

Universidade do Vale do Paraíba
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento

“Efeito do Torque Articular de Atletas de Rugby através da Dinamometria
Isocinética no Movimento Concêntrico do Joelho”

Roberto Rocha Costa

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Ciências Biológicas, como
complementação dos créditos
necessários para obtenção do título de
Mestre em Ciências Biológicas.

São José dos Campos, SP.

2004

Universidade do Vale do Paraíba
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento

“Efeito do Torque Articular de Atletas de Rugby através da Dinamometria
Isocinética no Movimento Concêntrico do Joelho”

Roberto Rocha Costa

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciências Biológicas, como
complementação dos créditos
necessários para obtenção do título de
Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Álvaro
Brandão Lopes Martins.

São José dos Campos, SP.

2004

C875p

Costa, Roberto Rocha.

Efeito do Torque Articular de Atletas de Rugby através da Dinamometria Isocinética no Movimento Concêntrico do Joelho / Roberto Rocha Costa. São José dos Campos: Univap, 2004.

??p.: il.; 330cm

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba, 2003.

1.Rugby 2. Avaliação Isocinética 3. Preparação física I. Rodrigo Álvaro Brandão

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processo fotocopiador ou transmissão eletrônica.

Assinatura do aluno:

Data:

“Efeito do Torque Articular de Atletas de Rugby através da Dinamometria Isocinética no Movimento Concêntrico do Joelho”

Roberto Rocha Costa

Banca Examinadora

Prof. Dr. Ismael Fernando de Carvalho Fatarelli, Presidente (Univap)_____

Prof. Dr. Rodrigo Álvaro Brandão Lopes Martins, Orientador (Univap)_____

Prof. Dr. Miguel de Arruda (UNICAMP)_____

Prof. Dr. Marcos Tadeu Tavares Pacheco

Diretor do IP&D

São José dos Campos,

Dedicatória:

Dedico este trabalho à Andréa, minha esposa, aos meus pais, meus amigos e a todos que se dedicam para engrandecer o esporte.

Agradecimentos:

Agradeço ao Prof. Dr. Rodrigo Álvaro Brandão Lopes Martins, meu orientador, por me incentivar a fazer este curso, me dar condições de estudar e de concluir este trabalho.

Agradeço ao Prof. Dr. Miguel de Arruda, pela atenção e ajuda no direcionamento das idéias, na obtenção de material para estudo e pela amizade desde a minha graduação.

Agradeço aos professores e colaboradores do Laboratório de Biodinâmica da Faculdade de Ciências de Saúde da Univap.

Agradeço aos atletas da equipe do São José Rugby e seu técnico Prof. Msc. Maurício Coelho.

Agradeço muito a meus pais, pela vida esportiva que me proporcionaram e pelo apoio em toda minha vida acadêmica.

Agradeço a Andréa Ferreira de Carvalho Costa, minha esposa, por estar sempre ao meu lado e pelo constante incentivo.

Agradeço a Deus por ter me dado a oportunidade e capacidade para concluir este curso.

RESUMO:

Para verificar a utilização de capacidades físicas diferentes dentro de uma modalidade foram avaliados 28 atletas de rugby. Os atletas foram divididos em quatro grupos de acordo com as posições de jogo, no grupo 1, a 1^a e 2^a linhas de “*fowards*”; no grupo 2, a 3^a linha de “*fowards*” e os centros dos “*backs*”; no grupo 3, os “*half-scrums*” e os aberturas; e no grupo 4, os pontas e “*full-backs*”. A avaliação isocinética foi realizada em 3 velocidades angulares diferentes, à 60°/s, 180°/s e 300°/s, para mensurar o pico de torque, potência e índice de fadiga, respectivamente. Na avaliação do Pico de Torque o grupo 1 foi significativamente mais forte. Na avaliação da Potência o grupo 1 obteve novamente um resultado melhor que os outros 3 grupos. Com base nesses dados foi concluído que os atletas do grupo 1 são os que atingem maiores índices de força, mais do que os outros grupos. Essa força se reflete na demonstração da potência. E mesmo sem diferença estatística significativa nos testes de resistência, os jogadores dos Grupos 2 e 4 têm uma tendência estar mais adaptados à repetição de movimentos por longo tempo.

Palavras Chave: Avaliação Isocinética, Rugby.

ABSTRACT:

To verify the utilization of different physical capacities in a sport modality, were tested 28 rugby players. The athletes were separated in 4 groups according to the field positions. On group 1, props (front rows) and locks (second rows); on group 2, the back rows and the centers (inside backs); on group 3, scrum-halves and fly-halves; on group 4 the out side backs and full-backs. Three isokinetic tests were done at 60°/s, 180°/s and 300°/s, to measure peak torque, average power and work fatigue. On peak torque assessment the group 1 were significantly stronger. On average power the group 1 had again a better result than other three groups. Based in this results was concluded that the athletes of group 1 are that who have the maximal rate of force, more than other groups. This force reflects in the average power demonstration. And even without significant statistical difference in work fatigue tests the groups 2 and 4 players are inclined to be more adapted to repeated movement by long time.

Keys words: isokinetic assessment, rugby.

SUMÁRIO:

1. Introdução.....	Pág 1
2. Contração Muscular.....	Pág 9
3. Preparação Física.....	Pág 14
3.1. Resistência.....	Pág 14
3.2. Força.....	Pág 16
3.3. Velocidade.....	Pág 17
3.3 Flexibilidade.....	Pág 17
4. Avaliação Isocinética.....	Pág 19
5. Objetivos.....	Pág 23
5.1.Objetivo Geral.....	Pág 23
5.2 Objetivos Específicos.....	Pág 23
6. Material e métodos.....	Pág 24
6.1 Local.....	Pág 24
6.2 População.....	Pág 24
6.3 Coleta de Dados.....	Pág 24
6.4 Período.....	Pág 24
6.5 Instrumento.....	Pág 25
6.6 Protocolo.....	Pág 25
6.7 Análise dos dados.....	Pág 26
7. Resultados.....	Pág 27
7.1 Grupo 1.....	Pág 27
7.2 Grupo 2.....	Pág 31
7.3 Grupo 3.....	Pág 35
7.4 Grupo 4.....	Pág 39
7.5 Pico de Torque.....	Pág 43
7.6 Pico de Torque Normalizado.....	Pág 48
7.7 Potência Média.....	Pág 52
7.8 Índice de Fadiga.....	Pág 56
8. Conclusão.....	Pág 60
9. Referência Bibliográfica.....	Pág 61

Lista de Figuras

Figura 1	Área de jogo e linhas de marcação do campo.....	Pág 1
Figura 2	Posição e numeração dos jogadores em campo.....	Pág 2
Figura 3	Formação fixa para disputa de bola <i>ruck</i> , e um tackle.....	Pág 4
Figura 4	Disputas de bola em <i>line-outs</i>	Pág 4
Figura 5	Formação de um <i>scrum</i> , para disputa de bola	Pág 5
Figura 6	O passe de um <i>half-scrum</i> e o chute de um abertura.....	Pág 6
Figura 7	Centros em situação de contato (tackle), na defesa e no ataque.....	Pág 6
Figura 8	Corrida de longa distância de um ponta.....	Pág 7
Figura 9	Músculo esquelético.....	Pág 9
Figura 10	Micrografia eletrônica de músculo gastrocnêmio humano.....	Pág 10
Figura 11	Média e erro padrão do pico de torque na extensão dos joelhos.....	Pág 45
Figura 12	Média e erro padrão do pico de torque na flexão dos joelhos.....	Pág 46
Figura 13	Médias e erro padrão do pico de torque normalizado na extensão dos joelhos.....	Pág 49
Figura 14	Médias e erro padrão do pico de torque normalizado na flexão dos joelhos.....	Pág 50
Figura 15	Média e erro padrão da potencia média na extensão dos joelhos.....	Pág 53
Figura 16	Médias e erro padrão da potência média na flexão dos joelhos.....	Pág 54
Figura 17	Médias e erro padrão do índice de fadiga na extensão dos joelhos.....	Pág 57
Figura 18	Médias e erro padrão do índice de fadiga na flexão dos joelhos.....	Pág 58

Lista de tabelas

Tabela 1	Tipo de energia utilizada em função do tempo de esforço e da distância percorrida.....	Pág 15
Tabela 2	Resultados do pico de torque do Grupo 1.....	pág 27
Tabela 3	Resultados do pico de torque normalizado do Grupo 1.....	Pág 28
Tabela 4	Resultados da potência média do Grupo 1.....	pág 29
Tabela 5	Resultados do índice de fadiga do Grupo 1.....	Pág 30
Tabela 6	Resultados do pico de torque do Grupo 2.....	Pág 31
Tabela 7	Resultados do pico de torque normalizado do Grupo 2.....	Pág 32
Tabela 8	Resultados da potência média do Grupo 2.....	Pág 33
Tabela 9	Resultados do índice de fadiga do Grupo 2.....	Pág 34
Tabela 10	Resultados do pico de torque do Grupo 3.....	Pág 35
Tabela 11	Resultados do pico de torque normalizado do Grupo 3.....	Pág 36
Tabela 12	Resultados da potência média do Grupo 3.....	Pág 37
Tabela 13	Resultados do índice de fadiga do Grupo 3.....	Pág 38
Tabela 14	Resultados do pico de torque do Grupo 4.....	Pág 39
Tabela 15	Resultados do pico de torque normalizado do Grupo 4.....	Pág 40
Tabela 16	Resultados da potência média do Grupo 4.....	Pág 41
Tabela 17	Resultados do índice de fadiga do Grupo 4.....	Pág 42
Tabela 18	Comparação das médias do pico de torque entre os grupos.....	pág 43
Tabela 19	Valores de pico de torque na extensão e flexão do joelho, à velocidade de 60°/s.....	Pág 44
Tabela 20	Comparação das médias do pico de torque normalizado entre os grupos.....	Pág 48
Tabela 21	Comparação da potência média entre os grupos.....	Pág 52
Tabela 22	Comparação das médias do índice de fadiga entre os grupos.....	Pág 56

1. Introdução

A história do rugby tem início na Inglaterra e na França onde a discordância de como a bola deveria ser conduzida, resultou em duas modalidades diferentes, o futebol, onde a bola é conduzida com os pés e não são aceitos os encontros, e o rugby, onde a bola é conduzida com as mãos e existe a utilização dos “*tackles*”, que é a forma de se interromper a progressão do atleta que tem a posse da bola. No Brasil o mesmo Charles Miller que trouxe a bola de futebol trouxe também a de rugby, que não se desenvolveu como o primeiro. Em São José dos Campos, um professor do ITA (Instituto Tecnológico Aeroespacial) Guillermo Collins, argentino, praticante do esporte, ensinou esta modalidade a um grupo de estudantes em 1984, e desde então alguns jovens da cidade passaram a integrar a equipe. Em 1988, o primeiro time da cidade foi formado (COELHO, 2000).

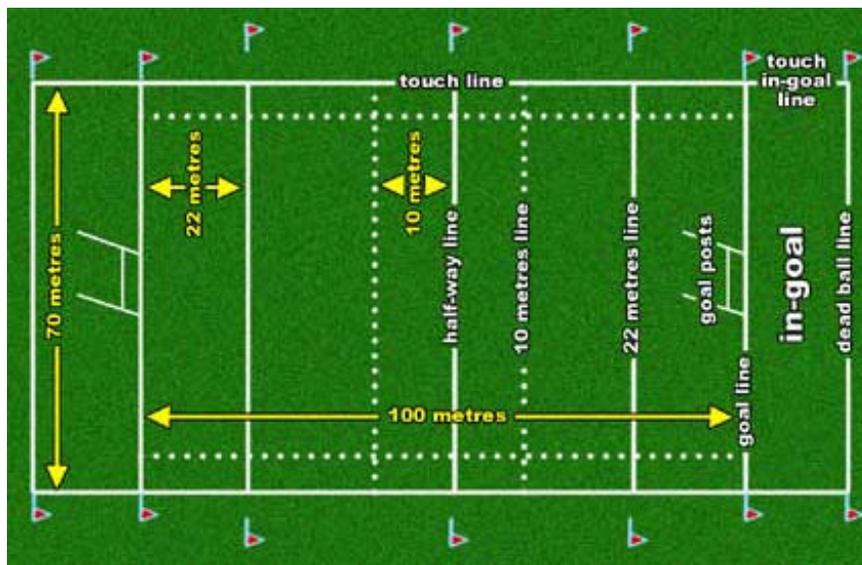


Figura 1: Área de jogo e linhas de marcação do campo.

O rugby é praticado em um campo gramado com dimensões semelhantes às do futebol, como pode ser visto na Figura 1. A bola tem o formato oval e o jogo é realizado em dois tempos de 40 minutos cada. Uma equipe é formada por 15 jogadores, separados entre: 8 *fowards* (scrum) e 7 *backs* (linha). Os “fowards” são formados pela 1ª, 2ª e 3ª linhas, com 3, 2 e 3 jogadores respectivamente. Os “backs” são formados pelo “half-scrum”, pelo abertura, pelos dois centros, pelo full-back e pelos dois pontas. Estas

divisões representam as funções diferentes no jogo, mas todos participam tanto das ações de defesa como das de ataque. O objetivo do jogo é conquistar espaço no campo correndo com a bola na mão até chegar ao *in goal*. Para isso, a bola pode ser passada somente para trás, e para impedir que uma equipe alcance seu objetivo o jogador que tem a posse da bola pode ser agarrado e derrubado (*tackle*), mas sem a utilização dos pés. O rugby é uma modalidade que se caracteriza por deslocamentos constantes durante o jogo, com momentos de corridas rápidas, movimentos fortes e muito contato físico (ORTIZ, 1979). O aperfeiçoamento das capacidades físicas envolvidas diretamente com a atividade muscular realizada pelo atleta pode auxiliar no seu desempenho motor, e a única maneira de continuar elevando o rendimento de um jogador de alto nível técnico-tático é melhorando sua condição física (RODRIGUEZ, 1982; GOMES, 1998).

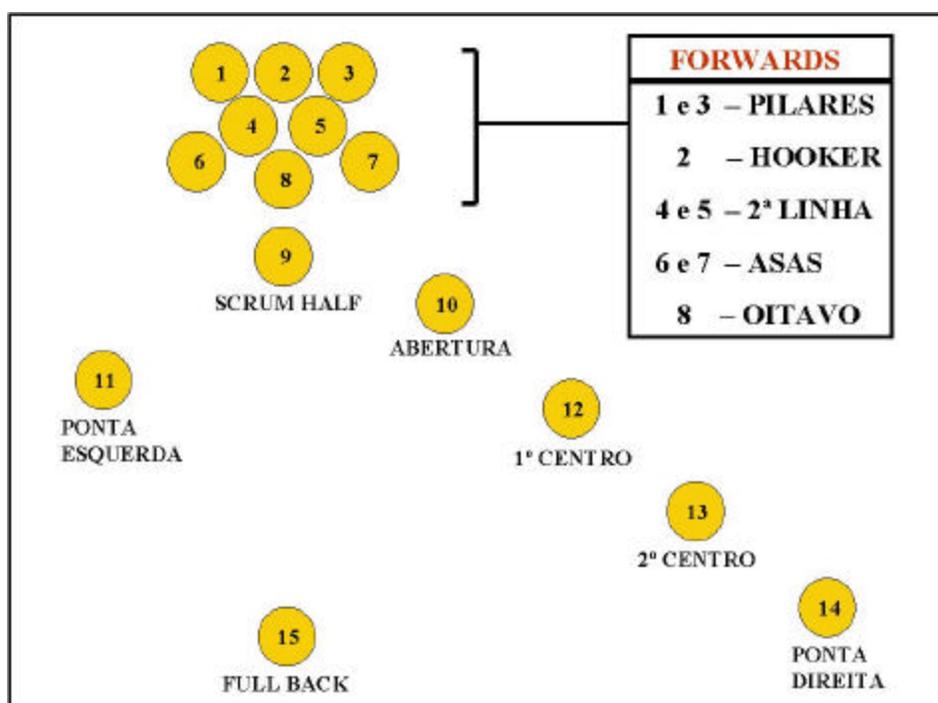


Figura 2: Posição e numeração dos jogadores em campo.

A Figura 2 nos mostra a numeração dos jogadores e suas posições durante o jogo. A *primeira linha* (1 e 3 – pilares) sujeitos “duros como rocha”, capazes de assumir boas posições para “empurrar” enfrentando o adversário. Eles devem ser fortes (principalmente no pescoço, ombros e pernas) e resistentes. Geralmente são sujeitos grandes e pesados. *Primeira linha* (2- hucker) semelhantemente aos jogadores citados

acima. Eles podem ser ligeiramente menores que os anteriores se forem espertos e ágeis. Eles também precisam ter a musculatura abdominal forte ser mais rápido que outros jogadores e, sobretudo resistentes. *Segunda linha* (4 e 5) da mesma forma que os jogadores citados acima, porém com estatura superior (i.e.: altura = 2 m; peso = 105/110 Kg). Força (especialmente nos membros inferiores) é o principal requisito, associado à velocidade e resistência. *Terceira linha* (6, 7 e 8 – asas e oitavo) esses podem ser definidos como “jogadores chaves”. Eles representam o jogador de rugby “ideal”; resumidamente, eles devem ser forwards leves e backs pesados ao mesmo tempo. Força (desenvolvida principalmente nos braços, ombros e coxas) velocidade e resistência são requisitos indispensáveis. *Half-scrum* e *Abertura* (9 e 10 respectivamente) normalmente não são tão altos e robustos como os outros jogadores mas devem possuir a musculatura resistente, força (principalmente no tronco e braços) e, como de costume, velocidade e resistência. *Pontas* (11 e 14), *Centros* (12 e 13) e *Full-back* (15) a estrutura corporal deles é bastante variada, esta variabilidade é dependente de algumas características necessárias (agilidade, velocidade, saída rápida, destreza e inteligência “motora”) e do conceito de jogo adotado pela sua equipe (CASAGRANDE, 1993).

Siqueira, et al. (2002) afirmam que o treinamento e a prática esportiva resultam no desenvolvimento de uma musculatura específica de acordo com a modalidade praticada. Segundo o princípio da especificidade do treinamento, cada modalidade esportiva tem um perfil característico quanto à coordenação e ao condicionamento (WEINECK, 1999). Na maioria das modalidades esportivas coletivas os atletas que jogam em posições diferentes têm funções diferentes e necessidades físicas específicas e distintas uns dos outros. O aperfeiçoamento das capacidades físicas envolvidas diretamente com a atividade muscular realizada pelo atleta pode auxiliar no seu desempenho motor (RODRIGUEZ, 1982; GOMES, 1998).

A força é uma capacidade que constitui um dos elementos fundamentais e imprescindíveis em qualquer modalidade, inclusive o rugby. A força dos músculos determina, além da capacidade de vencer resistências, a velocidade dos movimentos, a resistência e a agilidade do atleta (VERKHOSHANSKI, 1998).

No rugby a capacidade física determinante é a força, principalmente por ser condicionante para a execução de ações motoras a partir das relações que exerce com outras capacidades condicionais. Para caracterizar essa relação com outras capacidades

ela pode ser dividida em Força Máxima, Força Rápida (Potência) e Resistência de Força (CARVALHO, 1987). Na modalidade estudada estas características se apresentam nas formações fixas de disputa de bola (*scrum*, *maul*, *ruck* e *line-out*), nos contatos de choque (trombadas e *tackles*), como mostra a figura 3, e nas corridas rápidas (curtas e longas).



Figura 3: Formação fixa para disputa de bola *ruck*, e um *tackle* (contato).

O rugby é uma modalidade praticada com 15 jogadores em cada time, e como em outras modalidades esportivas, os atletas têm funções diferentes durante o jogo.

As principais características de jogo dos *forwards* são as disputas de bola em formações fixas como o *scrum*, *maul*, *ruck* e *line-outs* (figura 4). A força e a potência são capacidades básicas para que o atleta consiga mover seu corpo rapidamente a partir de uma posição estática, que estas situações exigem (COELHO, 2000; ORTIZ, 1979).



Figura 4: Disputas de bola em *line-outs*.

Na primeira linha do *scrum* (figura 5) estão os dois pilares (direita e esquerda), que devem estar preparados para assumir boa posição para empurrar os adversários, devem ser fortes (principalmente no pescoço, ombros e pernas). São estes atletas que dão apoio ao *hucker*, que fica entre os dois e têm a função de puxar a bola lançada dentro do *scrum*. Logo atrás estão os dois jogadores da segunda linha, que ajudam a empurrar esta formação, ao quais devem ter os membros inferiores muito fortes, além de serem velozes e resistentes. Os três jogadores da terceira linha além de ajudar a empurrar, também são os primeiros a saírem da formação, com a intenção de ajudar a linha tanto no ataque como na defesa, e nas duas situações devem estar preparados para contatos físicos. Destes atletas, os dois que ficam um de cada lado, são os asas (direita e esquerda) e o último jogador do *scrum* é o oitavo. Estes atletas são os mais comprometidos fisicamente e os que têm menor tempo de recuperação (COELHO, 2000; ORTIZ, 1979; CASAGRANDE, 1993).



Figura 5: Formação de um *scrum*, para disputa de bola.

Os *half-scrums* e *aberturas* são jogadores chave de uma equipe, uma vez que contribuem para a ligação das jogadas entre os *forwards* e os *backs*. Os *backs* dependem das decisões do *half-scrum* para que desenvolvam seu melhor jogo, enquanto os jogadores da linha obedecem as jogadas planejadas pelo *abertura*. Estes são os atletas que determinam como a equipe irá jogar. Na figura 6 são mostradas outras características deste grupo, que é dominar vários tipos diferentes de passes, além de serem os responsáveis pela maioria dos chutes da equipe, executando passes de média e longa distância (COELHO, 2000; ORTIZ, 1979).



Figura 6: O passe de um *half-scrum* e o chute de um abertura.

Os centros (primeiro e segundo) são os primeiros da formação em linha, para jogadas em deslocamento. O contato físico é muito exigido destes jogadores tanto na defesa como no ataque (como mostra a figura 7), para romper defesas organizadas. Pequenos deslocamentos são realizados durante todo o jogo, assim como os deslocamentos em aceleração com fintas e mudanças de direção (COELHO, 2000; ORTIZ, 1979).



Figura 7: Centros em situação de contato (tackle), na defesa e no ataque.

Os dois pontas (direita e esquerda) e o *full-back* devem saber variar as velocidades de deslocamento e desviar dos adversários. O trabalho de passes também é uma qualidade desses atletas, que são os responsáveis pelos chutes de longa distância. No entanto as principais características deste grupo são as corridas mais longas da

equipe sempre em velocidades máximas (COELHO, 2000; ORTIZ, 1979) como mostra a figura 8.



Figura 8: corrida de longa distância de um ponta.

Alguns trabalhos têm mostrado diferenças entre jogadores de rugby que atuam em posições diferentes. Carlson (1994) avaliou características físicas e de performance motora em atletas de rugby da seleção dos Estados Unidos. Seus resultados mostram que os *forwards* são mais altos, mais pesados e com mais adiposidade subcutânea que os *backs*. Casagrande (1993) analisou o somatotipo dos jogadores de rugby italianos e seus resultados indicaram que os *forwards* são mais pesados e mais altos que os *backs*, além disso, os *backs* são menos endo/mesomorfos (e mais ectomorfos) que os *forwards*. Deutsh (1998) verificou as diferenças entre os jogadores quanto à frequência cardíaca, distância percorrida e intensidade das corridas durante as partidas. Os dados da frequência cardíaca indicam que os *forwards* ficam muito mais tempo de jogo em esforços de alta intensidade (85-95% fc_{max}) que os *backs*; os *backs* ficam mais tempo que os *forwards* em esforços de intensidade moderada (75-84% fc_{max}); os pontas e *full-backs* ficam em esforços de baixa intensidade (<75% fc_{max}) mais que os outros jogadores da linha e do *scrum*. A análise de deslocamento indica que os pontas e *full-backs* percorrem uma distância total maior que os *forwards*; os *backs* cobrem andando e em corridas curtas uma distancia maior que os *forwards*; os pontas e *full-backs* cobrem uma distancia maior em corridas curtas que os aberturas e centros. Os *forwards* mantém um nível de esforço maior que dos *backs*, devido a uma maior movimentação constante e um grande envolvimento em atividades estáticas de alta intensidade. McLean (1992)

verificou que a velocidade média das corridas dos atletas durante uma partida varia entre 5 a 8 ms⁻¹. A densidade do trabalho foi medido pela razão entre trabalho e descanso, a duração média dos períodos de trabalho era de 19s e a razão trabalho: descanso era de 1:1 a 1:1,9. Na média um *scrum*, *line-out*, *ruck* ou *maul* ocorriam a cada 33s.

Este trabalho pretende mostrar que o torque articular varia em função da posição do atleta no rugby. Possivelmente os atletas da primeira e segunda linha do *scrum* tenham maior índices de Pico de Torque, que representaria a força que estes atletas tem de desenvolver nas situações de jogo. Já os atletas da terceira linha do *scrum* e os centros dos *backs* demonstrem uma maior Potência em relação aos outros grupos, pela necessidade de sair de uma posição estática para uma situação de contato rapidamente. Finalmente os pontas e *full-backs* devem ser os mais resistentes a movimentos repetidos sem carga, pelo tipo de contrações repetidas realizadas nas corridas longas durante o jogo.

Desta forma podendo auxiliar técnicos e preparadores físicos que trabalham com esta modalidade a preparar cada vez de forma mais específica seus atletas para o melhor rendimento nas competições, e na seleção dos atletas para as posições mais adequadas às suas características físicas. Além de poder utilizar este tipo de avaliação em outras modalidades coletivas.

2. Contração Muscular:

A contração muscular se inicia com a excitação, das células musculares, por meios químicos, elétricos ou mecânicos, produzindo um potencial de ação que se propaga ao longo de toda sua membrana. Este potencial de ação ativa um mecanismo contrátil formado pelas proteínas actina e miosina (GANONG, 1998).

A maioria dos músculos esqueléticos começam e terminam por tendões, suas fibras estão dispostas em paralelo entre estas extremidades tendinosas de modo que a força das contrações destas fibras são somadas. Cada fibra é uma só célula, multinucleada, longa, cilíndrica e é envolvida por uma membrana celular chamada sarcolema, esta membrana plasmática que recobre a célula muscular se funde com uma fibra tendinosa, essas fibras se unem em feixes para formar os tendões que se prendem ao osso. As fibras são formadas por miofibrilas, cada miofibrila contém filamentos de miosina e de actina, que são as moléculas responsáveis pela contração muscular. As pontes cruzadas aparecem na lateral dos filamentos de miosina, a interação dessas pontes cruzadas com os filamentos de actina produz a contração (GANONG, 1998; GUYTON, 2002).

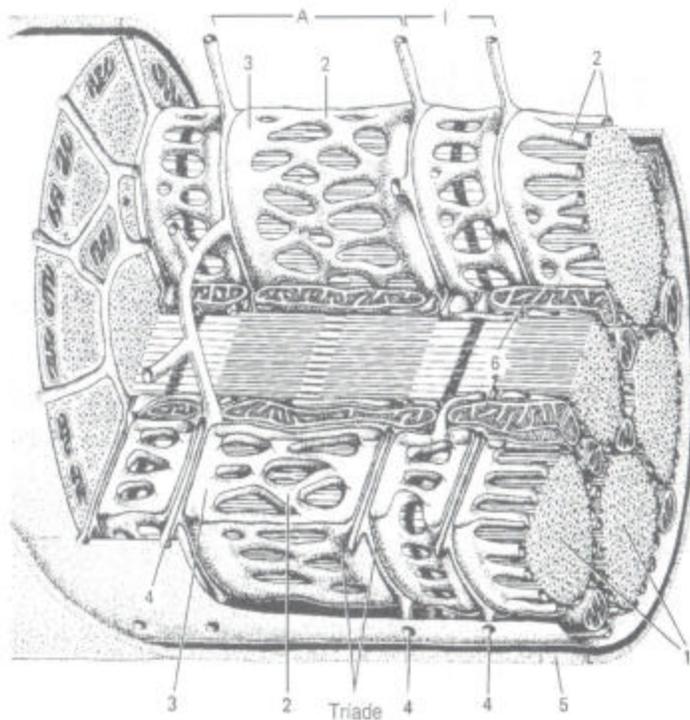


Figura 9: Músculo esquelético.

Uma fibra muscular isolada, cercada por sarcolema, foi dissecada para mostrar as miofibrilas individuais (1). A face seccionada desta miofibrila mostra a disposição dos filamentos grossos e finos. O retículo sarcoplasmático (2) com suas sisternas terminais (3) circunda cada miofibrila. O sistema túbulo T (4), que se invagina a partir do sarcolema, contacta as miofibrilas por duas vezes em cada sarcômero, entre as faixas A e I. o sistema dos túbulos T e as cisternas adjacentes do retículo sarcoplasmático formam uma triade. Uma lâmina basal (5) circunda o sarcolema. (6) mitocôndrias. (GANONG, 1998).

As fibras musculares são circundadas por estruturas que compõem o sistema sarcotubular, formado por um sistema T e pelo retículo sarcoplasmático. O sistema T é contínuo com a membrana da fibra muscular, formando uma malha que é perfurada pelas fibrilas individuais. O retículo sarcoplasmático forma uma cortina irregular em torno de cada uma das fibrilas e as cisternas terminais, que ficam em contato próximo com o sistema T junto às faixas A e I. A função do sistema T, que é contínuo do sarcolema, é de permitir a rápida transmissão do potencial de ação da membrana celular para todas as fibrilas do músculo (GANONG, 1998).

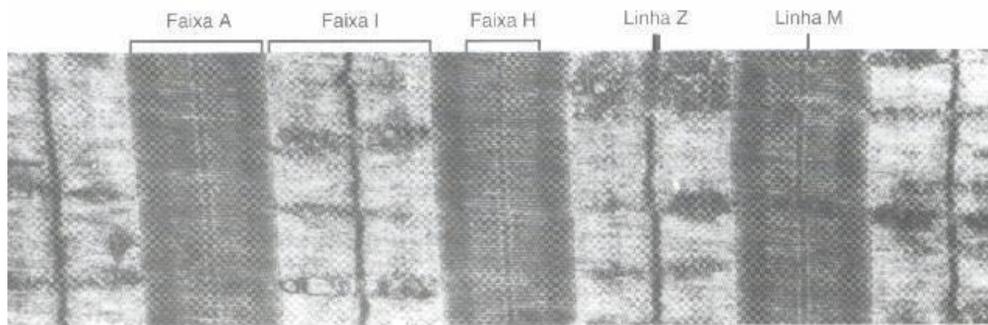


Figura 10: Micrografia eletrônica de músculo gastrocnêmio humano. As várias faixas e linhas são identificadas na parte superior. (13.500 X) (retirado de GANONG, 1998).

As estrias, características observadas nos músculos esqueléticos (Figura 10), podem ser observadas pelos diferentes índices de refração da luz das diversas partes da fibra muscular. A faixa I, clara, é dividida pela linha Z, escura, e a faixa A, escura. Esta tem a faixa H, mais clara, no meio. Uma linha M, transversa, é observada no meio da faixa H. A área entre as duas linhas Z é chamada de sarcômero. Os filamentos grossos são formados por miosina, são alinhados para formar a faixa A, os filamentos finos, que localizados na faixa I, são formados por actina, tropomiosina e troponina, menos densas que a miosina (GANONG, 1998).

Segundo Guyton (2002) o início e a execução da contração muscular ocorre em 8 etapas sequenciais, que são as seguintes:

1. Um potencial de ação chega à fibra muscular por um nervo motor.
2. Em cada terminação é secretada a acetilcolina, seu neurotransmissor.

3. A acetilcolina atua em uma área específica na membrana da fibra muscular, abrindo canais acetilcolina-dependentes.
4. A abertura desses canais permite a entrada pela membrana de íons sódio, desencadeando um potencial de ação na fibra muscular.
5. O potencial de ação percorre a membrana da fibra muscular da mesma forma que percorre uma membrana neural.
6. O potencial de ação despolariza a membrana da fibra muscular, fazendo o retículo sarcoplasmático liberar para as miofibrilas, grandes quantidades de íons cálcio, previamente armazenados em seu interior.
7. Os íons cálcio provocam uma grande atração entre os filamentos de actina e de miosina, fazendo-os deslizarem entre si.
8. Logo em seguida os íons cálcio são bombeados de volta para o retículo sarcoplasmático, onde permanecerão até novo potencial de ação. A remoção dos íons cálcio das miofibrilas interrompe a contração.

O filamento de miosina é composto por várias moléculas de miosina. Cada molécula é formada por cadeias polipeptídicas que se enrolam, em espiral, para formar uma dupla hélice (*cauda*), na extremidade dessas cadeias são formadas mais uma estrutura chamada de *cabeça* da miosina. Essa cabeça funciona como uma enzima ATPase, clivando o ATP e utilizando sua energia no processo de contração (GUYTON, 2002).

O filamento de actina é formado por três componentes protéicos: *actina*, *tropomiosina* e *troponina*. O filamento de actina é espiralado em forma de hélice juntamente com os filamentos de tropomiosina. Acredita-se que no estado de repouso as moléculas de tropomiosina fiquem sobre os sítios ativos das cadeias de actina, de modo a não haver a atração entre os filamentos de actina e miosina. A troponina é um complexo de três subunidades protéicas, que fixam a tropomiosina a actina e pela sua forte afinidade com o Cálcio é considerada a desencadeadora do processo de contração (GUYTON, 2002).

O potencial de ação é transmitido a todas as miofibrilas por meio do sistema T. Iniciando a liberação de Ca^{2+} , que provoca a contração ao se fixar à troponina, e quando

isso ocorre a tropomiosina é deslocada lateralmente, expondo o sítio de fixação da actina para a miosina. O ATP é então clivado, ocorrendo a contração (GUYTON, 2002).

O deslizamento durante a contração muscular ocorre quando as cabeças da miosina se prendem firmemente à actina, dobrando-se sobre o resto da molécula de miosina e, em seguida, se soltam. Cada cabeça tem um sítio fixador de actina e um sítio fixador de ATP. Este sítio é uma fenda aberta e quando o ATP entra nela e é hidrolisado, essa fenda parece fechar, modificando assim toda a cabeça, que quando volta produz o “movimento de tensão” que desloca a miosina em relação à actina. Cada filamento grosso contém cerca de 500 cabeças de miosina, e cada um desses ciclos ocorre por cerca de 5 vezes por segundo, durante uma contração rápida. A hidrólise do fosfato de alta energia do ATP é catalisada pela atividade da adenosina trifosfatase (ATPase) na cabeça das moléculas de miosina enquanto ela está em contato com a actina (GANONG, 1998).

O processo pelo qual a despolarização da fibra muscular desencadeia a contração é chamado de acoplamento excitação-contração. O potencial de ação é transmitido para todas as fibrilas da fibra por meio do sistema T. isto provoca a liberação de Ca^{2+} pelas cisternas terminais, os sacos laterais do retículo sarcoplasmático adjacentes ao sistema T. O Ca^{2+} provoca a contração ao se fixar à troponina C no músculo em repouso, a troponina I está firmemente fixada à actina. Dessa forma o complexo troponina-tropomiosina constitui uma “proteína relaxadora”, inibidora da interação entre a actina e a miosina (GANONG, 1998).

Uma vez a fixação tenha ocorrido, a energia potencial estocada no filamento de miosina é transformado em um evento mecânico de ação das pontes cruzadas. Isso produz tensão, ou encurtamento concêntrico do músculo. Se a resistência externa exceder a capacidade das pontes cruzadas de encurtar (contração excêntrica), a ligação actina-miosina é quebrada antes que a transdução de energia possa ocorrer. Se a força externa continuar, a reenergização da miosina é repetidamente fixada e removida da actina sem transdução de energia. Este processo não só produz grande tensão no alongamento do sarcômero fixado como contração de encurtamento (concêntrico). A aplicação prática é que, quando a velocidade da contração concêntrica aumenta, poucas ligações cruzadas são feitas e, portanto menos força é produzida. Pelo contrário, na contração excêntrica, as pontes cruzadas não são necessárias para resistir as séries

completas de eventos químicos e, portanto a habilidade de gerar tensão não é afetado em grandes velocidades (PERRIN, 1993).

3. Preparação física

O treinamento desportivo, que trata da preparação do desportista, é estruturado pela preparação física, tática, técnica e psicológica. Dessa maneira, a preparação física inclui a formação e desenvolvimento das capacidades físicas: força, resistência, flexibilidade, rapidez (velocidade) e coordenação. Como base desse treinamento desportivo, está o princípio fisiológico da adaptação do organismo, onde as influências sobre o organismo humano provocam reações de resposta de adaptação. Para o cumprimento da preparação do atleta exige-se a utilização orientada de alguns fatores que contribuem para a boa adaptação do organismo do atleta às influências de treino e de competição (ZAKHAROV, 1992; WEINECK, 1999).

Deste modo a preparação física tem como objetivo desenvolver as capacidades físicas, ou qualidades motoras, auxiliando o treinamento técnico-tático para que o atleta alcance a condição física ideal para as competições (WEINECK, 1999; ARAUJO, 1994). As capacidades físicas podem ser classificadas em cinco grandes grupos, que são: a resistência, a força, a velocidade, a flexibilidade e a agilidade (WEINECK, 1999; ZAKHAROV, 1992; CARVALHO, 1988).

3.1. Resistência:

Dentro do treinamento físico a resistência é a capacidade responsável pela oposição à fadiga acumulada durante a atividade física. A fadiga é tradicionalmente entendida como uma manifestação corporal, relacionada a cansaço e/ou desgaste, fundamentalmente ligado aos sistemas orgânicos-musculares. Em qualquer atividade física de duração superior a alguns segundos há necessidade de lutar contra a fadiga. Os objetivos do treinamento da resistência são: demorar (retardar) a atingir a fadiga, atingir um grau mais baixo de fadiga e recuperar mais rapidamente do esforço e, conseqüentemente, estar mais rapidamente em condições de absorver nova carga de trabalho, ou seja, a resistência favorece a tolerância à carga de treinos (NEVES, 1990).

A resistência pode ser classificada de duas maneiras, de acordo com os processos de obtenção de energia utilizada para o trabalho muscular, que são: resistência aeróbia e resistência anaeróbia, que também é dividida em resistência

anaeróbia alática e resistência anaeróbia láctica. A resistência aeróbia é a capacidade de resistir a fadiga nos esforços de longa duração e intensidade moderada e pressupõe um equilíbrio entre o oxigênio que está a ser transportado na circulação até ao tecido muscular e a oxidação do glicogênio e das reservas de gordura. Esse equilíbrio entre consumo de oxigênio e produção de energia é chamado *Steady State* (estado de equilíbrio) (BARBANTI, 1979; CARVALHO, 1988).

Quando o trabalho muscular é de grande intensidade, o metabolismo energético processa-se com dívida de oxigênio. Se o esforço é de curta duração (até 15 segundos aproximadamente) a energia é assim obtida através da fosfocreatina, esta situação é classificada como Resistência Anaeróbia Alática, pois não se produzem grandes concentrações de ácido láctico. Porém, se esse esforço de grande intensidade se prolonga, a energia passa a ser obtida através do glicogênio, cuja degradação provoca o aparecimento de grandes concentrações de lactato no sangue, e por isso classificado como resistência anaeróbia láctica (CARVALHO, 1988).

É importante ainda citar, que não existe um trabalho exclusivamente aeróbio ou anaeróbio, verifica-se antes a dominância de um ou outro tipo de trabalho. A Tabela I demonstra uma investigação feita por Kindermann e Keul (apud NEVES, 1990), com atletas de atletismo, apresentam valores percentuais relativos à utilização das fontes de energia nas diferentes especialidades de corrida.

Tabela 1 – Tipo de energia utilizada em função do tempo de esforço e da distância percorrida.

<i>Duração da Atividade</i>	<i>Até 20 s.</i>	<i>Abaixo de 60 s.</i>	<i>1 a 8 m.</i>	<i>Acima de 8m.</i>
Energia Aeróbia	0 – 10 %	Abaixo de 20 %	20 a 80 %	Acima de 80 %
Energia Anaeróbia	90 – 100 %	Acima de 80 %	80 – 20 %	Abaixo de 20 %

Estudo de Kindermann e Keul, feitos com praticantes de atletismo. Citados por NEVES (1990).

3.2. Força:

A força muscular é produzida pela tensão dos músculos, e que através dos ligamentos e tendões, transmitidos aos ossos e permitem a oposição ou superação das

resistências, que agem externamente ao corpo humano. A força é um fator condicionante para a execução de ações motoras e a partir das relações que exerce com outras capacidades condicionais pode ser dividida em Força Máxima, Força Rápida ou veloz e Força Resistência (CARVALHO, 1987).

A força máxima é entendida como a força mais elevada que um indivíduo consegue desenvolver com uma máxima contração voluntária, independente do seu peso e do tempo necessário para realizar o esforço (BARBANTI, 1979; CARVALHO, 1987).

A capacidade de força rápida ou potência é a capacidade de um indivíduo superar resistências externas ao seu movimento (resistências de instrumentos ou o peso do próprio corpo) com elevada velocidade. Desta maneira a força rápida é caracterizada por uma relação entre a força máxima e a velocidade, mas é importante ressaltar que um atleta que possui uma capacidade de força elevada não terá necessariamente a capacidade de usá-la rapidamente. Essa capacidade é também entendida genericamente como um termo para designar vários tipos específicos de força como, por exemplo, a força de salto (ou de impulsão), a força de lançamento ou força de remate (HARRE, 1989; CARVALHO, 1987).

A capacidade de resistência de força é a capacidade de um indivíduo suportar a fadiga em atividades que exijam força muscular e se prolonguem por um período relativamente longo de tempo. Enquanto no treino da força máxima o fator preponderante da carga é o nível da resistência a vencer e no da força rápida predomina o fator velocidade de execução do movimento, no treino da resistência o predominante é o volume, ou seja, a duração da carga (CARVALHO, 1987).

3.3. Velocidade:

A velocidade é a qualidade particular dos músculos e das coordenações neuromusculares, permitindo uma execução rápida dos gestos, ou seja, uma ação de intensidade máxima e de duração breve ou muito breve (BARBANTI, 1979). A velocidade pode ser dividida em três tipos: velocidade de reação, velocidade de movimentos (ou velocidade máxima acíclica) e velocidade de locomoção (ou velocidade máxima cíclica). A velocidade de reação é a capacidade de reagir o mais

rápido possível após o estímulo, e é quantificada pelo tempo de reação¹, quanto menor for o tempo de reação maior será a velocidade de reação. A velocidade de movimentos é a rapidez de movimentos acíclicos e é caracterizada pela velocidade de contração dos músculos (contrações máximas) que participam de uma determinada ação motora, sendo necessária uma excelente coordenação muscular. A velocidade de locomoção é a capacidade de movimentar com rapidez movimentos cíclicos e é definido pela amplitude e freqüência dos movimentos, esse tipo de velocidade é ainda caracterizado pela alternância rítmica de tensão e relaxamento, o que exige uma grande coordenação intermuscular (BARBANTI, 1979, WEINECK, 1999, CARVALHO 1988).

3.4. Flexibilidade:

Segundo BARBANTI (1979) a flexibilidade é a capacidade de aproveitar as possibilidades de movimentos articulares em todas as direções, referindo-se tanto à capacidade de movimentação articular como ao alongamento muscular. Este alongamento muscular também chamado de elasticidade não pode ser separado da capacidade de movimentação articular, mas existem situações onde um é mais atuante que o outro.

Segundo WEINECK (1999) a flexibilidade é uma necessidade básica para uma boa execução dos movimentos tanto na sua qualidade como na quantidade. Com o aumento da flexibilidade os movimentos podem ser realizados com maior amplitude e assim com mais força e velocidade. Além disso através do desenvolvimento da elasticidade, mobilidade e capacidade de alongamento dos músculos, ligamentos e tendões, a flexibilidade contribui para o aumento da tolerância à carga de treino e prevenção de lesões.

Para o controle do treinamento e da preparação física dos atletas as avaliações têm uma importância fundamental neste processo. A avaliação física se torna de suma importância para o desenvolvimento do atleta. HERNANDES JUNIOR (2000) cita 4 principais fatores e razões para a execução das avaliações em atletas: (1) Monitoração da Evolução Individual- dados obtidos nas diferentes avaliações podem ser comparados

¹ Tempo de reação é o espaço de tempo entre a aplicação do estímulo (que pode ser tátil, acústico ou

e a velocidade de evolução da forma física pode ser determinada; (2) Identificação das Dificuldades Individuais- caso uma capacidade esteja diferente do desenvolvimento esperado para o grupo ou categoria específica, podemos personalizar o trabalho, enfocando-se esta capacidade; (3) Motivação ao Treinamento- através da demonstração da evolução obtida entre os diferentes testes; (4) Identificação de Talentos- os valores encontrados, quando disponíveis tabelas médias para o esporte e a categoria em questão podem servir de referencial à seleção de novos talentos.

4. Avaliação isocinética

Os cientistas do exercício e terapeutas que trabalham com reabilitação, há muitas décadas buscam uma maneira de avaliar com precisão a performance muscular humana. Os cientistas do exercício buscam comparar os efeitos dos vários tipos de treinamento, enquanto os terapeutas procuram documentar a eficácia de seus tratamentos em pacientes com lesões musculoesqueléticas (PERRIN, 1993). A avaliação isocinética tem sido utilizada como um procedimento de medição para se determinar o padrão do torque e do equilíbrio muscular. É possível também quantificar valores absolutos de torque, de trabalho, de resistência, da presença de desequilíbrios, da potência de grupos musculares, assim como a proporção agonista/ antagonista desses grupos musculares, e dessa maneira avaliar a performance muscular (TERRERI, 2001; GERDLE, 2000; CRISCUOLO, 2000; SIQUEIRA, 2002; FORD, 1994; SHINZATO, 1996).

PEDRINELLI (1999) define o exercício isocinético como aquele realizado numa velocidade constante, pré-determinada, e capaz de se ajustar ao torque articular produzido pelo indivíduo. Sendo a velocidade angular fixa, é possível a inferência de dados como torque máximo, trabalho total e a potência máxima, de maneira válida e confiável. O aparelho isocinético é um dinamômetro todo computadorizado no qual o indivíduo realiza um esforço muscular máximo ou sub-máximo enquanto o aparelho adapta ou acomoda a resistência oferecida ao indivíduo conforme a força realizada em cada ponto da amplitude articular (PERRIN, 1993; CRISCUOLO, 2000; TERRERI, 2001). O sistema isocinético tem como característica principal a manutenção da velocidade, seja ela lenta intermediária ou rápida, expressa em graus por segundo (°/seg.) e definida previamente pelo examinador (PERRIN, 1993; CRISCUOLO, 2000; TERRERI, 2001; GERDLE, 2000).

O dinamômetro utilizado pode avaliar a ação muscular de três maneiras diferentes: 1) Modo Isométrico, onde o comprimento muscular é constante. Também é chamado de exercício estático, pois os músculos agonistas e antagonistas agindo isometricamente mantêm a articulação imóvel. 2) Modo Isotônico, são contrações musculares contra uma resistência constante, a terminologia denota incorretamente que o tônus (tensão) do músculo se mantém constante. 3) Modo Isocinético, contrações musculares com a manutenção da velocidade angular constante em uma articulação, são

realizados com resistência variável e acomodativa, que se adapta à força exercida, limitando a velocidade angular a um valor predeterminado. Cabe ainda citar que existem dois tipos de contração muscular, a concêntrica e a excêntrica. A contração concêntrica é a ação muscular com a aproximação dos pontos de origem e inserção do músculo, com redução do seu comprimento. A contração excêntrica é a ação muscular durante o afastamento dos pontos de origem e inserção, com aumento do comprimento (SHINZATO, 1996).

A possibilidade do indivíduo realizar um esforço máximo ou sub-máximo que se acomoda à resistência do aparelho, a velocidade angular constante e a realização do movimento na amplitude articular são diferentes características do mesmo aparelho. A resistência oferecida ao indivíduo que está sendo avaliado é variável, a cada ponto da amplitude articular, dependendo da força por ele aplicada, sendo que a velocidade angular é sempre constante e é definida previamente pelo examinador. Suas mensurações são confiáveis, seguras, precisas e reprodutíveis (TERRERI, 2001; PEDRINELLI, 1999).

O aparelho isocinético fornece dados confiáveis da monitoração da força, mesmo em uma amplitude de potencial muscular muito limitada. O teste muscular no isocinético tem vantagens sobre outros modos de teste, pois as exigências musculares máximas podem ser geradas durante toda a amplitude do movimento. Além disso, o dinamômetro isocinético é relativamente seguro porque a resistência é variável de acordo com o esforço do indivíduo. Quando fatores limitantes, como dor ou desconforto aparecem, a resistência é imediatamente ajustada ao esforço do paciente minimizando o risco de lesão (MOIRENFELD, 2000).

5. Objetivos:

5.1. Objetivo Geral:

O objetivo deste trabalho é estudar as variáveis motoras em jogadores de rugby, na articulação do joelho em avaliação isocinética.

5.2. Objetivos Específicos:

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Verificar o pico de torque, com avaliação isocinética da flexão e extensão do joelho, à uma velocidade de 60° por segundo, de atletas de rugby em 4 grupos diferentes, de acordo com as posições de jogo.
- Verificar o torque normalizado, com avaliação isocinética da flexão e extensão do joelho, à uma velocidade de 60° por segundo, de atletas de rugby em 4 grupos diferentes, de acordo com as posições de jogo.
- Verificar a potência média, com avaliação isocinética da flexão e extensão do joelho, à uma velocidade de 180° por segundo, de atletas de rugby em 4 grupos diferentes, de acordo com as posições de jogo.
- Verificar o índice de fadiga, com avaliação isocinética da flexão e extensão do joelho, à uma velocidade de 300° por segundo, de atletas de rugby em 4 grupos diferentes, de acordo com as posições de jogo.

6. Material e Métodos:

6.1. Local

Os testes foram realizados no Laboratório de Biodinâmica, na Faculdade de Ciências da Saúde (FCS) da Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP. Após a aprovação do Comitê de Ética desta Universidade.

6.2. População

Para realização do estudo foram utilizados 23 atletas da equipe bicampeã do Campeonato Brasileiro de Rugby, categoria adulta, o São José Rugby Clube, de São José dos Campos.

Que foram divididos em 4 grupos de acordo com as posições de jogo, agrupadas por características físicas semelhantes no jogo. No Grupo 1 estão os primeira e segunda linhas dos *fowards*; no Grupo 2 estão os terceira linha dos *fowards* e os centros dos *backs*; no Grupo 3 estão os *half-scrum* e os aberturas; e enfim no Grupo 4 estão os pontas e os *full-backs*.

	Idade	Massa corporal	Altura
Grupo 1	23,85 ± 4,01	97,28 ± 6,49	179,86 ± 7,35
Grupo 2	23,57 ± 5,76	80,85 ± 7,77	175,43 ± 5,19
Grupo 3	20,75 ± 3,59	65,00 ± 4,96	170,75 ± 5,31
Grupo 4	21,00 ± 3,39	76,20 ± 5,02	178,40 ± 5,55

A Tabela mostra a média e o desvio padrão da idade, da massa corporal e da altura nos diferentes grupos.

6.3. Coleta de dados

6.3.1. Período

O início da coleta dos dados ocorreu no final da fase competitiva, da periodização da equipe (uma semana após as finais do Campeonato Brasileiro de Rugby), nas suas últimas semanas do mês de dezembro de 2002. Desta forma tentando aproximar ao melhor estado físico da atleta para obter a melhor performance esportiva.

6.3.2. Instrumento

Os movimentos de flexão e extensão do joelho foram avaliados em um dinamômetro isocinético Biodex System 3 (Biodex Medical Systems, Shirley, New York). O dinamômetro foi utilizado somente no modo isocinético para contrações concêntricas tanto na extensão como na flexão do joelho, permitindo que sejam avaliados o pico de torque, o torque normalizado, a potência média e o índice de fadiga (SHINZATO, 1996; PEDRINELLI, 1999).

6.3.3. Protocolo

As avaliações devem ser realizadas seguindo os procedimentos de alongamento e aquecimento. O sujeito deve estar acomodado no aparelho, assentado com o tronco e abdome preso por cintas estabilizadoras, e o eixo de rotação do isocinético alinhado com o eixo de rotação da articulação testada. O procedimento deve ser bem elucidado ao voluntário. É importante a adaptação aos movimentos. Em seguida realiza-se o teste propriamente dito, onde os sujeitos devem ser encorajados verbalmente a fazer a contração com máximo esforço (PERRIN, 1993; GRABINER, 1999; CRISCUOLO, 2000; TERRERI, 2001; PEDRINELLI, 1999; SIQUEIRA, 2002; MOIRENFELD, 2000; FORD 1994).

Para obtenção dos resultados na dinamometria isocinética, as seguintes variáveis devem ser controladas: 1) velocidade do exercício, 2) posição do corpo, 3) modo de contração, e 4) efeito da gravidade no torque (GET – *gravity effect torque*). GET é o torque resultante do efeito da força da gravidade no peso combinado do membro testado

e do braço de alavanca do dinamômetro. Por exemplo, no movimento de flexão e extensão do joelho, durante a extensão o torque será subtraído à resistência oferecida pela máquina, e na flexão esse torque será acrescentado (SHINZATO, 1996, FORD 1994). Além destes itens Perrin (1993) enfatiza a necessidade de educação do paciente ao exercício, a familiarização do paciente ao equipamento e ao exercício, a padronização do aquecimento, da estabilização do paciente e do alinhamento do eixo de rotação da articulação com o eixo de rotação do dinamômetro.

Com a grande evolução dos equipamentos computadorizados utilizados atualmente, os aparelhos nos dão resultados, já calculados. Dentre os parâmetros² de análise estão (PERRIN, 1993):

1. Pico de torque (*peak torque*), que representa o ponto de maior torque em toda a amplitude do movimento testada, o torque representa o resultado da força aplicada num ponto multiplicada pela distância do ponto de aplicação dessa força ao centro de rotação do eixo de movimento, sua unidade de medida no S.I. é Newton-metro (Nm);
2. Pico de torque normalizado (*peak torque/body weight*) representa o pico de torque dividido pela massa corporal do indivíduo, seus valores são expressos em porcentagem (%).
3. Trabalho (*total work*) representa a energia realizada no esforço muscular durante o movimento (produto do torque pelo deslocamento angular), seus valores são expressos em joule (J);
4. A potência (*avg. power*) é o resultado do trabalho realizado dividido pelo tempo, expresso em watt (w) segundo SI;
5. A relação de equilíbrio agonista/ antagonista (*agon/antag ratio*) é a divisão entre o valor do agonista dividido pelo do antagonista, expresso em porcentagem (%);
6. Índice de fadiga (*work fatigue*) é obtido quando o número de repetições é igual ou superior a seis, mostrando a proporção (em porcentagem) da parte final sobre a inicial do trabalho realizado;
7. O tempo de aceleração (*acceleration time*) é o tempo em segundos necessário para que a velocidade angular definida seja atingida pelo esforço do indivíduo no início do movimento.

Após o alongamento dos principais grupos musculares envolvidos nos movimentos que foram executados, foi realizado um aquecimento em bicicleta ergométrica, sem carga, por 5 minutos. O indivíduo foi posicionado no isocinético, seu tronco e abdome foram imobilizados junto ao encosto por cintas fixadoras. Em seguida foram alinhados o eixo de rotação do dinamômetro com o eixo de rotação da articulação.

O movimento avaliado foi o de flexão e extensão do joelho em diferentes velocidades e com número de repetições variado, com o intuito de avaliar qual o nível de cada capacidade. Todos os atletas fizeram o teste em 90° de amplitude articular, a partir da perna flexionada. Para cada teste realizado um parâmetro diferente foi observado nos resultados. Na avaliação da Força Máxima, o teste foi realizado em uma série de 5 repetições à uma velocidade de 60° por segundo, o parâmetro analisado foi o Pico de Torque, que representa o ponto de maior torque na amplitude do movimento. O torque representa o resultado da força aplicada multiplicada pela distância do ponto de aplicação da força ao centro de rotação do eixo de movimento. A unidade de medida é Newton-metro (Nm). O pico de torque também pôde ser analisado em relação ao peso corporal do indivíduo, para comparar dentro de um grupo. Em contrações concêntricas o torque e a velocidade angular de movimento são grandezas inversamente proporcionais, isto é, quanto menor a velocidade angular o maior será o torque, ou vice versa (TERRERI, 2001).

Na avaliação da potência, o teste foi realizado em uma série de 10 repetições à uma velocidade de 180° por segundo, o parâmetro analisado foi a potência média que tem o seu valor expresso em watt (w), e é definido pelo trabalho dividido pelo tempo, sendo o trabalho o produto do torque pelo deslocamento angular, então maior será a potência quanto maior for o torque ou a amplitude de movimento ou ainda quanto menor for o tempo de execução do movimento (TERRERI, 2001).

Na avaliação do índice de fadiga, o teste foi realizado em uma série de 20 repetições à uma velocidade de 300° por segundo, o parâmetro analisado foi o índice de fadiga que tem o seu valor expresso em porcentagem (%), e é obtido pela divisão do trabalho no terço final, pelo trabalho no terço inicial do teste (TERRERI, 2001).

² Foi utilizado como referência para todas as unidades de medidas apresentadas aqui o *Système*

Todas as pessoas avaliadas fizeram uma série de adaptação ao aparelho para cada articulação em cada capacidade física avaliada. Todos os testes foram realizados no modo isocinético para contrações concêntricas.

6.3.4. Análise dos dados

Para a realização da análise dos dados foi realizada a análise estatística ANOVA, auxiliado pelo *software GraphPad InStat*, onde o método utilizado para comparação dos grupos foi o *Student-Newman-Keuls Multiple Comparisons Test*.

7. Resultados e Discussão:

7.1. Grupo 1

Tabela 2: Resultados do pico de torque do Grupo 1

Pico de Torque (Nm), 60°/s - Grupo 1				
	Extensão		Flexão	
Atletas	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
6	351.9	381.2	191	195.5
9	314.9	322.8	154.3	143.6
11	268.8	170.1	149.2	145.7
13	312	353.8	175	179.4
14	344.5	296.4	202.8	177.1
20	273.4	281.7	168.9	168.4
Média	310.91	301	173.53	168.28
SD	34.65	73.78	20.72	20.30

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 60°/ segundo, na tabela 2 estão indicados os resultados do melhor resultado do pico de torque de cada atletas da 1ª e 2ª linha do *scrum* (Grupo 1) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Tanto na extensão como na flexão as pernas direita e esquerda se equilibraram, não havendo uma mais forte que a outra, concordando com Perrin (1993) que afirma que atletas que praticam atividades esportivas com bilateralidade simétrica tem poucas diferenças entre os lados dominante e não dominante. Mas comparando a extensão com a flexão é possível observar que na extensão do joelho o pico de torque é bem maior que na flexão.

Tabela 3: Resultados do pico de torque normalizado do Grupo 1.

Pico de Torque Normalizado (%), 60°/s – Grupo 1				
	Extensão		Flexão	
Atletas	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
6	367.4	397.9	199.4	204.1
9	350.4	359.1	171.7	159.7
11	258.5	163.6	143.5	140.2
13	319.7	362.4	179.3	183.8
14	328.5	282.6	193.3	168.9
20	273.8	282	169.2	168.4
Média	316.38	307.93	176.06	170.85
SD	42.61	84.64	19.89	21.66

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 60°/ segundo, na tabela 3 estão indicados os resultados do pico de torque normalizado, em função do peso, dos atletas da 1ª e 2ª linha do *scrum* (Grupo 1) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Assim como nos resultados do pico de torque tanto na extensão como na flexão as pernas direita e esquerda se equilibraram, não havendo uma mais forte que a outra, mas comparando a extensão com a flexão é possível observar uma predominância da extensão sobre a flexão, em ambas as pernas.

Tabela 4: Resultados da potência média do Grupo 1.

Potência média (w), 180°/s - Grupo 1				
	Extensão		Flexão	
Atletas	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
6	414.4	481.2	258.3	270.2
9	362.7	371.5	198.2	145.6
11	295	211.2	217.5	202.7
13	368.7	379.3	262.2	225.2
14	405.3	424.8	253.8	238.6
20	365.7	396.6	255.3	242.1
Média	368.63	377.43	240.88	220.73
SD	42.20	90.60	26.46	42.92

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 180°/ segundo, na tabela 4 estão indicados os resultados da potência média dos atletas da 1ª e 2ª linha do *scrum* (Grupo 1) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Neste item diferentemente dos itens anteriores é possível perceber uma tendência da perna esquerda ser mais potente na extensão, e na flexão a tendência a ser mais forte é da perna direita. Mas comparando a extensão com a flexão é possível observar ainda uma predominância da extensão sobre a flexão.

Tabela 5: Resultados do índice de fadiga do Grupo 1.

Índice de fadiga (%), 300°/s - Grupo 1				
	Extensão		Flexão	
Atletas	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
6	34.5	35.8	49.7	32
9	6.5	15.2	-9.5	-11.5
11	30.6	21.3	34.8	28
13	39.3	47.7	37.9	51.7
14	38.8	38.4	41.2	42.6
17	17.7	31.6	23.6	31.2
20	29.8	27.6	23.8	28
Média	28.17	31.08	28.78	28.85
SD	12.00	10.89	19.27	19.81

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 300°/segundo, na tabela 5 estão indicados os resultados do índice de fadiga dos atletas da 1ª e 2ª linha do *scrum* (Grupo 1) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Não houve grandes diferenças entre os resultados das pernas esquerda e direita nem entre a extensão e a flexão, não havendo assim uma perna mais resistente que a outra, mas ao compararmos as médias é possível perceber uma tendência da perna esquerda na extensão a se fadigar mais que as outras.

7.2. Grupo 2

Tabela 6: Resultados do pico de torque do Grupo 2.

Pico de Torque (Nm), 60°/s - Grupo 2				
Atletas	Extensão		Flexão	
	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
3	212.3	227.6	129.1	120.5
7	225.7	251.9	123.7	124
10	211.4	193.4	100.3	103.2
12	247.5	283.8	139.4	156.2
16	279.1	276.1	153	155.9
18	259.4	217.1	146.6	129.4
Média	239.23	241.65	132.01	131.53
SD	27.37	35.20	18.92	20.91

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 60°/ segundo, na tabela 6 estão indicados os resultados do pico de torque dos atletas da 3ª linha do *scrum* e dos centros dos *fowards* (Grupo 2) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Tanto na extensão como na flexão as pernas direita e esquerda se equilibraram, não havendo uma mais forte que a outra, mas comparando a extensão com a flexão é possível observar uma predominância da extensão sobre a flexão.

Tabela 7: Resultados do pico de torque normalizado do Grupo 2.

Pico de Torque Normalizado (%), 60°/s - Grupo 2				
	Extensão		Flexão	
Atletas	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
3	292.2	313.3	177.7	165.9
7	197.7	332.3	163.2	163.5
10	298.5	273.1	141.6	145.8
12	285.5	327.3	160.8	180.1
16	304.3	301.1	166.8	170
18	317.4	265.7	179.4	158.3
Média	282.60	302.13	164.91	163.93
SD	42.99	27.71	13.71	11.51

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 60°/ segundo, na tabela 7 estão indicados os resultados do pico de torque normalizado, em função do peso, dos atletas da 3ª linha do *scrum* e dos centros dos *fowards* (Grupo 2) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Tanto na extensão como na flexão as pernas direita e esquerda se equilibraram, não havendo uma mais forte que a outra, mas comparando a extensão com a flexão é possível observar uma predominância da extensão sobre a flexão.

Tabela 8: Resultados da potência média do Grupo 2.

Potência média (w), 180°/s – Grupo 2				
Atletas	Extensão		Flexão	
	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
3	267	275.9	171.9	177.7
7	295.3	312.7	183.5	176.7
10	278.2	262.5	159.1	155.6
12	355.2	392.1	160	210
16	321.6	296.1	215.3	201
18	361.3	314.2	211	200.3
Média	313.10	308.91	183.46	186.88
SD	39.56	45.54	24.69	20.39

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 180°/ segundo, na tabela 8 estão indicados os resultados da potência média dos atletas da 3ª linha do *scrum* e dos centros dos *fowards* (Grupo 2) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Tanto na extensão como na flexão as pernas direita e esquerda se equilibraram, não havendo uma mais potente que a outra, mas comparando a extensão com a flexão é possível observar uma predominância da extensão sobre a flexão.

Tabela 9: Resultados do índice de fadiga do Grupo 2.

Índice de fadiga (%), 300°/s - Grupo 2				
	Extensão		Flexão	
Atletas	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
3	37.3	31.8	35.1	25.6
7	25	20.2	29.8	30.4
10	19.1	17	5.2	4.2
12	37	34.3	39.9	29.4
16	17.6	18.3	23.5	26.4
18	32.4	32	34.3	38.7
22	6.1	20.4	3.6	13.7
Média	24.92	24.85	24.48	24.05
SD	11.52	7.46	14.62	11.49

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 300°/ segundo, na tabela 2 estão indicados os resultados do índice de fadiga dos atletas da 3ª linha do *scrum* e dos centros dos *fowards* (Grupo 2) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Tanto na extensão como na flexão as pernas direita e esquerda se equilibraram, não havendo uma mais resistente que a outra, nem mesmo comparando a extensão com a flexão foi possível observar diferença.

7.3. Grupo 3

Tabela 10: Resultados do pico de torque do Grupo 3.

Pico de Torque (Nm), 60°/s - Grupo 3				
	Extensão		Flexão	
Atletas	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
5	157.9	148	84.9	87.8
15	215.9	172.1	134.6	122.8
23	243.2	229	98.6	97.7
Média	205.66	183.03	106.03	102.76
SE	43.56	41.59	25.67	18.04

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 60°/ segundo, na tabela 10 estão indicados os resultados do pico de torque dos *half-scrums* e aberturas (Grupo 3) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Neste grupo não havia número suficiente de atletas que jogavam nestas posições, portanto os resultados não são conclusivos, mas observando a tabela, a perna direita teve os resultados maiores que os da perna esquerda para a extensão, já na flexão os resultados se equipararam, e como nos outros grupos os resultados da extensão foram maiores que os da flexão.

Tabela 11: Resultados do pico de torque normalizado do Grupo 3.

Pico de Torque Normalizado (%), 60°/s - Grupo 3				
	Extensão		Flexão	
Atletas	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
5	263.4	247	141.7	146.5
15	304.9	243.1	190	173.3
23	394	370.9	159.7	158.2
Média	320.76	287	163.8	159.33
SD	66.73	72.68	24.40	13.43

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 60°/ segundo, na tabela 11 estão indicados os resultados do pico de torque normalizado, em função do peso, dos *half-scrums* e aberturas (Grupo 3) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Observando a tabela, a perna direita teve os resultados maiores que os da perna esquerda para a extensão, já na flexão os resultados se equipararam, e como nos outros grupos os resultados da extensão foram maiores que os da flexão.

Tabela 12: Resultados da potência média do Grupo 3.

Potência média (w),180°/s - Grupo 3				
	Extensão		Flexão	
Atletas	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
5	227.5	234.5	146.3	148
15	312	304.8	220.8	195.9
23	296.4	277.4	159.6	142.5
Média	278.63	272.23	175.56	162.13
SD	44.96	35.43	39.73	29.37

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 180°/ segundo, na tabela 12 estão indicados os resultados da potência média dos *half-scrum* e aberturas (Grupo 3) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Pela pequena quantidade da amostra e pelos resultados obtidos não é possível dizer que uma perna é mais potente que a outra neste grupo, mas como nos outros grupos os resultados da extensão foram maiores que os da flexão.

Tabela 13: Resultados do índice de fadiga do Grupo 3.

Índice de fadiga (%), 300°/s - Grupo 3				
	Extensão		Flexão	
Atletas	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
5	39.1	33.1	40	46.5
8	32.2	23.2	32.7	30.4
15	37.8	35.2	33.6	32.6
23	36.8	34.9	45.6	34.7
Média	36.47	31.6	37.97	36.05
SD	3.00	5.67	6.03	7.18

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 300°/segundo, na tabela 13 estão indicados os resultados do índice de fadiga dos *half-scrums* e aberturas (Grupo 3) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Observando a tabela, em todos os resultados da extensão a perna esquerda tem uma tendência a ser mais resistente que a perna direita, já na flexão os resultados se equipararam.

7.4. Grupo 4

Tabela 14: Resultados do pico de torque do Grupo 4.

Pico de Torque (Nm), 60°/s - Grupo 4				
Atletas	Extensão		Flexão	
	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
1	234.1	246.4	144.6	149.1
2	265.9	257.5	110.6	121
4	227.1	295.1	159.9	165.6
19	248.1	226.9	114.9	111.2
Média	243.8	256.47	132.5	136.72
SD	17.12	28.68	23.71	25.07

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 60°/ segundo, na tabela 14 estão indicados os resultados do pico de torque dos *full-backs* e pontas (Grupo 4) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Tanto na extensão como na flexão as pernas direita e esquerda se equilibraram, não havendo uma mais forte que a outra, mas comparando a extensão com a flexão é possível observar uma predominância da extensão sobre a flexão.

Tabela 15: Resultados do pico de torque normalizado do Grupo 4.

Pico de Torque Normalizado (%), 60°/s - Grupo 4				
	Extensão		Flexão	
Atletas	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
1	296.3	311.9	183	188.7
2	385.4	257.5	160.3	175.3
4	287.4	373.6	202.4	209.6
19	341.6	312.4	158.2	153.1
Média	327.67	313.85	175.97	181.67
SD	45.21	47.43	20.89	23.70

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 60°/ segundo, na tabela 15 estão indicados os resultados do pico de torque normalizado, em função do peso, dos *full-backs* e pontas (Grupo 4) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Como no item anterior tanto na extensão como na flexão as pernas direita e esquerda se equilibraram, não havendo uma mais forte que a outra, mas comparando a extensão com a flexão é possível observar uma predominância da extensão sobre a flexão.

Tabela 16: Resultados da potência média do Grupo 4.

Potência média (w), 180°/s - Grupo 4				
	Extensão		Flexão	
Atletas	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
1	324.9	332.5	205.2	184.2
2	337.5	317.8	163.5	124.5
4	320	352.9	222.5	217.1
19	302.8	341.6	186.5	167.7
Média	321.3	336.2	194.42	173.37
SD	14.36	14.83	25.32	38.51

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 180°/ segundo, na tabela 16 estão indicados os resultados da potência média dos *full-backs* e pontas (Grupo 4) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Na extensão as pernas direita e esquerda se equilibraram, não havendo uma mais forte que a outra, mas na flexão a perna direita foi mais potente em todos os resultados. E comparando a extensão com a flexão é possível observar uma predominância da extensão sobre a flexão.

Tabela 17: Resultados do índice de fadiga do Grupo 4.

Índice de fadiga (%), 300°/s - Grupo 4				
Atletas	Extensão		Flexão	
	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
1	31.7	28.7	38.7	30.3
2	34.3	28.3	10.7	23
4	18.1	13.9	23.1	28.9
19	30.4	34.2	29.9	33.1
21	25.1	29.8	23.7	31.3
Média	27.92	26.98	25.22	29.32
SD	6.43	7.67	10.26	3.84

Além da média e desvio padrão dos resultados obtidos em avaliação realizada à 300°/ segundo, na tabela 17 estão indicados os resultados do índice de fadiga dos *full-backs* e pontas (Grupo 4) tanto na flexão como na extensão do joelho, das pernas direita e esquerda.

Tanto na extensão como na flexão as pernas direita e esquerda se equilibraram, não havendo uma mais resistente que a outra, nem mesmo comparando a extensão com a flexão foi possível observar uma predominância.

7.5. Pico de Torque (Nm)

Tabela 18: Comparação da média do pico de torque entre os grupos.

	Pico de torque			
	Extensão		Flexão	
	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
Grupo 1	310,92 ± 14,14	301,00 ± 30,12	173,53 ± 8,46	168,28 ± 8,28
Grupo 2	239,23 ± 11,17**	241,65 ± 1,37	132,02 ± 7,72*	131,53 ± 8,54*
Grupo 3	205,67 ± 25,15**	183,03 ± 24,01*	106,03 ± 14,82**	102,77 ± 10,41**
Grupo 4	243,80 ± 8,56*	256,48 ± 14,34	132,50 ± 11,85*	136,73 ± 12,53

A tabela 18 mostra a média e o erro padrão do pico de torque nos diferentes grupos. Os valores indicados com ** indicam diferença significativa com $p < 0,01$ e os valores indicados com * indicam diferença significativa com $p < 0,05$, quando comparados ao grupo 1.

Nesta tabela é possível perceber que na avaliação do pico de torque o grupo 1 obteve diferença significativa ($p < 0,01$) ao ser comparado com o grupo 2, na extensão do joelho direito, mas não no esquerdo. Na flexão tanto no joelho direito como no esquerdo houve diferença significativa ($p < 0,05$). Ao compararmos o grupo 1 com o grupo 3 verificamos que houve diferença significativa na extensão tanto da perna direita como da esquerda ($p < 0,01$ e $p < 0,05$ respectivamente), diferença também encontrada na flexão dos joelhos ($p < 0,01$). O grupo 1 quando comparado ao grupo 4 mostrou uma diferença significativa tanto na extensão como na flexão ($p < 0,05$), mas somente no joelho direito e não no esquerdo.

Na tabela 19 podemos ver alguns resultados de outros estudos que utilizaram a mesma velocidade (60°/s) em grupos diferentes.

Tabela 19: Valores de pico de torque na extensão e flexão do joelho, à velocidade de 60°/s. (Adaptado de Perrin, 1993).

Estudo	População	Idade	Extensão	Flexão
Schlinkman (1984)	High school – Futebol Americano	15-17 anos	235,28	127,84
Fillyaw et al. (1986)	Futebol universitário	19 anos	118,32	63,512
Appen & Duncan (1986)	Atletismo universitário	18-21 anos	212,16	112,88
Ghena et al. (1991)	Atletas	20 anos	260,30	142,66

Como mostra a figura 11 o Grupo 1, conseguiu demonstrar maior capacidade de realizar força (em valores absolutos), na extensão do joelho direito, do que todos os outros grupos, já no joelho esquerdo foi mais forte somente que o grupo 3.

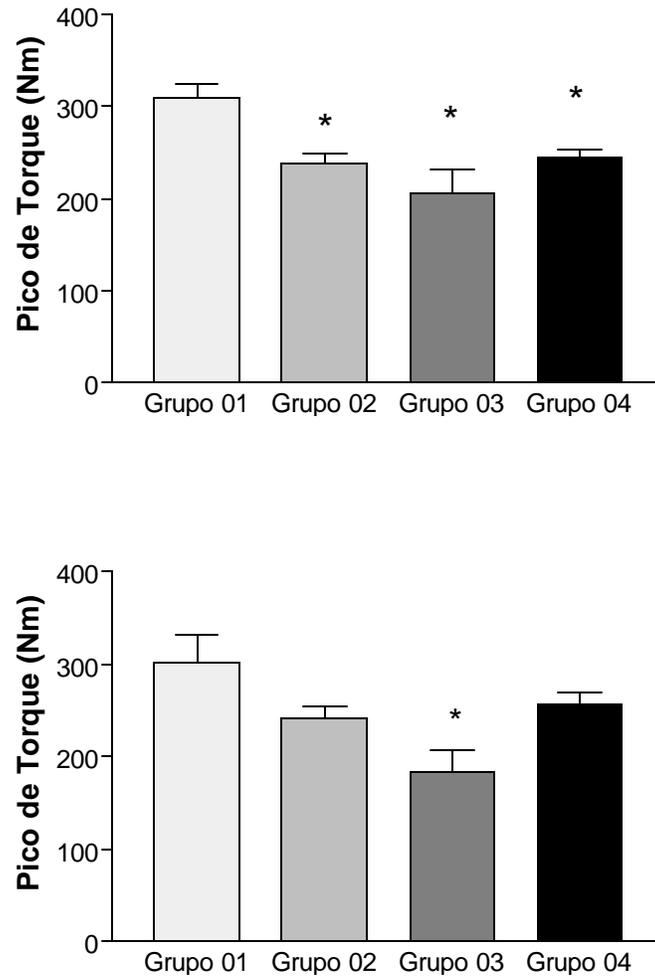


Figura 11: Média e erro padrão do pico de torque na extensão dos joelhos. O painel superior mostra os resultados do joelho direito e o painel inferior os resultados do joelho esquerdo. Referente aos testes realizados à 60°/s. * representa diferença significativa quando comparado ao grupo 1.

A figura 12 nos mostra que o grupo 1 conseguiu demonstrar (em valores absolutos) maior capacidade de realizar força, na flexão do joelho direito, do que todos os outros grupos, já no joelho esquerdo foi mais forte que os grupos 2 e 3.

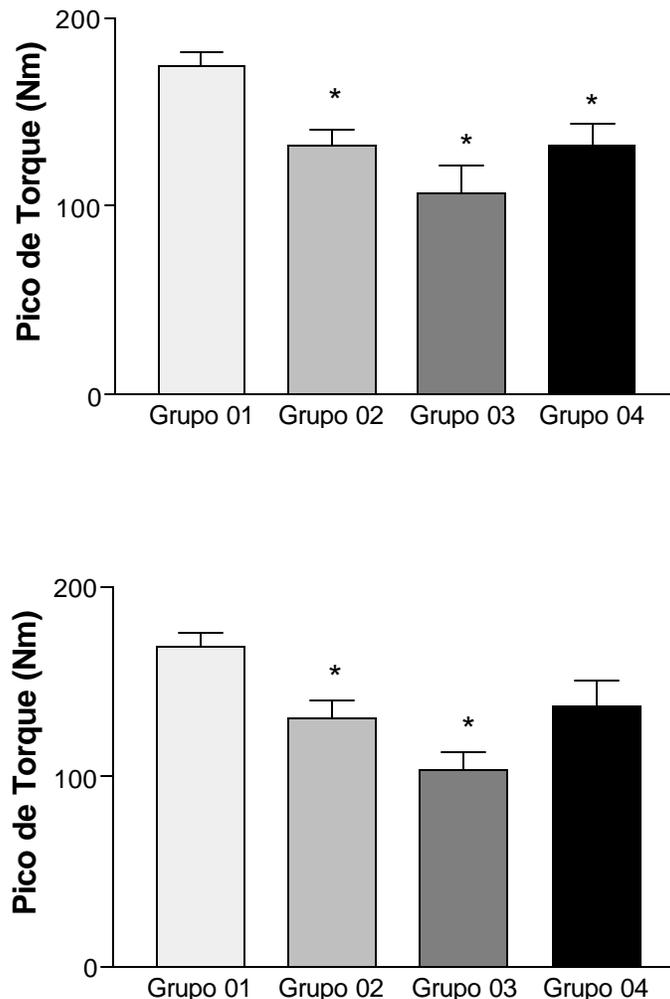


Figura 12: Média e erro padrão do pico de torque na flexão dos joelhos. O painel superior mostra os resultados do joelho direito e o painel inferior os resultados do joelho esquerdo. Referente aos testes realizados à 60°/s. * representa diferença significativa quando comparado ao grupo 1.

Conforme COELHO (2000) E CASAGRANDE (1993) os atletas do grupo 1 participam de disputas de bolas em formações fixas e, portanto precisam ser os atletas mais fortes da equipe. Estas atividades são sempre realizadas contra uma grande resistência, exercida pela equipe adversária. As contrações musculares são muitas vezes

concêntricas (superioridade de força) contra uma grande resistência, outras vezes as contrações são excêntricas (inferioridade de força) ou ainda as contrações são isométricas (equilíbrio de forças). Os atletas dos outros grupos participam de outras situações de jogo que não exigem a contração excêntrica dos músculos, que segundo UGRINOWITSCH (1998) tem se mostrado eficiente no aumento da força de atletas de basquetebol.

7.6. Pico de Torque Normalizado (%)

Tabela 20: Comparação das médias do pico de torque normalizado entre os grupos.

	Pico de torque normalizado			
	Extensão		Flexão	
	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
Grupo 1	316,38 ± 17,39	307,93 ± 34,55	176,07 ± 8,12	170,85 ± 8,84
Grupo 2	282,60 ± 17,55	302,13 ± 11,31	164,92 ± 5,59	163,93 ± 4,70
Grupo 3	320,77 ± 38,52	287,00 ± 41,96	163,80 ± 14,09	159,33 ± 7,75
Grupo 4	327,68 ± 22,60	313,85 ± 23,71	175,98 ± 14,44	181,68 ± 11,85

A tabela 19 mostra a média e o erro padrão do pico de torque normalizado em relação ao peso corporal do atleta nos diferentes grupos.

A figura 13 nos mostra que, na extensão dos joelhos direito e esquerdo, não houve nenhuma diferença entre o pico de torque após ser normalizado pelo peso corporal dos atletas. Indicando que a diferença do grupo 1 no pico de torque é em função da sua massa corporal.

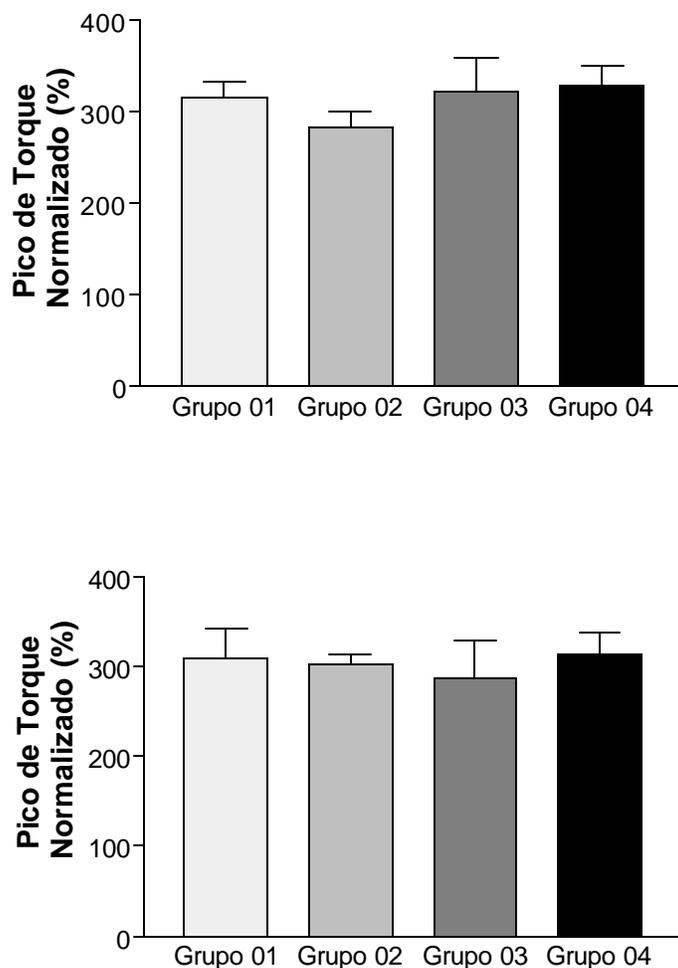


Figura 13: Médias e erro padrão do pico de torque normalizado na extensão dos joelhos. O painel superior mostra os resultados relativos ao joelho direito e o painel inferior mostra os resultados do joelho esquerdo. Referente aos testes realizados à 60°/s.

A figura 14 nos mostra que, na flexão dos joelhos direito e esquerdo, não houve nenhuma diferença entre o pico de torque após ser normalizado pelo peso corporal dos atletas, assim como na extensão. Indicando que a diferença, também na flexão do joelho, do grupo 1 no pico de torque é em função do seu peso.

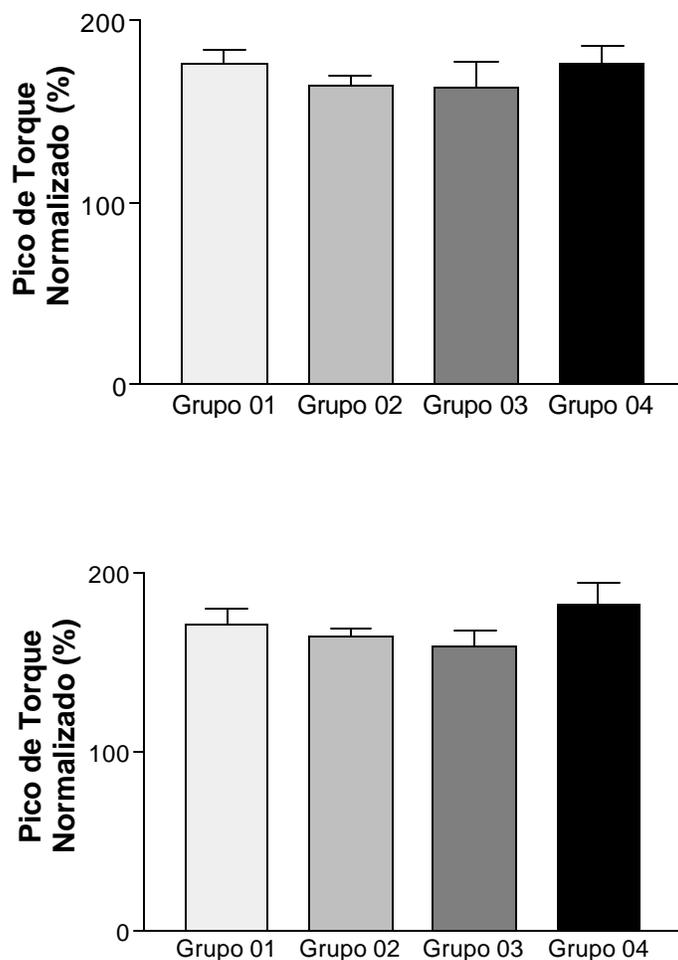


Figura 14: Médias e erro padrão do pico de torque normalizado na flexão dos joelhos. O painel superior mostra os resultados relativos ao joelho direito e o painel inferior mostra os resultados do joelho esquerdo. Referente aos testes realizados à 60°/s.

A partir dos resultados encontrados na avaliação do pico de torque, que representa a força máxima que o atleta fez durante o teste, nós podemos perceber que o Grupo 1, formado pelos jogadores da 1ª e 2ª linha de forwards, realizou mais força (em valores absolutos), ou seja, conseguem alcançar um pico de torque mais alto. Mas após

compararmos com o pico de torque normalizado, pelo peso dos atletas (valores relativos) não é possível dizer que o Grupo 1 é mais forte que os outros, porque a diferença entre os testes foi em função do peso dos atletas, que indiretamente representam maior quantidade de massa muscular. Estas características musculares dos atletas representam as necessidades destes jogadores durante o jogo, principalmente nas formações estáticas como scrum, ruck e maul, e requerem uma grande quantidade de força e onde o tamanho e o peso do atleta influencia na sua eficiência (COELHO, 2000; ORTIZ, 1980; ORTIZ 1979).

7.7. Potência média (w)

Tabela 21: Comparação da potência média entre os grupos.

	Potência Média			
	Extensão		Flexão	
	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
Grupo 1	368,63 ± 17,22	377,43 ± 36,99	240,88 ± 10,80	220,73 ± 17,52
Grupo 2	313,10 ± 16,15	308,92 ± 18,59	183,47 ± 10,08*	186,88 ± 8,32
Grupo 3	278,63 ± 25,96*	272,23 ± 20,45	175,57 ± 22,94*	162,13 ± 16,95
Grupo 4	321,30 ± 7,18	336,20 ± 7,41	194,43 ± 12,66	173,38 ± 19,25

A tabela 21 mostra a média e o erro padrão da potência média nos diferentes grupos. Os valores indicados com * indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Esta tabela nos mostra que o grupo 1 foi mais potente que o grupo 3 na extensão do joelho direito, enquanto na flexão o grupo 1 foi mais potente que os grupos 2 e 3. somente nos joelhos direitos, no joelhos esquerdos não foram observadas diferenças significativas.

A figura 15 nos mostra que para a potência média na extensão do joelho direito o grupo 1 obteve diferença significativa ($p < 0,05$) ao ser comparado somente com o grupo 3. Na avaliação do joelho esquerdo não houve diferença significativa.

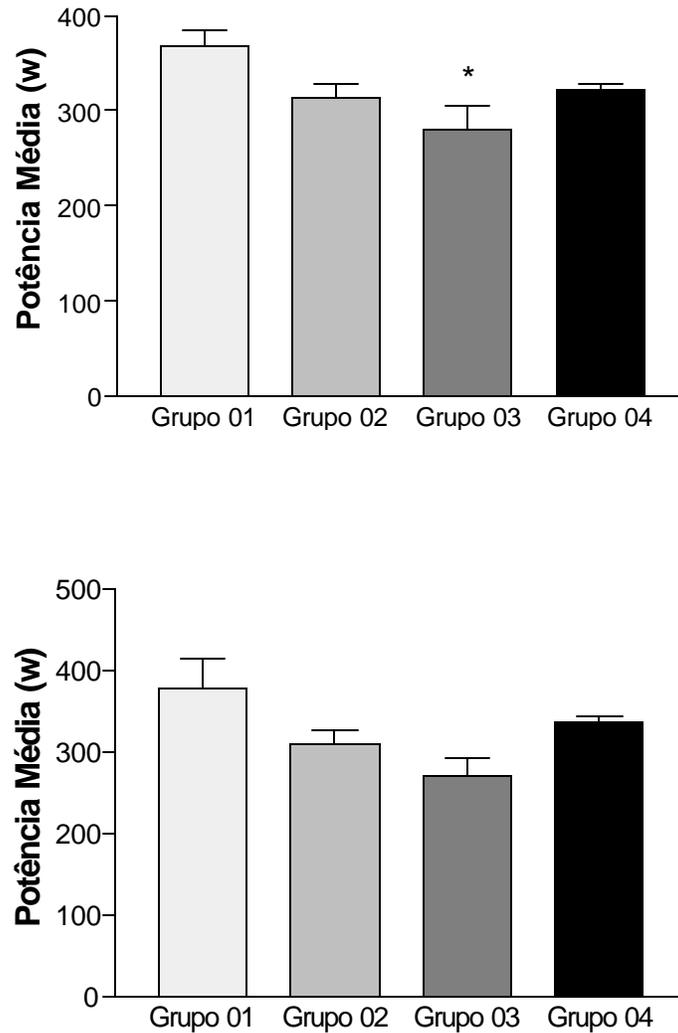


Figura 15: Média e erro padrão da potencia média na extensão dos joelhos. O painel superior indica os resultados relacionados ao joelho direito e o painel inferior os resultados do joelho esquerdo. Referente aos testes realizados à 180°/s. * representa diferença significativa comparado ao grupo 1 com $p < 0,05$.

A figura 16 indica que na flexão a diferença dos grupos 2 e 3, em relação ao grupo 1, foi significativa ($p < 0,05$) para os testes no joelho direito, mas não no joelho esquerdo.

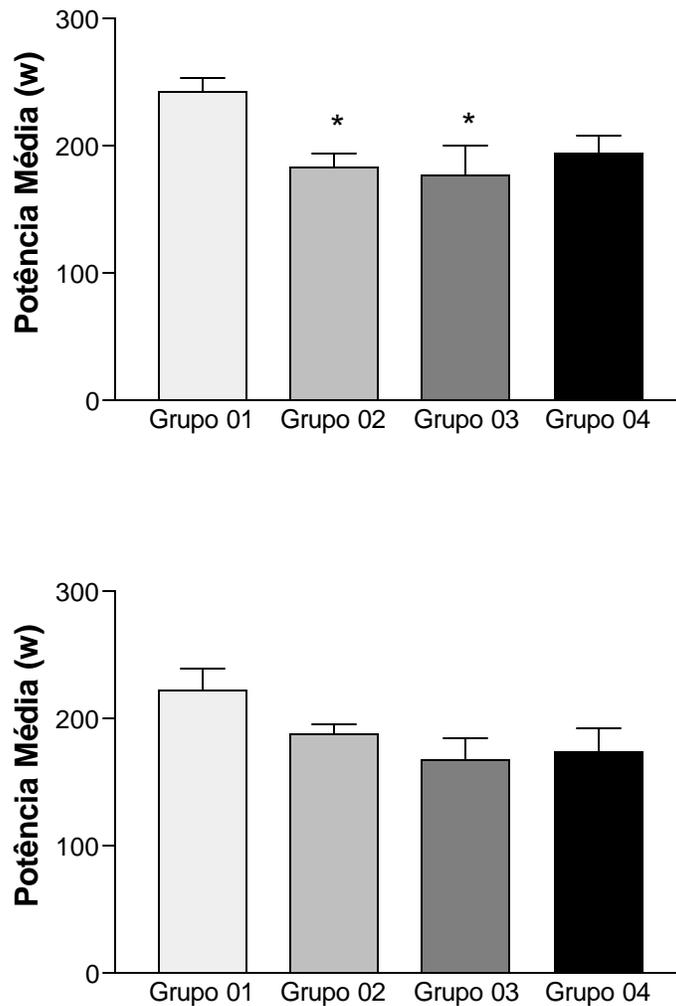


Figura 16: Médias e erro padrão da potência média na flexão dos joelhos. O painel superior indica os resultados relacionados ao joelho direito e o painel inferior os resultados do joelho esquerdo. Referente aos testes realizados à 180°/s. * representa diferença significativa comparado ao grupo 1 com $p < 0,05$.

Nos resultados obtidos nos testes de potência média novamente somente o grupo 1 conseguiu um destaque maior que os outros grupos, provavelmente pela sua grande capacidade de produzir maior torque, como visto anteriormente. As arrancadas e os movimentos rápidos e fortes utilizados nos tackles e contatos, característicos dos grupos

2 e 4 (COELHO, 2000; ORTIZ 1980; ORTIZ 1979), não foram suficientes para observarmos alguma diferença na demonstração da potência. Da mesma maneira os grupos 3 e 4 que são responsáveis por grande parte dos chutes da equipe (COELHO, 2000; ORTIZ 1979) não foram também suficientes para equiparar com o grupo 1.

7.8. Índice de fadiga (%)

Tabela 22: Comparação das médias do índice de fadiga entre os grupos.

	Índice de fadiga			
	Extensão		Flexão	
	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
Grupo 1	28,17 ± 4,53	31,08 ± 4,11	28,78 ± 7,28	28,85 ± 7,49
Grupo 2	24,92 ± 4,35	24,85 ± 2,82	24,48 ± 5,52	24,05 ± 4,34
Grupo 3	36,47 ± 1,50	31,60 ± 2,83	37,97 ± 3,01	36,05 ± 3,59
Grupo 4	27,92 ± 2,87	26,98 ± 3,43	25,22 ± 4,58	29,32 ± 1,72

A tabela 22 mostra a média e o erro padrão do índice de fadiga nos diferentes grupos.

Conforme esta tabela não foi verificada nenhuma diferença significativa ao comparar o índice de fadiga entre os grupos.

Na figura 17 é possível perceber que não houve diferença significativa nos resultados do índice de fadiga na extensão do joelho, apesar dos gráficos mostrarem uma tendência dos grupos 2 e 4 a terem um índice de fadiga menor que o dos grupos 1 e 3.

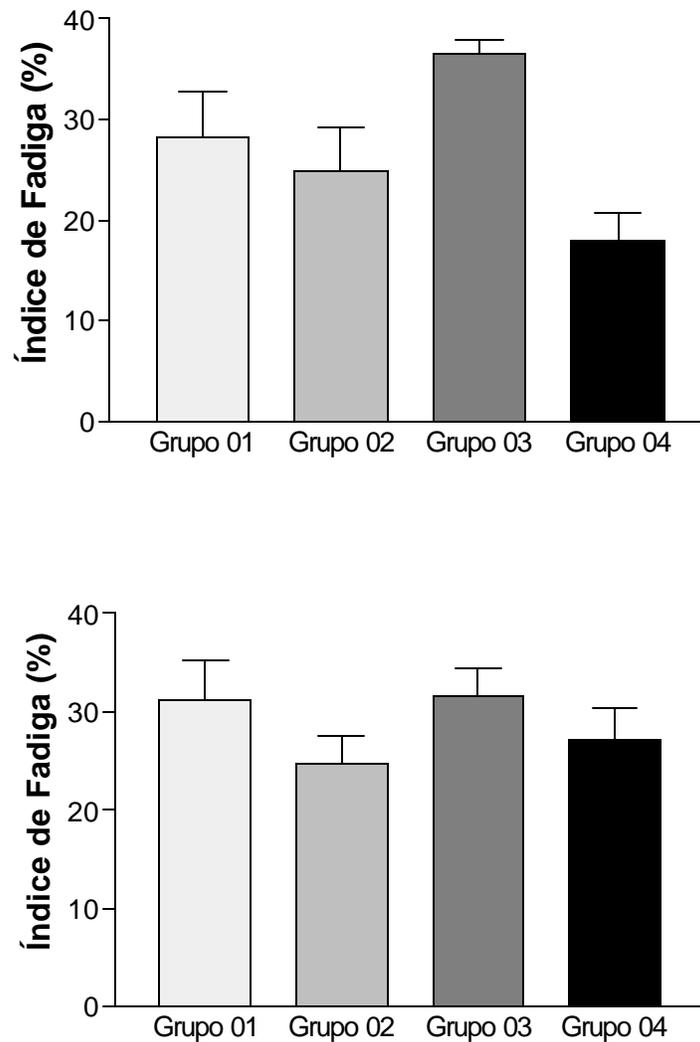


Figura 17: Médias e erro padrão do índice de fadiga na extensão dos joelhos. o painel superior indica os resultados das avaliações no joelho direito e o painel inferior os do joelho esquerdo. Referente aos testes realizados à 300^o/s.

Na figura 18, é possível perceber que não existe diferença significativa nos resultados do índice de fadiga, na flexão dos joelhos. Novamente, embora os gráficos mostrem uma tendência dos grupos 2 e 4 a terem um índice de fadiga menor que o dos grupos 1 e 3.

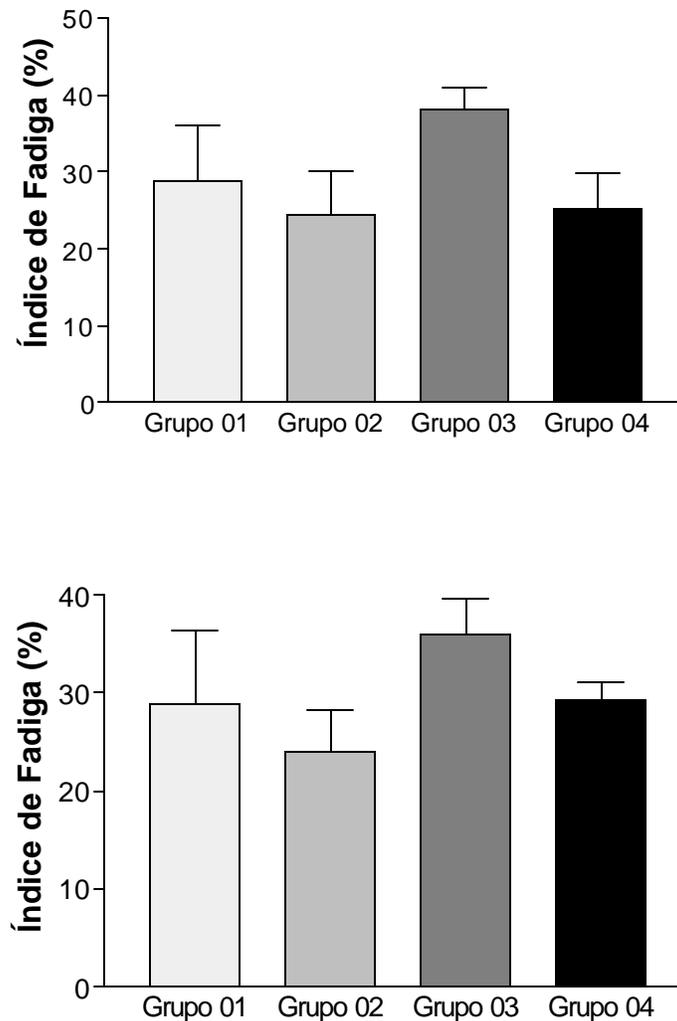


Figura 18: Médias e erro padrão do índice de fadiga na flexão dos joelhos. O painel superior indica os resultados das avaliações no joelho direito e o painel inferior os do joelho esquerdo. Referente aos testes realizados à 300^o/s.

Os resultados do índice de fadiga mostram que nenhum dos grupos se destaca dos outros nesta capacidade, porque, apesar das diferentes distancias e intensidades de corrida, todos os jogadores correm durante todo o jogo. Segundo DEUTSCH (1998) a

resistência muscular é uma capacidade necessária para todas as posições. Entretanto é possível perceber uma tendência dos atletas dos grupos 2 e 4 de terem um índice de fadiga menor, ou seja, resistem mais à fadiga, isso pode estar relacionado com a intensidade das corridas e com o total de distância percorrida por esses atletas durante uma partida (Deutsh, 1998).

Mas é possível também que o protocolo utilizado não tenha sido o ideal, pois segundo TORTOZA (2003) esse teste só será válido se todos os atletas realizarem o exercício na velocidade estipulada, o que ocorre em velocidades até 210^o por segundo, em velocidades maiores há a possibilidade dos atletas não atingirem a velocidade determinada ou não a sustentarem, portanto é possível que os resultados não estejam fiéis a todos os sujeitos pesquisados.

Conclusão:

A partir do que foi discutido acima é possível concluir que os atletas que atingiram maiores resultados no pico de torque, em valores absolutos, são os do grupo 1, e essa é, ou deve ser, uma das características pelas quais eles são selecionados para jogar na primeira e segunda linha dos *forwards*.

O protocolo utilizado para avaliar a potência não foi o ideal para ver a influência das arrancadas, dos contatos, e dos chutes. Provavelmente deveria ter sido utilizado um protocolo para verificar a força explosiva, verificando o pico de torque logo no início do movimento.

E apesar do equilíbrio nos testes de resistência, os pontas e *full-backs* (jogadores dos Grupos 2 e 4) indicam uma tendência a serem atletas com os músculos mais resistentes a contrações repetidas por longo tempo.

8. Referencias Bibliográficas

ARAUJO, Jorge Barros de. **Voleibol Moderno: Sistema Defensivo**. Rio de Janeiro. Grupo Palestra Sport, 1994. 266p.

BARBANTI, V.J., **Teoria e Prática do Treinamento Desportivo**. São Paulo, Edgard Blucher, 1979.

CARLSON, B. R., CARTER, J. E. L., PATTERSON, P., PETTI, K., ORFANOS, S. M., NOFFAL, G.J. Physique and motor performance characteristics of US national rugby players. **Journal of Sports Sciences**, v.12, n.4, agosto, 1994.

CARVALHO, Afonso de. Capacidades Motoras -elementos fundamentais do rendimento desportivo. **Revista Treino Desportivo**. v. 2,n. 7, p. 24- 31, 1988.

CASAGRANDE, G., VIVIANI, F. Somatotype of Italian rugby players. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v.33, n.1, março, 1993.

COELHO, Maurício F., **Cargas Concentradas de Força: uma proposta para o desporto rugby**. (Monografia de Graduação), Unicamp, Campinas, 2000.

CRISCUOLO, Elisângela, et al., Torque da musculatura rotadora de ombro na pós-cirurgia de Bristow. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v.35, n. 11/12, p. 452- 456, Nov/Dez., 2000.

DEUTSCH, M.U., MAW, G.J., JENKINS, D., REABURN, P. Heart rate, blood lactate and kinematic data of elite colts (under- 19) rugby union players during competition. **Journal of Sports Sciences**, v.16, n.6, agosto, 1998.

FORD, Willian J., et al. Effect of hip position on gravity effect torque. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 26, n. 2, p. 230- 234, 1994.

GANONG, William F. **Fisiologia Médica**, Rio de Janeiro, Editora PHB, 1998. 578p.

GOMES, Antonio Carlos, TEIXEIRA, Márcio. Aspectos da Preparação Física no Voleibol de Alto Rendimento. **Treinamento Desportivo**, v.3, n.2, p.105-111, 1998.

GRABINER, Mark, D., OWINGS, Tammy M., Effects of eccentrically and concentrically induced unilateral fatigue on the involved and uninvolved limbs. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.9, p. 185- 189, Nov, 1999.

GRENDLE, Bjorn, LARSSON, Barbro, KARLSSON, Steffan, Criterion validation of surface EMG variables as fatigue indicators using peak torque. A study of repetitive maximum isokinetic knee extensions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.10, p. 225-232, Mar, 2000.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 10.ed. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 2002.. 1014p.

HARRE, D., LOTZ, I. O Treino na Força Rápida. **Revista do Treino Desportivo**. v. 2, n. 12, p. 16-24, 1989.

HERNADES JUNIOR, Benito D. O. **Treinamento Desportivo**, Rio de Janeiro, Sprint. 2000. 387p.

HIGAJO, Nivaldo, ANDRADE, Douglas Roque, PEREIRA, Monica Helena Neves. Relação entre a Flexibilidade e a Força dos Membros Inferiores em Voleibolistas de Alto Nível, **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.3,n.3,p.76-81, 1991.

IVOILOV, Andrei V. **Voleibol: Técnica, Tática y entrenamiento**. Buenos Aires. Editorial Stadium, 1986. 157 p.

Mc LEAN, D. A. Analysis of the physical demands of international rugby union. **Journal of Sports Science**. v.10, n. 3, p. 285-296, junho, 1992.

MORENFELD, I. et al. Isokinetic strength and endurance of the knee extensors and flexors in trans- tibial amputees. **Prosthetic and Orthonics International**, v. 24, p. 221- 225, 2000.

NEVES, J. A Resistência no Contexto da Estrutura do Rendimento nas Corridas. **Revista Horizonte**. v. 6, n. 34, p. 120- 126, 1990.

ORTIZ, Jorge Godoy, **Entrenamiento del Rugby: métodos y técnicas (primera parte)**. Tradução do original da revista “Rugby Poast”, Rugby Football Union da Inglaterra. *Satdium*, v.13, n.74, abril 1979.

ORTIZ, Jorge Godoy, **Entrenamiento del Rugby: métodos y técnicas (conclusion)**. Tradução do original da revista “Rugby Poast”, Rugby Football Union da Inglaterra. *Satdium*, v.13, n.75, junho 1979.

PEDRINLLI, André. Estudo comparativo da força dos músculos flexores e extensores do joelho pela avaliação isocinética entre pacientes com amputação transtibial e indivíduos normais. **Acta Ort Bras**, v. 7, n. 1, p. 1- 13, jan/ mar, 1999.

PEREIRA, Marta Inez Rodrigues, GOMES, Paulo Sergio Chagas. **Muscular strength and endurance tests: reliability and prediction of one repetition maximum - Review and new evidences**. *Rev Bras Med Esporte*, Sept./Oct. 2003, vol.9, no.5, p.325-335.

PERRIN, David H. **Isokinetic Exercise and Assessment**. University of Virginia, Charlottesville. Human Kinetics Publishers, 1993. 211p.

RODRIGUEZ, Ricardo Vargas. **La Preparacion Fisica en Voleibol**. Madri, 1982. 255p.

SHINZATO, Gilson Tawaka, BATTISTELLA, Linamara Rizzo. Exercício Isocinético - sua utilização para avaliação e reabilitação músculo-esquelética. **Âmbito Medicina Desportiva**. v. 1, p. 11- 18, 1996.

SIQUEIRA, Cássio Marinho, et al., Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non- athletes, jumper athletes and runner athletes. **Rev. Hosp. Clín. Fac. Med. S. Paulo**, v. 57, n. 1, p. 19- 24, jan/ fev, 2002.

TERRERI, Antonio Sérgio A.P., GREVE, Júlia M.D., AMATUZZI, Marco M., Avaliação isocinética no joelho do atleta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.7, n.2, p. 62-66, Mar/Abr, 2001.

TORTOZA, Charli, NOGUEIRA, Daniel V., SILVA, Sidney B., FATARELLI, Ismael F.C. **Influência da velocidade do movimento na fase isocinética concêntrica**. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA. 2003. Anais. p. 261-263.

UGRINOWITSCH, Carlos. O ciclo de alongamento e encurtamento e a “performance” no salto vertical. **Revista Paulista de Educação Física**. v.12, n.1, p. 85-94, jan/jun, 1998.

VERKHOSHANSKI, Yuri Vitali. **Força: Treinamento da Potência Muscular**. Londrina, 1998. 201 p.

WEINECK, Jurgen. **Treinamento Ideal**. São Paulo: Manole, 1999. 740p.

ZAKHAROV, Andrei. **Ciência do Treinamento Desportivo**. Rio de Janeiro. Grupo Palestra Sport, 1992. 338 p.