

JOEL SARAIVA FERREIRA

MARCADORES ANTROPOMÉTRICOS, BIOQUÍMICOS E MINERAIS
EM ATLETAS DE FUTEBOL

CAMPO GRANDE – MS

2010

JOEL SARAIVA FERREIRA

MARCADORES ANTROPOMÉTRICOS, BIOQUÍMICOS E MINERAIS
EM ATLETAS DE FUTEBOL

Tese apresentada como requisito para a obtenção do título de Doutor, junto ao programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Petr Melnikov.

CAMPO GRANDE – MS

2010

FERREIRA, Joel Saraiva.

Marcadores antropométricos, bioquímicos e minerais em atletas de futebol. / Campo Grande-MS, 2010.

xvi, 109 p.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

Anthopometric, biochemical and mineral markers in soccer athletes.

1. Antropometria. 2. Marcadores biológicos. 3. Minerais. 4. Exercício físico.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Ana Cristina Gomes de Lima e ao meu filho Lucas Lima Saraiva Ferreira, que dão razão a tudo que faço em minha vida.

AGRADECIMENTOS

A realização de uma pesquisa precisa do envolvimento de muitas pessoas, de forma direta ou indireta, para que tudo seja concluído adequadamente. Nesse momento, quando agradecemos, é grande o risco de cometermos alguma falha, apresentando apenas alguns nomes. Mesmo assim, é necessário citar aqueles que estiveram muito próximo, possibilitando a finalização desse projeto.

Inicialmente ao Prof. Dr. Petr Melnikov, orientador desta pesquisa, agradeço pela grande honra de ter a oportunidade de conviver alguns anos usufruindo de seu vasto conhecimento científico e enorme capacidade de ensino.

Ao Prof. Dr. Ricardo Dutra Aydos, coordenador do programa de pós-graduação em saúde e desenvolvimento na região centro-oeste e todos os profissionais envolvidos com a realização deste curso, agradeço pelo ensinamentos oferecidos tanto dentro de sala de aula quanto nos momentos informais que conversamos.

Ao diretor geral do Hospital Universitário (HU), na época em que o projeto de pesquisa foi apresentado, Dr. Gualberto Nogueira de Leles, agradeço pela autorização dada para realização do processamento das amostras de sangue na Seção de Análises Clínicas do HU. Da mesma forma, o agradecimento se dá para a farmacêutica-bioquímica Sandra Maura Aguenta e para a Técnica em Laboratório Roselane Amaral dos Santos, pela colaboração nas coletas e no processamento destas amostras.

Ao diretor geral do Instituto de Ensino Superior da Funlec (IESF), prof. Ms. Miguel Vicente de Castro, pela permissão para a coleta de dados do grupo controle, realizado naquela instituição.

Agradeço também ao prof. Dr. Jair Biscola, pela valiosa e paciente orientação nas análises estatísticas realizadas, sem as quais um trabalho deste nível não consegue demonstrar de forma eficaz os resultados obtidos.

Ao psicólogo Roberson Geovani Casarin, pelo auxílio na elaboração do questionário para obtenção dos dados psicossociais e posterior análise dessas informações.

Agradeço a professora Mariza Pereira Santos, diretora da Escola de Saúde Pública de Mato Grosso do Sul, pelo apoio e incentivo para a conclusão deste curso,

mas principalmente pela compreensão de minhas ausências em alguns momentos de trabalho, quando estava em aulas ou desenvolvendo a parte prática da pesquisa.

Ao sr. Marco Tavares, vice-presidente da Federação de Futebol de Mato Grosso do Sul, pelo apoio no acesso aos dirigentes dos clubes esportivos. Igualmente o agradecimento se estende aos profissionais das equipes que participaram do estudo e que se prontificaram em colaborar com todas as etapas do estudo.

Um agradecimento especial aos atletas e aos acadêmicos que colaboraram voluntariamente com o estudo, na condição de sujeitos da pesquisa. Neste momento, espero também que todos tenham ficado satisfeitos com a participação no estudo, com a devolutiva de informações que lhes foi dada.

Aos membros da banca examinadora, agradeço por aceitarem o convite de participar deste importante processo de minha formação acadêmica. Sei que cabe a vocês um papel importantíssimo, que é de apontar os itens que ainda carecem de alguma melhora no conteúdo apresentado. Por isso, foram convidadas pessoas muito especiais, com elevado conhecimento acadêmico e que poderão fazer críticas construtivas ao trabalho.

A família e os amigos também merecem um agradecimento especial, pois foram eles que ofereceram apoio em todos os momentos. Aliás, em pequenos gestos de cada um deles é que o pesquisador consegue inspiração e força de vontade para seguir em frente a fazer cada vez melhor o seu trabalho.

A todos um “muito obrigado” sincero e cheio de emoção.

EPÍGRAFE

“Eu tinha vontade de fazer como os dois homens que vi sentados na terra escovando ossos. No começo achei que aqueles homens não batiam bem. Porque ficavam sentados na terra o dia inteiro escovando osso.

Depois aprendi que aqueles homens eram arqueólogos. E que eles faziam o serviço de escovar osso por amor. E que eles queriam encontrar nos ossos vestígios de antigas civilizações que estariam enterrados por séculos naquele chão.

Logo pensei de escovar palavras. Porque eu havia lido em algum lugar que as palavras eram conchas de clamores antigos. Eu queria ir atrás dos clamores antigos que estariam guardados dentro das palavras.”

Manoel de Barros

LISTA DE ABREVIATURAS

- ACSM - American College of Sports Medicine.
- ADP - Adenosina difosfato.
- ATP - Adenosina trifosfato.
- CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.
- CP - Fosfocreatina.
- HDL - High density lipoprotein.
- IC - Intervalo de confiança.
- IMC - Índice de massa corporal.
- LDL - Low density lipoprotein.
- PAHO - Pan American Health Organization.
- TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.
- UFMS - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- VLDL - Very low density lipoprotein.
- WHO - World Health Organization.
- %G - Percentual de gordura.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição do intervalo de confiança [IC 95%] para a média de dados bioquímicos e dosagem de minerais em atletas de futebol de Campo Grande-MS, comparados com grupo controle	50
Tabela 2: Distribuição do intervalo de confiança [IC 95%] para a média, valores mínimo, máximo e coeficiente de correlação do peso corporal e da estatura de atletas de futebol de Campo Grande-MS	55
Tabela 3: Distribuição do intervalo de confiança [IC 95%] para a média, valores mínimo, máximo e coeficiente de correlação do índice de massa corporal e do percentual de gordura de atletas de futebol de Campo Grande-MS	55
Tabela 4: Classificação de atletas de futebol de Campo Grande-MS, conforme o índice de massa corporal	57
Tabela 5: Classificação de atletas de futebol de Campo Grande-MS, conforme o percentual de gordura	57
Tabela 6: Distribuição do intervalo de confiança [IC 95%] para a média, valores mínimo e máximo de medidas bioquímicas de atletas de futebol de Campo Grande-MS, conforme valores de referência	59
Tabela 7: Distribuição do intervalo de confiança [IC 95%] para a média, valores mínimo e máximo da dosagem de minerais em atletas de futebol de Campo Grande-MS, conforme valores de referência	62
Tabela 8: Matriz dos coeficientes de correlação entre medidas antropométricas e parâmetros bioquímicos de atletas de futebol de Campo Grande-MS	66

Tabela 9: Matriz dos coeficientes de correlação entre medidas antropométricas e dosagem de minerais de atletas de futebol de Campo Grande-MS 67

Tabela 10: Matriz dos coeficientes de correlação entre parâmetros bioquímicos e dosagem de minerais de atletas de futebol de Campo Grande-MS 67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação gráfica dos valores máximo, mínimo e percentis 75%, 50% (mediana) e 25% para a variável carga horária semanal de treinamento de atletas de futebol de Campo Grande-MS, comparados com grupo controle (n = 100)	43
Figura 2: Representação gráfica dos valores máximo, mínimo e percentis 75%, 50% (mediana) e 25% para a variável idade de atletas de futebol de Campo Grande-MS, comparados com grupo controle	43
Figura 3: Distribuição dos valores de idade do grupo controle e de atletas de futebol de Campo Grande-MS	45
Figura 4: Distribuição dos valores de horas semanais de treinamento de atletas de futebol de Campo Grande-MS	46
Figura 5: Distribuição dos valores de peso corporal, estatura, índice de massa corporal e percentual de gordura corporal de atletas de futebol de Campo Grande-MS	46
Figura 6: Distribuição dos valores de glicose, triglicérides, colesterol total, colesterol LDL e colesterol HDL de atletas de futebol de Campo Grande-MS	47
Figura 7: Distribuição dos valores de magnésio, cálcio e fósforo de atletas de futebol de Campo Grande-MS	47
Figura 8: Distribuição dos valores de glicose, triglicérides, colesterol total, colesterol LDL e colesterol HDL do grupo controle do estudo	48

Figura 9: Distribuição dos valores de magnésio, cálcio e fósforo do grupo controle do estudo	48
Figura 10: Distribuição dos valores médios de dados bioquímicos em atletas de futebol de Campo Grande-MS, comparados com grupo controle	50
Figura 11: Distribuição dos valores médios da dosagem de minerais em atletas de futebol de Campo Grande-MS, comparados com grupo controle	51
Figura 12: Distribuição dos valores de glicose, colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL e triglicérides, de atletas de futebol de Campo Grande-MS, conforme parâmetros para a saúde	59
Figura 13: Distribuição dos valores de glicose, colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL e triglicérides, do grupo controle do estudo, conforme parâmetros para a saúde	60
Figura 14: Distribuição dos valores de magnésio, cálcio e fósforo, de atletas de futebol de Campo Grande-MS, conforme parâmetros para a saúde	62
Figura 15: Distribuição dos valores de magnésio, cálcio e fósforo, do grupo controle do estudo, conforme parâmetros para a saúde	63

RESUMO

O propósito do presente estudo foi avaliar marcadores antropométricos, bioquímicos e minerais em atletas de futebol. Participaram 100 indivíduos, entre eles 60 com rotina de treinamento físico semanal que os define como atletas e 40 pessoas sedentárias que serviram como grupo de controle. A investigação incluiu a aplicação de um questionário para delinear características psicossociais, medida de variáveis antropométricas (índice de massa corporal e percentual de gordura) e parâmetros bioquímicos (glicose, colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL e triglicérides), como também a dosagem de alguns importantes eletrólitos como magnésio, cálcio e fósforo. Foi indicado que a percepção dos atletas sobre o próprio desempenho depende de vários fatores de vida cotidiana, os quais em muitos casos são contraditórios. Quanto ao perfil lipídico, conteúdo de magnésio e fósforo, esses marcadores apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os grupos, enquanto não foram detectadas diferenças entre as concentrações de glicose e cálcio. Em relação aos parâmetros de saúde dos atletas, houve modestas variações nos níveis considerados como normal: 18,33% referente ao índice de massa corporal, 8,33% referente ao percentual de gordura; 1,66% na glicose, 6,66% no colesterol total, 3,33% no colesterol HDL; 5,0% no magnésio, 1,67% no cálcio e 1,67% no fósforo. Correlação estatisticamente significativa foi observada entre percentual de gordura com colesterol HDL e LDL, como também correlação entre conteúdo de glicose e de cálcio. Concluiu-se que quase todos os marcadores antropométricos, bioquímicos e minerais avaliados nos atletas foram considerados como apropriados e, conseqüentemente, saudáveis. Além disso, os níveis de esforço físico aos quais eles são expostos praticando a modalidade esportiva escolhida, não representam qualquer risco à saúde, nem provocam alterações indesejáveis.

Palavras-chave: antropometria, marcadores biológicos, minerais, exercício físico.

ABSTRACT

The purpose of the present research was to estimate anthropometric, biochemical and mineral markers in soccer players. In the study participated 100 individuals, among them 60 with routine of weekly physical training that defines them as athletes, and 40 sedentary people acting as control group. The investigation included the application of a questionnaire in order to delineate psycho-social characteristics, measurement of anthropometric variables (body mass index and fat percentile) and biochemical parameters (glucose, total cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol and triglycerides), as well as the dosage of some important electrolytes as magnesium, calcium and phosphorus. It was shown that the athletes' perception about their own performance depends on several factors of everyday life, that in many instances it is contradictory. As to the lipid profile, phosphorus and magnesium contents, these markers were shown to be statistically different between both groups, while no differences were detected between the concentrations of glucose and calcium. As to the athletes' health parameters, there were modest deviations from the levels considered as normal: 18,33% referring to body mass index, 8,33% referring to fat percentile; 6,66% in total cholesterol, 3,33% in HDL cholesterol, 3,3% in glucose; 5,0% in magnesium, 1,67% in calcium and 1,67% in phosphorus. Statistically significant correlations were observed crossing fat percentile with HDL and LDL cholesterol, as well as crossing calcium and glucose contents. It was concluded that almost entire anthropometric, biochemical and mineral markers of the athletes evaluated could be considered as appropriate and, consequently, healthy. Moreover, the levels of physical effort to which they are exposed practicing the chosen sportive modality neither represent any health risks, nor provoke undesirable alterations.

Key words: anthropometry, biological markers, minerals, exercise.

SUMÁRIO

Dedicatória	
Agradecimentos	
Epígrafe	
Lista de Abreviaturas	
Lista de Tabelas	
Lista de Figuras	
Resumo	
Abstract	
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO	04
2.1 Biodinâmica do exercício físico	04
2.1.1 Aspectos históricos e organizacionais da modalidade de futebol	04
2.1.2 Bioenergética para o exercício físico	07
2.1.3 Antropometria aplicada ao exercício físico	11
2.2 Marcadores bioquímicos para a saúde humana	14
2.2.1 Glicose plasmática	14
2.2.2 Lipídios plasmáticos: lipoproteínas e triglicérides	17
2.3 Metabolismo mineral no organismo humano	21
2.3.1 Metabolismo do magnésio	22
2.3.2 Metabolismo do cálcio	25
2.3.3 Metabolismo do fósforo	29
3 OBJETIVOS	32
3.1 Objetivo geral	32
3.2 Objetivos específicos	32
4 MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1 Aspectos gráficos do trabalho	33
4.2 Tipo de estudo	33
4.3 Sujeitos do estudo	33
4.4 Critérios de inclusão	34
4.5 Critérios de exclusão	34

4.6 Coleta de dados	34
4.7 Protocolos utilizados	37
4.8 Análises estatísticas	38
4.9 Aspectos éticos	39
5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	40
6 CONCLUSÕES	69
7 SUGESTÕES	70
REFERÊNCIAS	71
APÊNDICE A	80
APÊNDICE B	82
APÊNDICE C	84
APÊNDICE D	86
APÊNDICE E	88
APÊNDICE F	90
APÊNDICE G	92
APÊNDICE H	93

1 INTRODUÇÃO

O interesse do homem pela prática esportiva é bastante antigo e está incorporado ao modo de vida de diversas sociedades. Na antiga Grécia, no período pré-cristão, as disputas esportivas tiveram importante destaque e foram realizadas com diferentes objetivos (religioso, artístico, promoção da saúde e militar). Ao longo dos séculos, a realização de práticas corporais continuou presente na cultura dos povos, chegando aos dias atuais com uma grande disseminação, principalmente em função dos efeitos benéficos à saúde, proporcionados pelos exercícios físicos.

Ao considerar os aspectos históricos da prática esportiva, uma mudança importante deve ser destacada, que é o fato dos vencedores dessas disputas passarem a receber prêmios por suas vitórias (AQUINO NETO, 2001). Com isso, a profissionalização da prática esportiva teve início e continuou evoluindo, paralelamente com o que ocorreu com a própria civilização humana.

Esse fato, direta ou indiretamente, desencadeou a busca cada vez maior pelo bom desempenho esportivo, o que em alguns casos representa grandes avanços para a sociedade em geral, pois estimula a prática de exercícios físicos que promovem o bem-estar e a qualidade de vida das pessoas. Por outro lado, aqueles que adotam a prática esportiva como profissão, chamados de atletas, são submetidos à realização de esforços físicos em intensidade, volume e frequência bastante elevados, o que pode desencadear desgaste fisiológico ao organismo em nível demasiadamente elevado.

Quando o organismo humano é submetido a esforços físicos intensos, de forma sistemática e frequente, ocorre um desequilíbrio homeostático provocado pela demanda acentuada de energia que o conjunto de ações mecânicas e fisiológicas exige para a realização de movimentos corporais (GONZÁLES-ALONSO e CALBET, 2003). Assim, o atleta apresenta características específicas quanto ao funcionamento de seu organismo, o que pode refletir em alterações bioquímicas e antropométricas importantes, inclusive sob o ponto de vista do processo saúde-doença.

Muitas são as possibilidades de avaliação das condições de saúde de pessoas praticantes de exercícios físicos, inclusive dos atletas. Os parâmetros antropométricos e bioquímicos representam algumas dessas alternativas, pois

forneem indicativos das condições biológicas, capazes de esclarecer possíveis dúvidas sobre a real situação de saúde desses indivíduos.

A antropometria, cuja função é descrever caracteres mensuráveis do corpo humano, tais como medidas de massa, comprimentos, alturas e perímetros, pode delinear não só as características estruturais de uma pessoa, como também dar alguns indicativos das condições de saúde, principalmente em relação à proporcionalidade entre o peso corporal e a estatura, além de informar o conteúdo de gordura em relação à massa corporal total. Estas variáveis, quando mensuradas em atletas, contribuem também para um melhor entendimento dos efeitos que o exercício físico tem sobre as medidas corporais.

Parâmetros bioquímicos como glicose, colesterol e triglicérides também fornecem dados que auxiliam na caracterização da condição de saúde de uma pessoa, inclusive dos atletas. Tais informações estão relacionadas ao metabolismo dos macronutrientes e a disponibilidade dessas substâncias no organismo, podendo representar riscos quando não estiverem com conteúdo condizente com os padrões estabelecidos na literatura médica.

Outra variável de grande valor biológico que pode trazer indicativos da condição de saúde de um atleta é o estado nutricional relativo a alguns minerais que estão diretamente ligados a realização de esforços físicos e que implicam num aumento nas taxas de degradação associadas a perdas mais significativas desses produtos, conforme as características de intensidade e duração do exercício realizado (NIELSEN *et al.*, 2003). Destacam-se neste contexto os minerais magnésio (Mg), cálcio (Ca) e fósforo (P), os quais participam de importantes processos metabólicos do organismo, como a produção energética, manutenção da saúde óssea, proteção contra oxidação celular e controle do metabolismo celular (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – ACSM, 2009).

Assim, é possível que a prática de exercícios físicos, que inicialmente denota uma ação com propensão ao desenvolvimento de uma condição saudável, pode resultar em alterações orgânicas negativas ao crescimento e desenvolvimento dos tecidos envolvidos em tal condição, principalmente em relação ao tecido muscular, em função do desajuste homeostático representado por indicadores antropométricos, bioquímicos ou de minerais, que não sejam condizentes com os padrões considerados adequados à saúde humana.

Para detectar possíveis alterações orgânicas capazes de representar problemas à saúde de atletas, este estudo buscou subsídios para melhorar a discussão sobre tais questões, além de trazer a possibilidade de conscientização sobre os efeitos do exercício físico no grupo pesquisado e em outros indivíduos que sejam adeptos da prática esportiva.

Portanto, esta pesquisa se propôs a investigar a hipótese de que as alterações nos parâmetros antropométricos, bioquímicos e no metabolismo mineral em atletas, decorrentes da prática periódica e sistematizada de exercícios físicos, são significativas ao ponto de levar a uma séria discussão sobre a condição de saúde de tais indivíduos. Em qualquer caso, havendo ou não alterações nas variáveis mencionadas, o intuito é de não prejudicar o metabolismo orgânico e as condições de saúde dessa população.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Biodinâmica do exercício físico

As alterações mais significativas impostas ao organismo durante a realização de exercícios físicos se concentram nas modificações bioquímicas relacionadas ao aumento da demanda energética por parte dos músculos envolvidos, os quais requerem maior suprimento tecidual de oxigênio e de nutrientes (HASKELL e KIERNAN, 2000).

Para que esse complexo processo ocorra, é necessária a interação dos sistemas respiratório, cardiovascular e muscular, cada qual com suas reações metabólicas que visam à recuperação da homeostase (OGOH *et al.*, 2008).

Com a prática de exercícios físicos ocorrem adaptações orgânicas, as quais são divididas em respostas agudas e crônicas, sendo o primeiro grupo representado por efeitos imediatos no organismo e o segundo grupo pelos efeitos de médio ou longo prazo. Em ambos os casos, as adaptações do organismo podem ser mensuradas de forma quantitativa, por meio de indicadores específicos para cada grupo de variáveis (STEWART e STEWART, 2007).

2.1.1 Aspectos históricos e organizacionais da modalidade futebol

O futebol é uma modalidade esportiva praticada em dezenas de países em todos os continentes que se tornou atualmente o esporte com maior número de praticantes em todo o mundo. Essa popularidade remonta a períodos longínquos e, talvez isso explique a ausência de consenso sobre a origem deste jogo (BRUNORO e AFIF, 1997).

Há relatos de atividades competitivas, com características semelhantes as do futebol, praticadas por civilizações antigas, tais como a romana, grega e chinesa. Porém, nesses casos, os jogos não possuíam a forma organizacional atual, com regras definidas em relação aos praticantes e implementos utilizados nas disputas. Mesmo assim, tais relatos evidenciam o interesse do ser humano por atividades esportivas com bola (FREIRE, 2006).

Foi na Inglaterra, no século XVII, que o jogo de futebol foi organizado e sistematizado a partir de regras que o diferiam das versões anteriores, principalmente pelo fato de não permitir ações violentas entre os atletas. Isso fez com que o esporte se tornasse mais popular, pois estudantes e membros da nobreza também passaram a praticá-lo e não somente os soldados, como frequentemente acontecia anteriormente (BRUNORO e AFIF, 1997).

A partir da popularização do esporte na Inglaterra e sua difusão para outros países, houve mais interesse pelo rendimento cada vez melhor de seus atletas, o que culminou com a profissionalização do esporte, tanto por parte dos jogadores quanto dos demais profissionais que os acompanham e orientam na rotina de treinamentos (WEINECK, 2004).

A organização atual do futebol determina que o esporte seja disputado, em competições oficiais, por duas equipes com onze jogadores em cada uma delas. O campo de jogo tem dimensões que variam de 100 a 110 metros de comprimento e de 64 a 75 metros de largura. A duração de uma partida é de 90 minutos, sendo este tempo dividido em dois períodos de 45. Ao final deste tempo, é declarada vencedora a equipe que conseguir marcar o maior número de gols, os quais são obtidos com a passagem da bola entre as traves da equipe adversária, que delimitam o espaço de 7,32 metros de largura e 2,44 metros de altura (BORSARI, 2002). Como a sistematização das regras do futebol aconteceu na Inglaterra, tanto a terminologia utilizada quanto as medidas adotadas no desenvolvimento da partida, refletem a origem britânica desse esporte.

No Brasil o futebol chegou por intermédio do paulistano Charles Miller, que foi ainda criança estudar na Inglaterra, onde conheceu a modalidade esportiva e se interessou pela prática do futebol. Quando retornou ao país de origem, trouxe uma bola e as regras do jogo, que naquela época já era bastante popular na Europa (ARAÚJO, 1998).

No ano de 1895, um ano após o retorno de Charles Miller ao Brasil, realizou-se o primeiro jogo oficial no país. A disputa foi entre funcionários que ocupavam cargos executivos em empresas inglesas que tinham filiais em São Paulo. Inicialmente o futebol se popularizou entre os membros das classes sociais mais ricas do Brasil, sendo considerado um esporte elitista, como o golfe de hoje, inclusive com a proibição da participação de pessoas negras nas equipes (ARAÚJO, 1998).

Com o passar de algumas décadas o futebol se democratizou, tornando-se popular entre todas as classes sociais e atualmente é o esporte mais praticado no Brasil, sem qualquer distinção de sexo, idade, crença religiosa ou grupo étnico.

Na região onde atualmente está localizado o estado de Mato Grosso do Sul, o futebol nasceu oficialmente em 30 de agosto de 1938, com a fundação da Liga Esportiva Municipal de Amadores (LEMA), que posteriormente recebeu a denominação de Liga Esportiva Municipal Campo-grandense (LEMC), a qual foi responsável pela organização desse esporte no município e, de forma indireta, em toda a região, já que naquele período Campo Grande pertencia ainda ao estado de Mato Grosso, que não havia sido desmembrado em duas unidades federativas (ARAÚJO, 1998).

Na década de 60, o futebol adotou características profissionais no sul do estado de Mato Grosso, com a organização de eventos esportivos relacionados à modalidade e a construção de um grande estádio na cidade de Campo Grande, o qual seria capaz de comportar a realização de jogos de maior relevância, acompanhados de grande público (ARAÚJO, 2002).

Já na década de 70 surgem os primeiros clubes de futebol profissional com sede no município de Campo Grande, que foram o Operário Futebol Clube e o Esporte Clube Comercial, os quais passaram a disputar não só competições locais, mas também nacionais (ARAÚJO, 2005).

Muitos outros clubes de futebol surgiram nos anos seguintes, tanto na cidade de Campo Grande, capital do novo estado de Mato Grosso do Sul, como nos municípios do interior, dentre os quais podem ser citados o Noroeste Futebol Clube, Esporte Clube Taveirópolis, Esporte Clube Ubiratan, União Futebol Clube, Sociedade Esportiva Noroeste. Outras equipes, cuja origem se entrelaça com os grupos profissionais ou sociais aos quais estavam vinculados seus atletas também foram organizadas, tais como o time dos sapateiros, dos alfaiates, associação desportiva universitária, equipe da colônia japonesa, a da base aérea e do exército brasileiro (ARAÚJO, 2002).

Nas décadas de 70 e 80 alguns desses clubes viveram o período de maior evolução da modalidade no estado de Mato Grosso do Sul. Desde então, o esporte teve um período de declínio em relação às disputas esportivas no âmbito nacional, por parte dos clubes locais. Agora, no início do século XXI, os clubes sediados no município de Campo Grande e em outras cidades do estado, não participam

regularmente de competições da divisão de elite nacional da modalidade, atendo-se a disputas regionais e, esporadicamente, a disputas com grandes clubes de outros estados brasileiros.

2.1.2 Bioenergética para o exercício físico

As atividades biológicas do ser humano demandam a presença de energia para que sejam realizadas de forma adequada. Para que isso ocorra, as células contêm organelas especializadas na síntese de compostos que podem ser utilizados para tal finalidade (HARDIE, HAWLEY e SCOTT, 2006).

No caso dos movimentos corporais, ocorre a aplicação de uma energia mecânica, que por sua vez tem origem na transformação do alimento ingerido, em energia química dentro do organismo. Contudo, a energia liberada durante a desintegração do alimento não é utilizada diretamente para a realização de movimentos dos músculos esqueléticos. Tal energia é utilizada para gerar outro composto químico, denominado adenosina trifosfato (ATP), já que as células musculares só conseguem realizar contrações a partir da energia liberada pela degradação da ATP (SCOTT, 2005).

A molécula de ATP é constituída de uma combinação entre a adenosina e três fosfatos, sendo estes últimos os que precisam ser separados do restante da molécula para que ocorra a liberação de energia. Neste caso, as ligações entre os dois últimos grupos fosfatos são as que concentram ligações de alta energia, que podem ser liberadas para utilização dos músculos em sua função especializada de contração (POCOCK e RICHARDS, 2006).

As ligações de fosfato da molécula de ATP podem ser desfeitas com a presença de água e, por isso, o processo recebe o nome de hidrólise. Contudo, além da liberação de energia, há a formação de substratos que precisam ser metabolizados pelo organismo, principalmente água (H_2O), dióxido de carbono (CO_2) e ácido láctico ($C_3H_6O_3$) (POCOCK e RICHARDS, 2009).

Quando ocorre a liberação de um fosfato da molécula de ATP, por meio da interação desta molécula com a enzima ATPase, passam a existir duas estruturas, sendo uma molécula de adenosina difosfato (ADP) e um fosfato inorgânico (P_i). O processo inverso também pode ser realizado e é denominado ressíntese da

molécula de ATP, sendo necessária para isso a presença de outra fonte de alta energia (WILMORE, COSTILL e KENNEY, 2008).

A conversão de ATP em ADP proporciona a fonte imediata de energia para o corpo humano e é realizado sempre que há necessidade de uma célula muscular gerar trabalho, seja para simples ações de locomoção ou para complexos movimentos esportivos (POCOCK e RICHARDS, 2009).

Como a quantidade de moléculas de ATP dentro das células é pequena, há necessidade de ressíntese de forma simultânea à sua degradação. Para isso há três mecanismos fisiológicos que utilizam reações bioquímicas, sendo eles: o sistema ATP-CP, que faz uso da energia proveniente do composto fosfocreatina (CP); a glicólise anaeróbia, que utiliza a energia oriunda da degradação da glicose ou do glicogênio, sem a presença de oxigênio nas reações químicas; o sistema aeróbio, que utiliza oxigênio nas reações químicas, a partir da oxidação dos carboidratos, dos lipídios e, em alguns casos, de alguns aminoácidos (YAMADA e KATAGIRI, 2007).

De forma geral, os três mecanismos fornecedores de energia para a ressíntese de ATP funcionam de maneira semelhante, sendo que a degradação dos compostos iniciais (fosfocreatina, carboidratos, lipídios ou aminoácidos) libera a energia necessária para formação metabólica de ATP, por meio da junção da molécula de ADP com um fosfato inorgânico, ou seja, fazendo o trabalho inverso ao que a enzima ATPase realiza (FOX, 2009).

Os três processos capazes de ressintetizar ATP também podem ser agrupados de outra forma, conforme a ausência ou presença de oxigênio nas reações químicas realizadas, sendo denominados anaeróbios e aeróbios, respectivamente. No caso do metabolismo anaeróbio, enquadram-se o sistema ATP-CP e a glicólise anaeróbia, enquanto que no sistema aeróbio as opções são a glicólise aeróbia, a oxidação das gorduras ou a oxidação dos aminoácidos (SCOTT, 2005).

Quando o organismo humano é submetido a esforços físicos, a utilização dos processos anaeróbio ou aeróbio depende basicamente da intensidade e da duração deste esforço, sendo que para os ações com alta intensidade e curta duração o metabolismo anaeróbio é mais eficiente, pois nesses casos o organismo necessita mais de um fornecimento rápido de moléculas de ATP ao invés de uma grande quantidade do composto (GLADDEN, 2004).

Já nas situações em que o organismo é submetido a esforço físico mais prolongado e de intensidade moderada, o processo aeróbio é mais eficiente, tendo em vista que a quantidade de moléculas de ATP neste caso é grande e coincide com a necessidade requerida pelos músculos esqueléticos (KOCH e BRITTON, 2008).

Contudo, em ambos os processos de ressíntese de ATP (anaeróbio e aeróbio) há produção de substâncias denominadas substratos, que representam produtos gerados a partir das reações químicas, mas que não atuam diretamente para o propósito inicial de geração de energia (GLADDEN, 2004; KOCH e BRITTON, 2008).

No processo anaeróbio o substrato gerado é o ácido láctico, uma substância cuja fórmula molecular é $C_3H_6O_3$ e que em quantidades superiores a 2,3 g/kg de músculo corporal causa fadiga muscular, devido as suas ações de inibir as enzimas responsáveis pela degradação da molécula de glicose e por dificultar a liberação dos íons de cálcio no sarcolema, inibindo a contração (JUEL e HALESTRAP, 1999; MEIS, 2000).

Quando o processo de produção de ATP é por um mecanismo aeróbio, os substratos gerados são água (H_2O) e dióxido de carbono (CO_2), ambos mais facilmente metabolizados pelo organismo, além de não representarem problemas para a manutenção de um esforço físico, pois não induzem o organismo à fadiga muscular (WILMORE, COSTILL e KENNEY, 2008; FOX, 2009).

Comparando os sistemas anaeróbio e aeróbio de produção de energia, sob a ótica da quantidade de moléculas de ATP geradas, há uma grande vantagem em favor do mecanismo aeróbio. No entanto, o sistema anaeróbio é mais vantajoso no quesito velocidade de produção de moléculas de ATP (SCOTT, 2005). Desta forma, é sensato afirmar que ambos os sistemas são importantes para a realização da contração da musculatura esquelética, representando maior ou menor valor, conforme o tipo de esforço físico realizado.

No cotidiano, o ser humano faz uso frequente da degradação e ressíntese de ATP, seja por mecanismo anaeróbio ou aeróbio, para a realização de tarefas ligadas ao trabalho, ao deslocamento ou para a prática de exercícios físicos no momento de lazer. Para todas essas ocasiões é necessário que haja um controle e uma regulação metabólica das reações químicas ligadas a produção dessa molécula (YAMADA e KATAGIRI, 2007).

Conforme já mencionado, os carboidratos, lipídios e aminoácidos são os principais elementos envolvidos com o fornecimento de energia para a ressíntese de ATP. Para regular as condições de utilização desses nutrientes durante a realização de um esforço físico é necessária a presença de enzimas, hormônios e substratos que interagem para desempenhar tal função (JUEL e HALESTRAP, 1999).

Inicialmente, a própria concentração de ADP funciona como um indicativo da necessidade de aumento nas reações químicas que irão gerar ATP. No entanto, apenas isso não é suficiente, entrando em ação outros métodos, dentre os quais se destacam a ação hormonal, a regulação de substratos/enzimas e a regulação do estado oxidativo, sendo que em todos os casos o grande determinante para ativação ou inibição de cada método é a intensidade com que se realiza cada esforço físico (JOYNER e COYLE, 2008).

Especificamente em relação a prática desportiva, ao analisar o processo de bioenergética nos atletas praticantes de uma modalidade, é possível encontrar diferentes situações, tais como uma condição de utilização de esforços predominantemente aeróbios, uma utilização de esforços predominantemente anaeróbios ou a combinação de ambos durante a realização dos esforços físicos inerentes desta ação.

Dentre as modalidades esportivas que agregam esforços físicos com demanda energética aeróbia e anaeróbia, estão alguns esportes coletivos, como o futebol, o qual é bastante difundido entre a população brasileira, independentemente da faixa etária ou classe social (GUERRA, SOARES e BURINI, 2001).

Durante a realização de uma partida de futebol, cada atleta percorre aproximadamente 10 quilômetros, alternando esforços físicos de característica anaeróbia e aeróbia, com predominância deste último tipo de via metabólica de ressíntese de ATP. Durante os treinamentos para a realização de jogos, os atletas são submetidos ao mesmo tipo de esforço físico que realizarão durante a competição (VIGNE *et al.*, 2010). Desta forma, os diversos sistemas fisiológicos são bastante exigidos no cotidiano daqueles que praticam a modalidade de futebol.

2.1.3 Antropometria aplicada ao exercício físico

A antropometria é um ramo das ciências biológicas, que dedica seus estudos para a análise dos caracteres mensuráveis da morfologia humana. Assim, estudos que envolvam mensurações relacionadas a massa, volume, alturas, comprimentos e diâmetros do corpo humano, podem ser classificados como antropométricos (BÖHME, 2000).

O interesse por informações antropométricas é bastante antigo e se confunde com a própria história da humanidade. Exemplo disso são os dados descritos por pesquisadores da Grécia antiga, como Hipócrates, que propôs uma classificação dos seres humanos conforme a estrutura antropométrica de cada indivíduo, usando para isso a terminologia tísico e apoplético para representar homens com tipologia magra ou encorpado, respectivamente (HEYWARD e WAGNER, 2004).

A história contempla outros estudos antropométricos bastante relevantes para o avanço deste ramo das ciências biológicas. Já no período moderno da humanidade, no século XIX, foi proposta a classificação do ser humano em três tipologias: predominância de um componente vertical, proporcionalidade entre os componentes e predominância de um componente transversal (DAVIES e COLE, 1995).

No início do século XX foi proposta uma alteração na nomenclatura referente a classificação apresentada, chamando então de longilíneo, normolíneo e brevelíneo, respectivamente. No decorrer do século XX outras classificações também foram propostas, mas em todas o que se notou foram tentativas de aprimorar as informações já existentes, com o uso de técnicas mais aprimoradas de avaliação física (HEYWARD e WAGNER, 2004).

Com isso, surgiu a clássica classificação que adotou a nomenclatura de ectomorfo, mesomorfo e endomorfo, chamando este tipo de avaliação de somatotipo. Este tipo de avaliação física diferenciou-se dos estudos que o precedeu por utilizar medidas diretas do corpo humano, as chamadas variáveis antropométricas, ao invés de se basear apenas em análises subjetivas do biotipo humano (BÖHME, 2000).

Mais recentemente, no final do século XX, os estudos na área da antropometria avançaram, principalmente em função da metodologia de avaliação do somatotipo e, com isso, as avaliações físicas envolvendo medidas

antropométricas passaram a ser usadas nas pesquisas que relacionam tais dados com as condições de saúde ou com a performance do ser humano em determinadas modalidades esportivas (ESTON e REILLY, 2001).

Alguns índices antropométricos passaram a ser utilizados com frequência na descrição da condição de saúde, dentre os quais o índice de massa corporal (IMC) e o percentual de gordura (%G) são dois dos mais comuns (DAVIES e COLE, 1995).

O IMC foi desenvolvido pelo cientista belga Lambert Adolphe Jacques Quetelet e, por isso, também costuma ser denominado índice de Quetelet, conforme descrito por Eston e Reilly (2001). Os mesmos autores acrescentam ainda que este índice usa uma equação matemática descrita como o resultado da medida do peso corporal (em quilogramas) dividido pela estatura (em metros) elevada ao quadrado. Desta forma, o resultado do IMC é expresso em kg/m^2 (quilogramas por metro quadrado). O valor obtido serve para analisar a proporcionalidade entre as duas variáveis mensuradas, indicando se há adequação ou inadequação entre ambas, quando comparado com a média da população saudável.

Quanto ao percentual de gordura, a necessidade de identificar de forma mais detalhada os componentes do corpo humano fez com que os estudos nessa área se desenvolvessem. Embora o peso corporal seja formado pela soma de vários componentes, os quais podem ser descritos em nível atômico (basicamente oxigênio, hidrogênio, nitrogênio, carbono, cálcio e fósforo), nível molecular (gordura, proteína, carboidrato, mineral e água), nível celular (massa celular total, fluídos extracelulares e sólidos extracelulares) ou nível tecidual (conectivo, epitelial, muscular e nervoso), qualquer uma dessas descrições é pouco usual cotidianamente (BÖHME, 2000).

Desta forma, há uma tendência em utilizar um fracionamento do peso corporal em quatro componentes, sendo eles gordura, músculos, ossos e resíduos (incluindo líquidos corporais, vísceras e pele) ou ainda, de forma mais prática, fracionar em apenas dois componentes, os quais são massa magra (músculos, ossos e resíduos) e massa gorda (gordura).

Em função da necessidade desse fracionamento do peso corporal, surgiram diferentes técnicas capazes de realizar tal tarefa, cada uma delas apresentando vantagens e desvantagens em relação às demais. As técnicas existentes para o fracionamento do peso corporal são classificadas em direta, indiretas e duplamente indiretas.

No método direto os estudos são feitos com a dissecação de cadáveres, sendo que cada componente é analisado separadamente, tornando-se assim na técnica mais precisa, porém com a inconveniência de só poder ser realizada para fins científicos e em países em que a legislação permita tais procedimentos (DAVIES e COLE, 1995).

Os métodos indiretos utilizam equipamentos que permitem a avaliação do indivíduo vivo, os quais foram desenvolvidos com o conhecimento advindo da técnica direta, destacando-se o uso de aparelhos de densitometria e hidrometria (HEYWARD e WAGNER, 2004).

Já os métodos duplamente indiretos amparam-se no conhecimento oriundo da técnica indireta e fazem uso de equipamentos capazes de estimar a quantidade de gordura corporal, tais como o adipômetro, que mede a quantidade de gordura subcutânea em pontos anatômicos pré-determinados, e a bioimpedância, que utiliza o valor da resistência oferecida pelos tecidos corporais à passagem de uma corrente elétrica de baixa voltagem (ESTON e REILLY, 2001).

Dentre todos os métodos descritos, a técnica antropométrica adotada para a medida duplamente indireta é aquela que apresenta melhor aplicabilidade em avaliações realizadas por profissionais da área da saúde, que buscam identificar a quantidade de gordura corporal de um indivíduo. Isso se deve ao fato de que esta técnica utiliza equipamentos de fácil manuseio e baixo custo financeiro, quando comparados aos demais procedimentos e aparelhos já mencionados.

Na área esportiva, a antropometria tem importante destaque para estimar parâmetros que representam a condição física do atleta. Caso não seja feita uma avaliação antropométrica específica para este grupo populacional, é possível que haja equívocos, já que o esportista apresenta características morfológicas diferentes da média populacional, como baixo percentual de gordura e elevada massa corporal (MAESTÁ *et al.*, 2000; SILVA, TRINDADE e DE ROSE, 2003).

Além disso, cada modalidade esportiva possui exigências motoras específicas, para as quais os atletas necessitam estar aptos do ponto de vista antropométrico. Quando trata-se da modalidade futebol, que possui características de esforços físicos aeróbios e anaeróbio intercalados (GUERRA, SOARES e BURINI, 2001), é esperado que os atletas não tenham excesso de gordura corporal, apesar de ser possível um excedente de massa magra corporal representado pelo tecido muscular esquelético.

2.2 Marcadores bioquímicos para a saúde humana

Muitas doenças bastante prevalentes na sociedade moderna estão relacionadas à presença de substâncias derivadas dos macronutrientes, quando presentes em quantidades diferentes daquelas estabelecidas como saudáveis, as quais são utilizadas como marcadores biológicos para tais enfermidades (LLOYD-JONES, 2010).

Destaca-se, neste caso, a glicose como marcador para o diabetes mellitus e os lipídios plasmáticos para as doenças do aparelho cardiovascular. Estes indicadores podem oferecer informações relacionadas ao risco à saúde humana tanto pelo excesso quanto pelo déficit dessas substâncias (*WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO*, 2003; TCHOUKALOVA *et al.*, 2008).

Em ambos os casos, há fatores de risco que podem favorecer o aparecimento de agravos à saúde de forma mais precoce, tais como hábitos alimentares inadequados, uso de álcool ou tabaco e o baixo nível de atividade física habitual (SHAMMAS, 2007).

2.2.1 Glicose plasmática

A glicose é um nutriente do grupo dos carboidratos, os quais são essenciais ao bom funcionamento do organismo humano, por exercerem funções como o fornecimento de energia para os músculos esqueléticos e para o sistema nervoso central (KAPLAN *et al.*, 2000, RICHTER, JORGEN e WOJTASZEWSKI, 2001).

Os carboidratos possuem carbono, hidrogênio e oxigênio em sua estrutura química numa proporção de 1:2:1, respectivamente. Assim, a fórmula química que representa de forma generalista os carboidratos é $(\text{CH}_2\text{O})_n$, sendo que a letra n indica a quantidade de repetições de cada elemento (MANNINEN, 2004).

A organização das moléculas de carboidratos determina o tipo de elemento formado, em função do número de sacarídeos presentes. Desta maneira, as formas mais simples são monossacarídeos e dissacarídeos, representados por uma e por duas moléculas, respectivamente. Já as formas mais complexas são representadas pelo amido e pelo glicogênio, com centenas de moléculas cada uma (FOX, 2009).

Dentre os monossacarídeos destacam-se a glicose, a frutose e a galactose, sendo que os dois últimos, após serem absorvidos no intestino delgado, são transportados até o fígado, onde são metabolizados em glicose. Este processo é necessário devido ao fato de que a glicose é a única forma possível de utilização de carboidratos pelo organismo humano (CRICHTON, 2008).

Já os dissacarídeos mais comuns na alimentação humana, formados a partir da combinação de duas moléculas de monossacarídeos, são representados principalmente pela maltose (glicose + glicose), sacarose (glicose + frutose) e lactose (glicose + galactose). No processo de formação desses dissacarídeos ocorre uma ligação química denominada glicosídica, a qual pode adotar duas formas distintas, chamadas de alfa e beta, sendo que somente a forma alfa pode ser digerida e, conseqüentemente, utilizada pelo organismo humano (NELSON e COX, 2004).

No caso dos polissacarídeos, que são aglomerados de monossacarídeos, têm grande importância biológica o amido e o glicogênio, pois representam as reservas de glicose nos vegetais e nos animais, respectivamente. O amido é formado por uma parte amilose, que representa 15 a 20% da molécula, e outra parte amilopectina, que representa 80 a 85% da estrutura, ambas formadas por estruturas não ramificadas de moléculas de glicose com ligações alfa. Já o glicogênio é uma estrutura ramificada existente nos tecidos animais, principalmente nos músculos esqueléticos e no fígado (CRICHTON, 2008).

A existência de polissacarídeos na forma de amido ou de glicogênio indica a existência de reservas de energia, formadas a partir das moléculas de glicose, as quais foram metabolizadas, no tecido vegetal ou animal, numa constituição química possível de ser armazenada para posterior utilização (FOX, 2009).

Quando ingeridos, os carboidratos recebem a ação da enzima amilase salivar e, ao chegar ao estômago, o processo de fracionamento do alimento é concluído. Passando para o intestino delgado, os polissacarídeos recebem a ação da amilase pancreática, os dissacarídeos são digeridos pelas dissacaridases secretadas pela borda em escova (KELLETT, 2001).

Na forma de monossacarídeos, são absorvidos no intestino delgado, sendo carreados por transportadores específicos para dentro dos enterócitos. Posteriormente são levados ao fígado por meio do sistema portal, onde serão metabolizados ou distribuídos às células e tecidos (CRICHTON, 2008).

A porção de carboidratos que corresponde aos polissacarídeos não-digeríveis, como as fibras, é fermentada por bactérias colônicas, produzindo gases e ácidos graxos de cadeia curta, sendo estes últimos importantes para o fornecimento energético aos enterócitos (FOX, 2009).

No organismo humano a conversão de glicose em glicogênio ou vice-versa depende do balanço nutricional existente, sendo que a ingestão é representada principalmente por produtos de origem vegetal, com destaque para as frutas e cereais, enquanto que o gasto diário depende da utilização da molécula de glicose para a realização de funções como o fornecimento de energia para a manutenção do sistema nervoso central e para a contração dos músculos esqueléticos (MANNINEN, 2004).

A fórmula química da glicose é $C_6H_{12}O_6$, sendo também denominada hexose, por possuir seis carbonos em sua estrutura ou popularmente chamada de açúcar do sangue. Esse composto é formado pelos vegetais a partir da utilização do dióxido de carbono e da água, podendo ser descrito de forma ilustrativa pela combinação de $6CO_2 + 6H_2O$ que resultará em $C_6H_{12}O_6$ e $6O_2$. Ou seja, no processo químico de formação de glicose também ocorre a liberação de outra substância de grande importância para a manutenção da vida, que é o oxigênio (NELSON e COX, 2004).

O balanço nutricional de glicose é controlado por dois hormônios secretados nas células que formam a ilhotas de Langerhans, no pâncreas. A insulina, produzida pelas células beta, é responsável pela diminuição da concentração de glicose sanguínea, favorecendo sua entrada nas células, seja para produção de energia ou para formação de glicogênio. Já o glucagon é o hormônio produzido pelas células alfa, atuando de forma contrária a insulina, ou seja, promovendo o aumento da quantidade de glicose nos vasos sanguíneos (RICHTER, DERAIVE e WOJTASZEWSKI, 2001; ALTHUIS *et al.*, 2002; KANZAKI, 2006).

A biodisponibilidade dos carboidratos pode ser afetada por alguns fatores, dentre os quais é necessário destacar, primeiramente, a condição da membrana da mucosa no trato digestório, sendo que o tempo de permanência em contato do nutriente com esta superfície está diretamente ligado à quantidade absorvida. Outro fator relaciona-se com a condição endócrina do indivíduo, pois vários hormônios atuam no processo de utilização do carboidrato após a absorção, conforme já mencionado. Por fim, a presença de vitaminas que atuam como coenzimas na oxidação da glicose também podem interferir na biodisponibilidade do nutriente,

caso não estejam presentes no organismo em quantidades adequadas (KELLETT, 2001; PI-SUNYER, 2002).

Todas as condições mencionadas são relevantes para a manutenção de níveis adequados de glicose plasmática, já que ela é o monossacarídeo de maior importância biológica. Assim, caso haja alteração na concentração sanguínea de glicose, de forma crônica, eleva-se a possibilidade de surgirem problemas de saúde.

Dentre estes agravos à saúde, primeiramente destaca-se o diabetes mellitus, que é uma condição de hiperglicemia maléfica ao organismo, a qual tem origem na alteração de secreção de insulina pelo pâncreas. Nesse caso, podem ocorrer situações de total ausência do hormônio, condição denominada insulino dependente, ou ainda produção diminuída de insulina, denominada não insulino dependente (ALTHUIS *et al.*, 2002; SHAMMAS, 2007).

É possível encontrar ainda outra alteração relacionada a concentração de glicose nos vasos sanguíneos, que é a hipoglicemia. Tal condição está relacionada a ingestão inadequada do nutriente, normalmente associada a situações de gasto energético elevado ou longos períodos de jejum (PI-SUNYER, 2002).

Com isso, o praticante de exercícios físicos e especialmente os atletas, dependem de um perfeito equilíbrio nutricional de glicose, pois caso isso não ocorra estará em risco não somente o desempenho esportivo, mas principalmente a condição de saúde durante e após a realização dos esforços físicos.

2.2.2 Lipídios plasmáticos: lipoproteínas e triglicérides

Os lipídios são macronutrientes com diferentes composições químicas e propriedades físicas, mas têm características comuns como a solubilidade em solventes orgânicos e a insolubilidade em água (SACCHETTI *et al.*, 2004).

São formados por moléculas de carbono, hidrogênio e oxigênio, a exemplo do que ocorre com os carboidratos, contudo diferenciando-se destes outros nutrientes por possuírem longas cadeias de carbono em sua estrutura (SHAMMAS, 2007).

As ações desempenhadas pelos lipídios no organismo humano estão relacionadas principalmente a formação de hormônios, estruturas celulares e ao fornecimento de energia, sendo este último item bastante significativo, pois a cada

1g desse elemento são geradas 9 kcal, tornando-se assim o nutriente com maior capacidade de fornecimento de energia (WESTERTERP *et al.*, 2008).

Na função hormonal, os lipídios estão relacionados à produção de prostaglandinas e tromboxanos, os quais derivam desse nutriente. No aspecto estrutural, é um componente importante das células, pois forma a própria membrana celular e das organelas, revestindo-as de forma a selecionar as substâncias que as atravessam em ambos os sentidos, além de oferecer um controle térmico aos componentes internos (GINSBERG, 2002).

A obtenção dos lipídios ocorre pela ingestão de alimentos, tanto de origem animal quanto vegetal, os quais fornecem gorduras e óleos, respectivamente. Chegando ao intestino, praticamente todo o conteúdo lipídico será absorvido, com o auxílio da bile, da lipase gástrica e da lipase pancreática. No duodeno, o lipídio desencadeia a liberação do hormônio enterogastrona, o qual atua no retardo do esvaziamento gástrico, que por sua vez permite que haja um maior tempo de contato do nutriente com as vilosidades intestinais, possibilitando maior volume de absorção, a qual acontece principalmente no jejuno (POCOCK e RICHARDS, 2009).

Tanto as gorduras como os óleos são compostos por ácidos graxos, os quais são constituídos de cadeias hidrocarbonadas que se diferem em saturadas ou insaturadas, conforme o número de duplas ligações existentes entre os átomos de carbono (WESTERTERP *et al.*, 2008).

No caso das gorduras, obtidas geralmente por meio de alimentos de origem animal, os ácidos graxos são monocarboxílicos saturados, ou seja, a cadeia hidrocarbonada tem todos os carbonos ligados a átomos de hidrogênio. Já os ácidos graxos insaturados são oriundos dos alimentos de origem vegetal e também são monocarboxílicos, com a diferença de que há uma ou mais ligações duplas na cadeia hidrocarbonada, recebendo a denominação de monoinsaturado quando existe uma e polinsaturado que ocorrem duas ou mais dessas duplas ligações (POCOCK e RICHARDS, 2009).

Tanto no caso dos ácidos graxos saturados quanto insaturados, o tamanho da cadeia hidrocarbonada determina o peso molecular, o ponto de fusão e sua insolubilidade (NATHAN e ORKIN, 2009).

Além da obtenção pela dieta, os mamíferos conseguem sintetizar alguns ácidos graxos a partir da acetilcoenzima A, exceto os ácidos linoléico e linolênico, os quais são classificados como ácidos graxos essenciais e são obtidos exclusivamente

pela ingesta alimentar. Esses ácidos são componentes da membrana celular, na forma de fosfolipídios, e influenciam diversas ações relacionadas ao transporte de substâncias, como a afinidade com enzimas, carreadores e hormônios (WESTERTERP *et al.*, 2008).

Após a absorção, os ácidos graxos são transportados até o fígado, que pode dar diferentes destinações para esses nutrientes. Uma das opções é a transformação em corpos cetônicos, representados pelos ácidos β -hidroxibutírico e acetoacético, os quais podem ser metabolizados pelo sistema nervoso central para a produção de energia em ocasiões de restrição no fornecimento de glicose, como num jejum prolongado (NATHAN e ORKIN, 2009).

O fígado também pode metabolizar os ácidos graxos convertendo-os em fosfolipídios, oxidando-os completamente em água e dióxido de carbono ou ainda transformando-os em triglicerídeos (HAMER e STEPTOE, 2009).

Neste último caso forma-se o composto lipídico armazenável no organismo humano. Esse depósito de reserva ocorrerá sempre que a oferta de lipídio superar a demanda biológica, ou seja, quando houver um balanço nutricional positivo para esse nutriente (SACCHETTI *et al.*, 2004).

Os triglicerídeos são formados por três moléculas de ácidos graxos esterificados e uma molécula de glicerol, em uma das três ligações estereoquímicas distintas. Este composto tem como finalidade armazenar energia, para posterior utilização em processos oxidativos, quando houver demanda, principalmente pelas células musculares esqueléticas (KAHN e VALDEZ, 2003).

O transporte dos lipídios no organismo ocorre por meio do sistema circulatório, com a formação das lipoproteínas, que são substâncias constituídas por uma parte lipídica e outra parte protéica, sendo que a quantidade de cada uma dessas partes determinará a classificação das lipoproteínas, em função da alteração em sua densidade (TCHOUKALOVA *et al.*, 2008).

Inicialmente a lipoproteína de muito baixa densidade, chamada de VLDL, é sintetizada no fígado e sua interação com a lipase lipoprotéica provoca a lipólise dos triglicerídeos. Esse processo resulta na presença de alguma VLDL no plasma, que pode transportá-la ao fígado, onde é convertida em lipoproteína de baixa densidade, chamada de LDL. Para essa conversão é utilizada a lipase hepática na hidrólise dos triglicerídeos e fosfolipídeos que formam a parte mais externa da lipoproteína (GINSBERG, 2002).

No interior da LDL há grande quantidade de ésteres de colesterol, os quais podem ser distribuídos do fígado, onde é produzido, para os tecidos periféricos ou, no caso de não serem utilizados neste percurso, podem ser reabsorvidos no próprio órgão de origem (SACCHETTI *et al.*, 2004).

Outra partícula que pode ser formada é a lipoproteína de alta densidade, denominada HDL, que também contém colesterol em seu interior, mas numa proporção menor que a LDL. A HDL tem um papel importante no organismo, pois realiza o transporte reverso do colesterol, levando-o dos tecidos periféricos, onde também é produzido, para o fígado, onde será excretado (HAMER e STEPTOE, 2009).

O colesterol é a forma mais comum de esteróide no organismo humano e pode ocorrer de forma livre ou unido com ácidos graxos. Em todos os casos o colesterol é uma substância comum nas células e tecidos biológicos, exercendo a importante função de ser precursor de outras substâncias, como a vitamina D, ácidos biliares, estrógenos, andrógenos e progesterona (GINSBERG, 2002).

Contudo, níveis elevados de colesterol estão associados ao risco elevado para desenvolvimento de doenças cardiovasculares, em função da possibilidade desse tipo de lipídio formar placas de ateroma no interior das artérias, dificultando ou até impedindo a passagem de sangue para determinadas células, órgãos ou tecidos (KAHN e VALDEZ, 2003).

A hiperlipidemia é, portanto, um importante item a ser monitorado visando a saúde humana, o que pode ser feito pela mensuração das lipoproteínas plasmáticas mencionadas, ou seja, o colesterol (total e suas frações) e os triglicerídeos.

Popularmente as lipoproteínas plasmáticas de muito baixa e de baixa densidade (VLDL e LDL) são conhecidas como mau colesterol, enquanto que a lipoproteína de alta densidade (HDL) é chamada de bom colesterol. A soma de todas essas lipoproteínas constitui a dosagem do colesterol total (LLOYD-JONES, 2010).

Em situações em que há grande quantidade de lipídios disponíveis à oxidação, ocorre uma diminuição do uso de glicose para a produção de energia. Isso gera uma condição denominada resistência a insulina, que é caracterizada por uma captação menor de glicose pela musculatura esquelética em relação a quantidade de insulina circulante (KAHN e VALDEZ, 2003).

Em contrapartida, quando a oferta é adequada a demanda, ocorre a utilização dos ácidos graxos, tanto em repouso como durante o esforço físico, principalmente pela musculatura esquelética, a qual é a grande consumidora dos ácidos graxos livres e das reservas de triglicérides (KOCH e BRITTON, 2008). Com isso, a quantidade de massa magra corporal constitui-se em um importante controlador da utilização das reservas energéticas biológicas.

No caso da prática de exercícios físicos, os lipídios contribuem de forma mais representativa com o fornecimento de energia para contração muscular nos esforços aeróbios, uma vez que a metabolização dos ácidos graxos ocorre somente no interior das mitocôndrias, pela β -oxidação, gerando moléculas de ATP e os substratos metabólicos H_2O e CO_2 (HAMER e STEPTOE, 2009).

2.3 Metabolismo mineral no organismo humano

Os minerais estão presentes no corpo humano em diferentes órgãos e tecidos, representando aproximadamente 4% do valor da massa corporal total. Tais elementos podem estar combinados com outras substâncias químicas ou de forma isolada, sendo componentes de enzimas, hormônios e vitaminas, o que os torna essenciais à boa saúde do ser humano (CRICHTON, 2008).

A abundância de cada mineral no organismo humano é o critério adotado para classificá-los em macrominerais e microminerais (ou elementos traço). Nesse caso, o ponto de corte é representado pelo valor de 0,05% da massa corporal total. Com este critério, os macrominerais são cálcio, fósforo, potássio, enxofre, sódio, cloro e magnésio. Já os microminerais de importância biológica são ferro, zinco, cobre, iodo, selênio, cobalto, cromo, manganês e molibdênio (MURRAY *et al.*, 2003).

Os seres humanos obtêm os minerais por meio da alimentação, sendo que a distribuição destes nutrientes é bastante ampla na natureza. Após a ingestão, vão exercer funções importantes ao metabolismo humano, tais como a estruturação do tecido ósseo, a regulação do ritmo cardíaco, da contratilidade muscular, da condutividade neural, do equilíbrio ácido-básico e ação antioxidante (CLARKSON e THOMPSON, 2000).

Além disso, os minerais participam diretamente dos processos de catabolismo e anabolismo celular, pois são responsáveis pela ativação de reações químicas

relacionadas a liberação de energia proveniente dos macronutrientes, bem como pela coordenação da síntese dos macronutrientes biológicos (FOX, 2009).

Em relação a prática de exercícios físicos, os minerais interagem diretamente nos processos fisiológicos relacionados a degradação e síntese de nutrientes necessários à contração dos músculos esqueléticos. Contudo, tais nutrientes são necessários em quantidades relativamente pequenas, podendo seu excesso ocasionar sobrecarga aos sistemas biológicos responsáveis pela metabolização dos minerais. Por outro lado, o déficit também representa uma situação de risco à saúde, pois se isso ocorrer de forma prolongada pode comprometer o perfeito equilíbrio de regulação entre o catabolismo e anabolismo celular (MÜLLER e KRAWILKEL, 2005).

Desta forma, os atletas podem representar um grupo potencialmente exposto a um desequilíbrio nutricional mineral, tanto pelo excedente proveniente de consumos de suplementos nutricionais ingeridos de forma inadequada, como pela perda excessiva de água e eletrólitos com o suor durante o processo de termorregulação no exercício físico.

2.3.1 Metabolismo do magnésio

O magnésio (Mg) é um macromineral distribuído em vários compartimentos corporais, mas principalmente nos ossos, onde está mais da metade de todo o conteúdo corpóreo e o restante nos músculos, tecidos moles e no plasma. O conteúdo total de magnésio representa um pouco mais de 0,05% do peso corporal de um indivíduo adulto (MIESSLER e TARR, 2003).

As propriedades desse mineral na nutrição humana já são conhecidas desde meados do século XIX (SEELIG, 1964; BRISCOE e RAGAN, 1966; JONES, MANALO e FLINK, 1967), mas somente um século depois disso é que os estudos revelaram o potencial total desse íon, o qual é de grande importância ao organismo, pois participa de processos bioquímicos, sendo co-fator para diversas ações biológicas, tais como a excitabilidade neuromuscular, a estabilidade de ácidos nucléicos, síntese de proteínas e formação da adenosina monofosfato cíclica (AMPc). Outras funções relacionadas ao magnésio são a fixação do cálcio no esmalte dos dentes e a contribuição para o bom funcionamento do sistema imunológico (MURRAY *et al.*, 2003; ACSM, 2009).

O magnésio localizado nos líquidos extracelulares atua especialmente sobre as placas motoras, pois controla a excitabilidade de neurônios e de células musculares. Além disso, regula a concentração intracelular de outros íons como o sódio, potássio e cálcio (ALEXANDER, HOENDEROP e BINDELS, 2008).

Durante a produção de moléculas de ATP também há participação do magnésio, tanto em processos aeróbios como anaeróbios. Esse mineral está envolvido nas ações enzimáticas relacionadas à glicólise, lipólise, síntese de colesterol e dos hormônios esteróides das glândulas supra-renais, além do envolvimento na produção de hormônios protéicos da tireóide e paratireóide (HUNT e JOHNSON, 2006).

As reações fisiológicas relacionadas a coagulação sanguínea e contração muscular são dependentes de magnésio e de cálcio, sendo o primeiro um inibidor e o segundo um estimulador de tais ações. Com essa interação entre os dois minerais, outras funções também acabam sendo reguladas por eles, de forma indireta, como o controle da pressão arterial e da ventilação pulmonar (ALEXANDER, HOENDEROP e BINDELS, 2008).

As principais fontes alimentares desse mineral são os frutos do mar, cereais, castanhas, legumes, produtos lácteos, além de estar presente na água potável na proporção de 1 para 16 ppm, na forma de óxido de magnésio. A recomendação diária de ingestão para adultos fica entre 300 e 400 mg/dia, sendo que estes valores variam conforme a faixa etária e outras condições específicas, tais como a gestação ou a prática de exercícios físicos (SHILS *et al.*, 2006).

A regulação da homeostase de magnésio é feita de acordo com a quantidade ingerida, em função da eficiência na absorção intestinal, reabsorção e excreção pelos rins, sendo que estes órgãos podem alterar a quantidade de reabsorção tubular do íon. Além disso, há uma relação inversa entre quantidade ingerida e absorvida, sendo que os valores utilizados pelo organismo variam de 25 a 75% do volume total que chega ao sistema digestório diariamente (NELSON e COX, 2004).

Quando a quantidade ingerida a cada dia é proporcional as demandas do organismo, a distribuição do mineral é bastante ampla. Já em condições de déficit, os órgãos de maior importância biológica são abastecidos, em detrimento de outros tecidos nos quais a presença do íon não é essencial (HUNT e JOHNSON, 2006).

Ao ser ingerido, o magnésio passa pelo sistema digestório chegando ao intestino, onde aproximadamente metade do conteúdo ingerido é absorvido. Esse

processo ocorre de forma passiva, pela saturação, ou por meio de transporte ativo por canais de cátions. Em ambos os casos, é na região do jejuno e do íleo que o maior volume do mineral atravessa a barreira intestinal. Não deve ser desconsiderado ainda o fato de que grande parte do magnésio circulante passa pelos rins, onde são reabsorvidos nos túbulos proximais e na alça de Henle (ALEXANDER, HOENDEROP e BINDELS, 2008).

A absorção altera-se em função da presença de outros compostos, sendo que cálcio, fibras, fosfato e álcool reduzem essa ação, enquanto a vitamina D tem efeito favorável. Especificamente em relação ao cálcio, deve haver uma harmonia entre a ingestão dos dois minerais, a qual é recomendada numa proporção de 50% de magnésio para o total deste outro elemento. Caso essa organização não ocorra, eleva-se o risco de desenvolvimento de osteoporose e coagulação intravascular (HUNT e JOHNSON, 2006).

Igual atenção deve ser dada à relação magnésio e macronutrientes. Os carboidratos, especialmente a presença de lactose, e as proteínas têm papel favorável na absorção do mineral, enquanto os lipídios têm efeito desfavorável (KONRAD, SCHLINGMANN e GUDERMANN, 2004).

A deficiência desse mineral ocorre principalmente em função de algum desajuste na regulação homeostática, o que pode acarretar náusea, vômito, anorexia e confusão mental. O déficit crônico de magnésio favorece o aparecimento de doenças do aparelho cardiovascular, diabetes e asma (ALEXANDER, HOENDEROP e BINDELS, 2008). Contudo, deficiências desse mineral não são comuns, tendo em vista sua presença na clorofila, o que o torna acessível à população em geral, com o consumo de vegetais verdes.

Caso seja ingerida grande quantidade de magnésio, por meio de dieta ou de fórmula comercializada, os rins conseguem eliminar este excesso e, geralmente, não há um efeito tóxico ao organismo em função disso (HUNT e JOHNSON, 2006).

No entanto, sintomas como náusea, vômito, hipotensão, bradicardia e sonolência podem ser observados no período em que o excedente do mineral ainda estiver presente no organismo. No caso de pessoas com deficiência renal, há um risco aumentado à saúde, tanto nos casos de déficit como no excesso, pois o principal órgão regulador da homeostase desse mineral está comprometido, podendo haver, em casos mais extremos, parada cardíaca (KONRAD, SCHLINGMANN e GUDERMANN, 2004).

Quanto aos praticantes de atividade física, as ações relacionadas a produção de hormônios e catabolismo dos macronutrientes, não deixam dúvida sobre a importância do mineral no organismo desses indivíduos, inclusive representando destaque no potencial para a performance esportiva adotada.

Para a prática de exercícios aeróbios o magnésio é requisitado para o metabolismo oxidativo dos ácidos graxos, por meio de estímulos beta-adrenérgicos que aumentam a quantidade de AMP cíclico. Nessas condições, a concentração sérica do mineral pode diminuir cerca de 10% em função de perdas pelo suor, mas tende a se reestabilizar num período de 24 horas (HUNT e JOHNSON, 2006).

Nos esforços anaeróbios, a concentração sérica de magnésio pode diminuir em função da diminuição de reabsorção renal. Contudo, dependendo da intensidade do exercício, pode ocorrer o deslocamento do elemento entre compartimentos corporais, ocasionando tanto a hipomagnesemia quanto a hipermagnesemia nos vasos sanguíneos (NELSON e COX, 2004).

Desta forma, o magnésio é importante para o bom funcionamento biológico dos tecidos envolvidos com a prática esportiva. Suas ações não se restringem a produção energética, mas também se relacionam com o controle da excitabilidade na junção neuromuscular, evitando contrações involuntárias como câimbras e espasmos. O mineral assegura ainda a manutenção do esforço por períodos prolongados, ajustando as trocas de eletrólitos nas membranas celulares, evitando assim a fadiga.

Ainda em relação ao esforço físico, é relevante destacar que com sua prática há um aumento na eliminação urinária de magnésio. Esse fato está relacionado ao aumento na demanda muscular do mineral durante as contrações e relaxamentos, bem como elevada produção de aldosterona, que por sua vez altera a reabsorção renal desse íon (HUNT e JOHNSON, 2006).

2.3.2 Metabolismo do cálcio

O cálcio (Ca) é um mineral bastante conhecido, inclusive popularmente, por participar da mineralização óssea e formação dos dentes. Contudo, há várias funções reguladoras no processo bioquímico do organismo humano que dependem da presença desse mineral, tais como a regulação da contração muscular e

vascular, coagulação sanguínea, liberação de neurotransmissores, secreção glandular, ativação de enzimas intra e extracelulares (MIESSLER e TARR, 2003; SAKS *et al.*, 2006).

Num indivíduo adulto o conteúdo total de cálcio representa cerca de 1,5 a 2,2% do peso corporal, sendo que 99% desse conteúdo está nos ossos e dentes, principalmente na forma de cristais de hidroxiapatita $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$. O restante está no sangue, no líquido intersticial ou no citoplasma, sendo que nestes locais desempenha as diferentes funções metabólicas citadas anteriormente (MURRAY *et al.*, 2003; PEREIRA *et al.*, 2009).

O leite e seus produtos derivados representam a principal fonte alimentar de cálcio ao ser humano, apesar de um pequeno percentual, de cerca de 7 a 10%, provir de outras fontes, tais como carnes, ovos e vegetais, sendo que este último item sofre influência da composição do solo em que foi cultivado (SHILS *et al.*, 2006; BUZINARO, ALMEIDA e MAZETO, 2006).

No caso de ingestão de cálcio em valores excessivos, seja pela dieta habitual ou pelo uso de suplementos nutricionais, efeitos adversos podem ser observados. Os potenciais riscos à saúde, provenientes da alta quantidade desse mineral no organismo, incluem a formação de nefrolitíases, popularmente conhecidas como cálculos renais; insuficiência renal; alteração na absorção de outros minerais, tais como magnésio, zinco, ferro e fósforo (GREENLAND *et al.*, 2004).

Para que os efeitos indesejáveis mencionados anteriormente não ocorram, estima-se que o consumo de 600 a 800 mg/dia de cálcio sejam adequados ao organismo humano. Mas tais recomendações devem ser alteradas caso haja situações que demandem maior consumo desse elemento, tais como gravidez, lactação ou períodos de hipertrofia e hiperplasia celular (CRICHTON, 2008).

A absorção do cálcio é dependente, primeiramente, da presença desse mineral no conteúdo alimentar, além da variabilidade de um indivíduo para outro e do fato de diminuir com o avanço da idade. Estima-se que cerca de 30% do total ingerido é absorvido, mas essa taxa pode variar de 10% a 60%, conforme a faixa etária e o estilo de vida adotado (BUZINARO, ALMEIDA e MAZETO, 2006).

O processo de absorção ocorre tanto de forma passiva quanto ativa. No primeiro caso, todo o trato digestivo, mas principalmente o íleo, absorve o mineral através da barreira gastrointestinal, transportando-o aos vasos sanguíneos sem gasto energético. No segundo caso, a absorção acontece principalmente no

duodeno e jejuno, sendo dependente da presença do calcitriol, que é o componente ativo da vitamina D. No caso do transporte com gasto energético, o calcitriol controla a saída de cálcio das células de bordas ciliadas da mucosa intestinal, até sua chegada ao sistema circulatório (MIESSLER e TARR, 2003; PEREIRA *et al.*, 2009).

Por outro lado, há fatores que tendem a dificultar a absorção de cálcio ou estimular sua eliminação após absorvido. Caso haja presença de fibra dietética, ácidos graxos saturados ou fitatos na dieta alimentar, tais componentes podem formar complexos de difícil solubilidade com o cálcio, dificultando sua saída do lúmen intestinal, provocando sua excreção nas fezes. Substância com efeito diurético, tais como cafeína e álcool, também podem se configurar em agentes dificultadores da absorção desse mineral após sua ingestão (CRICHTON, 2008).

A presença de proteína no conteúdo alimentar pode exercer efeitos diferentes sobre a absorção de cálcio. Em função da metabolização de aminoácidos sulfurados, que são compostos protéicos, pode ocorrer a eliminação desse íon. Já a presença de outro mineral, o fósforo, pode contrabalancear essa perda, pois atua como hipocalciurético, diminuindo suas perdas endógenas (MURRAY *et al.*, 2003; PEREIRA *et al.*, 2009).

O controle da homeostase de cálcio é feito por meio de hormônios secretados pelas glândulas paratireóides (paratormônio) e tireóide (calcitocina). Caso ocorra déficit de cálcio, a presença de paratormônio no organismo promoverá a liberação desse íon dos ossos, sua parte não mineralizada, juntamente com o aumento da reabsorção renal e da absorção intestinal. Com isso, a concentração do mineral estabiliza-se (MIESSLER e TARR, 2003).

Em contrapartida, caso haja excesso de cálcio circulando, a presença de calcitocina induzirá o organismo a desenvolver as ações contrárias àquelas desencadeadas pelo paratormônio, reestabilizando a homeostase desse elemento no organismo (MURRAY *et al.*, 2003).

A excreção de cálcio pode ocorrer por diferentes vias. Estima-se que no caso das perdas fecais, esse conteúdo representa um valor de aproximadamente 100 mg/dia, enquanto a eliminação por via urinária fica em torno de 100 a 120 mg/dia. Ambos os mecanismos de eliminação estão sob influência hormonal, conforme descrito anteriormente (CRICHTON, 2008).

Há ainda a eliminação de cálcio pela pele, a qual é estimada em um valor aproximado de 60 mg/dia. Contudo, naqueles indivíduos com volumes maiores de

perda líquida pela transpiração, esse valor pode chegar a 57 mg/hora (GREENLAND *et al.*, 2004). Com isso, este último mecanismo de excreção do mineral pode representar a fonte de desequilíbrio homeostático do organismo deficitário de cálcio, pois o controle, nesse caso, é exógeno, por meio do consumo alimentar equivalente a quantidade eliminada.

Para o praticante de exercícios físicos, o cálcio tem grande importância, pois as atividades motoras com impactos sobre o sistema locomotor exigem que o organismo tenha uma densidade mineral óssea condizente com o nível de esforço, evitando assim possíveis lesões (BUZINARO, ALMEIDA e MAZETO, 2006).

Nesse sentido, o tipo de exercício praticado, levando em consideração intensidade, duração, frequência e magnitude da força despendida, influenciam as características da massa óssea, com tendência de mantê-la ou melhorá-la.

Como há um fator hormonal envolvido com a regulação da concentração de cálcio no organismo, o período da vida em que o exercício físico é realizado pode ser um fator influenciador da densidade mineral óssea. Isso porque no período anterior a puberdade ou posterior a menopausa, os hormônios esteróides têm sua ação diminuída sobre o organismo, o que reflete na ação de outros hormônios, inclusive do paratormônio e calcitocina, ambos reguladores do metabolismo de cálcio no organismo humano (BUZINARO, ALMEIDA e MAZETO, 2006; CRICHTON, 2008).

Durante a prática do exercício físico há uma importante ação do cálcio em relação à movimentação da musculatura estriada esquelética. Trata-se do fato de que a contração dessas células só ocorre quando o mineral é liberado do retículo sarcoplasmático e dos túbulos T, para entrar em contato com a miosina, sendo que essa combinação remove a tropomiosina dos sítios ativos da actina, possibilitando que a troponina conecte suas hastes nesses sítios, promovendo o encurtamento do sarcômero e, com isso, gere movimento (MARBERCHTOLD, BRINKMEIER e MÜNTENER, 2000; MURRAY *et al.*, 2003).

Com isso, percebe-se que o cálcio tem funções diversificadas sobre o metabolismo do praticante de exercício físico, tanto em ações imediatas quanto no processo que se desenvolve a médio e longo prazo, relacionado ao anabolismo celular.

2.3.3 Metabolismo do fósforo

O fósforo (P) é um mineral que faz parte da constituição de todos os organismos vivos e é essencial ao bom funcionamento celular. No ser humano, esse mineral representa de 0,8 a 1,2% do peso corporal de um indivíduo adulto, sendo que 90% deste conteúdo está nos dentes e ossos, onde, juntamente com o cálcio, forma os cristais de hidroxiapatita (HORTON *et al.*, 2006).

O restante do conteúdo corpóreo está distribuído em diferentes células, mas principalmente nos músculos (aproximadamente 5%) desempenhando funções metabólicas ou ainda como fosfolipídios e compondo estruturas das membranas celulares. Além disso, a ação desse mineral no organismo humano está ligada ao equilíbrio ácido-básico, a absorção e o transporte de macronutrientes (CRICHTON, 2008).

No indivíduo adulto, o fósforo sérico pode ser encontrado de duas formas. A primeira é representada pelos fosfolipídios e lipoproteínas plasmáticas, que corresponde a 70% do conteúdo corpóreo total do mineral, a qual está na forma orgânica. A outra parte, que corresponde aos 30% restante, é o fosfato inorgânico (P_i), que circula como fosfato monoidrogenado, deidrogenado ou complexado ao cálcio, sódio ou magnésio (NELSON e COX, 2004).

A fração inorgânica de fosfato também é utilizada para formar moléculas relacionadas ao processo bioenergético do ser humano. Nesse caso, o mineral é constituinte básico da adenosina trifosfato (ATP) e da creatina fosfato (CP), ambas envolvidas no armazenamento, liberação e ressíntese de energia para o funcionamento celular normal (BERTINI, GRAY e LIPPARD, 1994).

As fontes alimentares de fósforo são amplamente distribuídas na natureza, com alimentos de origem animal e vegetal, tais como carnes, leite, leguminosas e cereais, sendo considerados bons fornecedores desse nutriente. É necessário salientar que os vegetais contêm parte do fósforo na forma de fitato e que os seres humanos não possuem enzimas digestivas capazes de liberá-lo para absorção. Mesmo assim, não é esperado que haja deficiência desse mineral na população em geral, exceto quando ocorre uso de substâncias que promovem a eliminação do íon ou que dificultam a absorção (MURRAY *et al.*, 2003).

A dieta habitual contém tanto a forma orgânica como a inorgânica do fósforo. Quando ingeridos, esses alimentos chegam ao estômago e recebem a ação das

enzimas fosfatases, que liberam o fósforo dos compostos contendo fosfato. A absorção desse elemento ocorre de forma semelhante a do cálcio, ou seja, por mecanismo ativo estimulado pelo calcitriol. Desta forma, a presença de vitamina D é um fator estimulante para a absorção do íon (HORTON *et al.*, 2006).

Pode ocorrer diminuição na absorção de fósforo em situações de baixa concentração de calcitriol ou ainda quando há ingestão concomitante de substâncias como antiácidos à base de alumínio ou carbonato de cálcio. Além disso, a homeostase desse mineral não é tão rigorosa quanto a de outros, como a do próprio cálcio (MIESSLER e TARR, 2003).

Em condições normais de nutrição, o controle de entrada e de excreção de fósforo é feita principalmente pelos rins. Normalmente o filtrado glomerular excreta cerca de 12,5% do fósforo sérico na urina, mas esse valor pode chegar a 90% em situação de hiperfosfatemia. Já a reabsorção, em condição de hipofosfatemia, ocorre no túbulo proximal do néfron, sendo dependente da concentração intracelular de sódio, controlada pela bomba de sódio-potássio ATPase. Ambas as situações são mediadas também pela ação conjunta de paratormônio e calcitriol (SULLIVAN *et al.*, 2009).

Especificamente no que se refere a reabsorção renal desse mineral, há fatores que provocam alterações, tais como hipocalcemia ou hipercalcemia, tendo em vista que o cálcio sérico é regulador da secreção de paratormônio, que por sua vez induz a eliminação do fosfato pela urina. Outros hormônios que podem ter relação com esse processo são a insulina e o glucagon, sendo o primeiro um estimulador da reabsorção e o segundo um inibidor (SULLIVAN *et al.*, 2009).

Situações de hipofosfatemia são oriundas geralmente de ingesta insuficiente do mineral. Como resultado disso, podem ser notados sintomas como perda de apetite, disfunções ósseas e musculares, além de diminuição da função imune. Contudo, devido a ampla distribuição do mineral em diversificadas fontes alimentares, são raras as possibilidades de deficiência extrema, capaz de levar o indivíduo a óbito (MIESSLER e TARR, 2003).

Já a condição de hiperfosfatemia está relacionada ao risco de calcificação dos tecidos moles, o que em alguns casos pode levar a falência do órgão, como no caso dos rins. Essa situação torna-se mais comum em indivíduos com problemas no funcionamento nesse órgão, especialmente naqueles com insuficiência renal crônica. Há ainda a possibilidade de ocorrência de excesso de fósforo devido a

elevada absorção causada pelo uso de fármacos contendo sais de fosfato (HORTON *et al.*, 2006).

As recomendações nutricionais que visam evitar, principalmente, a situação de excesso de fósforo no organismo humano, indicam a ingestão de até 4000 mg/dia para indivíduos adultos, mesmo em situações especiais, como a gestação e lactação (SHILS *et al.*, 2006).

Para a prática de exercício físico o fósforo é extremamente relevante, pois faz parte da principal estrutura relacionada a geração e transferência de energia, que é a ATP. Durante os esforços físicos com características anaeróbias também participa do processo de ressíntese do composto de alta energia, por meio do mecanismo ATP-CP, fazendo parte de ambas as estruturas (NELSON e COX, 2004).

Como o fósforo é constituinte também dos ácidos nucleicos, responsáveis pelo armazenamento (DNA) e transmissão de informações (RNA) dentro das células, torna-se importante no processo anabólico, especialmente para o praticante de exercícios físicos, tendo em vista que a célula necessita reorganizar sua homeostase após os estímulos motores recebidos, adaptando-a de forma adequada ao tipo de esforço físico ao qual está sendo submetida (BERTINI, GRAY e LIPPARD, 1994).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral:

Descrever marcadores antropométricos, bioquímicos e minerais de atletas de futebol.

3.2 Objetivos específicos:

- Descrever as características psicossociais e demográficas.
- Comparar o conjunto dos dados bioquímicos e minerais entre o grupo de atletas e o grupo controle.
- Avaliar quantitativamente o perfil antropométrico.
- Determinar os parâmetros bioquímicos.
- Analisar o conteúdo plasmático de magnésio, cálcio e fósforo.
- Verificar a existência de correlações entre os dados antropométricos, bioquímicos e minerais.
- Concluir sobre a especificidade da modalidade de futebol, no que diz respeito a saúde dos atletas, quanto aos marcadores antropométricos, bioquímicos e minerais.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Aspectos gráficos do trabalho

A estruturação do trabalho seguiu as normas elaboradas especificamente para o programa de pós-graduação em saúde e desenvolvimento na região centro-oeste, da faculdade de medicina da UFMS (ZÁRATE, 2008), com a utilização do sistema autor-data para as citações e o estilo Vancouver para apresentação das referências.

4.2 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo do tipo analítico observacional transversal, com abordagem quantitativa (HOCHMAN *et al.*, 2005).

4.3 Sujeitos do estudo

Participaram deste estudo 100 indivíduos, sendo 60 atletas (grupo de estudo) e 40 não atletas (grupo controle). Todos do sexo masculino, na faixa etária de 18 a 35 anos. A escolha desses indivíduos foi do tipo não probabilística.

O grupo de atletas foi formado por jogadores de futebol de três, dos quatro clubes que regularmente disputam o campeonato estadual de Mato Grosso do Sul, representando assim um valor de 75% do universo de indivíduos com condições idênticas a eles.

Já o grupo controle foi formado por estudantes universitários de uma instituição de ensino superior de Campo Grande-MS. Esses indivíduos estudavam no noturno e não praticavam exercícios físicos de forma regular e sistematizada.

4.4 Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo atletas com os seguintes critérios de preparação física:

- O treinamento desportivo tinha periodicidade mínima de cinco vezes por semana e pelo menos 60 minutos de duração cada sessão.
- O tempo da interrupção dos exercícios nunca maior que sete dias consecutivos nos últimos três meses.

4.5 Critérios de exclusão

Foram excluídos da amostra, tanto do grupo de estudo quanto do grupo controle, os indivíduos que apresentaram uma ou mais das condições listadas a seguir:

- Adotam uma dieta exclusivamente vegetariana.
- Fazem uso de suplementação alimentar, por meio de fórmulas comercializadas.
- Fazem uso de medicamento que tem possibilidade de interferência sobre algum dos parâmetros analisados neste estudo.
- Fazem uso de medicamentos contendo qualquer um dos parâmetros bioquímicos analisados.
- Relataram ser portadores de doença renal, hepática ou do metabolismo, com possibilidade de interferência sobre algum dos parâmetros analisados neste estudo.
- Indígenas.

4.6 Coleta de dados

Na sede dos clubes esportivos, os técnicos e os atletas receberam informação sobre os propósitos e procedimentos da pesquisa. Para os jogadores que demonstraram interesse em participar do estudo, foi entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE A). Quando houve

concordância com o conteúdo e o documento foi assinado, deu-se prosseguimento ao trabalho.

Os atletas receberam prévia orientação sobre a necessidade de comparecerem na data da avaliação em jejum de 12 a 14 horas para a realização da coleta da amostra de sangue. Foi estipulada vestimenta uniforme e adequada para os procedimentos de medidas antropométricas.

Na data estabelecida, realizou-se a tomada das medidas antropométricas dos atletas, as quais foram anotadas em uma ficha especificamente elaborada para esta finalidade (APÊNDICE B) e incluíram:

- Peso corporal (quilogramas) com o uso de uma balança da marca Tanita® e precisão de 100 g.
- Estatura (metros) com uso de estadiômetro da marca Wiso® e precisão de 0,1 cm.
- Dobras cutâneas (milímetros) com o uso de um plicômetro da marca Sanny® e precisão de 0,1 mm, sendo estas: tricepital, supra-ilíaca, subescapular e da panturrilha.

Em seguida, um Técnico em laboratório coletou de cada atleta 10 ml de sangue venoso, sendo este material armazenado em tubos individuais com etiquetas identificadoras por meio de códigos de cada indivíduo para manter o anonimato.

Na coleta do material biológico utilizou-se tubos siliconizados de poliestireno a vácuo, os quais foram acondicionados em caixa térmica e posteriormente transportados à Seção de Análises Clínicas do Hospital Universitário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Após a centrifugação em 3000 rpm, obteve-se soro límpido e as amostras foram armazenadas e congeladas a -25° C. Não foram usadas amostras com sinais de hemólise. Foram determinados: glicose, colesterol com suas frações, triglicérides, magnésio, cálcio e fósforo.

Durante a coleta, armazenamento, transporte e processamento das amostras de sangue, todas as normas de biossegurança vigentes foram respeitadas. Após ser analisado, o material biológico foi devidamente descartado.

O procedimento para coleta de dados dos membros do grupo controle ocorreu de forma semelhante ao que foi proposto para os atletas, no que se refere aos aspectos éticos e de biossegurança descritos anteriormente. Porém, com tais indivíduos foi agendado um sábado no período matutino para a coleta das

informações, com a prévia autorização do diretor-geral da instituição de ensino a qual os estudantes universitários estavam vinculados.

Para a formação dos dois grupos, adotou-se o ponto de corte de 150 minutos semanais de exercícios físicos realizados de forma estruturada e sistematizada, conforme orientação da literatura especializada (WHO, 2003; HASKELL *et al.*, 2007). Desta maneira, somente aqueles estudantes com valor inferior ao ponto de corte mencionado foram incluídos no estudo, pois eram considerados sedentários, diferenciando-se assim do grupo de atletas.

No mesmo dia em que houve coleta de sangue e medidas antropométricas, também aplicou-se o questionário para obtenção de dados psicossociais e demográficos dos atletas (Apêndice C). Nesse caso, o pesquisador fez uma breve explicação ao grupo de atletas sobre o conteúdo do questionário e logo em seguida as fichas foram entregues aos pesquisados, que as preencheram de forma individual e sigilosa. Sempre que houve dúvida sobre algum tipo de resposta, o pesquisador fazia intervenções para dirimir tais questionamentos.

Todas as informações foram obtidas pelo mesmo profissional, sendo o proponente deste estudo o responsável pela mensuração das variáveis antropométricas e aplicação do questionário. Já a coleta de material biológico foi realizada sempre pelo mesmo técnico. Todas as amostras foram processadas usando o mesmo aparelho e a mesma técnica laboratorial.

Após a coleta de dados, estes foram agrupados conforme previsto para a análise estatística para atender os objetivos do estudo. Tais informações estão disponíveis ao final deste trabalho, da seguinte forma:

- Apêndice D = dados de idade, carga horária semanal de treinamento e medidas antropométricas dos atletas.
- Apêndice E = medidas bioquímicas dos atletas.
- Apêndice F = dosagem de minerais dos atletas.
- Apêndice G = dados de idade e medidas bioquímicas dos componentes do grupo controle.
- Apêndice H = carga horária semanal de treinamento e dosagem de minerais dos componentes do grupo controle.

4.7 Protocolos utilizados

➤ **Dados psicossociais e demográficos:**

Utilizou-se o questionário especificamente elaborado para este estudo contendo 11 questões, com o qual obteve-se informações sobre a idade, escolaridade, localidade de origem, religiosidade, local de moradia atual, percepção da importância de outros profissionais para o desempenho atlético e de fatores externos que podem interferir no trabalho dos atletas.

➤ **Dados antropométricos:**

Para o cálculo do IMC utilizou-se o procedimento proposto pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003), o qual inclui a equação apresentada a seguir e dados normativos para classificar os resultados obtidos a partir das medidas corporais de indivíduos adultos. Neste caso, a equação utiliza o peso corporal expresso em quilogramas e a estatura em metros, ou seja, $IMC = \text{peso corporal} \div \text{estatura}^2$.

O percentual de gordura foi obtido por meio do uso de uma equação desenvolvida e validada para a população brasileira, a partir das medidas de quatro dobras cutâneas (PETROSKI e PIRES-NETO, 1996). Para esta variável, os dados normativos utilizados como referência são de Wilmore, Costill e Kenney (2008), especificamente para atletas da modalidade de futebol.

➤ **Dados bioquímicos:**

Os procedimentos de coleta das amostras sanguíneas e análise das medidas bioquímicas foram baseados na orientação das Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose (2007).

Na análise dos resultados das dosagens de minerais utilizou-se os parâmetros propostos por Burtis, Ashwood e Bruns (2006), os quais incluem valores normativos (mínimo e máximo) para a saúde humana em adultos.

➤ **Programa de treinamento:**

Cada um dos três clubes esportivos adotava uma rotina de treinamento própria. Contudo, em todos eles o tempo total de exercícios físicos diários era dividido em movimentos de alongamento muscular e aquecimento; exercícios

técnicos, realizados de forma individual e coletiva, para aprimoramento dos fundamentos da modalidade; exercícios coletivos de ordem tática; exercícios de condicionamento físico, os quais incluíam corridas de curta duração, corridas de longa duração, fortalecimento muscular, resistência muscular localizada, agilidade, potência muscular e flexibilidade.

Toda a rotina de treinamento físico era estabelecida pelo preparador físico e pelo técnico do clube. As equipes nem sempre contavam com a presença de um quadro multiprofissional completo (médico, nutricionista, fisioterapeuta, psicólogo, etc.) para atender os atletas. Mesmo assim, os desportistas recebiam informações, por meio de palestras, tratando dos diferentes temas que envolvem o desempenho deles na modalidade escolhida e os aspectos considerados importantes para sua saúde.

Neste estudo foram coletados os dados anteriormente mencionados, sem intervir na rotina da preparação dos atletas.

4.8 Análises estatísticas

Inicialmente aplicou-se o teste de normalidade com base nos quartis para identificar a presença de valores extremos, denominados *outliers*. Com este procedimento, os dados que apresentaram grande afastamento ou inconsistência com os demais, foram excluídos da amostra.

Para determinar o tipo de distribuição - paramétrica ou não paramétrica - os dados foram organizados em forma de percentis e posteriormente distribuídos em gráficos com as respectivas curvas de normalidade. Com isso, obteve-se a informação de que os dados têm distribuição normal e que seria apropriado o uso da estatística paramétrica nos demais cálculos.

Os dados apresentados de forma descritiva foram expostos em tabelas com valor mínimo, valor máximo, média e intervalo de confiança de 95% para a média.

Para a comparação das médias do grupo controle e do grupo de estudo, para uma mesma variável, aplicou-se o teste t de Student.

Na análise de correlação entre as variáveis utilizou-se o teste de correlação linear de Pearson. Estas análises foram realizadas de forma que todas as correlações possíveis fossem testadas.

O valor de p adotado foi $\leq 0,05$ em todas as análises e os dados foram processados usando o programa estatístico BioEstat 5.0.

4.9 Aspectos éticos

O presente projeto de pesquisa recebeu parecer favorável (protocolo nº 1168) do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CEP/UFMS) atendendo às exigências éticas e científicas fundamentais das pesquisas envolvendo seres humanos.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Inicialmente são apresentados dados referentes a caracterização psicossocial e demográfica da amostra de atletas, obtidos a partir da aplicação do questionário mencionado anteriormente.

Em relação à escolaridade, prevaleceram os atletas com ensino médio completo (30,8%) e com o ensino fundamental incompleto (23,1%), o que reflete a realidade no país todo (RODRIGUES, 2004). Observou-se ainda que os dois extremos da escolarização formal não foram identificados no grupo, ou seja, não havia indivíduos sem alfabetização ou com o ensino superior completo.

No que se refere à localidade de origem, a maior parte dos atletas é oriunda do estado de São Paulo (46,2%) e do próprio Mato Grosso do Sul (38,5%), sem ocorrer migração considerável de outros estados. Esses indivíduos moram, em sua maioria, com a própria família (38,5%) ou no alojamento do clube esportivo que os contratou (38,5%) e geralmente são contratados por um período correspondente a duração do campeonato em disputa.

No levantamento de dados relacionados às crenças e convicções que os atletas têm em relação aos aspectos que podem interferir no cotidiano de trabalho deles, observou-se que todos referem adotar uma doutrina religiosa, sendo mais frequente a católica (57,7%), seguida da evangélica (30,8%). Os dados apontaram ainda para o fato de que 65,4% acreditam na sorte e 15,4% em amuletos. Por outro lado, 65,4% também relataram acreditar em orientações baseadas em conhecimento científico, em sua rotina de treinamentos.

Esses dados coincidem com a religiosidade da população brasileira de uma forma geral, pois se trata de um país predominantemente cristão. Já a crença em amuletos, possivelmente está relacionada ao “*background*” pagão e místico presente em nossa sociedade quando os diferentes objetos tornam-se símbolos existenciais. Assim, não há como desagregar os fatores fisiológicos dos fatores subjetivos quando se trata de situações estressantes, em particular no caso de competições futebolísticas. Quanto ao conhecimento científico relatado pelos atletas, este pode provir tanto de informações obtidas a partir da leitura, incluindo os recursos da internet, quanto dos profissionais que os orientam em sua rotina de treinamento.

Também solicitou-se ao grupo pesquisado que organizasse uma lista de profissionais, conforme a ordem de importância destes para o bom desempenho atlético. Os profissionais foram considerados de maior importância, na seguinte proporção: profissional de educação física - 45%, técnico - 35%, nutricionista - 10%, médico - 5%, psicólogo - 5% e fisioterapeuta - 0. Já na avaliação de menor importância, os resultados foram: psicólogo - 60%, médico - 15%, nutricionista - 15%, fisioterapeuta - 10%, técnico - 0 e profissional de educação física - 0.

Nota-se que os atletas atribuem grande importância aos profissionais que são responsáveis pela preparação técnica, tática e física. Já aqueles profissionais responsáveis pela atenção psicológica, nutricional e de recuperação ou manutenção da saúde física (fisioterapeuta e médico), são pouco valorizados. Tal importância pode estar relacionada a ausência de alguns profissionais na rotina de preparação dos atletas.

Por fim, os sujeitos desta pesquisa foram requisitados a apontar fatores, além do próprio treinamento desportivo, que podem levar ao ganho ou a perda de uma competição esportiva.

As respostas mais frequentes para fatores influenciadores no ganho de competições foram a dedicação por parte do atleta (33,5%) e a concentração na competição (19,2%), mas houve também uma pequena parcela do grupo que apontou fatores relacionados a fé ou sorte (11,4%), além de outros fatores citados em menor percentual.

Para os fatores capazes de fazer com que a competição seja perdida, as respostas mais prevalentes se referiram a falta de concentração ou atenção (26,9%) e a desmotivação pessoal (19,2%), mas também observou-se menor parte do grupo que descreveu fatores relacionados a questões financeiras (7,7%) e de fé ou sorte (7,6%), além de outros fatores citados em menor percentual.

Está evidenciado que os atletas têm a necessidade de uma preparação multiprofissional para obter bons resultados, pois muitos relataram a valorização por aspectos psicológicos na prática esportiva, mas, ao mesmo tempo, não atribuem o mesmo valor ao profissional que pode lhes oferecer este tipo de apoio, que é o psicólogo. Talvez isso se explique pelo desconhecimento do papel desse profissional na preparação e na manutenção do espírito de equipe como um todo.

Com estes dados, nota-se que o contexto em que estão inseridos os atletas de futebol é extremamente complexo, pois os fatores que eles consideram

relevantes para o desempenho de sua profissão envolvem, além dos aspectos físicos, também o enfoque psicológico e espiritual.

Este fato já foi observado por Corrêa *et al.* (2002), quando analisaram a produtividade de atletas profissionais de futebol. Naquela ocasião, os pesquisadores obtiveram resultados que corroboram com os dados do presente estudo, pois observaram que os atletas têm diferentes concepções sobre os aspectos relacionados a motivação para a prática profissional, bem como os receios quanto a possibilidade de derrota esportiva.

Tudo isso demonstra um importante quadro que deve ser observado pelos profissionais que lidam com atletas, pois apesar do foco do presente estudo ser a saúde física destes indivíduos, as informações anteriormente apresentadas podem ter influência sobre a saúde mental da população pesquisada, sendo somatizadas de diferentes formas, representando desequilíbrio homeostático e possível dano à saúde geral dessas pessoas.

O outro grupo de informações deste estudo recebeu o tratamento estatístico descrito anteriormente e foi organizado em forma de tabelas e gráficos, de modo a atender os objetivos propostos e são apresentados a seguir.

O grupo de atletas tinha valores médios de carga horária de treinamento semanal de 24,7 horas [IC 95%: 22,3; 27,1] e o grupo controle realizava apenas atividades físicas de forma esporádica, com média semanal de 0,8 horas [IC 95%: 0,6; 1,0]. Esta variável diferiu estatisticamente ($p < 0,0001$) entre os grupos (Figura 1).

Na variável idade, o grupo de atletas teve média de 22,5 anos [IC 95%: 21,5; 23,5], enquanto o grupo controle 23,2 anos [IC 95%: 22,0; 24,4]. Neste item os grupos não diferiram estatisticamente ($p = 0,3471$), demonstrando uniformidade (Figura 2).

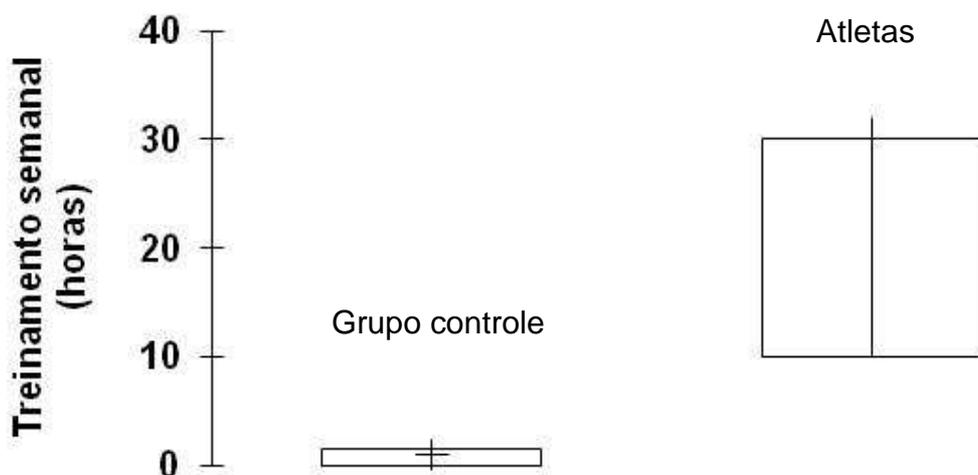


Figura 1: Representação gráfica dos valores máximo, mínimo e percentis 75%, 50% (mediana) e 25% para a variável carga horária semanal de treinamento de atletas de futebol de Campo Grande-MS, comparados com grupo controle (n = 100).

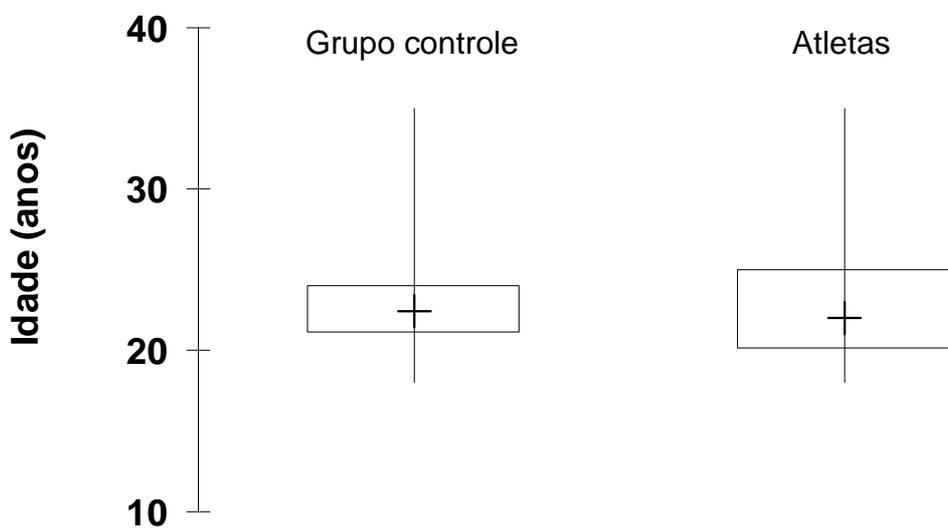


Figura 2: Representação gráfica dos valores máximo, mínimo e percentis 75%, 50% (mediana) e 25% para a variável idade de atletas de futebol de Campo Grande-MS, comparados com grupo controle (n = 100).

A carga horária semanal de tempo destinado à prática de exercícios físicos é muito diferente entre os grupos (figura 1), o que era esperado, já que o intuito do estudo é verificar se os atletas, por serem submetidos a um volume elevado de esforços físicos podem ter alterações em parâmetros importantes para a saúde.

A média de idade do grupo pesquisado, conforme apresentado na figura 2, representa uma das características da condição atlética, que é a boa aptidão física atingida nas primeiras décadas da vida adulta (BROWN, MILLER e EASON, 2006). Espera-se também que essa condição física contribua para a manutenção de variáveis antropométricas e fisiológicas em níveis considerados saudáveis.

Contudo, mesmo em faixas etárias mais jovens e saudáveis, é claro que o metabolismo relacionado à prática de atividades físicas não representa uma proteção contra todos os tipos de doenças e agravos à saúde. Exemplo disso é o estudo desenvolvido por Smith *et al.* (2006), em que os pesquisadores observaram que quantidades maiores de moléculas relacionadas a síntese energética, não diferiram a ocorrência de eventos cardiovasculares entre dois grupos, sendo um deles com boa aptidão cardiovascular e o outro usado como controle, sem essa condição.

Em contrapartida, Kowaltowski *et al.* (2001) descrevem em seu estudo que as moléculas relacionadas à produção de energia podem, mesmo que de forma discreta, favorecer uma proteção cardiovascular, em função da regulação de íons envolvidos em tais processos.

Com isso, verifica-se que a população de atletas, por se submeter a esforços físicos de forma sistematizada, provavelmente apresenta também benefícios na estrutura anatômica e fisiológica do sistema cardiovascular, proporcionada pela própria situação de dispêndio e ressíntese energética demandada pelas ações motoras realizadas.

Conforme Jäger, Purpura e Kingsley (2007), podem ocorrer alteração importantes, do ponto de vista bioquímico, no organismo de pessoas que realizam esforços físicos prolongados e de forma intensa. Os autores relatam, por exemplo, a situação de degradação da substância precursora do neurotransmissor acetilcolina, que é utilizado na junção neuromuscular para levar a informação do sistema nervoso ao sistema muscular esquelético, quando há necessidade de contração muscular.

Como a população do presente estudo é formada por atletas profissionais de uma modalidade que tem característica de esforço físico elevado, conforme

demonstrado na pesquisa realizada por Vigne *et al.* (2010), fica evidente a importância do monitoramento dos parâmetros bioquímicos, a fim de evitar danos à saúde, decorrentes da própria execução de suas atividades de rotina.

A seguir são apresentadas figuras, com numeração de 3 a 9, as quais mostram a distribuição dos valores das variáveis estudadas, na forma de curvas de normalidade, para que seja observado o modo como ocorre a distribuição desses dados.

Esta informação orienta, a princípio, a tomada de decisão sobre a forma de análise das variáveis, no que se refere a aplicação de testes estatísticos que sejam condizentes com o tipo de dado obtido.

Essas figuras foram organizadas, quando possível, comparando o grupo de atletas e o grupo controle, de modo a permitir não só uma observação da forma de distribuição dos dados, mas também uma comparação entre os grupos que compõem a população deste estudo.

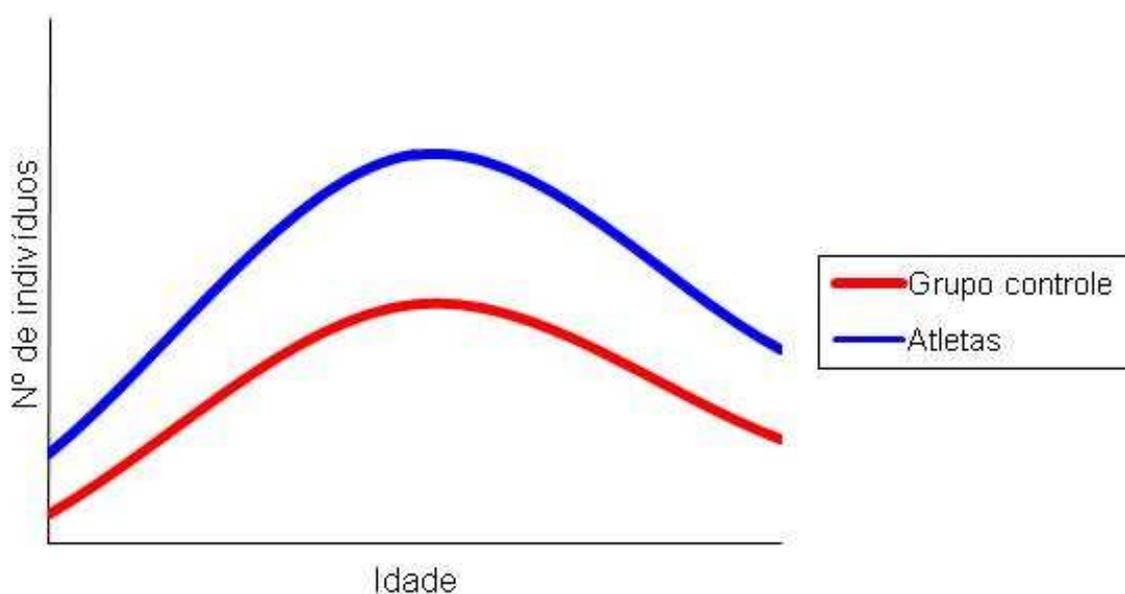


Figura 3: Distribuição dos valores de idade do grupo controle e de atletas de futebol de Campo Grande-MS (n = 100).

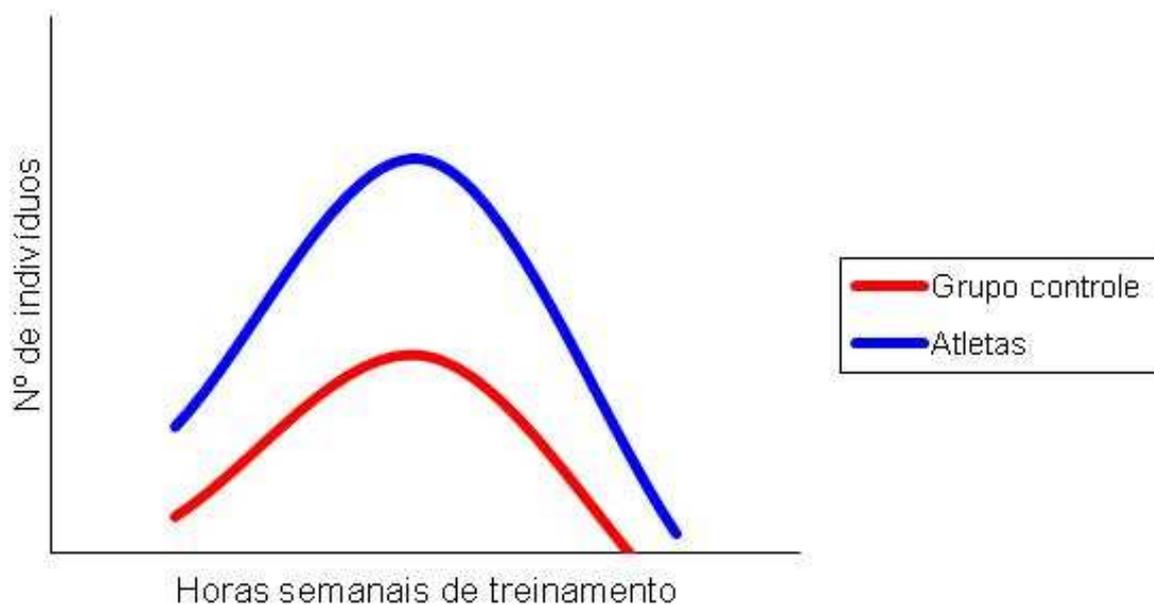


Figura 4: Distribuição dos valores de horas semanais de treinamento do grupo controle e de atletas de futebol de Campo Grande-MS (n = 100).

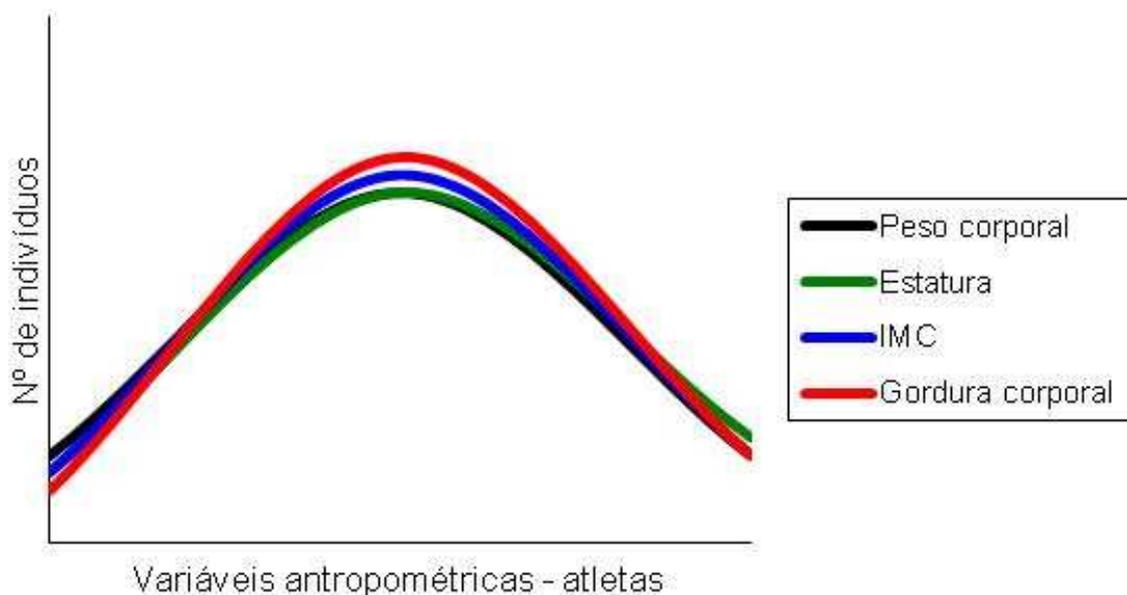


Figura 5: Distribuição dos valores de peso corporal, estatura, índice de massa corporal e percentual de gordura corporal de atletas de futebol de Campo Grande-MS (n = 60).

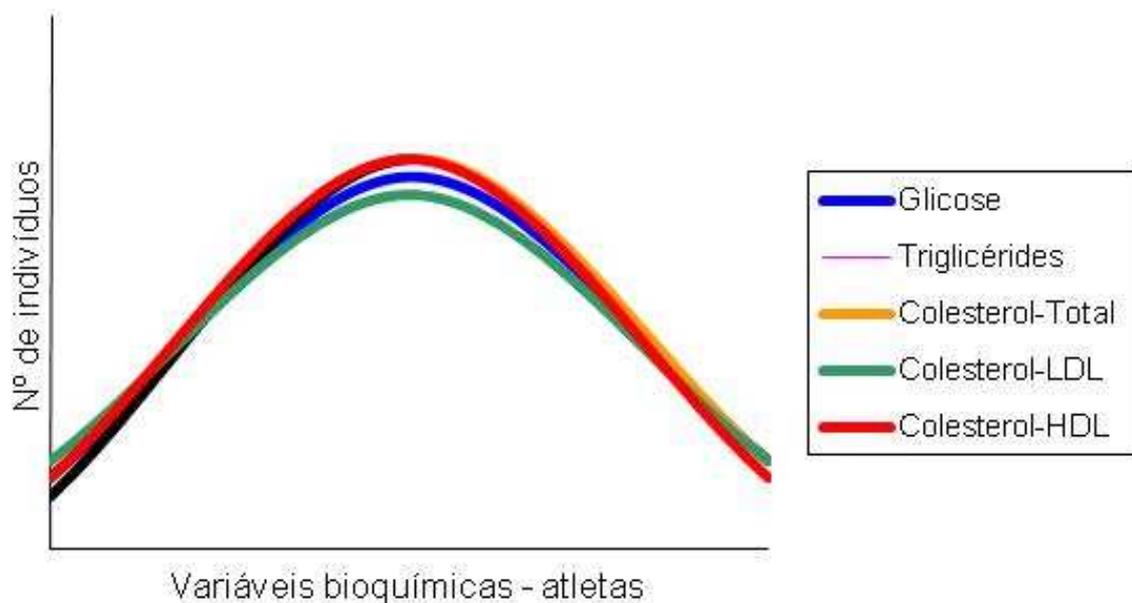


Figura 6: Distribuição dos valores de glicose, triglicérides, colesterol total, colesterol LDL e colesterol HDL de atletas de futebol de Campo Grande-MS (n = 60).

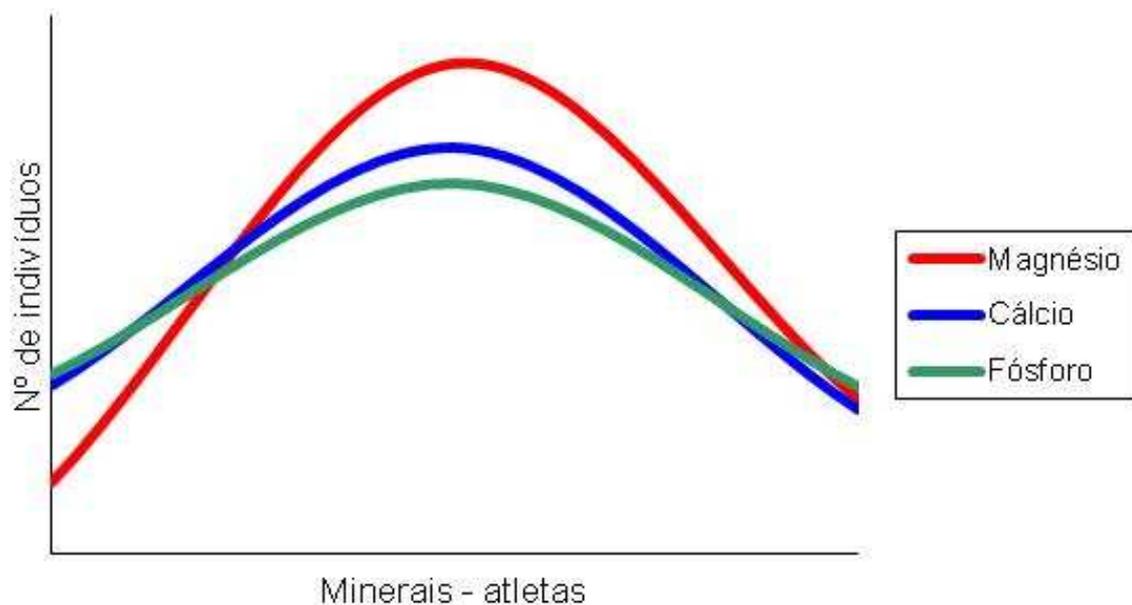


Figura 7: Distribuição dos valores de magnésio, cálcio e fósforo de atletas de futebol de Campo Grande-MS (n = 60).

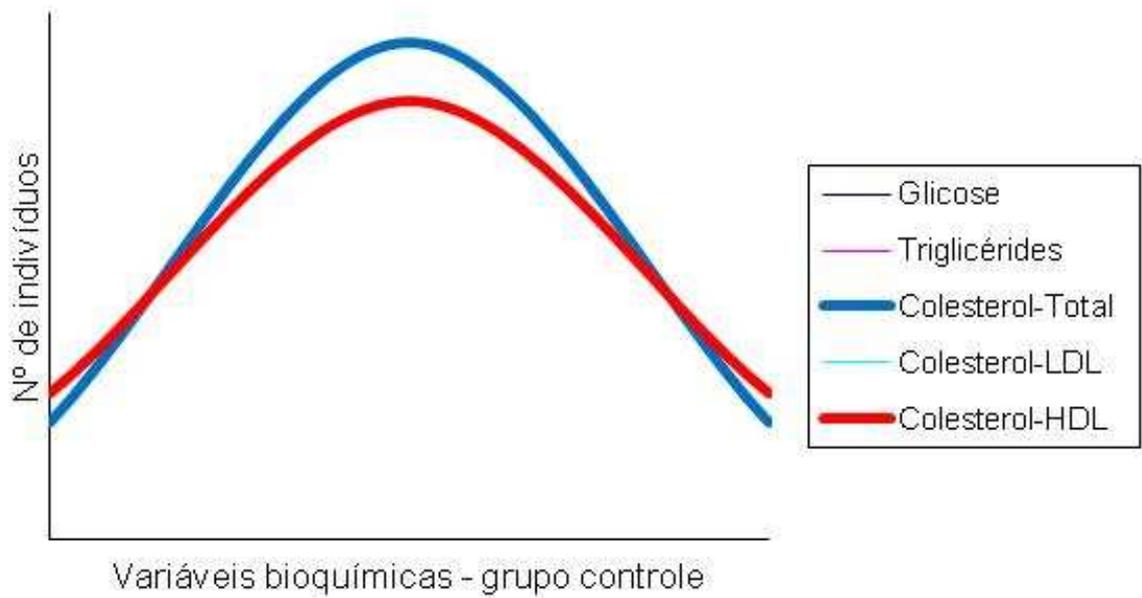


Figura 8: Distribuição dos valores de glicose, triglicérides, colesterol total, colesterol LDL e colesterol HDL do grupo controle do estudo (n = 40).

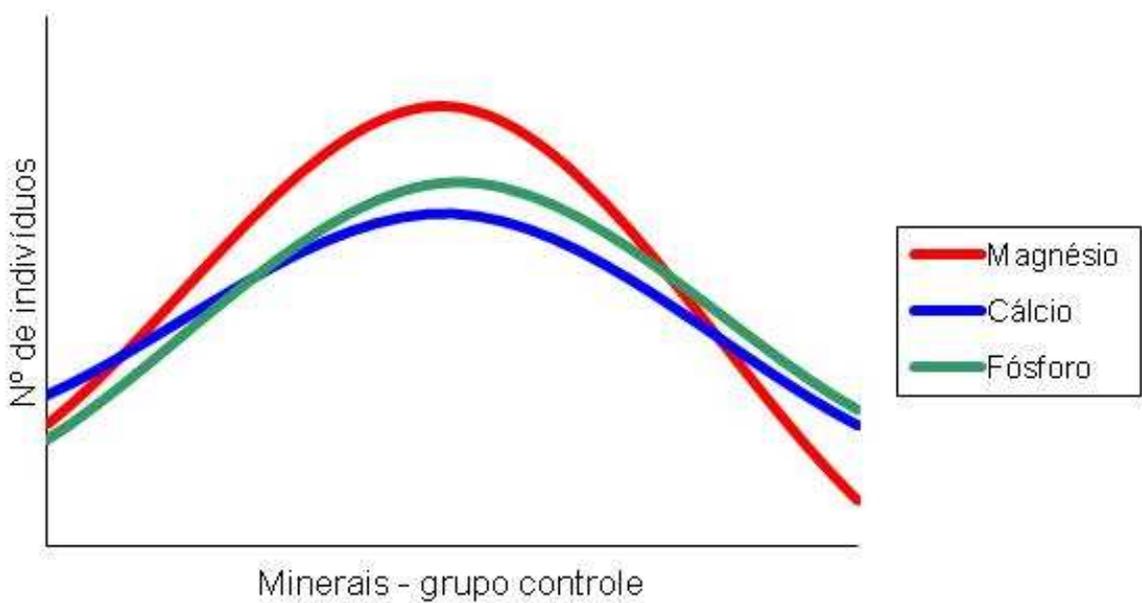


Figura 9: Distribuição dos valores de magnésio, cálcio e fósforo do grupo controle do estudo (n = 40).

Em muitos casos, conforme observado nas figuras 3 a 9, as curvas de distribuição são praticamente idênticas, o que permite inferir que as propriedades estatísticas das variáveis que coincidem também sejam idênticas. Isto, por sua vez, indica que, caso sejam calculados os coeficientes de correlação entre essas variáveis, devem ser encontrados valores próximos de 1.

A forma de distribuição dos dados apresentados nas figuras 3-9 também permite deduzir que tais variáveis possuem distribuição normal e que a análise estatística paramétrica é a mais apropriada.

Ao mesmo tempo, esta dedução se sustenta pelo fato de que outras pesquisas que analisaram variáveis semelhantes as do presente estudo, utilizaram a estatística paramétrica em seus cálculos, demonstrando assim que a opção adotada é coerente (REILLY, BANGSBO e FRANKS, 2000; ADEGOKE e AROGUNDADE, 2002; VIGNE *et al.*, 2010).

A seguir, na tabela 1, são apresentados os dados bioquímicos e minerais, comparando o grupo de atletas ao grupo controle. Nesse caso, a tentativa foi identificar possíveis diferenças estatísticas entre uma mesma variável nos dois grupos.

As figuras 10 e 11 complementam a informação da tabela 1, comparando os valores médios das variáveis bioquímicas e dos minerais, entre atletas e grupo controle.

Tabela 1: Distribuição do intervalo de confiança [IC 95%] para a média de dados bioquímicos e dosagem de minerais em atletas de futebol de Campo Grande-MS, comparados com grupo controle (n = 100).

VARIÁVEIS	Atletas		Grupo controle		Valor p
	Média	[IC 95%]	Média	[IC 95%]	
Bioquímica (ml/dl)					
Glicose	85,6	[85,0; 90,0]	87,5	[85,0; 90,0]	0,2382
Colesterol total	152,6	[145,6; 159,6]	165,9	[165,1; 175,7]	0,0244
Colesterol HDL	50,6	[48,7; 52,5]	41,9	[39,4; 44,4]	< 0,0001
Colesterol LDL	86,4	[80,0; 92,8]	99,2	[89,9; 108,5]	0,0196
Triglicérides	77,0	[69,6; 84,4]	118,1	[101,9; 134,3]	< 0,0001
Minerais (ml/dl)					
Magnésio	1,9	[1,8; 2,0]	2,1	[2,0; 2,1]	< 0,0001
Cálcio	9,4	[9,3; 9,5]	9,4	[9,3; 9,5]	0,8413
Fósforo	3,5	[3,4; 3,6]	2,3	[2,2; 2,5]	< 0,0001

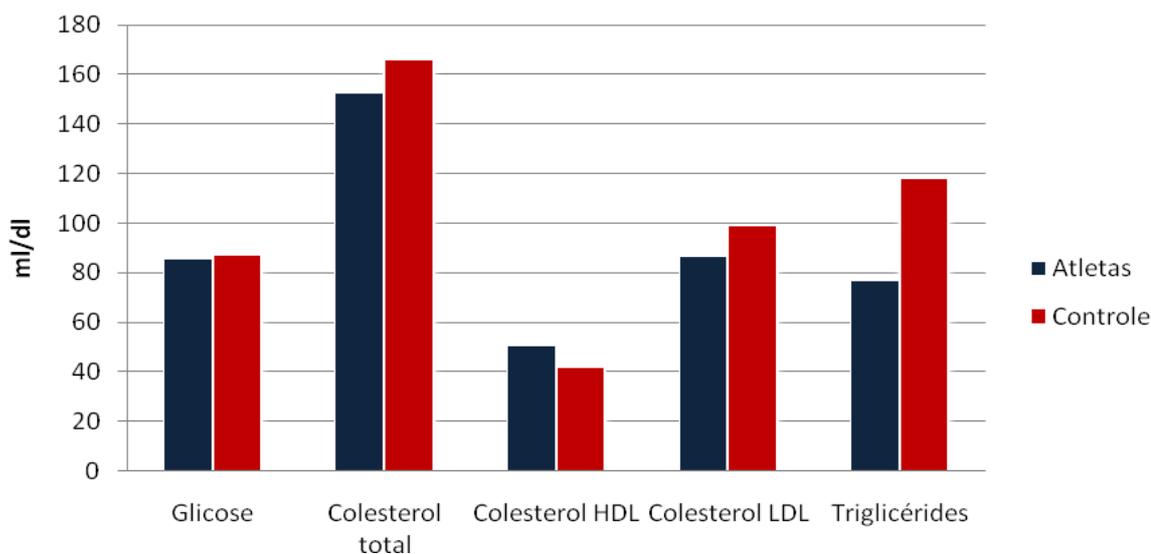


Figura 10: Distribuição dos valores médios de dados bioquímicos em atletas de futebol de Campo Grande-MS, comparados com grupo controle (n = 100).

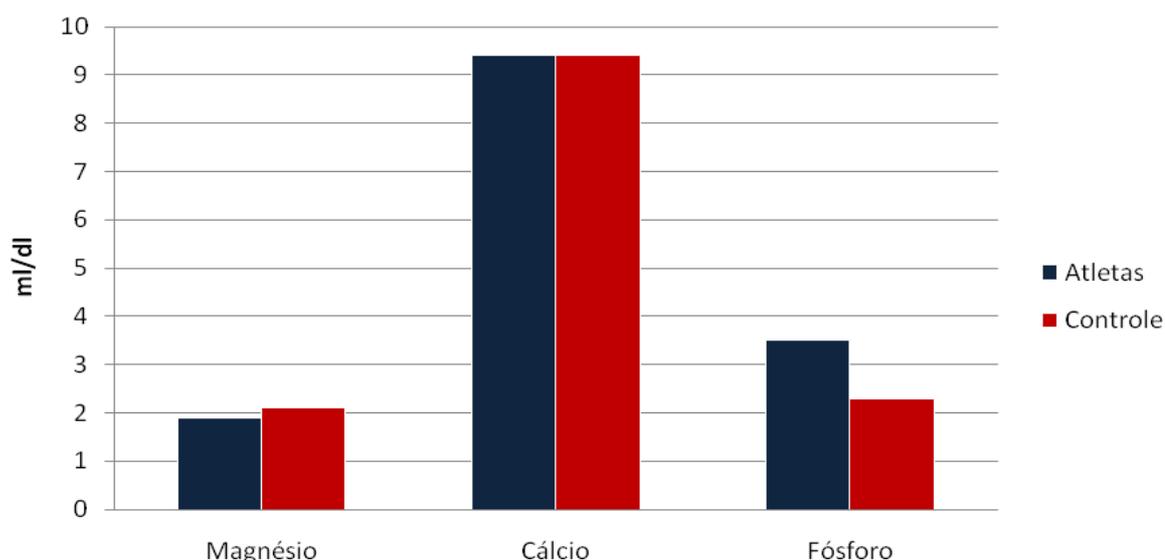


Figura 11: Distribuição dos valores médios da dosagem de minerais em atletas de futebol de Campo Grande-MS, comparados com grupo controle (n = 100).

Em relação aos parâmetros bioquímicos, apenas a glicose não diferiu estatisticamente entre o grupo de atletas e o grupo controle. Nas demais variáveis os atletas obtiveram valores considerados melhores para os parâmetros de saúde (tabela 1 e figura 10).

Sabe-se que a glicose plasmática é regulada, conforme a oferta e demanda desse nutriente, pela ação dos hormônios insulina e glucagon (RICHTER, DERAIVE e WOJTASZEWSKI, 2001; ALTHUIS *et al.*, 2002; KANZAKI, 2006). Desta maneira, a não ser que haja alguma alteração fisiológica nas ilhotas de Langerhans do pâncreas, é esperado que a concentração dessa substância esteja em níveis normais, tanto em praticantes de exercícios físicos quanto em pessoas sedentárias.

No entanto, há um fator relacionado ao metabolismo da glicose que poderá diferir entre atletas e pessoas sedentárias, que é a quantidade desse nutriente usada na formação de moléculas de alta energia. De acordo com Brown, Miller e Eason (2006), caso haja uma ingesta elevada de glicose, sem que o gasto ocorra proporcionalmente, o nutriente será convertido em glicogênio e armazenado no fígado e nos músculos esqueléticos. Os autores acrescentam ainda que, se essa oferta continuar elevada, ocorrerá conversão da glicose em gordura, alterando o perfil lipídico do indivíduo que adota este balanço nutricional positivo.

Possivelmente em função da condição descrita no parágrafo anterior é que os valores médios de todos os marcadores bioquímicos do perfil lipídico foram melhores nos atletas, comparando-os com o grupo controle.

Essa afirmação encontra apoio no estudo desenvolvido por Watt *et al.* (2002), em que os pesquisadores evidenciaram o consumo elevado das reservas energéticas de glicogênio e, principalmente, de lipídios em indivíduos que são submetidos a esforços de média e longa duração. Como os atletas pesquisados no presente estudo praticam uma modalidade com essas características, a ilação que se faz é de que os esforços físicos regulares contribuem também com a boa regulação do perfil lipídico nesta população.

Na dosagem de minerais, o magnésio e o fósforo diferiram estatisticamente entre os grupos aqui analisados, sendo o primeiro íon com média mais elevada no grupo controle e o segundo com maior média no grupo de atletas (tabela 1 e figura 11).

Alterações nas concentrações séricas de minerais podem ser decorrentes da prática de esforços físicos, conforme demonstrado por Meludu *et al.* (2002). Os autores avaliaram indivíduos que realizaram exercícios anaeróbios e identificaram alterações na concentração de potássio, zinco, magnésio e cálcio, sendo que as principais modificações na concentração sérica desses eletrólitos foram notadas pelos pesquisadores nas mensurações realizadas no período logo após o término dos exercícios.

No presente estudo, os valores médios de cálcio foram idênticos nos dois grupos, apesar de um deles realizar regularmente exercícios físicos. É possível, desta forma, que a alteração na concentração de alguns minerais só ocorra de forma aguda, ou seja, logo após a realização do esforço físico, sem que isso se torne uma condição permanente no organismo do desportista, conforme descrito no estudo de Meludu *et al.* (2002), mencionado anteriormente.

É necessário considerar também que outras ações fisiológicas, não necessariamente ligadas ao exercício físico, também utilizam cálcio, conforme descrito por Abashidze, Jariachvili e Kometiani (2001). Nesse caso, os autores demonstraram que a atividade neural é dependente desse mineral e também utiliza grande quantidade de energia do organismo. Com isso, a regulação da concentração de cálcio sérico está ligada a uma variedade de atividades biológicas.

Além disso, o eficiente sistema de controle da homeostase do cálcio também pode explicar o fato de não haver diferença na quantidade desse elemento no presente estudo, comparando atletas e grupo controle, fato este corroborado por Murray *et al.* (2003).

Com isso, entende-se que a suplementação com tal elemento só é necessária se houver carência diagnosticada clinicamente. Esta mesma consideração foi feita por Steingrimsdottir *et al.* (2005) após desenvolverem um estudo com 944 indivíduos adultos saudáveis na Islândia, no qual observou-se que o estado nutricional desse mineral nos participantes era adequado, com raras alterações séricas.

Já em relação ao magnésio, no presente estudo a maior média do grupo controle indica que este mineral é utilizado pelos processos bioquímicos relacionados à prática de exercícios físicos, ao ponto de mostrar-se em concentração estatisticamente inferior nos atletas, quando comparados aos indivíduos que não têm essa rotina.

Contudo, antes de orientar para o uso de suplementos alimentares, principalmente relacionados aos micronutrientes, é necessário verificar se os valores apresentados são deficitários ou se estão ainda dentro dos patamares estabelecidos como saudáveis. Este alerta é dado também por instituição ligadas a medicina esportiva, como o ACSM (2009).

Não se deve esquecer que o magnésio participa de processos bioquímicos do metabolismo celular de rotina, como a condução neural e formação dos dentes, mas também tem papel primordial em ações que estão diretamente ligadas a contração muscular e, conseqüentemente, ao exercício físico, como os processos catabólicos dos macronutrientes e a síntese protéica (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2006). Com isso, os atletas tornam-se potencialmente expostos a condição de diminuição das concentrações séricas deste mineral.

Além disso, ressalta-se aqui o alerta dado por Farrel e Nicoteri (2001) quanto ao balanço nutricional de magnésio, o qual deve ser rigorosamente acompanhado de acordo com a demanda biológica de cada período de crescimento e desenvolvimento do organismo, ou ainda quando ocorrem condições específicas, tais como gestação ou prática de exercícios físicos.

No caso dos atletas que participaram deste estudo, o nível plasmático de magnésio esteve no limiar inferior da normalidade. Essa condição pode ter como causa dois importantes fatores ligados à prática de exercícios físicos. O primeiro

deles é o fato de que durante os esforços físicos há grande aumento no volume de líquido perdido pela transpiração, o qual carrega também vários eletrólitos, dentre os quais o magnésio. O outro fator se refere à possibilidade do mineral citado estar sendo incorporado a massa óssea, já que o aumento da densidade mineral é uma adaptação necessária ao esportista submetido a cargas elevadas de treinamento (SILVA, TEIXEIRA e GOLDBERG, 2003).

Também deve ser lembrado o fato dos atletas relatarem não dedicar muita importância para o acompanhamento nutricional em sua rotina, pois conforme os dados do questionário aplicado, o profissional nutricionista não é considerado um dos mais importantes para o desempenho atlético. Tal situação pode estar se configurando em risco à saúde desses indivíduos, já que o valor médio do magnésio sérico esteve próximo do limite inferior dos parâmetros considerados adequados.

Quanto ao fósforo, neste estudo os atletas tiveram média superior aos indivíduos do grupo controle, indicando que o mineral está com um balanço adequado, apesar de ser utilizado em grande quantidade para a produção (síntese e ressíntese) de energia, tão importante durante os processos de contração muscular.

De acordo com Whitney e Sizer (2006), esta boa condição homeostática de fósforo, especificamente no grupo de atletas, pode estar relacionada a influência que este mineral sofre da ação de outros elementos biológicos, como a insulina e o glucagon. Estes autores lembram que a prática de exercício físico estimula a produção dos hormônios pancreáticos citados anteriormente, com a finalidade de regular a utilização de glicose sanguínea e, com isso, também interfere no metabolismo de outras substâncias, dentre as quais está o fósforo.

Seguindo este raciocínio, é possível inferir que a maior demanda de produção de moléculas de adenosina trifosfato e de creatina fosfato, por parte de atletas, não representa necessariamente uma condição de risco de deficiência de fósforo, pois a regulação biológica do íon supre tais demandas.

É coerente lembrar ainda que a ingestão de alimentos ricos em fósforo é esperada para toda a população, independentemente da condição social ou faixa etária, pois o nutriente é amplamente distribuído na natureza e está acessível a todos os indivíduos, mesmo com diferentes preferências alimentares (INSEL *et al.*, 2010).

Nas duas próximas tabelas são apresentados dados antropométricos dos atletas de futebol, sendo que o peso corporal e a estatura estão na tabela 2,

enquanto que o índice de massa corporal e o percentual de gordura estão na tabela 3. Além disso, em cada uma dessas tabelas são apresentados os coeficientes de correlação linear, em relação aos respectivos dados.

Tabela 2: Distribuição do intervalo de confiança [IC 95%] para a média, valores mínimo, máximo e coeficiente de correlação do peso corporal e da estatura de atletas de futebol de Campo Grande-MS (n = 60).

VARIÁVEIS	Média	[IC 95%]	Valor mínimo	Valor máximo	Valor de r
Peso corporal (kg)	70,8	[68,9; 72,7]	57,2	88,4	0,6202
Estatura (m)	1,76	[1,74; 1,77]	1,62	1,91	

Tabela 3: Distribuição do intervalo de confiança [IC 95%] para a média, valores mínimo, máximo e coeficiente de correlação do índice de massa corporal e do percentual de gordura de atletas de futebol de Campo Grande-MS (n = 60).

VARIÁVEIS	Média	[IC 95%]	Valor mínimo	Valor máximo	Valor de r
IMC* (kg/m ²)	22,9	[22,4; 23,4]	18,7	26,7	0,5846
Gordura corporal (%)	10,5	[9,7; 11,3]	6,2	20,6	

*IMC = índice de massa corporal.

Os valores dos coeficientes de correlação obtidos na tabela 2 ($r = 0,6202$) e na tabela 3 ($r = 0,5846$), são estatisticamente significativos ($p < 0,05$), indicando que as variáveis peso corporal e estatura modificam-se, proporcionalmente, de forma positiva nos atletas de futebol. A mesma observação de alterações pode ser feita ao analisar o índice de massa corporal e o percentual de gordura. Esta condição já havia sido suposta anteriormente, quando realizou-se a análise da forma de distribuição dos valores antropométricos por meio de curvas de normalidade (figura 5), os quais se comportaram de forma paramétrica.

Como a modalidade da qual os atletas deste estudo são oriundos requer um condicionamento físico capaz de suportar esforços físicos de média e longa duração, a correlação entre peso corporal e estatura mostra-se coerente com esta necessidade, pois desta forma há um equilíbrio entre a massa corporal transportada durante os esforços físicos e a área corpórea total. Além disso, os valores médios obtidos neste estudo são muito parecidos com aqueles apresentados por Prado *et al.* (2006), ao avaliarem atletas profissionais desta mesma modalidade, que atuavam em clubes esportivos do estado de São Paulo.

Comparando os valores do presente estudo com aqueles obtidos pelos pesquisadores citados no parágrafo anterior, deduz-se que o padrão de peso corporal, estatura e, conseqüentemente, do IMC é semelhante entre os atletas locais e de um grande centro esportivo. Ainda é possível, desta maneira, compreender que a condição antropométrica de ambos os grupos de atletas é compatível com parâmetros adequados à saúde e à performance.

Já a correlação entre IMC e percentual de gordura é um fato inesperado, tratando-se do público em questão, o qual poderia apresentar excesso de massa corporal em virtude do elevado percentual de massa magra adquirido com o treinamento desportivo. Além disso, em recente estudo de revisão desenvolvido por Huxley *et al.* (2010) esta condição foi confirmada como um risco à saúde, pois o excesso de tecido adiposo está associado ao surgimento de morbidade e mortalidade relacionadas ao sistema cardiovascular.

Este relato trata-se de uma confirmação daquilo que já havia sido postulado uma década antes por Seidell *et al.* (2001). Estes pesquisadores alertaram sobre o risco iminente à saúde em indivíduos com medidas antropométricas que expressem excesso de peso e de gordura corporal.

Mesmo com o bom condicionamento físico que os atletas precisam demonstrar nas competições, o qual é resultado de intenso treinamento físico, conforme relatado por Adegoke e Arogundade (2002), ainda se faz necessário o acompanhamento de parâmetros antropométricos que possam indicar possíveis riscos à saúde, principalmente em atletas adultos jovens.

É propício comentar também que atletas nem sempre são submetidos a rotinas que lhes propicie excelente condição de saúde, principalmente aqueles que buscam alto rendimento na modalidade praticada, como no caso de atletas profissionais. Nesse caso, a performance esportiva é o maior objetivo desses

indivíduos, mesmo que isso repercuta em condições fisiológicas que os exponham à riscos, seja pelo elevado volume e/ou intensidade dos exercícios físicos praticados.

Nas tabelas 4 e 5 são apresentados os dados antropométricos dos atletas avaliados, organizados em valores absolutos e percentuais, conforme a classificação adotada neste estudo para estas variáveis.

Tabela 4: Classificação de atletas de futebol de Campo Grande-MS, conforme o índice de massa corporal (n = 60).

ÍNDICE DE MASSA CORPORAL* (kg/m²)	Número	%
Baixo peso (< 18,5)	0	0
Peso adequado (18,5 até 24,9)	49	81,67
Sobrepeso (25 até 29,9)	11	18,33
Obesidade (≥ 30)	0	0
Total	60	100

* Conforme World Health Organization (2003).

Tabela 5: Classificação de atletas de futebol de Campo Grande-MS, conforme o percentual de gordura (n = 60).

PERCENTUAL DE GORDURA* (%)	Número	%
Baixo (< 6%)	0	0
Adequado (6 até 14,9%)	55	91,67
Elevado (≥ 15%)	5	8,33
Total	60	100

* Conforme Wilmore, Costill e Kenney (2008).

Os dados referentes ao índice de massa corporal (tabela 4) descrevem um grupo de atletas em sua maioria (81,67%) com peso adequado, ou seja, apresentando proporcionalidade entre peso corporal e estatura. Contudo, há 18,33% dos indivíduos desse grupo que estão com sobrepeso, que pode ser em função do excesso de tecido adiposo ou de massa corporal magra.

Mesmo assim, com valores elevados de IMC, é preciso cautela antes de considerar os atletas como indivíduos com risco elevado para morbidades ou

mortalidade. Este entendimento encontra apoio em um grande estudo desenvolvido por Orpana *et al.* (2009), que analisaram a relação entre esta medida antropométrica e todas as causas de mortalidade em uma amostra probabilística da população canadense, contendo 11326 adultos. Os autores concluíram que os indivíduos com classificação de obesidade, por meio do IMC, estão expostos ao risco de adoecer, mas o mesmo não pode ser inferido em relação aos que têm sobrepeso.

Quanto ao percentual de gordura (tabela 5), nota-se que 91,67% dos atletas têm uma quantidade considerada adequada para a saúde e para os padrões da modalidade praticada. Mesmo assim, 8,33% de indivíduos estão com um excedente de tecido adiposo, o que confirma que alguns valores de índice de massa corporal elevados, descritos como sobrepeso, são oriundos do acúmulo de gordura e não de um grande volume muscular, como poderia ser esperado de esportistas.

Dentre as hipóteses possíveis para explicar a existência de atletas com excesso de gordura corporal, podem ser destacadas a possível influência genética, a falta de atenção nutricional ou ainda a própria preparação física, que talvez não esteja sendo eficaz para todos os desportistas analisados neste estudo, do ponto de vista da manutenção da composição corporal em níveis considerados saudáveis.

Os valores elevados de percentual de gordura são mais contundentes, pois há relato na literatura (PACKARD e LIBBY, 2008) de que o excesso de tecido adiposo, na maioria das vezes, se reflete em elevação dos marcadores bioquímicos do perfil lipídico, os quais contribuem para o desenvolvimento de processos inflamatórios nos vasos sanguíneos, que podem, por sua vez, formar placas de ateroma, obstruindo a passagem do sangue para células e tecidos.

Na tabela 6 são apresentados os valores descritivos referentes as variáveis bioquímicas dos atletas, comparando-os aos valores de referência estabelecidos na literatura. Desta forma, será feito o detalhamento da situação descrita no parágrafo anterior, confirmando que o excedente de tecido adiposo subcutâneo se reflete, mesmo que de forma discreta, em alteração no conteúdo de lipídios circulantes nos vasos sanguíneos.

Tabela 6: Distribuição do intervalo de confiança [IC 95%] para a média, valores mínimo e máximo de medidas bioquímicas de atletas de futebol de Campo Grande-MS, conforme valores de referência (n = 60).

VARIÁVEIS (ml/dl)	Média	[IC 95%]	Valor mínimo	Valor máximo	Valor de referência*
Glicose	85,6	[85,0; 90,0]	60,0	104,0	< 100
Colesterol total	152,6	[145,6; 159,6]	107,0	219,0	< 200
Colesterol HDL	50,6	[48,7; 52,5]	37,0	73,0	≥ 40
Colesterol LDL	86,4	[80,0; 92,8]	41,6	150,4	< 160
Triglicérides	77,0	[69,6; 84,4]	32,0	149,0	< 150

* Conforme IV Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose (2007).

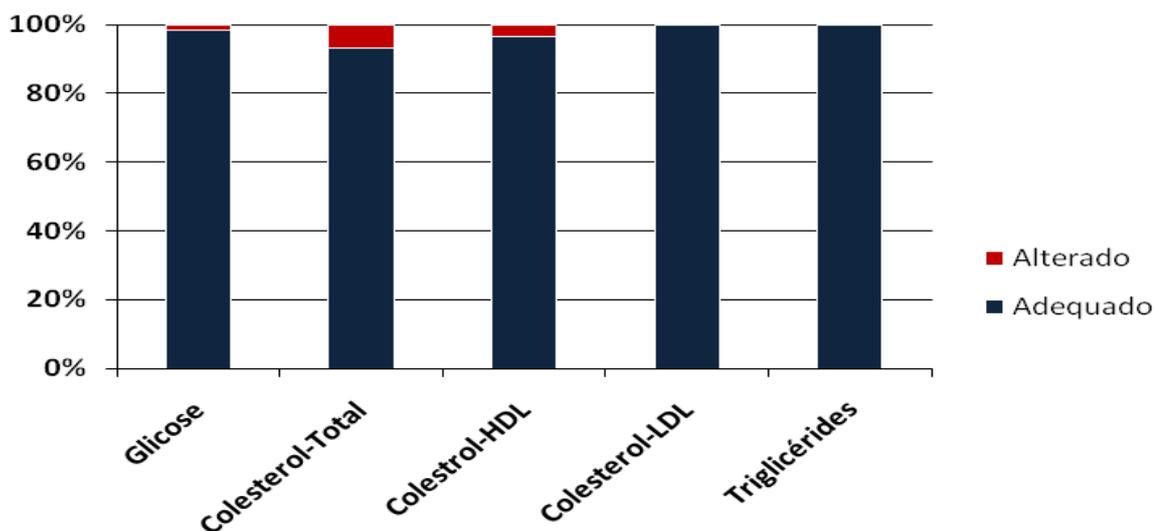


Figura 12: Distribuição dos valores de glicose, colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL e triglicérides, de atletas de futebol de Campo Grande-MS, conforme parâmetros para a saúde (n = 60).

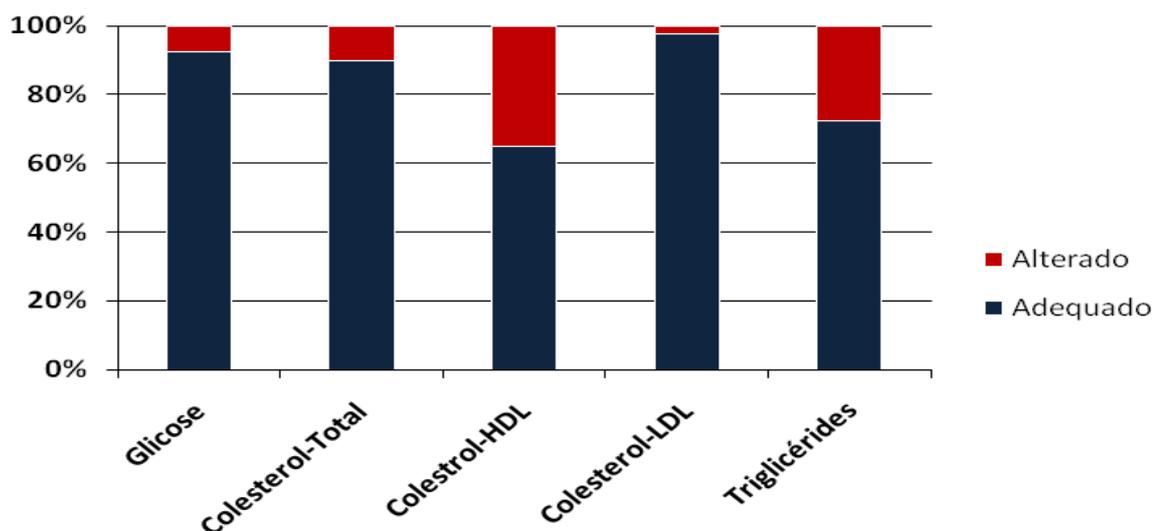


Figura 13: Distribuição dos valores de glicose, colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL e triglicérides, do grupo controle do estudo, conforme parâmetros para a saúde (n = 40).

Na tabela 6, os valores médios de todas as variáveis bioquímicas analisadas nos atletas são considerados adequados para a saúde humana. Contudo, na glicose, colesterol total e colesterol HDL houve indivíduos que não se enquadraram em tais padrões, o que pode ser observado pelos valores mínimos e máximos destas variáveis.

A figura 12 complementa a informação da tabela 6, mostrando que a variável colesterol total (6,66%) é aquela em que há mais atletas com valores alterados, seguida pela variável colesterol HDL (3,33%) e, por fim, a glicose (1,66%).

Já os valores bioquímicos do grupo controle, apresentados na figura 13, mostram-se alterados em todas as variáveis analisadas. Dentre estas, o colesterol HDL (35,0%) é o que tem maior percentual fora dos padrões considerados adequados à saúde humana. Na sequência estão triglicérides (27,5%), colesterol total (10,0%), glicose (7,5%) e colesterol LDL (2,5%).

A prevalência de indivíduos com alteração na dosagem de glicose e lipídios plasmáticos foi diferente entre os dois grupos, conforme pode ser observado nas figuras 12 e 13. Na população geral, que neste estudo é representada pelo grupo controle, é mais comum este tipo de alteração devido à exposição a fatores de risco, principalmente o sedentarismo (WHO, 2003).

Em relação a dosagem de glicose plasmática, houve um percentual maior de indivíduos do grupo controle com parâmetros considerados de risco para a saúde.

Este fato pode decorrer da condição fisiológica de maior utilização desse nutriente para a produção de energia no organismo dos atletas, principalmente por se tratar de uma modalidade que utiliza mecanismos aeróbios e anaeróbios de ressíntese de ATP.

Os indivíduos do grupo controle são sedentários e, por isso, também pode haver declínio da capacidade aeróbia e da atividade mitocondrial relacionada a produção de moléculas de alta energia (KOCH e BRITTON, 2008). Este fato pode levar a um quadro de hiperglicemia, pois com isso a glicose circulante passa a ser um elemento em abundância para a produção energética, acima da capacidade de carregá-la para o interior das células.

Quanto aos lipídios plasmáticos, entre os atletas as alterações ocorrem em um percentual muito pequeno do grupo, enquanto que no grupo controle esse percentual foi bastante elevado, principalmente no colesterol HDL e triglicérides, ambos com cerca de um terço dos indivíduos com inadequação destes parâmetros para a boa saúde.

Há relato na literatura de que o exercício físico promove alteração na concentração sérica de lipídios, tanto durante o esforço físico realizado (McARDLE, KATCH e KATCH, 2006) quanto no período de recuperação (HALL *et al.*, 2002). Com isso, a menor prevalência de valores incompatíveis com os padrões de saúde geral nos lipídios plasmáticos, observada nos atletas, pode ser resultante exatamente desta condição de utilização constante da musculatura esquelética e de todos os sistemas fisiológicos relacionados à prática desportiva.

Com isso, a dedução que se faz é de que a prática de exercícios promoveu uma melhor condição homeostática entre a demanda e o gasto energético dos macronutrientes e, mais especificamente, da glicose e dos lipídios plasmáticos. Com isso, nota-se que as variáveis bioquímicas aqui analisadas sofrem influência do nível de atividade física habitual.

Este fato confirma a orientação de prática de exercícios físicos de forma regular e sistematizada para controle da glicemia (BWEIR *et al.*, 2009), das lipoproteínas plasmáticas (ENEVOLDSEN *et al.*, 2004), além do bom condicionamento físico e saúde geral (PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION - PAHO, 2001; NOAKES e MARINO, 2007; MORA *et al.*, 2007).

A seguir, na tabela 7, são apresentados os valores descritivos referentes à dosagem de minerais dos atletas, comparando-os aos valores de referência estabelecidos na literatura.

Tabela 7: Distribuição do intervalo de confiança [IC 95%] para a média, valores mínimo e máximo da dosagem de minerais em atletas de futebol de Campo Grande-MS, conforme valores de referência (n = 60).

VARIÁVEIS (ml/dl)	Média	[IC 95%]	Mínimo	Máximo	Valor de referência*
Magnésio	1,9	[1,8; 2,0]	1,6	2,5	1,7 – 2,6
Cálcio	9,4	[9,3; 9,5]	8,6	10,4	8,6 – 10,2
Fósforo	3,5	[3,4; 3,6]	1,9	4,8	2,5 – 4,8

* Conforme Burtis, Ashwood e Bruns (2006).

A figura 14, em complementação a tabela 7, permite visualizar que as alterações na dosagem de minerais dos atletas, no que se refere aos parâmetros considerados saudáveis, representam percentuais muito baixos em relação ao grupo todo, tanto no excedente de cálcio (1,7%), quanto no déficit de magnésio (5,0%) e fósforo (1,7%).

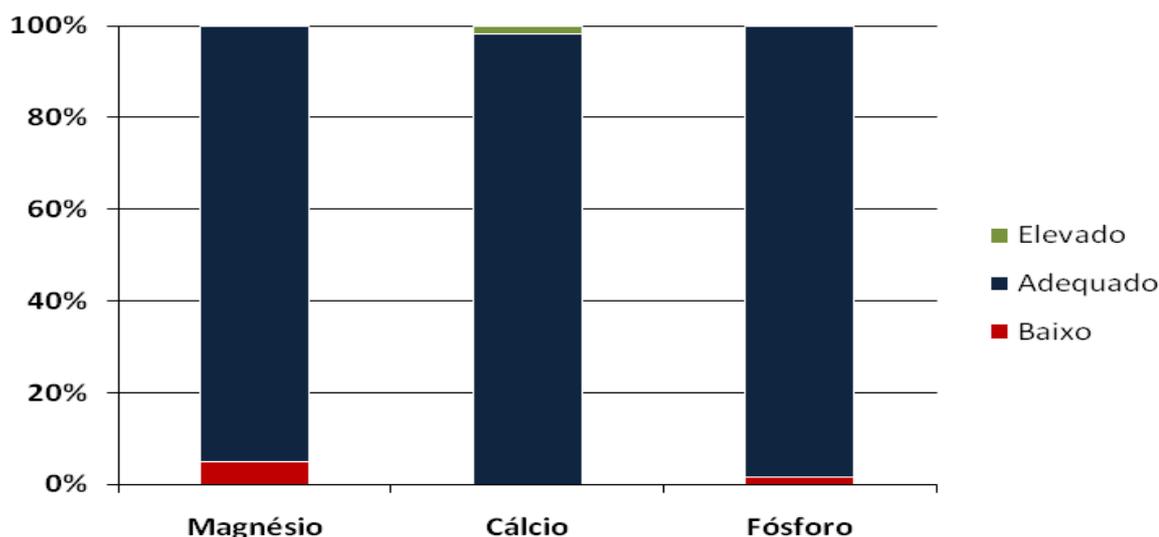


Figura 14: Distribuição dos valores de magnésio, cálcio e fósforo, de atletas de futebol de Campo Grande-MS, conforme parâmetros para a saúde (n = 60).

Os valores médios dos minerais analisados nos atletas se enquadram como adequados à saúde (tabela 7). Ainda assim, alterações ocorreram no magnésio e no fósforo, com valores mínimos abaixo dos padrões, e no cálcio, com valor máximo acima da referência.

Já na figura 15, observa-se que na dosagem de minerais do grupo controle há alteração apenas na variável fósforo, na qual os indivíduos foram classificados como deficitários. Contudo, essa alteração representa um elevado percentual (77,5%) em relação ao grupo todo.

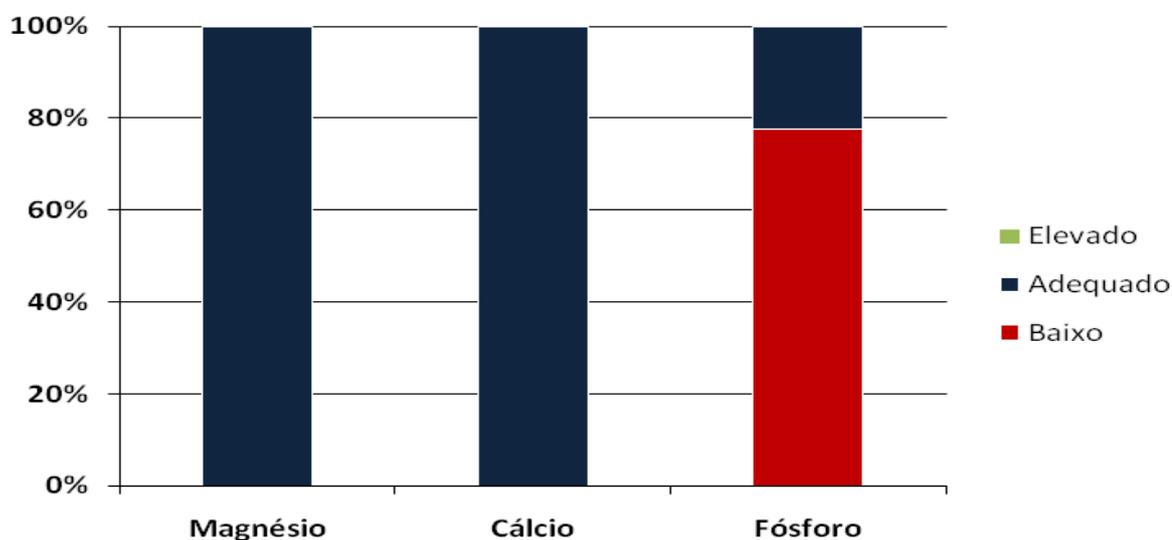


Figura 15: Distribuição dos valores de magnésio, cálcio e fósforo, do grupo controle do estudo, conforme parâmetros para a saúde (n = 40).

Analisando conjuntamente as informações das figuras 14 e 15 com a tabela 1, verifica-se que as diferenças estatisticamente significativas entre os valores médios da dosagem de minerais dos atletas e do grupo controle coincidiu com os valores alterados desses elementos em cada um dos grupos.

Desta forma, os atletas apresentaram valor médio de magnésio inferior ao grupo controle (tabela 1), concomitantemente com um percentual de 5% de indivíduos em condições alteradas para os padrões de saúde (figura 14), enquanto que entre os componentes do grupo controle não se deparou com alterações nessa variável (figura 15).

Na dosagem do cálcio, que não diferiu entre os grupos pesquisados (tabela 1), houve apenas uma sutil alteração, de 1,7% entre os atletas (figura 14), mas nenhuma entre os membros do outro grupo (figura 15).

Ao avaliar a média da concentração sérica do mineral fósforo, o valor dos atletas foi estatisticamente superior ao dos membros do grupo controle (tabela 1). Essa situação é consequência da grande diferença entre o número de indivíduos com alteração dos parâmetros saudáveis para tal variável, quando comparados os dois grupos. Verificou-se um pequeno percentual dessa condição entre os atletas, de apenas 1,7% (figura 14), contra um valor de 77,5% no grupo controle (figura 15).

Todas as condições mencionadas em relação às alterações notadas na dosagem de minerais merecem atenção, pois tais elementos estão ligados a realização de diversos processos bioquímicos que podem expor ao risco a saúde de uma pessoa, independentemente do nível de atividade física habitual praticado (WILLIAMS, 2005).

Deste modo, mesmo a pequena alteração da medida de cálcio, observada no presente estudo entre os atletas, deve ser vista com prudência, pois a possibilidade de desenvolvimento de infarto do miocárdio foi investigada por Hajjar *et al.* (2000), sendo que a presença desse elemento foi o critério de comparação entre dois grupos. Os autores concluíram que a presença do mineral tem um fator protetor para a falência das fibras musculares cardíacas. Com isso, quantidades inadequadas podem elevar o risco de problemas cardíacos.

Nesta mesma linha de pesquisa, Greenland *et al.* (2004) acompanharam 1029 indivíduos adultos com risco para desenvolver doenças coronarianas, nos quais avaliou-se a concentração de cálcio nos vasos sanguíneos. Ao final do estudo, os autores concluíram que a quantidade circulante desse mineral no organismo pode modificar o fator de risco para doenças do sistema cardiovascular, especialmente naquelas pessoas com classificação de risco intermediário para este tipo de doença. Nesse caso, o elevado valor de cálcio associou-se com aumento na ocorrência de eventos cardíacos, tanto fatais como não fatais. Por outro lado, a baixa concentração desse mineral não teve relação com a baixa frequência de problemas cardiovasculares.

No que se refere ao magnésio, o valor de 5% de atletas com déficit desse mineral representa potenciais complicações metabólicas relacionadas aos momentos de catabolismo e anabolismo celular, uma vez que o elemento interage

com macronutrientes em processos aeróbios e anaeróbios de contração muscular (ALEXANDER, HOENDEROP e BINDELS, 2008).

Uma dessas possíveis complicações está relacionada à regulação glicêmica, tendo em vista que o magnésio tem envolvimento com a secreção de insulina. Neste caso, pode haver uma utilização inadequada da glicose plasmática, predispondo o indivíduo a desenvolver resistência à insulina e, em casos mais graves, levar a um quadro de diabetes (NEWHOUSE *et al.*, 2002).

Já a dosagem de fósforo foi a que teve maior percentual de alteração entre os indivíduos pesquisados, mais especificamente no grupo controle (figura 15). Como o íon está relacionado constantemente com a produção de moléculas de ATP (BROWN, MILLER e EASON, 2006), imagina-se que atletas tenham maior demanda desse elemento e, por isso, o controle homeostático também seja mais eficiente. Esta hipótese pode ser a explicação para o ínfimo desajuste do mineral entre os atletas (figura 14), em comparação com o outro grupo.

A maior preocupação quanto a alteração sérica de fósforo está relacionada ao risco de desenvolvimento de doenças renais (SULLIVAN *et al.*, 2009) e de eventos cardíacos que podem levar à morte (TONELLI *et al.*, 2005). Contudo, ambas as condições mencionados referem-se ao risco ligado ao excesso desse mineral no organismo e não ao baixo valor, como foi obtido no presente estudo.

Por outro lado, valores baixos de fósforo também não devem ser desprezados, do ponto de vista da saúde humana, pois este íon é extremamente importante ao bom funcionamento de células e tecidos orgânicos, desempenhando funções estruturais e metabólicas (HORTON *et al.*, 2006), além de não possuir um mecanismo de controle homeostático tão eficiente quanto os demais íons avaliados no presente estudo (MIESSLER e TARR, 2003).

Na sequência, nas tabelas 8, 9 e 10, são descritos os valores dos coeficientes de correlação entre as variáveis analisadas neste estudo, ou seja, medidas antropométricas, bioquímicas e dosagem de minerais em atletas.

Tabela 8: Matriz dos coeficientes de correlação entre medidas antropométricas e parâmetros bioquímicos de atletas de futebol de Campo Grande-MS (n = 60).

VARIÁVEIS	Glicose	Colesterol total	Colesterol HDL	Colesterol LDL	Triglicérides
IMC* (kg/m ²)	- 0,2196	- 0,1180	- 0,0170	- 0,1132	- 0,0885
Gordura corporal (%)	0,0675	0,2268	- 0,3055	0,2738	0,1833

*IMC = índice de massa corporal.

Na análise da correlação entre medidas antropométricas e parâmetros bioquímicos (tabela 8) houve correlação estatisticamente significativa ($p < 0,05$) do percentual de gordura com o colesterol HDL, de forma negativa, e com o colesterol LDL, de forma positiva.

Para este tipo de correlação, entre parâmetros antropométricos e bioquímicos, já há relato na literatura, como o estudo realizado por Kahn e Valdez (2003), no qual os autores mensuraram uma amostra de 9183 adultos e observaram que os indivíduos que apresentaram correlação entre estas medidas também tinham maior probabilidade de desenvolver alteração em outros índices bioquímicos, tais como glicemia elevada e, especialmente, colesterol LDL.

Já na pesquisa de Hamer e Steptoe (2009), que acompanhou 176 adultos saudáveis por um período de três anos, os autores identificaram associação entre valores elevados de marcadores bioquímicos de risco à saúde com o ganho de peso, sendo este acréscimo de massa corporal provavelmente proveniente de acúmulo de tecido adiposo.

No presente estudo estes fatos se confirmam, já que o perfil lipídico dos atletas teve alteração na dosagem do colesterol total e do colesterol HDL, conforme apresentado anteriormente na tabela 6 e na figura 12. Agora, com a informação complementar da tabela 8, verifica-se que a correlação entre os marcadores bioquímicos do perfil lipídico é mais marcante em relação ao elevado percentual de gordura do que ao excesso de massa corporal.

Desta maneira, a hiperlipidemia notada, mesmo que em pequena parcela do grupo de atletas, deve ser acompanhada a fim de evitar maiores danos ao organismo desses indivíduos. Além disso, mesmo com a prática de exercícios físicos é necessário dedicar atenção quanto a composição corporal, especialmente no que

se refere a quantidade de massa adiposa, pois quando este componente se eleva, também aumenta o risco de surgirem doenças do aparelho cardiovascular.

Novamente é necessário ressaltar a pequena importância atribuída pelos atletas à orientação nutricional, ocasionando assim uma dieta pouco controlada, quando comparada com o maior rigor existente em relação à rotina de exercícios dos treinamentos físicos. Esta desigualdade entre a atenção dispensada para a ingestão e a demanda de nutrientes pode ser o fator responsável pelo desequilíbrio no perfil lipídico do grupo pesquisado.

Tabela 9: Matriz dos coeficientes de correlação entre medidas antropométricas e dosagem de minerais de atletas de futebol de Campo Grande-MS (n = 60).

VARIÁVEIS	Magnésio	Cálcio	Fósforo
IMC* (kg/m ²)	0,1598	0,0148	- 0,2322
Gordura corporal (%)	0,0825	- 0,0714	- 0,1206

*IMC = índice de massa corporal.

No conjunto de medidas antropométricas e dosagem de minerais (tabela 9) não houve correlação estatisticamente significativa entre nenhuma das variáveis.

A inexistência de associação entre os dois grupos de variáveis é indicativo de que os minerais desempenham suas funções biológicas no organismo desses atletas, podendo interferir no metabolismo dos nutrientes que formam os tecidos musculares e adiposo, mas não sofrem, necessariamente, interferência da quantidade de massa corpórea ou de gordura corporal.

Tabela 10: Matriz dos coeficientes de correlação entre parâmetros bioquímicos e dosagem de minerais de atletas de futebol de Campo Grande-MS (n = 60).

VARIÁVEIS	Magnésio	Cálcio	Fósforo
Glicose	- 0,2099	- 0,3903	0,0071
Colesterol total	- 0,1638	- 0,1983	- 0,0799
Colesterol HDL	- 0,1426	0,0150	- 0,2351
Colesterol LDL	- 0,1087	- 0,2316	- 0,0221
Triglicérides	- 0,0909	0,0462	0,0664

Quanto aos parâmetros bioquímicos e dosagem de minerais (tabela 10) houve correlação estatisticamente significativa ($p < 0,05$), de forma negativa, apenas entre glicose e cálcio.

Inicialmente deve ser lembrado que os dois metabólitos mencionados interagem com a fibra muscular esquelética. Neste caso, a glicose é um importante fornecedor de energia para a produção de moléculas de ATP, tanto em esforços físicos aeróbios quanto anaeróbios (PLUM, BELGARDT e BRÜNING, 2006). Já o cálcio é essencial para a movimentação da miofibrilas, servindo como regulador da condição de contração ou relaxamento do sarcômero (McARDLE, KATCH e KATCH, 2006). Assim, é esperado que a interação entre cálcio e glicose torne-se mais acentuada em indivíduos praticantes de exercícios físicos, pois a utilização da musculatura esquelética é frequente.

É necessário considerar ainda o fato de que o esforço físico leva à depleção do glicogênio muscular, que por sua vez resulta numa diminuição da capacidade do retículo sarcoplasmático em utilizar a bomba de cálcio (MARTINI e WOOD, 2009). Assim a concentração sérica desse mineral aumenta, sempre que houver a utilização da glicose para a produção de energia que movimenta as miofibrilas em direção ao centro do sarcômero.

Considerando os resultados dos três grupos de variáveis analisadas neste estudo, nota-se a interação entre algumas delas, correlacionando-se tanto de forma positiva quanto negativa, o que precisa ser considerado sempre que houver intervenções profissionais com atletas desta modalidade.

Assim, mesmo que a condição física dos desportistas seja apropriada para a modalidade praticada, é importante o acompanhamento de parâmetros relacionados à saúde desses indivíduos, pois ambas as condições (performance e saúde) podem não ocorrer de forma simultânea num mesmo sujeito.

6 CONCLUSÕES

- A percepção dos atletas quanto ao desempenho na prática esportiva depende de vários fatores, os quais muitas vezes são contraditórios, como o conhecimento científico e crença religiosa, criando uma condição psicossocial complexa.
- A maioria do grupo atribui pouco valor ao suporte psicológico e nutricional, em detrimento da preparação física, técnica e tática.
- A prática regular de exercícios físicos em atletas de futebol favorece à formação de um perfil bioquímico diferente daquele de indivíduos sedentários.
- O treinamento físico promove adequações nas medidas antropométricas relacionadas à massa corporal e percentual de gordura dos desportistas.
- O treinamento físico, isoladamente, não é suficiente para manter todas as medidas antropométricas em patamares considerados adequados à saúde.
- A rotina de exercícios físicos adotada pelos atletas não repercute significativamente no seu metabolismo mineral.
- O excesso de tecido adiposo subcutâneo está correlacionado com o perfil lipídico dos atletas.
- O cálcio e a glicose se correlacionam, em função de sua participação no metabolismo da musculatura esquelética.
- A modalidade de futebol exige uma intervenção multiprofissional para proporcionar condições adequadas de saúde aos atletas.

7 SUGESTÕES

- Os clubes esportivos podem oferecer suporte psicológico aos atletas, especialmente àqueles que estão afastados de suas famílias, para que as questões psicossociais não se tornem um fator negativo na performance atlética e na saúde deles.
- Também pode ser oferecido maior suporte nutricional, por meio de orientação profissional, visando corrigir a inadequação existente entre a ingestão e o gasto dos nutrientes, especialmente em relação aos lipídios e aos minerais.
- É importante o monitoramento, por meio de exames bioquímicos, do perfil lipídico e da concentração sérica de minerais durante o período de treinamento esportivo, bem como sistemáticas avaliações antropométricas com a finalidade de avaliar a composição corporal dos atletas.

REFERÊNCIAS¹

Abashidze S, Jariachvili T, Kometiani Z. The effect of EGTA and Ca⁺⁺ in regulation of the brain Na/K-ATPase by noradrenaline. *BMC Biochem* 2001;2(8):1471-1475.

Adegoke OA, Arogundade O. The effect of chronic exercise on lung function and basal metabolic rate in some Nigerian athletes. *Afr J Biomed Res* 2002;5:9-11.

Alexander RT, Hoenderop JG, Bindels RJ. Molecular determinants of magnesium homeostasis: insights from human disease. *J Am Soc Nephrol* 2008;19(1):1451-1458.

Althuis MD, Jordan NE, Ludington EA, Wittes JT. Glucose and insulin responses to dietary chromium supplements: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2002;76(1):148-155.

American College of Sports Medicine – ACSM. Nutrition and athletic performance 2009;41(3):709-731.

Aquino Neto, FR. O papel do atleta na sociedade e o controle de dopagem no esporte. *Rev Bras Med Esporte* 2001;7(4):138-148.

Araújo RA. Baluartes do futebol campo-grandense. Campo Grande: Associação de novos escritores de MS; 2002.

Araújo RA. Craques do futebol campo-grandense. Campo Grande: Associação de novos escritores de MS; 2005.

Araújo RA. Futebol, uma fantástica paixão – a história do futebol campo-grandense.– tomo I. Campo Grande: Associação de novos escritores de MS; 1998.

Berchtold MW, Brinkmeier H, Müntener M. Calcium ion in skeletal muscle: its crucial role for muscle function, plasticity and disease. *Physiol Rev* 2000;80(3):1215-1265.

Bertini I, Gray HB, Lippard SJ, Valentine JS. Bioinorganic chemistry. Mill Valley, CA: University Science Books; 1994.

Böhme MTS. Cineantropometria – componentes da constituição corporal. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2000;2(1):72-79.

Borsari JR. A evolução do futebol. São Paulo: EPU; 2002.

¹ Conforme *International Committee of Medical Journal Editors (Vancouver Style)*.

Briscoe AM, Ragan C. Effects of magnesium on calcium metabolism in man. *Am J Clin Nutr* 1966;19:296-306.

Brown SP, Miller WC, Eason JM. Exercise physiology – basis of human movement in health and disease. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.

Brunoro JC, Afif A. Futebol 100% profissional. São Paulo: Editora Gente; 1997.

Burtis CA, Ashwood ER, Bruns DE. Tietz Textbook of clinical chemistry and molecular diagnostics. . 4 ed. Amsterdam: Elsevier; 2006.

Buzinaro EF, Almeida RNA, Mazeto GMFS. Biodisponibilidade de cálcio dietético. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2006;50(5):852-861.

Bweir S, Al-Jarrah M, Almalaty AM, Maayah M, Smirnova IV, Novikova L, Stehno-Bittel L. Resistance exercise training lowers HbA1c more than aerobic training in adults with type 2 diabetes. *Diabetol Metab Syndr* 2009;1(27):1-7.

Clarkson PM, Thompson H. Antioxidant: what role do they play in physical activity and health? *Am J Clin Nutr* 2000;72(sup.1):637-646.

Corrêa DKA, Alchieri JC, Duarte LRS, Strey MN. Excelência na produtividade: a performance de jogadores de futebol profissional. *Psicol Reflex Crit* 2002;15(2):447-460.

Crichton RR. Biological inorganic chemistry – an introduction. Amsterdam: Elsevier; 2008.

Davies PSW, Cole TJ. Body composition techniques in health and disease. Cambridge: Cambridge University Press;1995.

Diretrizes brasileiras sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose (IV). *Arq Bras Cardiol* 2007;88(sup.1):2-19.

Eston R, Reilly T. Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data. 2 ed. Londres: Routledge; 2001.

Enevoldsen LH, Simonsen L, Macdonald IA, Bülow J. The combined effects of exercise and food intake on adipose tissue and splanchnic metabolism. *J Physiol* 2004;561(3):871-882.

Farrell ML, Nicoteri JA. Nutrition. Grove Road: Slack incorporated; 2001.

Fox I. Introduction to human physiology. Columbus: Mcgraw-Hill; 2009.

Freire JB. *Pedagogia do futebol*. 2 ed. Campinas: Autores associados; 2006.

Ginsberg HN. New perspectives on atherogenesis: role of abnormal triglyceride-rich lipoprotein metabolism. *Circulation* 2002;106:2137-2142.

Gladden LB. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *J Physiol* 2004;558(1):5-30.

González-Alonso J, Calbet JAL. Reductions in systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans. *Circulation* 2003;107:824-830.

Greenland P, aBree L, Azen SP, Doherty TM, Detrano RC. Coronary artery calcium score combined with Framingham score for risk prediction in asymptomatic individuals. *JAMA* 2004;291(2):210-215.

Guerra I, Soares EA, Burini RC. Aspectos nutricionais do futebol de competição. *Rev Bras Med Esporte* 2001;7:200-206.

Hajjar RJ, Schwinger RHG, Schmidt U, Kim CS, Lebeche D, Doye AA, Gwathmey JK. Myofilament calcium regulation in human myocardium. *Circulation* 2000;101:1679-1685.

Hall GV, Büllow J, Sacchetti M, Nariman AM, Lyngso D, Simonsen L. Regional fat metabolism in human splanchnic and adipose tissues: the effect of exercise. *J Physiol* 2002;543(3):1033-1046.

Hamer M, Steptoe A. Prospective study of physical fitness, adiposity and inflammatory markers in healthy middle-ages men and women. *Am J Clin Nutr* 2009;89:85–89.

Hardie DG, Hawley AS, Scott JW. AMP-activated protein kinase – development of the energy sensor concept. *J Physiol* 2006;574(1):7-15.

Haskell WL, Kiernan M. Methodologic issues in measuring activity and physical fitness when evaluating the role of dietary supplements for physically active people. *Am J Clin Nutr* 2000;72(sup.1):541-550.

Haskell WI, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, Bauman A. Physical activity and public health – updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 2007;116:1081-1093.

Heyward VH, Wagner DR. Applied body composition assessment. 2 ed. Champaign: Human kinetics; 2004.

Hochman B, Nahas FX, Oliveira Filho RS, Ferreira LM. Desenhos de pesquisa. Acta Cir Bras 2005;20(sup.1):1-9.

Horton HR, Moran LA, Scrimgeour KG, Perry MD, Rawn JD. Principles of biochemistry. 4 ed. New Jersey: Prentice Hall; 2006.

Hunt CD, Johnson L. Magnesium requirements: new estimations for men and women by cross-sectional statistical analyses of metabolic magnesium balance data. Clin Nutr 2006;84:632-635.

Huxley R, Mendis S, Zheleznyakov E, Reddy S, Chan J. Body mass index, waist circumference and waist:hip ratio as predictors of cardiovascular risk – a review of the literature. Eur J Clin Nutr 2010;64:16-22.

Insel P, Ross D, McMahon K, Bernstein M. Nutrition. 4 ed. Subdury: Jones & Bartett; 2010.

Jäger R, Purpura M, Kingsley M. Phospholipids and sports performance. J Int Soc Sports Nutr 2007;4(5):1-8.

Jones JE, Manalo R, Flink EB. Magnesium requirements in adults. Am J Clin Nutr 1967;20(6):632-635.

Joyner MJ, Coyle EF. Endurance exercise performance: the physiology of champions. J Physiol 2008;586(1):35-44.

Juel C, Halestrap AP. Lactate transport in skeletal muscle – role and regulation of the monocarboxylate transporter. J Physiol 1999;517(3):633-642.

Kahn HS, Valdez R. Metabolic risks identified by the combination of enlarged waist and elevated triacylglycerol concentration. Am J Clin Nutr 2003;78:928–934.

Kanzaki M. Insulin receptor signals regulating GLUT4 translocation and actin dynamics. Endocr J 2006;53(3):267-293.

Kaplan RJ, Greenwood CE, Winocur G, Wolever TMS. Cognitive performance is associated with glucose regulation in healthy elderly persons and can be enhanced with glucose and dietary carbohydrates. Am J Clin Nutr 2000;72:825–836.

Kellett GL. The facilitated component of intestinal glucose absorption. J Physiol 2001;531(3):585-595.

Koch LG, Britton SL. Aerobic metabolism underlies complexity and capacity. *J Physiol* 2008;586(1):83-95.

Konrad M, Schlingmann KP, Gudermann T. Insights into the molecular nature of magnesium homeostasis. *Am J Physiol Renal Physiol* 2004;286(1):599-605.

Kowaltowski AJ, Seetharaman S, Paucek P, Garlid KD. Bioenergetic consequences of opening the ATP-sensitive K channel of heart mitochondria. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2001;280:649-657.

Lloyd-Jones DM. Cardiovascular risk prediction – basic concepts, current status and future directions. *Circulation* 2010;121:1768-1777.

Maestá N, Cyrino ES, Nardo Junior N, Morelli MYG, Santarém Sobrinho JM, Burini RC. Antropometria de atletas culturistas em relação à referência populacional. *Rev Nutr* 2000;13(2):135-141.

Manninen AH. Is a calorie really a calorie? Metabolic advantage of low-carbohydrate diets. *J Int Soc Sports Nutr* 2004;1(2):21-26.

Martini LS, Wood RJ. Milk intake and the risk of type 2 diabetes mellitus, hypertension and prostate cancer. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2009;53(5):688-694.

McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Essentials of exercise physiology*. 3 ed. Baltimore: Lippicott Williams & Wilkins; 2006.

Meis L. Energy interconversion by the sarcoplasmic reticulum Ca^{2+} -ATPase: ATP hydrolysis, Ca^{2+} transport, ATP synthesis and heat production. *An Acad Bras Ci* 2000;72(3):365-379.

Meludu SC, Nishimuta M, Yoshitake Y, Toyooka F, Kodama N, Kim CS, Maekawa Y, Fukuoka H. Anaerobic exercise – induced changes in serum mineral concentrations. *Afr J Biomed Res* 2002;5:13-17.

Miessler GL, Tarr DA. *Inorganic Chemistry*. 3 ed. Minnesota: Prentice Hall; 2003.

Mora S, Cook N, Buring JE, Ridker PM, Lee IM. Physical activity and reduced risk of cardiovascular events – potential mediating mechanisms. *Circulation* 2007;116:2110-2118.

Müller O, Krawinkel M. Malnutrition and health in developing countries. *Can Med Assoc J* 2005;173(3):279-286.

Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. Harper's illustrated biochemistry. 26 ed. New York: McGraw-Hill; 2003.

Nathan DG, Orkin S. Musings on genome medicine: cholesterol and coronary artery disease. *Genome Med* 2009;1(6):60-63.

Nelson DL, Cox MM. Lehninger Principles of Biochemistry. 4 ed. New York: W. H. Freeman and Company; 2004.

Newhouse IJ, Johnson KP, Montelpare WJ, McAuliffe JE. Variability within individuals of plasma ionic magnesium concentrations. *BMC Physiol* 2002;2(6):1-7.

Nielsen JJ, Mohr M, Klarskov C, Kristensen M, Krstrup P, Juel C, Bangsbo J. Effects of high-intensity intermittent training on potassium kinetics performance in human skeletal. *J Physiol* 2003;554(3):857-870.

Noakes TD, Marino FE. Arterial oxygenation, central motor output and exercise performance in humans. *J Physiol* 2007;585(3):919-921.

Ogoh S, Hayashi N, Inagaki M, Ainslie PN, Miyamoto T. Interactions between the ventilatory and cerebrovascular responses to hypo and hypercapnia at rest and during exercise. *J Physiol* 2008;586(17):4327-4338.

Orpana HM, Berthelot JM, Kaplan MS, Feeny DH, McFarland B, Ross NA. BMI and mortality: results from a national longitudinal study of Canadian adults. *Obesity* 2009;18:214-218.

Packard RRS, Libby P. Inflammation in atherosclerosis: from vascular biology to biomarkers Discovery and risk prediction. *Clin Chem* 2008;54(1):24-38.

Pan American Health Organization - PAHO. Interventions to promote health through increased physical activity. *Pan Am J Public Health* 2001;10(6):422-425.

Pereira GAP, Genaro PS, Pinheiro MM, Szejnfeld VL, Martini LA. Cálcio dietético – estratégias para otimizar o consumo. *Rev Bras Reumatol* 2009;49(2):1164-180.

Petroski EL, Pires-Neto CS. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em homens. *Rev Bras Atividade Física e Saúde* 1996;1(3):5-14.

Pi-Sunyer FX. Glycemic index and disease. *Am J Clin Nutr* 2002;76(1):290-298.

Plum L, Belgardt BF, Brüning JC. Central insulin action in energy and glucose homeostasis. *J Clin Invest* 2006;116(7):1761-1766.

Pocock G; Richards CD. Human physiology. 3 ed. Oxford: Oxford University Press; 2006.

Pocock G; Richards CD. The human body. Oxford: Oxford University Press; 2009.

Prado WL, Botero JP, Guerra RLF, Rodrigues CL, Cuvello LC, Dâmaso AR. Perfil antropométrico e ingestão de macronutrientes em atletas profissionais brasileiros de futebol, de acordo com suas posições. Ver Bras Med Esporte 2006;12(2):61-65.

Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. J Sports Sci 2000;18(9):669-683.

Richter EA, Derave W, Wojtaszewski JFP. Glucose, exercise and insulin: emerging concepts. J Physiol 2001;535(2):313-322.

Rodrigues FFX. Modernidade, disciplina e futebol: uma análise sociológica da produção social do jogador de futebol no Brasil. Sociologias 2004;6(11):260-299.

Sacchetti M, Saltin B, Olsen DB, Hall G. High Triacylglycerol turnover rate in human skeletal muscle. J Physiol 2004;561(3):883-891.

Saks V, Dzeja P, Schlattner U, Vendelin M, Terzi A, Wallimann T. Cardiac system bioenergetics: metabolic basis of the Frank-Starling law. J Physiol 2006;571(2):253-273.

Scott C. Misconceptions about aerobic and anaerobic energy expenditure. J Int Soc Sports Nutr 2005;2(2):32-37.

Seelig MS. The requirement of magnesium by the normal adult. Am J Clin Nutr 1964;14:342-390.

Seidell JC, Kahn HS, Williamson DF, Lissner L, Valdez R. Report from a Centers for Disease Control and Prevention Workshop on use adult anthropometry for public health and primary health care. Am J Clin Nutr 2001;73:123-126.

Shammas NW. Epidemiology, classification and modifiable risk factors of peripheral arterial disease. Vasc Health Risk Manag 2007;3(2):229-234.

Shils ME, Shike M, Ross AC, Caballero B, Cousins RJ. Modern nutrition in health and disease. 10 ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.

Silva CC, Teixeira AS, Goldberg TBL. O esporte e suas implicações na saúde óssea de atletas adolescentes. Rev Bras Med Esporte 2003;9(6):426-432.

Silva PRP, Trindade RS, De Rose EH. Composição corporal, somatotipo e proporcionalidade de culturistas de elite do Brasil. *Rev Bras Med Esporte* 2003;9(6):403-407.

Smith CS, Bottomley PA, Schulman SP, Gerstenblith G, Weiss RG. Altered creatine kinase adenosine triphosphate kinetics in failing hypertrophied human myocardium. *Circulation* 2006;114:1151-1158.

Steingrimsdottir L, Gunnarsson O, Indridason OS, Franzson L, Sigurdsson G. Relationship between serum parathyroid hormone levels, vitamin D sufficiency and calcium intake. *JAMA* 2005;294(18):2336-2341.

Stewart IB, Stewart KL. Energy balance during two days of continuous stationary cycling. *J Int Soc Sports Nutr* 2007;4(15):1-6.

Sullivan C, Sayre SS, Leon JB, Machekano R, Love TE, Porter D, Marbury M, Sehgal A. Effect of food additives on hyperphosphatemia among patients with end-stage renal disease – a randomized controlled trial. *JAMA* 2009;301(6):629-635.

Tchoukalova YD, Koutsari C, Karpyak MV, Votruba SB, Wendland E, Jensen MD. Subcutaneous adipocyte size and body fat distribution. *Am J Clin Nutr* 2008;87:56–63.

Tonelli M, Sacks F, Pfeffer M, Gao Z, Curhan G. Relation between serum phosphate level and cardiovascular event rate in people with coronary disease. *Circulation* 2005;112:2627-2633.

Vigne G, Gaudino C, Rogowski I, Alloatti G, Hautier C. Activity profile in elite Italian soccer team. *Int J Sports Med* 2010;31:304-310.

Yamada T, Katagiri H. Avenues of communication between the brain and tissues/organs involved in energy homeostasis. *Endocr J* 2007;54(4):497-505.

Watt MJ, Heigenhauser GJF, Dyck DJ, Spriet LL. Intramuscular triacylglycerol, glycogen and acetyl group metabolism during 4 h of moderate exercise in man. *J Physiol* 2002;541(3):969-978.

Weineck, J. Futebol total. São Paulo: Phorte Editora; 2004.

Westertrep KR, Smeets A, Lejeune MP, Wouters-Adriaens MPE, Westertrep-Plantenga MS. Dietary fat oxidation as a function of body fat. *Am J Clin Nutr* 2008;87:132–135.

Whitney E, Sizer FS. Nutrition: concepts and controversies. 11 ed. Belmont: Thomson Wadsworth; 2006.

Williams MH. Dietary supplements ad sports performance: minerals. J Int Soc Sports Nutr 2005;2(1):43-49.

Wilmore JH, Costill DL, Kenney WL. Physiology of sport and exercise. 4 ed. Champaign: Human Kinetics; 2008.

World Health Organization – WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva; 2003.

Zárate P. Diretrizes para elaboração de teses e dissertações. Campo Grande-MS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste; 2008.

APÊNDICE A: Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido elaborado para o desenvolvimento da pesquisa.

Você está sendo convidado a para participar, como voluntário, de uma pesquisa que pretende analisar as características antropométricas, bioquímicas e minerais do organismo de atletas e de não atletas.

Esta pesquisa será coordenada por mim (professor Joel Saraiva Ferreira) e você pode entrar em contato comigo pelo telefone 9999 3108, ou ainda pelo telefone 3345 7187 com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CEP/UFMS), para maiores esclarecimentos sobre a realização e o desenvolvimento do estudo.

Caso aceite participar deste estudo, saiba que:

- Você será entrevistado, submetido à pesagem, medido a estatura, o percentual de gordura corporal e solicitado para coleta de amostra de sangue para a realização da análise de medidas bioquímicas e minerais em seu organismo.
- O material biológico (sangue) será coletado por um profissional capacitado, que seguirá todas as normas de biossegurança. Esse material será analisado exclusivamente para fins deste estudo e posteriormente descartado.
- Os riscos aos participantes da pesquisa são mínimos, relacionados aos possíveis desconfortos e/ou alguma ansiedade na coleta de material sanguíneo para exame bioquímico.
- Como benefício de sua participação neste estudo, destaca-se a possibilidade de acesso a informações sobre seu estado atual de saúde, por meio das medidas citadas. Para isso, você receberá o resultado dos exames realizados, juntamente com uma orientação sobre a interpretação desses resultados. Caso haja alteração em algum dos exames realizados, você receberá orientações sobre encaminhamento a um profissional especializado.
- Fica assegurada a confidencialidade, sigilo e privacidade da entrevista e dos resultados a partir dos dados obtidos, inclusive posteriormente, caso sejam divulgados, exclusivamente, em meio científico.
- Você não receberá nenhum pagamento por sua participação neste estudo e também não terá nenhum gasto com isso, pois todo o procedimento para coleta e análise das informações será realizado por conta do pesquisador responsável.

- Você terá a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento, de não responder a alguma pergunta e/ou deixar de participar do estudo, sem que isto traga algum prejuízo ou penalidade.

Após a leitura deste formulário de consentimento e aceite da proposta, você será participante voluntário da pesquisa.

Este documento será elaborado em duas vias, sendo que uma delas ficará com você e outra com o pesquisador responsável.

Eu, _____
declaro que após o esclarecimento feito pelo pesquisador e depois de ter entendido o que me foi explicado, proponho-me a participar voluntariamente deste estudo.

Campo Grande, _____ de _____ de 200__

Assinatura
Participante voluntário

Joel Saraiva Ferreira
Pesquisador responsável

APÊNDICE B: Modelo de ficha elaborada para coleta de dados relacionados aos critérios de inclusão e exclusão do estudo, juntamente com informações sobre idade, carga horária semanal de treinamento, variáveis antropométricas, bioquímicas e minerais.

Código de identificação

1 – IDENTIFICAÇÃO: Grupo: () Atleta () Controle

1.1 – Nome: _____ Idade atual: _____ anos.

1.2 – Adota uma dieta exclusivamente vegetariana?

Considerar os **últimos 12 meses**: () Sim () Não

1.3 – Faz uso suplementação alimentar (fórmula comercializada)?

Considerar os **últimos 12 meses**: () Sim () Não

1.4 – Tem diagnóstico de alguma doença, atual ou anterior, tanto transmissível como não transmissível?

Considerar **toda a vida**: () Sim () Não

Se a resposta for SIM, qual(is)? _____

1.5 – Faz uso de medicamentos?

Considerar os **últimos 12 meses**: () Sim () Não

Se a resposta for SIM, qual(is)?

Medicamentos (nomes) prescritos e não prescritos pelo médico	Posologia	Duração

2 – PRÁTICA DE EXERCÍCIO FÍSICO:

2.1 – Frequência semanal = _____ dias.

2.2 – Carga horária de treinamento por dia = _____ horas.

Carga horária semanal de treinamento = _____ horas e _____ minutos.

3 – DADOS ANTROPOMÉTRICOS:

Peso corporal (kg)		Estatura (m)		
DOBRAS CUTÂNEAS (em mm)				
Localização	1ª medida	2ª medida	3ª medida	Média
Tríceps				
Subescapular				
Suprailíaca				
Panturrilha				
IMC (kg/m²)				%G

4 – MEDIDAS BIOQUÍMICAS:

Variável	Resultado	Classificação
Glicose		
Colesterol total		
Colesterol HDL		
Colesterol LDL		
Triglicérides		

5 – DOSAGEM DE MINERAIS:

Variável	Resultado	Classificação
Magnésio		
Cálcio		
Fósforo		

APÊNDICE C: Questionário elaborado para coleta de dados psicossociais e demográficos de atletas de futebol.

1 – IDENTIFICAÇÃO

1.1 - Qual a sua idade: _____ anos.

1.2 - Qual sua escolaridade:

- () sem escolaridade.
- () ensino fundamental incompleto.
- () ensino fundamental completo.
- () ensino médio incompleto.
- () ensino médio completo.
- () ensino superior incompleto.
- () ensino superior completo.

1.3 - Qual a localidade onde você foi criado? _____

1.4 - Você tem alguma religião ?

- () Sim. Qual ? _____
- () Não.

1.5 - Sua moradia atual é:

- () com os pais.
- () com a própria família.
- () sozinho.
- () no clube.
- () outra opção: _____

2 – QUESTIONÁRIO

2.1 – Você tem algum amuleto para te ajudar ?

- () Sim. Qual ? _____
- () Não.

2.2 – Você acredita na sorte ?

() Sim.

() Não.

2.3 – No treinamento de futebol, você acredita em dicas científicas ?

() Sim.

() Não.

2.4 – Quais os profissionais contribuem mais para o melhor desempenho do atleta de futebol ?

Coloque na ordem de importância do 1º (maior importância) ao 6º (menor importância).

() Médico. () Nutricionista. () Fisioterapeuta. () Técnico.

() Professor de Educação Física. () Psicólogo.

2.5 – O que você acha que te leva a GANHAR uma partida, sem contar o treinamento ?

2.6 – O que você acha que te leva a PERDER uma partida, sem contar o treinamento ?

APÊNDICE D: Dados quantitativos referentes à idade, carga horária semanal de treinamento e medidas antropométricas de atletas de futebol de Campo Grande-MS.

Indivíduo	Idade	Carga horária semanal de treinamento	Peso corporal	Estatura	Índice de massa corporal	Percentual de gordura
1	25	10	72.2	1.78	22.8	13.6
2	23	32	88.4	1.86	25.6	14.33
3	20	30	65.3	1.75	21.3	8.36
4	26	30	68.4	1.79	21.3	7.42
5	25	32	81.5	1.82	24.6	12.75
6	25	30	63.6	1.75	20.8	7.42
7	27	32	66.4	1.67	23.8	13.6
8	23	30	58.9	1.67	21.1	11.85
9	22	30	64.5	1.73	21.6	6.54
10	22	30	69.6	1.76	22.5	10.4
11	20	32	81.1	1.78	25.6	11,0
12	26	32	66.6	1.72	22.5	9.25
13	25	30	69.4	1.79	21.7	9.25
14	18	30	75.9	1.89	21.2	9.77
15	23	10	86.1	1.82	26.0	14.33
16	21	30	69.6	1.7	24.1	8.36
17	19	10	69.5	1.71	23.8	10.64
18	32	32	75.4	1.68	26.7	15.34
19	26	30	75.2	1.81	23.	8.4
20	26	10	70.6	1.68	25,0	16.04
21	20	10	67.5	1.7	23.4	14.33
22	18	30	61.3	1.68	21.7	8.9
23	24	30	69.2	1.72	23.4	8.5
24	27	10	73	1.81	22.3	9.25
25	20	10	66	1.81	20.1	7.45
26	19	30	78.4	1.91	21.5	8.9
27	28	30	77.5	1.77	24.7	11.03
28	22	30	69.5	1.77	22.2	9.9
29	27	30	73	1.74	24.1	12.2
30	20	10	72.3	1.91	19.8	7.45
31	20	10	68.7	1.8	21.2	10.13
32	22	30	72.7	1.81	22.2	15.13
33	24	32	76.5	1.86	22.1	6.54
34	18	30	67.1	1.75	21.9	7.1
35	18	30	62.6	1.71	21.4	8,0
36	22	30	71.9	1.72	24.3	12.7
37	20	10	60.5	1.62	23.1	10.13
38	18	30	59.3	1.69	20.8	9.77
39	35	10	87.9	1.87	25.1	19.46
40	18	10	64.9	1.68	23,0	8.9

41	23	32	70.7	1.75	23.1	7.45
42	22	30	58.6	1.68	20.8	8.36
43	30	32	76.8	1.73	25.7	13.66
44	21	30	72.8	1.79	22.7	6.54
45	20	30	60.4	1.73	20.2	9.25
46	20	10	70	1.77	22.3	13.52
47	20	10	57.2	1.73	19.1	9.25
48	18	30	74.5	1.75	24.3	9.77
49	24	30	67.4	1.72	22.8	9.2
50	18	10	68.8	1.75	22.5	13.16
51	23	32	71.6	1.73	23.9	9.25
52	20	30	60.7	1.8	18.7	6.54
53	20	30	65.1	1.7	22.5	10.13
54	25	30	74	1.77	23.6	11.2
55	20	10	73.8	1.7	25.5	13.52
56	26	32	71.9	1.67	25.8	7.42
57	21	30	76.8	1.82	23.2	8.36
58	20	30	83.7	1.78	26.4	11,0
59	26	10	86.9	1.86	25.1	20.56
60	19	30	68	1.79	21.2	6.18

APÊNDICE E: Dados quantitativos referentes a medidas bioquímicas de atletas de futebol de Campo Grande-MS.

Indivíduo	Glicose	Triglicérides	Colesterol total	Colesterol LDL	Colesterol HDL
1	97	112	219	137.6	59
2	86	89	158	94.2	46
3	94	145	158	78	51
4	87	44	151	85.2	57
5	83	71	119	54.8	50
6	88	93	157	94.4	44
7	82	80	126	67	43
8	92	67	138	77.6	47
9	80	61	151	89.8	49
10	82	87	199	138.6	43
11	86	98	169	107.4	42
12	85	86	152	85	50
13	94	102	176	96.6	59
14	80	57	177	112.6	53
15	78	79	190	113.2	61
16	77	100	162	88	54
17	85	50	116	64	42
18	81	43	139	77.4	53
19	88	92	123	57.6	47
20	88	138	181	112.4	41
21	104	80	190	122	52
22	94	48	209	150.4	49
23	83	55	115	56	48
24	91	73	155	95.4	45
25	99	57	132	68.6	52
26	82	71	153	92.8	46
27	85	73	151	63.4	73
28	81	72	160	91.6	54
29	60	46	120	69.8	41
30	93	46	132	72.8	50
31	96	60	144	84	48
32	81	92	167	100.6	48
33	74	67	132	66.6	52
34	78	32	134	71.6	56
35	82	67	135	66.6	55
36	90	69	150	82.2	54
37	89	49	144	86.2	48
38	88	137	149	75.6	46
39	80	145	206	128	37
40	96	65	209	143	53
41	70	63	149	75	61
42	75	75	182	109	58

43	85	52	107	41.6	55
44	77	63	150	71.4	66
45	93	149	164	82.2	52
46	84	89	197	128.2	51
47	93	82	162	103.6	42
48	90	59	160	79.2	69
49	78	70	135	77	44
50	94	86	152	86.8	48
51	85	142	113	46.6	38
52	92	71	147	73.8	59
53	76	107	190	118.6	50
54	78	67	130	65.6	51
55	94	33	134	77.4	50
56	89	46	130	54.8	66
57	84	42	114	58.6	47
58	84	72	121	64.6	42
59	91	58	140	87.4	41
60	86	97	130	62.6	48

APÊNDICE F: Dados quantitativos referentes a dosagem de minerais de atletas de futebol de Campo Grande-MS.

Indivíduo	Magnésio	Cálcio	Fósforo
1	1.8	9.1	2.9
2	2.0	9.5	3.4
3	1.8	9.9	3.9
4	1.6	9.8	2.8
5	2.3	9.9	3.2
6	1.9	8.9	3.3
7	2.0	9.5	4.3
8	1.9	9.2	3.4
9	1.8	9.4	3.0
10	1.8	9.1	3.6
11	2.1	9.8	3.0
12	2.0	9.3	3.0
13	1.9	9.9	3.6
14	2.1	9.4	3.8
15	1.8	9.1	3.2
16	1.8	9.6	3.8
17	1.6	9.6	3.6
18	2.1	8.7	3.2
19	2.0	9.1	4.4
20	2.0	9.7	3.6
21	2.1	9.3	3.1
22	1.9	8.6	3.5
23	2.0	9.2	3.5
24	1.8	9.2	2.8
25	1.7	9.1	3.4
26	1.9	9.1	3.9
27	1.8	9.3	3.6
28	2.0	9.6	3.1
29	2.5	10.0	4.0
30	2.0	10.0	4.0
31	1.9	8.9	4.8
32	1.6	10.0	4.0
33	2.1	9.4	3.4
34	2.0	9.8	3.4
35	1.9	9.4	3.2
36	1.8	9.3	2.7
37	2.0	9.4	3.3
38	2.0	9.3	4.1
39	1.8	9.4	2.8
40	2.0	8.9	3.8
41	2.1	9.7	3.2
42	1.7	9.4	3.0
43	2.0	9.6	2.9
44	1.9	9.6	2.9

45	1.8	8.7	3.2
46	2.2	9.8	4.1
47	2.1	9.7	4.7
48	1.9	9.3	3.0
49	1.9	9.9	4.3
50	2.0	9.4	3.6
51	2.1	9.5	4.0
52	2.1	9.4	3.7
53	1.9	9.7	3.8
54	2.0	10.4	3.0
55	2.1	8.9	3.2
56	1.9	9.7	3.6
57	1.7	9.2	4.1
58	2.0	9.5	3.5
59	1.8	8.9	2.6
60	1.8	9.3	1.9

APÊNDICE G: Dados quantitativos referentes à idade e medidas bioquímicas do grupo controle do estudo.

Indivíduo	Idade	Glicose	Triglicérides	Colesterol total	Colesterol LDL	Colesterol HDL
1	35	84	185	229	156.0	36
2	23	91	123	163	95.4	43
3	22	108	150	175	107.0	38
4	25	88	81	146	88.8	41
5	20	83	61	117	59.8	45
6	24	83	86	181	120.8	43
7	24	109	151	152	86.8	35
8	27	97	171	147	68.8	44
9	28	84	84	180	113.2	50
10	19	87	93	189	114.4	56
11	20	81	72	144	78.6	51
12	23	89	66	138	88.8	36
13	22	87	221	172	57.8	26
14	21	83	68	126	71.4	41
15	22	80	242	212	119.6	44
16	24	93	101	144	73.8	50
17	25	85	131	248	199.8	22
18	22	83	164	171	104.2	34
19	18	91	102	172	113.6	38
20	22	104	101	181	107.8	53
21	23	85	104	195	131.2	43
22	21	93	175	192	113.0	44
23	22	90	136	137	67.8	42
24	23	84	133	189	123.4	39
25	22	80	76	110	52.8	42
26	23	90	129	161	104.2	31
27	20	95	206	136	64.8	30
28	21	92	91	177	103.8	55
29	31	90	221	175	88.8	42
30	34	87	115	170	101.0	46
31	20	76	99	178	119.2	39
32	22	86	60	134	78.0	44
33	19	86	81	176	115.8	44
34	24	81	43	156	94.4	53
35	23	77	69	130	61.2	55
36	26	83	125	189	122.0	42
37	23	81	162	212	132.6	47
38	21	81	69	150	91.2	45
39	23	76	55	114	70.0	33
40	21	96	120	167	108.0	35

APÊNDICE H: Dados quantitativos referentes à carga horária semanal de treinamento e dosagem de minerais do grupo controle do estudo.

Indivíduo	Carga horária semanal de treinamento	Magnésio	Cálcio	Fósforo
1	0	2.1	9.6	3.5
2	0	2.2	9.8	2.3
3	1	2.2	9.1	2.2
4	1	2.1	9.7	2.5
5	1	1.9	9.7	2.0
6	1	2.2	9.4	2.4
7	0	2.2	8.9	3.2
8	0	2.4	9.2	2.7
9	0	2.2	10.0	2.8
10	1	2.0	9.4	1.9
11	1	2.2	9.6	2.0
12	1	2.1	8.8	2.3
13	1	1.8	9.6	2.2
14	1	2.1	9.3	2.1
15	1.5	2.2	9.1	2.2
16	1	2.2	9.6	2.4
17	1	2.0	9.2	2.5
18	0	2.1	9.1	2.2
19	0	2.2	10.0	1.8
20	0	1.9	9.4	2.2
21	0	1.9	9.3	2.3
22	0	2.1	9.6	2.1
23	1.5	2.1	9.8	2.2
24	1	1.7	9.9	2.3
25	1	1.7	9.6	2.2
26	1.5	2.0	9.0	2.3
27	2	2.1	9.3	2.0
28	1	2.0	9.5	2.1
29	0	2.2	9.2	3.1
30	0	2.2	9.6	3.4
31	1.5	2.2	9.5	2.0
32	1	2.2	9.2	2.2
33	1	2.4	9.5	1.9
34	1	1.9	9.0	2.4
35	1	2.0	9.0	2.3
36	1	1.9	9.1	2.6
37	1.5	2.1	9.3	2.3
38	2	2.4	9.8	2.1
39	1	2.1	9.5	2.3
40	1	2.2	9.1	2.1