamente.

Krustrup et al (2006) realizaram um estudo semelhante ao verificarem o comportamento da glicose sanguínea como efeito de três partidas amistosas de futebol. Os dados observados foram semelhantes aos aqui encontrados, pois os pesquisadores verificaram que após 5 minutos de jogo até o final dos 90 minutos, a glicose sanguínea permaneceu elevada, com valores próximos de 90 mg/dl, em comparação com os 72 mg/dl do repouso.

Dessa forma, fica evidente que o jogo de futebol proporciona efeitos significativos no comportamento da glicose sanguínea, certamente devido à necessidade da manutenção de altos níveis durante o jogo, para que seja produzida energia de maneira rápida em decorrência das ações de alta intensidade.

A associação com outras variáveis tais como a dosagem do hormônio insulina e até mesmo a dosagem de glicogênio muscular podem constituir avanços significativos na determinação e investigação do comportamento da glicose sanguínea durante jogos de futebol.

4.2.3.8. Cálcio

O cálcio é o mineral mais presente no organismo, sendo que 1% de sua quantidade total está sob a forma ionizada, participando diretamente na contração muscular, coagulação sanguínea, ativações de enzimas, dentre outras funções (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003). A tabela 27 mostra como o cálcio se comportou durante o jogo de futebol.

Tabela 27 – Comportamento do cálcio durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
Cálcio (mg/dL)	GE	$9,83 \pm 0,26^{ab}$	$10,33 \pm 0,28^{ac}$	$10,12 \pm 0,33^d$	$9,37 \pm 0,29^{bcd}$
	GC	$9,44 \pm 0,34^{abc}$	$10,06 \pm 0,13^{ad}$	$9,97 \pm 0,37^{be}$	$8,89 \pm 0,32^{cde}$

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

De acordo com os dados apresentados, notam-se diferenças entre os momentos, além de um comportamento bastante parecido dos grupos controle e experimental. No intervalo, nenhum dos grupos apresentou diferenças significativas em relação aos valores de pré-jogo nos respectivos grupos, tal qual é apresentado na figura 20.

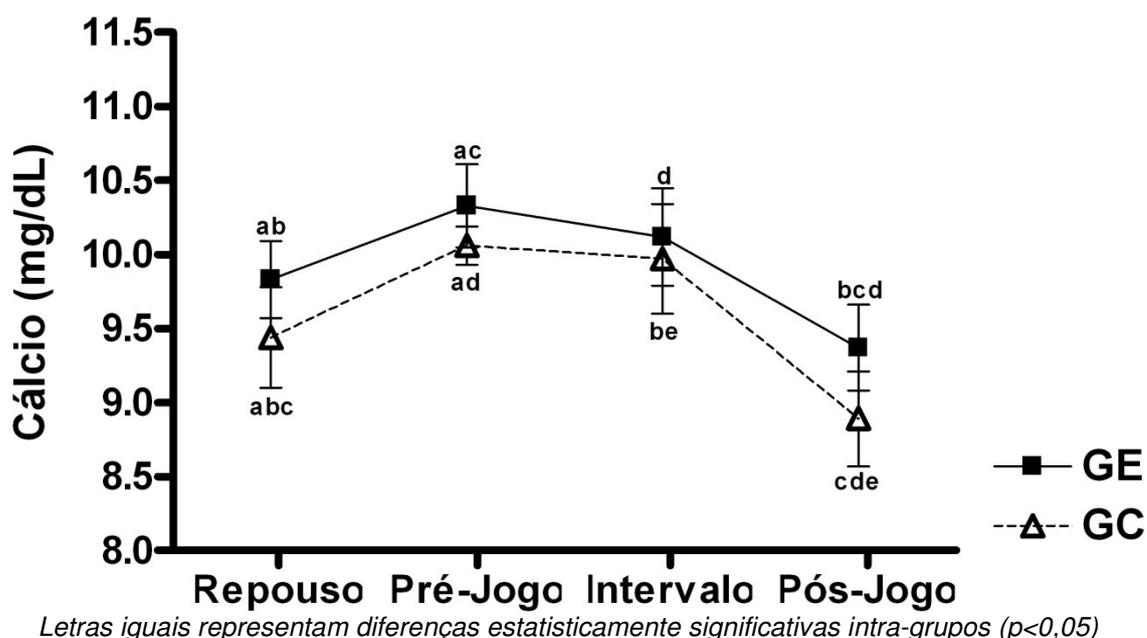


Figura 20 – Comparativo do cálcio durante o jogo

Após o jogo, ambos os grupos apresentaram diferenças significativas em relação aos outros momentos. Em todas as coletas, ambos os grupos se enquadraram nos valores de referência propostos por Wintrobe (1999), que são de no mínimo 8,8 e no máximo 11 mg/dL.

Dessa maneira, fica evidente que o cálcio não apresentou alterações sensíveis como consequência do jogo de futebol, pois as diferenças entre os momentos ocorreram tanto no GE quanto no GC. Essas diferenças observadas em relação aos momentos podem estar associadas ao ciclo circadiano (IRAKI et al, 1997).

4.2.3.9. Sódio

O sódio é um mineral que está distribuído por todos os líquidos e tecidos corporais, sendo considerado como o cátion que está mais presente no líquido extracelular. Suas funções estão relacionadas com a regulação da pressão de osmolaridade, contração muscular, equilíbrio ácido-base, dentre outras (WILMORE & COSTILL, 2001; WARBURTON, et al, 2002). Seu comportamento perante o jogo de futebol está descrito na tabela 28.

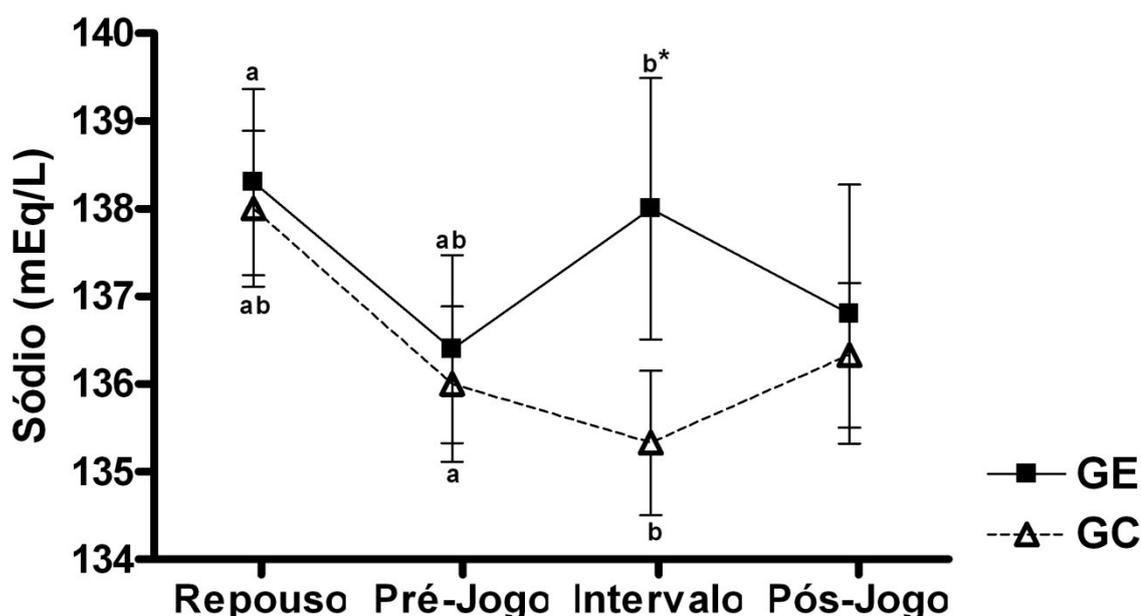
Tabela 28 – Comportamento do sódio durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
Sódio (mEq/L)	GE	138,30 ± 1,06 ^a	136,40 ± 1,07 ^{ab}	138,00 ± 1,49 ^{b*}	136,80 ± 1,48
	GC	138,00 ± 0,89 ^{ab}	136,00 ± 0,89 ^a	135,33 ± 0,82 ^b	136,33 ± 0,82

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Asteriscos representam diferenças estatisticamente significativas inter-grupos ($p \leq 0,05$)

Pode-se observar que no GE, os valores de pré-jogo diminuíram significativamente em relação ao repouso, sendo que a única diferença que ocorreu em consequência do jogo foi o aumento da concentração de sódio no intervalo, em relação ao pré-jogo. O intervalo também foi o único momento em que representou diferenças significativas entre os grupos, de acordo com a figura 21.



Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Asteriscos representam diferenças estatisticamente significativas inter-grupos ($p \leq 0,05$)

Figura 21 – Comparativo do sódio durante o jogo

Como efeito do exercício físico, Warburton et al (2002) afirmam que pode haver uma diminuição dos valores de sódio, podendo causar até complicações severas como a fadiga muscular. Já Takarada (2003) verificou uma queda na concentração de sódio como efeitos de 2 partidas de rugby, perdurando essa diminuição em um período de até 90 minutos após o esforço.

Contrariando ambos os autores citados anteriormente, no presente estudo foi verificado um aumento na concentração de sódio no intervalo, e após o jogo uma concentração semelhante à do repouso. Em contrapartida, numericamente os valores do GE nos momentos foram bastante próximos, variando em média de no mínimo $136,4 \pm 1,07$ até no máximo $138,0 \pm 1,49$.

Além disso, outro fato que nos permite deduzir que as diferenças que ocorreram no intervalo foram mínimas, é que em todos os momentos os valores médios de ambos os grupos foram compatíveis com os valores de referência propostos por Wintrobe (1999), que ficam entre 135 e 145 mEq/l.

O comportamento do sódio pode ter sido influenciado pelo ciclo circadiano da aldosterona, hormônio que regula o balanço de sódio no sangue (WILLIAMS et al, 1972), pois houve diferenças significativas entre os momentos inclusive para o GC. Há que se ressaltar que em todas os momentos para ambos os grupos, não foi atingido um quadro de hiponatremia, justamente pelo fato da concentração de sódio não apresentar valores abaixo de 135 mEq/L.

Dessa forma, ainda nos parecem obscuras as causas do aumento do sódio no intervalo da partida. Por outro lado, a magnitude das diferenças encontradas foi pequena, estando as médias sempre enquadrados nos valores de referência de 135 – 145 mEq/L (WINTROBE, 1999), fato que nos permite deduzir que tais alterações não provocaram conseqüências significativas no organismo dos atletas.

4.2.3.10. Potássio

Classificado como o cátion mais comum no ambiente intracelular, o potássio tem suas funções relacionadas à manutenção do equilíbrio eletrolítico, equilíbrio ácido-base e transmissão neural (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003). É liberado das células musculares durante o exercício em uma proporção direta com a

intensidade do mesmo (WARBURTON et al, 2002). A tabela 19 e a figura 22 mostram como o potássio se comportou durante o jogo de futebol.

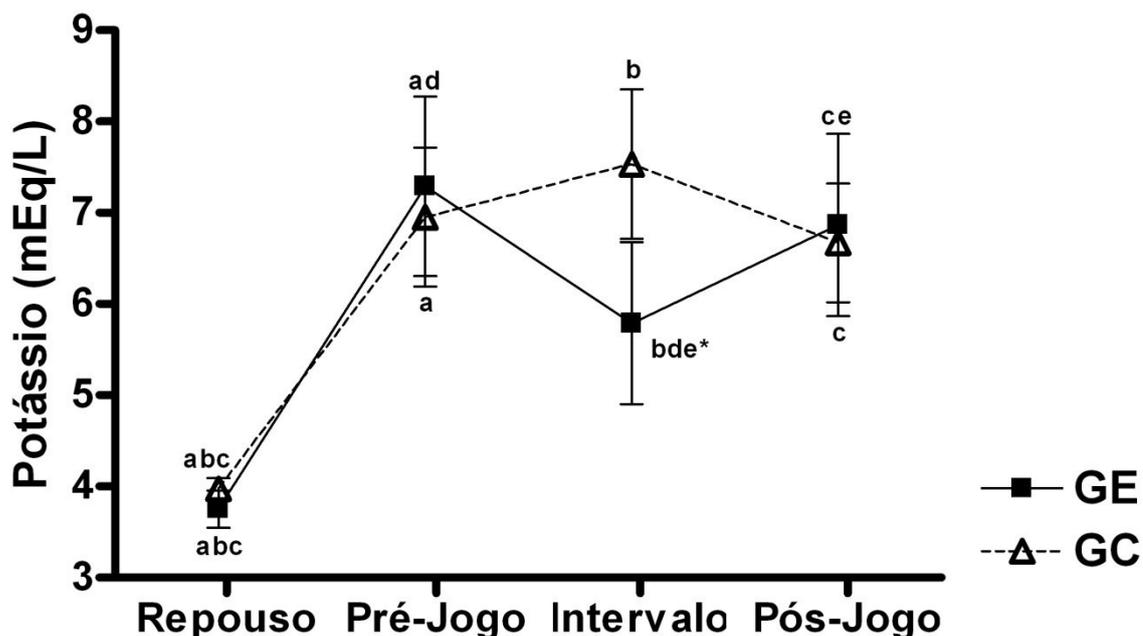
Tabela 29 – Comportamento do potássio durante o jogo

VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
Potássio (mEq/L)	GE	3,75 ± 0,20 ^{abc}	7,29 ± 0,98 ^{ad}	5,79 ± 0,89 ^{bde*}	6,87 ± 1,00 ^{ce}
	GC	3,97 ± 0,12 ^{abc}	6,95 ± 0,76 ^a	7,53 ± 0,82 ^b	6,67 ± 0,65 ^c

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Asteriscos representam diferenças estatisticamente significativas inter-grupos ($p \leq 0,05$)

Para ambos os grupos, os valores de repouso se diferiram em relação à todos os outros momentos. Os grupos não se diferiram nos momentos de repouso, pré-jogo e pós-jogo. Em contrapartida, no intervalo do jogo o GE apresentou valores significativamente reduzidos em relação ao GC, sendo diferente em relação à todos os outros momentos para o mesmo grupo.



Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Asteriscos representam diferenças estatisticamente significativas inter-grupos ($p \leq 0,05$)

Figura 22 – Comparativo do potássio durante o jogo

O comportamento do potássio aqui descrito se contrapõe com os estudos de Takarada (2003) e Krstrup et al (2006), que verificaram um aumento a concentração de potássio como efeito de 2 partidas de rugby e de 3 jogos amistosos de futebol, respectivamente.

Numericamente a diferença do GC para o GE no momento do intervalo foi pequena, de $7,53 \pm 0,82$ para $5,79 \pm 0,89$ mEq/L, o que nos pode indicar que apesar da diferença estatisticamente significativa, essa queda no potássio não provocou alterações funcionais ou metabólicas. Há que se ressaltar que com exceção dos valores apresentados no repouso, todos ambos os grupos no pré-jogo, no intervalo e no pós jogo se mostraram com valores de potássio acima dos valores de referência, segundo Wintrobe (1999), que ficam entre 3,8 e 5 mEq/L.

Dessa maneira, fica evidenciado que o potássio diminuiu no intervalo de jogo, sendo que após o término da partida seus valores voltaram aos níveis basais. Entretanto, a causa da ocorrência de tais diferenças ainda necessita de estudos subseqüentes para completa elucidação.

4.2.3.11. Cortisol

O cortisol é um hormônio que representa aproximadamente 95% de toda a atividade glicocorticóide no corpo humano. É considerado um bom indicador de stress, e também atua no metabolismo de carboidratos, proteínas e gorduras (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003; GUYTON & HALL, 2006).

O exercício físico estimula a liberação de cortisol, pois sensibiliza o hipotálamo a liberar o fator liberador de corticotropina, que estimula a hipófise anterior a produzir o ACTH, que por sua vez promove a liberação do cortisol a partir das glândulas supra-renais (GUYTON & HALL, 2006). Os efeitos de uma partida de futebol sobre o cortisol podem ser vistos na tabela 30.

Tabela 30 – Comportamento do cortisol durante o jogo

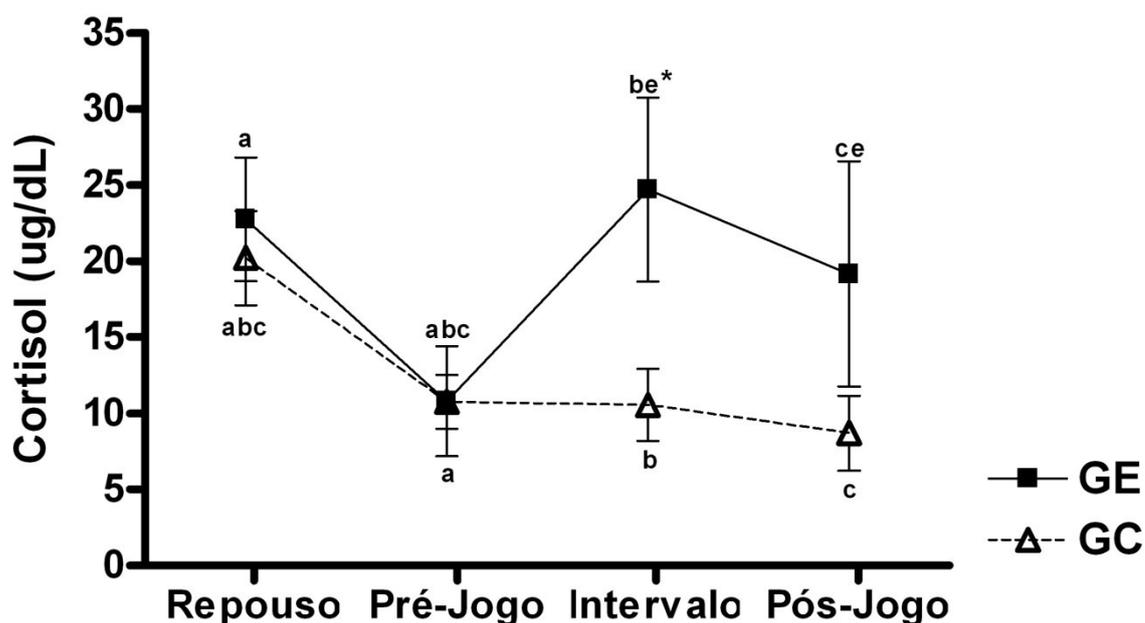
VARIÁVEL	G	REPOUSO	PRÉ-JOGO	INTERVALO	PÓS JOGO
Cortisol ($\mu\text{g/dL}$)	GE	$22,73 \pm 4,06^a$	$10,78 \pm 3,63^{abc}$	$24,70 \pm 6,04^{bd*}$	$19,15 \pm 7,40^{cd}$
	GC	$20,20 \pm 3,10^{abc}$	$10,75 \pm 1,77^a$	$10,55 \pm 2,37^b$	$8,70 \pm 2,47^c$

Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)

Asteriscos representam diferenças estatisticamente significativas inter-grupos ($p \leq 0,05$)

Inicialmente podemos observar que para ambos os grupos, os valores de repouso foram significativamente maiores em relação ao pré-jogo, assim como está apresentado na figura 23. Tal fato nos indica que o cortisol possui

períodos de maior sensibilidade durante o dia, podendo indicar uma grande influência do ritmo circadiano (GUYTON & HALL, 2006).



Letras iguais representam diferenças estatisticamente significativas intra-grupos ($p \leq 0,05$)
 Asteriscos representam diferenças estatisticamente significativas inter-grupos ($p \leq 0,05$)

Figura 23 – Comparativo do Cortisol durante o jogo

O GE apresentou diferenças significativas no intervalo e no pós-jogo em relação ao pré-jogo, representando que o cortisol demonstrou efeitos significativos como consequência do jogo de futebol. No intervalo, o GE apresentou valores estatisticamente maiores do que o GC, sendo que no pós-jogo os valores foram numericamente superiores, contudo, sem apresentar significância. Certamente o alto valor do desvio-padrão do GE após o jogo impossibilitou a ocorrência de diferença estatisticamente significante.

Comportamento semelhante foi observado por Malm, Ekblom & Ekblom (2004), os quais verificaram que o cortisol teve um aumento significativo de 10,48 para 16,67 $\mu\text{g/dl}$ como efeitos provocados por duas partidas competitivas de futebol.

Ispirlidis et al (2008) também observaram dados parecidos, pois avaliaram a concentração de cortisol sanguíneo durante um jogo de futebol, e observaram que os valores aumentaram significativamente após o jogo (de aproximadamente 9,90 para 15,30 $\mu\text{g/dl}$), retornando aos níveis basais em apenas 24 horas após o jogo.

Os mesmos autores afirmam que essa elevada concentração de cortisol podem indicar um sensível estado catabólico, podendo resultar em diminuição da performance muscular como consequência da diminuição da síntese de proteínas, da perda de proteínas contráteis e da redução dos neurotransmissores.

Atuando também como um facilitador na utilização dos substratos energéticos (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003), o comportamento do cortisol se assemelha e pode se relacionar diretamente com o lactato, glicose e uréia, apontando para um nível considerável de metabolização dos carboidratos e proteínas, notadamente como efeito do primeiro tempo da partida.

Essas variáveis em associação com a frequência cardíaca também podem indicar que o primeiro tempo teve uma intensidade menor em relação ao segundo tempo do jogo. Ademais, os altos níveis desse hormônio observados no GE nos momentos de intervalo e após o jogo podem ter influenciado na ocorrência da leucocitose apresentada anteriormente.

Dessa forma, pode-se afirmar que o cortisol evidenciou efeitos significativos em consequência da partida de futebol, podendo indicar aspectos de catabolismo metabólico e utilização de glicose, proteínas e gorduras para a produção de energia, bem como a ocorrência de leucocitose.

4.2.4. Marcadores de Performance

4.2.4.1. Indicadores físicos

Os indicadores físicos foram avaliados com o objetivo principal de se caracterizar as ações dos atletas no jogo. Durante toda a partida, os atletas tiveram todas as suas atividades motoras registradas, sendo analisadas e divididas nas seguintes variáveis:

- **Caminhadas:** tempo total dos momentos em que o atleta permanecia caminhando em baixa intensidade ou ficava parado, no aguardo de alguma jogada;

- **Trotes:** tempo total dos momentos em que o atleta permanecia em trote de intensidade moderada;

- **Velocidade:** tempo total e quantidade dos momentos em que o atleta realizava ações de piques de velocidade máxima exigindo grande quantidade de energia;

- **Salto:** número de saltos executados no decorrer da partida.

A tabela 31 apresenta o tempo total de ação de cada atividade durante os dois tempos do jogo.

Tabela 31 – Tempo de ação das atividades durante o jogo

	Primeiro Tempo	Segundo Tempo	Valor de p
Caminhadas (min)	29,8 ± 1,7	29,9 ± 1,7	0,9482
Trotes (min)	14,3 ± 1,6	14,0 ± 1,7	0,5200
Est. Velocidade (min)	0,9 ± 0,2*	1,1 ± 0,3	0,0148

*Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$)

O tempo total de caminhada e trote não apresentaram diferenças significativas entre os tempos de jogo. Todavia, o tempo de ação de estímulos de velocidade foi significativamente superior no segundo tempo (66,0 segundos) em relação ao primeiro tempo (54,1 segundos), de acordo com o que demonstra a figura 24.

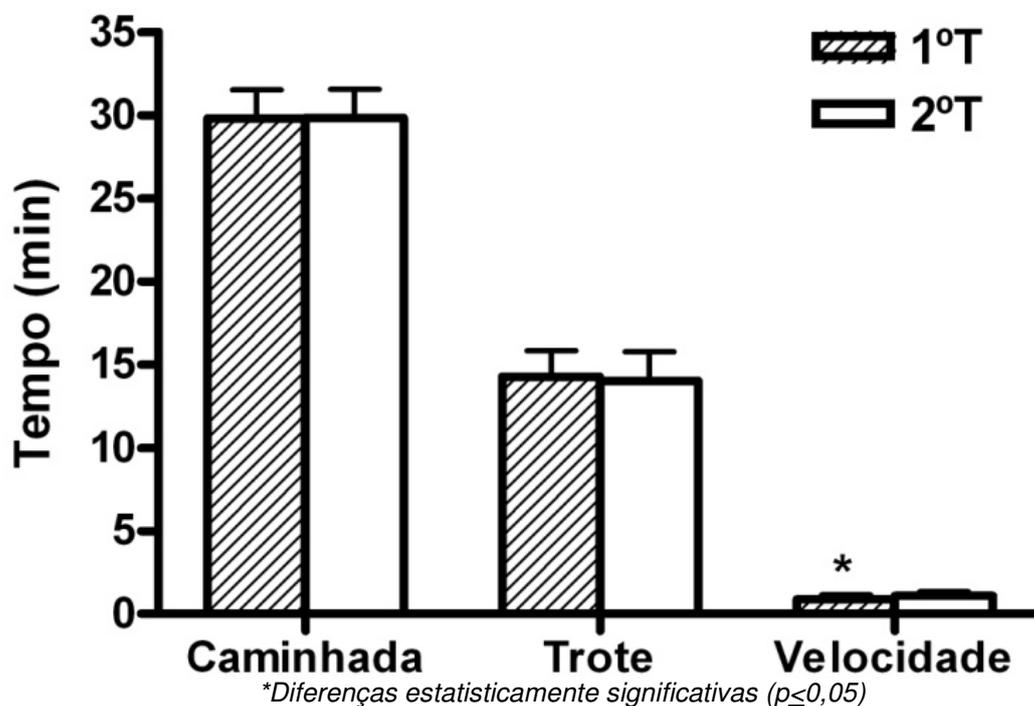


Figura 24 – Comparativo do tempo de ação das atividades durante o jogo

Já a tabela 32 mostra os percentuais de cada atividade em relação aos tempos de jogo.

Tabela 32 – Percentual das atividades em relação ao tempo total de jogo

	Primeiro Tempo	Segundo Tempo	Valor de p
Caminhadas (%)	66,3 ± 3,8	66,3 ± 3,8	0,9482
Trotes (%)	31,7 ± 3,5	31,2 ± 3,9	0,5200
Est. Velocidade (%)	2,0 ± 0,5*	2,4 ± 0,6	0,0148

*Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$)

Assim como ocorreu no tempo total das atividades, a única ação que apresentou diferenças significativas foram os estímulos de velocidade, tal qual demonstrado na figura 25.

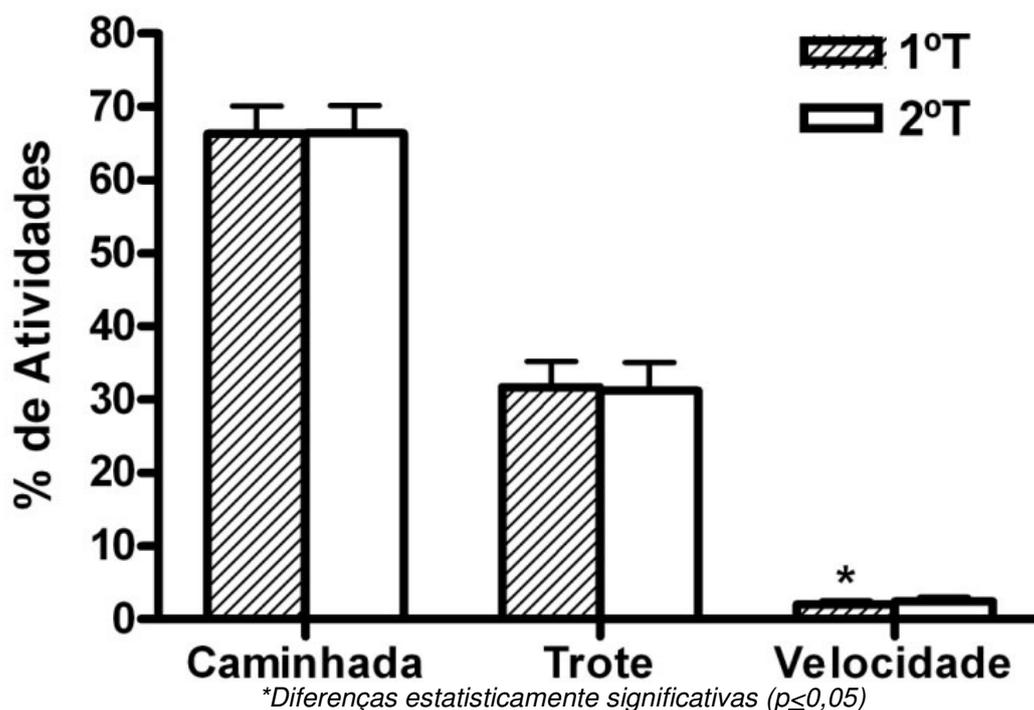


Figura 25 – Comparativo do percentual das atividades durante o jogo em relação ao tempo total de jogo

As diferenças dos estímulos de velocidade entre os tempos de jogo também podem ser notadas na tabela 33, que apresenta em termos de número de ocorrências as ações de velocidade e de saltos no primeiro e no segundo tempo de jogo.

Tabela 33 – Número de ocorrências de saltos e estímulos de velocidade

	Primeiro Tempo	Segundo Tempo	Valor de p
Número de Saltos	4,8 ± 2,6	3,9 ± 2,0	0,3496
Número de Est. Velocidade	15,0 ± 5,7*	18,7 ± 5,0	0,0328

*Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$)

No segundo tempo da partida, os atletas executaram em média um número significativamente maior de estímulos de velocidade em relação ao primeiro tempo, tal qual demonstrado na figura 26.

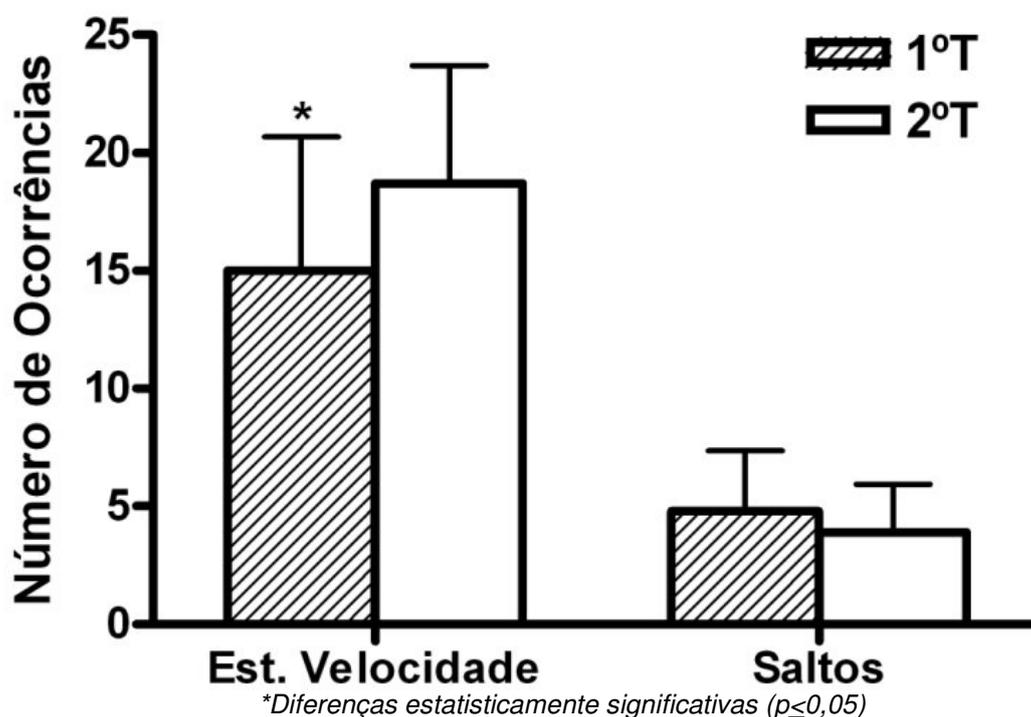


Figura 26 – Comparativo do número de ocorrências de saltos e estímulos de velocidade

Cabe ressaltar que apesar da significância estatística, as diferenças nos estímulos de alta intensidade foram numericamente pequenas, podendo indicar que não provocaram diferenças nas outras variáveis contempladas na presente investigação.

Os valores percentuais encontrados na presente investigação corroboram com os publicados por Bangsbo, Norregaard & Thorso (1991), que afirmaram que os atletas permanecem $17,1 \pm 1,5\%$ do jogo caminhando e $40,4 \pm 1,6\%$ trotando, sendo que os estímulos de alta intensidade podem indicar até 3% de toda a partida.

Ascensão et al (2008) encontraram valores semelhantes em relação às atividades dos atletas durante a partida, sendo que sobre o tempo total de jogo, os atletas permaneciam $7,8 \pm 3,4\%$ parados, $43,8 \pm 7,9\%$ caminhando, $35,3 \pm 5,3\%$ trotando e $2,5 \pm 1,3\%$ em estímulos de velocidade, dentre outras análises.

4.2.4.2. Indicadores técnicos

Como forma de caracterizar os efeitos do jogo de futebol nas variáveis de performance, as ações técnicas dos jogadores durante a partida foram quantificadas em relação ao número de ocorrência dos eventos, sendo eles:

- Desarmes cometidos e sofridos;
- Faltas cometidas e sofridas;
- Disputas de bola;
- Passes certos, errados e total de passes.

A tabela 34 apresenta os valores de desarmes cometidos e sofridos em relação aos tempos de jogo.

Tabela 34 – Número de desarmes cometidos e sofridos durante o jogo

	Primeiro Tempo	Segundo Tempo	Valor de p
Desarmes Cometidos	1,7 ± 0,9	2,7 ± 1,6	0,1066
Desarmes Sofridos	0,6 ± 1,0	1,1 ± 1,4	0,1382

Pode-se notar que não houve diferenças estatisticamente significativas em relação ao número de desarmes, tanto cometidos como sofridos, em relação aos tempos de jogo, fato que também pode ser percebido na figura 27.

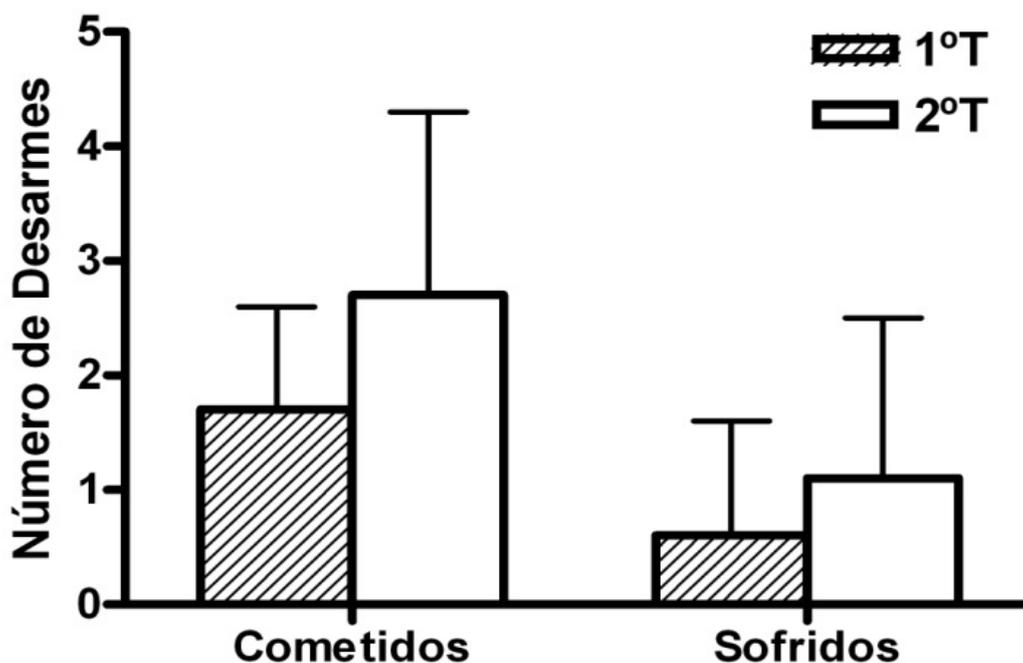


Figura 27 – Comparativo do número de desarmes cometidos e sofridos durante o jogo

A tabela 35 mostra o número de faltas cometidas, sofridas e disputas de bola durante os dois tempos do jogo.

Tabela 35 – Número de faltas cometidas, sofridas e disputas de bola durante o jogo

	Primeiro Tempo	Segundo Tempo	Valor de p
Faltas Cometidas	1,3 ± 0,5	1,7 ± 1,2	0,2695
Faltas Sofridas	1,2 ± 0,9	1,0 ± 0,7	0,5086
Disputas de Bola	5,8 ± 2,1	5,4 ± 2,1	0,6370

Não houve diferenças significativas em relação ao número de faltas cometidas, sofridas e disputas de bola entre o primeiro e o segundo tempo, tal qual apresentado na figura 28.

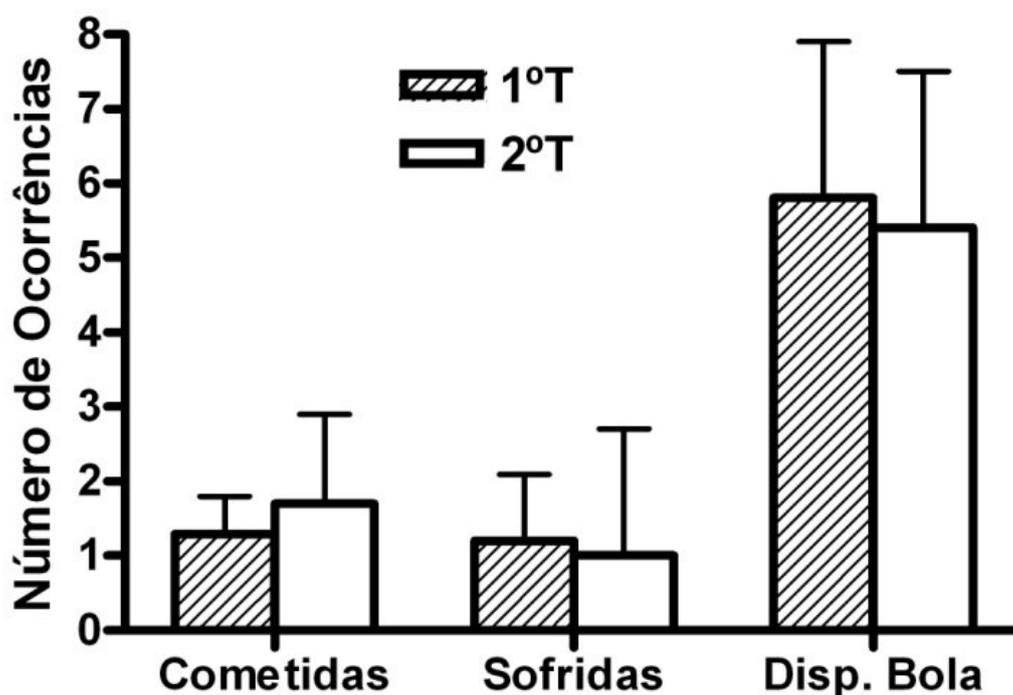


Figura 28 – Comparativo do número de faltas cometidas, sofridas e disputas de bola durante o jogo

Já a tabela 36 mostra os valores referentes aos passes certos, errados e totais de passes executados pelos atletas em relação aos dois tempos do jogo.

Tabela 36 – Número de passes certos, errados e total de passes durante o jogo

	Primeiro Tempo	Segundo Tempo	Valor de p
Passes Certos	11,1 ± 6,8	10,7 ± 5,3	0,7640
Passes Errados	2,0 ± 1,3	2,0 ± 1,9	1,0000
Total de Passes	13,1 ± 7,3	12,7 ± 6,3	0,7947

Assim como ocorreu com os demais indicadores técnicos, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tempos de jogo para o número de passes certos, passes errados e total de passes, tal qual apresentado na figura 29.

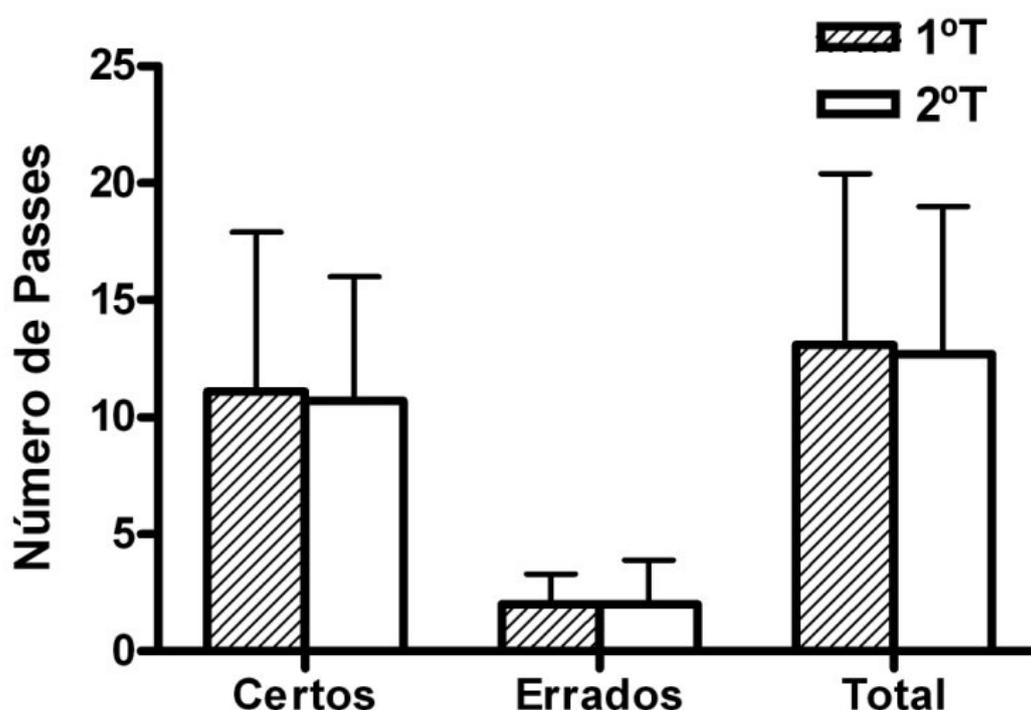


Figura 29 – Comparativo do número de passes certos, errados e total de passes durante o jogo

De acordo com o exposto, pode-se notar que não houve diferenças significativas em nenhuma das variáveis em comparação com os tempos da partida, indicando que a equipe desenvolveu suas ações técnicas da mesma forma nos dois tempos de jogo.

Percebe-se também um considerável número de ações em que os atletas têm a possibilidade de chocar-se fisicamente com o adversário, fato que pode ser representado pelo número de desarmes cometidos e disputas de bola. A

colisão física com o oponente é capaz de gerar mecanismos de lesões traumáticas, fato que pode ser posteriormente relacionada com o aumento de substâncias marcadoras de lesões.

A interpretação dos indicadores técnicos deve ser realizada com cautela, pois essas variáveis são diretamente dependentes do esquema tático utilizado, da condição técnica dos atletas em questão e até mesmo o nível competitivo do adversário. Ademais, estudos semelhantes são escassos, dificultando a comparação das informações.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados e discussões apresentadas até o presente momento, pode-se realizar as seguintes conclusões acerca da presente investigação:

- As características de composição corporal e de parâmetros cardiorrespiratórios dos atletas estão de acordo com os valores de referência publicados na literatura;

- A partida de futebol provocou efeitos significativos no comportamento da frequência cardíaca, que indicou uma intensidade de esforço relativamente alto, apresentando valores de $75,8 \pm 12,7$ e $74,0 \pm 12,2$ % em relação à FC_{RES} para o primeiro e segundo tempo, respectivamente.

- Outro parâmetro fisiológico que alterou-se como consequência do jogo foi o lactato, pois se mostrou significativamente maior em relação ao repouso nos momentos de intervalo e pós jogo ($4,54 \pm 2,16$ e $3,24 \pm 1,60$ mmol/l, respectivamente), além das diferenças entre os grupos nos referidos momentos;

- O jogo também provocou uma queda significativa no peso corporal dos atletas, pois foi verificada uma redução média correspondente à 1,3% no intervalo e 1,9% ao final do jogo em relação ao momento de pré-jogo;

- Houve um aumento estatisticamente significativo na concentração de leucócitos em decorrência do jogo, fato que pode ser associado com altos níveis de catecolaminas, liberação considerável de cortisol, além da intensidade do exercício;

- As plaquetas também foram sensíveis ao jogo de futebol, aumentando seus valores significativamente no intervalo e após o jogo. Esse aumento pode ter ocorrido devido ao acréscimo do número de agentes agregatórios, bem como a redução de sua remoção pelo baço;

- As enzimas CK e LDH apresentaram um comportamento bastante parecido, pois alteraram-se significativamente como consequência do jogo de futebol, com valores aumentados no intervalo e pós-jogo em relação ao pré-jogo.

- A uréia demonstrou-se alterada significativamente no intervalo em relação ao pré-jogo, fato que nos permite concluir que essa variável é relacionada

com a intensidade de exercício, tendo sua remoção realizada de maneira rápida pelo organismo;

- A glicose sanguínea também apresentou aumentos significativos no intervalo e após o jogo, indicando a manutenção de altos níveis de glicemia necessários para a produção de rápida energia, com o objetivo de suprir as demandas de alta intensidade impostas pelo jogo;

- O jogo de futebol também provocou efeitos significativos no hormônio cortisol, notadamente no intervalo e após o jogo. Esse fato pode estar relacionado com o comportamento da glicose e do lactato.

- Apesar de o sódio ter apresentado aumento significativo no intervalo da partida, esse acréscimo foi numericamente pequeno, mantendo a média dos grupos dentro dos valores de referência para a substância;

- A partida não proporcionou efeitos significativos nas variáveis relacionadas à série vermelha do sangue, que são os eritrócitos, hemoglobina e hematócrito, mesmo comportamento observado para o cálcio;

- Dessa forma, fica evidenciado que o jogo de futebol proporciona efeitos significativos em marcadores fisiológicos, bioquímicos e de performance. Sendo assim, sugere-se a realização de estudos futuros com a contemplação de mais variáveis relacionadas a fatores inflamatórios ou de estimulação de substratos, além de mais jogos para aumentar o poder estatístico das análises.

REFERÊNCIAS

1. ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A. Heart rate monitoring: applications and limitations. **Sports Medicine**, v.33, n.7, p.517-538, 2003.
2. ALI, A.; FARRALLY, M. Recording soccer players' heart rates during matches. **Journal of Sports Sciences**, v.9, p. 183-189, 1991.
3. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription**, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 7ed., 2005.
4. ASCENSÃO, A. et al. Biochemical impact of a soccer match: analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. **Clinical Biochemistry**, v.41, p.841-851, 2008.
5. AVLONITI, A.A. et al. Acute effects of soccer training on white blood cell count in elite female players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.2, p.239-249, 2007.
6. AZIZ, A.R.; TAN, F.H.Y.; TEH, K.C. A pilot study comparing two field tests with the treadmill run test in soccer players. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.4, p.105-112, 2006.
7. BANGSBO, J. The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.151, suppl.619, p.1-155, 1994.
8. BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. **Journal of Sports Sciences**, v.24, n.7, p.665-74, 2006.
9. BANGSBO, J.; NORREGAARD, L.; THORSO, F. Activity profile of competition soccer. **Canadian Journal of Sports Science**, v.16, n.2, p.110-116, 1991.
10. BANGSBO, J; LAIA, FM; KRUSTRUP, P. Metabolic response and fatigue in soccer. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.2, p. 111-127, 2007.
11. BENEKE, R. et al. Modeling the blood lactate kinetics at maximal shortterm exercise conditions in children, adolescents, and adults. **Journal of Applied Physiology**, v.99, p. 499-504, 2005.
12. BLOOMFIELD, Jonathan; POLMAN, Remco; O'DONOGHUE, Peter. Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.6, p.63-70, 2007.
13. BRAGHIN, R.S. **Respostas da frequência cardíaca de atletas de futebol juvenil durante três jogos oficiais**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Piracicaba.

14. BRANCACCIO, P.; MAFFULLI, N.; LIMONGELLI, FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. **British Medical Bulletin**, v. 81 e 82, p.209-230, 2007.
15. BURGESS, D.J.; NAUGHTON, G.; NORTON, K.I. Profile of movement demands of national football players in Australia. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 9, p.334-341, 2006.
16. CAIXINHA, P.F.; SAMPAIO, J.; MIL-HOMENS, P.V. Variação dos valores da distância percorrida e da velocidade de deslocamento em sessões de treino e em competições de futebolistas juniores. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.4, n.1, p.7-16, 2004.
17. CANALI, E.S.; KRUEL, L.F.M. Respostas hormonais ao exercício. **Revista Paulista de Educação Física**, v.15, n.2, p.141-153, 2001.
18. CAPRANICA, L. et al. Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v.19, 379-384, 2001.
19. CARDIA, J.L.S. et al. Exercício e ciclo circadiano induzem variações na contagem de leucócitos sanguíneos em jovens jogadores de futebol. **Revista Eletrônica da Escola de Educação Física e Desportos – UFRJ**, v.2, n.1, 2006.
20. CASTAGNA, C. et al. Cardiovascular responses during recreational 5-a-side indoor-soccer. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.10, p. 89-95, 2007.
21. CHAMARI, K. et al. Field and laboratory testing in young elite soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v.38, n2, p.191-196, 2004.
22. CHEVION, et al. Plasma antioxidant status and cell injury after severe physical exercise. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.100, n.9, p.5119-5123, 2003.
23. COUTTS, A.J. et al. Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.12, n.1, p.79-84, 2009.
24. DAWSON, B. et al. Comparison of training activities and game demands in the Australian Football League. **Journal of Science and Medicine in Sports**, v.7, n.3, p.292-301, 2004.
25. Di SALVO, V. et al. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v.28, p.222-7, 2007.
26. DIAS, R. et al. Efeito do exercício agudo de curta duração em leucócitos circulantes e linfócitos teciduais de ratos. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.21, n.3, p.229-243, 2007.
27. DOHI, K.; KRAEMER, W.J.; MASTRO, A.M. Exercise increases prolactin-receptor expression on human lymphocytes. **Journal of Applied Physiology**, v.94, p. 518-524, 2003.

28. DRUST, B.; ATKINSON, G.; REILLY, T. Future Perspectives in the Evaluation of the Physiological Demands of Soccer. **Sports Medicine**, v.37, n.9, p.783-805, 2007.
29. EDWARDS, A.M.; CLARK, N.A. Thermoregulatory observations in soccer match play: professional and recreational level applications using an intestinal pill system to measure core temperature. **British Journal of Sports Medicine**, v.40, p.133-8, 2006.
30. EKBLÖM, B. Applied physiology of soccer. **Sports Medicine**, v.3, p.50-60, 1986.
31. ENISELER, N. Heart rate and blood lactate concentrations as predictor of physiological load on elite soccer players during various soccer training activities. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, n.4, p.799-804, 2005.
32. ESPOSITO, F. et al. Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. **European Journal of Applied Physiology**, v.93, p.167–172, 2004.
33. FAILACE, R. **Hemograma**: manual de interpretação. Porto Alegre: Artmed, 2003.
34. FÉDÉRATION Internationale de Football Association (FIFA). **FIFA.com / About FIFA**, Zurique (Suíça), 2007. Disponível em: <<http://www.fifa.com/aboutfifa/federation/associations.html>>. Acesso em: 13 jun. 2007.
35. FÉDÉRATION Internationale de Football Association (FIFA). **Laws of the game 2005**. Suíça, 2005.
36. FERNANDES, S. R. **Perfil da frequência cardíaca durante a partida de futebol**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Escola Paulista de Medicina (UNIFESP), São Paulo.
37. FERREIRA, C. et al. Influence of short duration acute exercise on the number, viability, functionality and apoptosis of neutrophils in sedentary rats. **Journal of Exercise Physiology Online**, v.10, n.6, 2007.
38. FOSCHINI, D.; PRESTES, J.; CHARRO, M.A. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.9, n.1, p.101-106, 2007.
39. FOSS, M.L.; KETEYIAN, S.J. **Fox: Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 6 ed., 2000.
40. FRANÇA, S.C.A. et al. Resposta divergente da testosterona e do cortisol séricos em atletas masculinos após uma corrida de maratona. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v.50, n.6, p.1082-1087, 2006.

41. GARRETT JR, W.E.; KIRKENDALL, D.T. **A ciência do exercício e dos esportes**. Porto Alegre: Artmed, 2003.
42. GARRY, J.P.; McSHANE, J.M. Postcompetition elevation of muscle enzyme levels in professional football players. **Medscape General Medicine**, v.2, n.1, 2000.
43. GLADDEN, L.B. Lactate metabolism: a new paradigm for the third Millennium. **The Journal of Physiology**, v.558, n.1, p. 5-30, 2004.
44. GODIK, M.A. **Futebol: preparação dos futebolistas de alto nível**. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1996.
45. GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
46. HANDZISKI, Z. The changes of ACTH, cortisol, testosterone and testosterone/cortisol ratio in professional soccer players during a competition half-season. **Bratislava Medical Journal**, v.107, p. 259-263, 2006.
47. HANEISHI, K. et al. Cortisol and stress responses during a game and practice in female collegiate soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.2, p.583-588, 2007.
48. HARTMANN, U.; MESTER, J. Training and overtraining markers in selected sports events. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.32, n.1, p.209-215, 2000.
49. HELGERUD, J. et al. Aerobic endurance training improves soccer performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.33, n.11, p.1925-1931, 2001.
50. HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. São Paulo: Manole, 2000.
51. HILL-HAAS, S. et al. Variability of acute physiological responses and performance profiles of youth soccer players in small-sided games. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.11, n.5, p.487-490, 2008.
52. HOFF, J. et al. Soccer specific aerobic endurance training. **British Journal of Sports Medicine**, v.36, p.218-221, 2002.
53. HOFF, J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v.23, p.573-582, 2005.
54. HOFFBRAND, A.V.; PETTIT, J.E.; MOSS, P.A.H. **Fundamentos em hematologia**. Porto Alegre: Artmed, 2004.
55. HUBNER-WOZNIAK; SZMUCHROWSKI, L.; LUTOSLAWSKA, G. Effects of soccer match-play on selected blood biochemical variables. **Biology of Sport**, v.11, n.2, p. 83-89, 1994.

56. IMPELLIZZERI, F.M.; RAMPININI, E.; MARCORA, S.M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **Journal of Sports Sciences**, v.23, n.6, p.583-92, 2005.
57. IRAKI, L. et al. Ramadan diet restrictions modify the circadian time structure in humans. A study on plasma gastrin, insulin, glucose, and calcium and on gastric pH*. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v.82, n.4, p.1261-1273, 1997.
58. ISPIRLIDIS, I et al. Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game, **Clinical Journal of Sports Medicine**, v.18, n.5, p.423-431, 2008.
59. JONES S.; DRUST, B. Physiological and technical demands of 4 v 4 and 8 v 8 games in elite youth soccer players. **Kinesiology**, v.39, n.2, p.150-156, 2007.
60. KALAPOTHARAKOS, V.I. et al. Physiological characteristics of elite professional soccer teams of different ranking. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**; v.46, n.4, 2006
61. KELLY, D.M.; DRUST, B. The effect of pitch dimensions on heart rate responses and technical demands of small-sided soccer games in elite players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 2008.
62. KRUSTRUP, P et al. Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.38, n.6, p.1165-1174, 2006.
63. LAZARIM, FL et al. The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.12, n.1, p.85-90, 2009.
64. LEANDRO, C. et al. Exercício físico e sistema imunológico: mecanismos e integrações. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.2, n.5, p.80-90, 2002.
65. LEHNEN, A.M.; MOTA V.M. Correlação entre intensidades da reserva de frequência cardíaca e intensidades do consumo máximo de oxigênio. **Revista Digital**, v.11, n.102, 2006.
66. LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 4 ed., 2006.
67. LITTLE, T.; WILLIAMS, A.G. Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.2, p.367-371, 2007.

68. LITTLE, Thomas; WILLIAMS, Alun G. Suitability of soccer training drills for endurance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20, n.2, p.316-319, 2006.
69. MAGLISCHO, E.W. **Nadando ainda mais rápido**. São Paulo: Manole, 1 ed., 1999.
70. MALM, C.; EKBLÖM, O.; EKBLÖM, B. Immune system alteration in response to two consecutive soccer games. **Acta Physiology Scandinavia**, v.180, p.143–155, 2004.
71. MAUGHAN, R.; GLEESON, M.; GREENHAFF, P.L. **Bioquímica do exercício e treinamento**. São Paulo: Manole, 2000.
72. McARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, F. **Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 5 ed., 2003.
73. McMILLAN, K. et al. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in Professional youth soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v.39, p.273-277, 2005.
74. METAXAS, T.I. et al. Comparative study of field and laboratory tests for the evaluation of aerobic capacity in soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, p.79-84, 2005.
75. MOHR, M et al. Muscle temperature and sprint performance during soccer matches: beneficial effects of re-warm-up at half-time. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.14, p.156-162., 2004.
76. 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.519-28, 2003.
77. MORTIMER L, et. al. Comparação entre a intensidade do esforço realizada por jovens futebolistas no primeiro e no segundo tempo do jogo de futebol. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.6, n.2, p.154-159, 2006.
78. MOUGIOS, V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. **British Journal of Sports Medicine**, v.41, p.674-678, 2007.
79. NANJI, A.A. Serum creatine kinase isoenzymes: a review. **Muscle and Nerve**, v.6, n.2, p.83-90, 1983.
80. NEWHAM, D.J.; JONES, D.A.; EDWARDS, R.H.T. Large delayed plasma creatine kinase changes after stepping exercise. **Muscle & Nerve**, v.6. n.5, p.380-385, 1983.
81. NIELSEN, J.J. et al. Effects of high-intensity intermittent training on potassium kinetics and performance in human skeletal muscle. **The Journal of Physiology**, v.554, n.3, p.857-870, 2003.

82. NIEMAN, D.C. Immune response to heavy exertion. **Journal of Applied Physiology**, v.82, n.5, p.1385–1394, 1997
83. OGUSHI, T. et al. Work intensity during soccer match-play (a case study). In II World Congress of Science and Football, Londres. **Anais...** Londres: Eindhoven. Proceedings, 1993. P.121-123.
84. PEDERSEN, B.L, HOFFMAN-GOETZ, L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. **Physiological Reviews**, v.80, p.1055–1081, 2000.
85. POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. São Paulo: Manole, 5ed., 2006.
86. PRATT, C.W.; CORNELLY, K. **Bioquímica essencial**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
87. PRESTES, J. et al. Influência do exercício físico em diferentes intensidades sobre o número de leucócitos, linfócitos e citocinas circulantes. **Revista Brasileira de Medicina**, v.65, n.3, p.56-60, 2008.
88. RAMPININI, E. et al. Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. **Journal of Sports Sciences**, v.25, n.6, p.659-6, 2007.
89. REILLY, T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. **Journal of Sports Sciences**, v.15, p.257-263, 1997.
90. REILLY, T.; BANGSBO, J.; FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. **Journal of Sports Sciences**, v.18, p.669-683, 2000.
91. RIBEIRO, J.L.; OLIVEIRA, A.R. Efeitos do exercício e do treinamento físico na hemostasia. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v.27, n.3, p.213-220, 2005.
92. RIENZI, E. et al. 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.
93. ROBERGS, R.A.; LANDWEHR, R. The surprising history of the “HRmax=220-idade”. **Journal of Exercise Physiology Online**, v.5, n.5, 2002.
94. ROBERGS, R.A.; ROBERT, S.O. **Princípios fundamentais de fisiologia do exercício para aptidão, desempenho e saúde**. São Paulo: Phorte, 2002.
95. ROSA, L.F.P.B.C; VAISBERG, M.W. Influências do exercício na resposta imune. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.8, n.4, 2002.

96. SAYERS, S. P.; CLARKSON, P.M. Short-Term immobilization after eccentric Exercise. Part II: Creatine Kinase and Myoglobin. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.35, n.5, p.762-768, 2003.
97. SHASKEY, D.J.; GREEN, G.A. Sports haematology. **Sports Medicine**, v.29., n.1, p.27-38, 2000.
98. SILVA, A.S.R. et al. Comportamento das concentrações séricas e urinárias de creatinina e uréia ao longo de uma periodização desenvolvida em futebolistas profissionais: relações com a taxa de filtração glomerular. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.12, n.6, p.327-332, 2006.
99. SILVA, P.R.S. et al. Níveis de lactato sangüíneo, em futebolistas profissionais, verificados após o primeiro e o segundo tempo em partidas de futebol. **Acta Fisiátrica**, v.7, n.2, p.68-74, 2000.
100. SILVA, S.G. et al. Diferenças antropométricas e metabólicas entre jogadores de futebol das categorias profissional, júnior e juvenil. **Revista Treinamento Desportivo**, v.3, p.35-39, 1997.
101. SILVESTRE, R. et al. Body composition and physical performance in men's soccer: a study of a national collegiate athletic association division I team. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20, n.1, p.177-183, 2006.
102. SOUZA, J. Variáveis antropométricas, metabólicas e neuromotoras de jogadores de futebol das categorias mirim, infantil, juvenil e júnior em relação à posição de jogo: um estudo comparativo. **Revista Treinamento Desportivo**, v.4, n.3, p.43-48, 1999.
103. SPEEDY, D.B. Hyponatremia in ultradistance triathletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, n.6, p.809-815, 1999.
104. STOLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; WISLOFF, U. Physiology of soccer: an update. **Sports Medicine**, v.35, n.6, p.501-536, 2005.
105. TAKARADA, Y. Evaluation of muscle damage after a rugby match with special reference to tackle plays. **British Journal of Sports Medicine**, v.37, p.416-419, 2003.
106. THIRUP, P. Hematocrit: within-subject and seasonal variation. **Sports Medicine**, v.33, n.3, p.231-243, 2003.
107. TOTSUKA, M. et al. Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.93, p.1280-1286, 2002.
108. TUMILTY, Douglas. Physiological characteristics of elite soccer players. **Sports Medicine**, v.16, n.2, p.80-96, 1993.
109. URHAUSEN, A.; KINDERMANN, W. Diagnosis of overtraining: What tools do we have?. **Sports Medicine**, v.32, n.2, p.95-102, 2002.

110. VALQUER, Wellington; BARROS, Turíbio. Preparação física no futebol. In: BARROS, Turíbio; GUERRA, Isabela. **Ciência do Futebol**. São Paulo: Manole, 2004, p.20-38.
111. VERRASTRO, T. **Hematologia e hemoterapia: fundamentos de morfologia, fisiologia, patologia e clínica**. São Paulo: Atheneu, 2002.
112. VOET, R.; VOET, J.G.; PRATT, C.W. **Fundamentos de bioquímica**. Porto Alegre: Artmed, 2000.
113. WANG, M.S.J. et al. Different effects of strenuous exercise and moderate exercise on platelet function in men. **Circulation**, v.90, p.2877-2885, 1994.
114. WANG, M.S.J; JEN, C.J.; CHEN, H. Effects of exercise training and deconditioning on platelet function in men. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v.15, p.1668-1674, 1995.
115. WARBURTON, D.E.R. et al. Biochemical changes as a result of prolonged strenuous exercise. **British Journal of Sports Medicine**, v.36, p.301-303, 2002.
116. WEINECK, Jürgen. **Futebol Total: o treinamento físico no futebol**. São Paulo: Phorte, 2004.
117. WILLIAMS, G.H., et al. Studies of the control of plasma aldosterone concentration in normal man. **The Journal of Clinical Investigation**, v.51, p.1731-1742, 1972.
118. WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. São Paulo: Manole, 2001.
119. WINTROBE, M.M. **Wintrobe's clinical hematology**, Baltimore: Williams & Wilkins, 1999.
120. YOUNESIAN, A. et al. Haemathology of professional soccer players before and after 90min match. **Cellular & Molecular Biology Letters**, v.9. supp.4, 2004.
121. ZAGO, M.A.; FALCÃO, R.P.; PASQUINI, R. **Hematologia: fundamentos e prática**. São Paulo: Atheneu, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Por favor, leia com atenção as informações contidas abaixo antes de dar o seu consentimento para participar desse estudo.

a) Você, atleta de futebol profissional vinculado ao Paraná Clube, está sendo convidado a participar de um estudo intitulado “Efeitos de um Jogo de Futebol Sobre Marcadores Fisiológicos, Bioquímicos e de Performance”. É através das pesquisas clínicas que ocorrem os avanços importantes em todas as áreas, e sua participação é fundamental.

b) O objetivo desta pesquisa é de verificar alguns efeitos fisiológicos, bioquímicos e de desempenho de atletas quando submetidos a um jogo de futebol de campo. Em outras palavras, esse estudo busca verificar o que uma partida de futebol pode modificar no seu corpo, além de avaliar todas as suas ações durante o jogo.

c) Caso você participe da pesquisa, inicialmente serão realizadas duas avaliações, sendo elas: avaliação antropométrica e teste de esforço máximo na esteira. Na avaliação antropométrica, serão avaliados o seu peso e estatura, além de 7 dobras da pele para a verificação do seu percentual de gordura. Essa avaliação tem a duração de aproximadamente 10 minutos. Antes do teste na esteira, você será equipado com uma cinta flexível e confortável no tórax para a quantificação dos seus batimentos do coração, e permanecerá sentado em uma sala específica por 10 minutos, para a quantificação de seus batimentos do coração em repouso. O teste de esforço máximo serve para avaliar a sua capacidade máxima de exercício, e será realizado na esteira com velocidade inicial de 8 km/h e aumento de 1 km/h a cada minuto até a sua exaustão. Durante o teste você estará utilizando a mesma cinta flexível citada anteriormente, além de um prendedor nasal (para evitar a respiração pelo nariz) e uma máscara respiratória conectada a um sistema computadorizado que mede os seus gases inspirados e expirados. Após o teste você caminhará na esteira por 3 minutos a uma velocidade de 2 km/h. Essa avaliação terá a duração de aproximadamente 30 minutos. A outra etapa de coleta de dados é durante um jogo de futebol que você irá participar (mesmo que você comece o jogo no banco de reservas e não participe do jogo), sendo que essa parte tem por objetivo verificar o que acontece no seu corpo quando você participa de um jogo de futebol, além de quantificar todas as suas ações durante a partida. Caso você seja relacionado para partida, permaneça no banco e não participe do jogo em si, você poderá compor o “grupo controle” do estudo, que serve para comparar o que ocorreu no seu corpo com o que ocorreu no corpo dos que jogaram. Esse jogo será realizado no Estádio Értton Coelho Queiroz em 2 tempos de 45 minutos cada, com intervalo de 15 minutos, sendo realizada às 16 horas de um dia comum. Antes do jogo, você realizará um aquecimento padronizado e específico de no máximo 20 minutos. Essa sessão de aquecimento terá alongamentos, movimentos articulares amplos, estímulos curtos de velocidade e atividades técnicas. Durante todo o jogo você estará utilizando uma cinta cardíaca semelhante com a que foi utilizada no teste da esteira, que também mede os seus batimentos do coração, mas que não necessita o uso de relógio. No dia do jogo, serão realizadas quatro coletas de sangue, sendo elas: (1) em repouso pela manhã, após jejum de 12 horas; (2) antes do aquecimento para o jogo; (3) no intervalo do jogo; (4) imediatamente após o término do jogo. Para

a primeira coleta de sangue, você não deverá ingerir alimentos nas 12 horas que antecederem à coleta, sendo que depois será servido um café-da-manhã adequado para suprir o seu jejum. As coletas de sangue serão realizadas por uma enfermeira com experiência de no mínimo 2 anos em coletas de sangue, sendo que serão respeitados todos os princípios de higiene e limpeza, sendo utilizados apenas equipamentos descartáveis, tais como luvas, agulhas, seringas, etc. Para as coletas de sangue, seu braço será higienizado com álcool 70% e depois será perfurado por uma agulha que retirará 5 ml de sangue intravenoso. Esse sangue será colocado em um tubo específico e armazenado de maneira adequada até ser levado ao laboratório que fará as análises. Após as análises, o laboratório irá realizar o descarte de seu sangue em lixo hospitalar, não o utilizando para outros fins. Antes da segunda coleta, você terá que responder um documento chamado “Recordatório Alimentar”, que serve para você nos informar o que você comeu nas últimas 24 horas. Antes da segunda, terceira e quarta coleta de sangue, você deverá permanecer apenas com o calção de jogo e será verificado o seu peso, com o objetivo de avaliar o quanto de água você perdeu durante o jogo. No decorrer da partida, você não poderá beber água ou consumir qualquer tipo de alimento, com exceção do intervalo, em que será oferecida a você uma garrafa que conterá 500 ml de água, sendo que você poderá consumi-la à vontade. Será filmado o jogo inteiro, de modo que poderemos saber em números tudo o que você fez no jogo, tanto relacionado à parte técnica (passes, desarmes, gols) quanto à parte física (caminhadas, trotes, piques).

d) Como em qualquer tratamento, você poderá experimentar algum tipo de desconforto, principalmente relacionado à sensação de “garganta seca” em função da máscara que utilizará no teste da esteira, dor muscular localizada ou à perfuração do braço para as coletas de sangue. No entanto, esses desconfortos não duram por muito tempo, desaparecendo após poucos minutos da realização das coletas.

e) Os riscos que envolvem o seu tratamento são: fadiga em decorrência do testes de esforço máximo ou da prática do jogo; dor muscular tardia pela intensidade de esforço nas atividades; tonturas; rápido ou baixo ritmo do coração; mal súbito em função da realização de esforço máximo; leve incômodo no braço em decorrência das coletas de sangue intravenosas. Caso você sinta algum desses problemas durante as etapas de coleta, você deverá informar imediatamente algum membro da comissão avaliadora, que a atenção imediata será prestada pelo médico Daniel Augusto de Carvalho (CRM 20508/PR). Esse profissional é vinculado à comissão médica do Paraná Clube e possui habilidade em situações emergenciais e nas técnicas de ressuscitações com ou sem a utilização do desfibrilador, aparelho que faz com que o coração volte a bater normalmente caso aconteça algum problema. Para garantir a sua segurança, caso seja necessário um transporte de urgência, será acionado os serviços da ECO SALVA (41 3242-1212) se o problema ocorrer no CEPEFIS, ou os serviços da PLUS SANTÉ (41 3342-2525) caso ocorra no Estádio Értton Coelho Queiroz.

f) Para tanto você deverá comparecer no Centro de Estudos da Performance Física (CEPEFIS), laboratório que fica no Departamento de Educação Física (DEF) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Campus Botânico, para a realização das avaliações antropométricas e de esforço máximo na esteira, por aproximadamente uma hora. Além disso, você irá participar de um jogo de futebol de

dois tempos de 45 minutos por intervalo de 15 minutos, a ser realizado no Estádio Értton Coelho Queiroz, do Paraná Clube.

g) Contudo os benefícios esperados são: verificar a sua condição física atual, utilizar os resultados das coletas para auxiliar nos seus treinamentos, verificar o que ocorre no seu corpo quando você participa de um jogo de futebol e quais são as suas ações técnicas e físicas durante o mesmo jogo.

h) Os pesquisadores, Prof. Dr. Raul Osiecki, professor adjunto do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, e seu aluno de mestrado Prof. André Montanholi Fornaziero são os responsáveis pelo seu tratamento e poderão esclarecer eventuais dúvidas a respeito desta pesquisa. Eles poderão ser encontrados pessoalmente de segunda à sexta-feira das 8:00 às 18:00h no Centro de Estudos da Performance Física, Departamento de Educação Física da UFPR, Rua Coração de Maria, 92, BR 116, km 95, Jardim Botânico, ou nos telefones 9601-2187 (Raul) ou 9929-9500 (André), além de contatos via e-mail para: raullk@ufpr.br (Raul) e amfornaziero@uol.com.br (André).

i) Estão garantidas todas as informações que você queira, antes durante e depois do estudo.

j) Neste estudo poderá ser utilizado um “grupo controle”. Isto significa que se você for relacionado para a partida, mas permanecer no banco de reservas e não entrar no jogo, você ainda participará de todas as coletas de sangue e poderá fazer parte desse grupo. Fazemos isso para comparar os resultados de quem não jogou com os que jogaram, para ver se existem diferenças entre eles.

k) A sua participação neste estudo é voluntária. Contudo, se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá solicitar de volta o termo de consentimento livre esclarecido assinado.

l) As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos médicos que executam a pesquisa e pelas autoridades legais. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **confidencialidade** seja mantida.

m) Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa (exames, medicamentos etc.) não são da sua responsabilidade.

n) Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro.

o) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, _____ li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem que esta decisão afete meu tratamento. Eu entendi o que não posso fazer durante o tratamento e sei que qualquer problema relacionado ao tratamento será tratado sem custos para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Assinatura do Avaliado
RG: _____

Assinatura do Pesquisador Responsável
Prof. Msd. André Montanholi Fornaziero (CREF 011845-G/PR)
RG: 32.389.148-8 (SP)

Curitiba, ____ de _____ de 2008.

APÊNDICE C – FICHA DE ANOTAÇÃO DO PESO CORPORAL

N	GRUPO	ATLETA	REPOUSO	ANTES	INTERVALO	APÓS
1	Experimental					
2	Experimental					
3	Experimental					
4	Experimental					
5	Experimental					
6	Experimental					
7	Experimental					
8	Experimental					
9	Experimental					
10	Experimental					
1	Controle					
2	Controle					
3	Controle					
4	Controle					
5	Controle					
6	Controle					

