

**EDITAL 04/2024**  
**PROCESSO SELETIVO MESTRADO**

**Prova específica da linha de pesquisa**  
Aspectos biomecânicos e respostas fisiológicas ao movimento corporal humano

**Número sorteado: \_\_\_\_\_**

**Observações:** Não identifique a prova e nenhuma folha de resposta ou de rascunho com o seu nome. A prova e a folha de respostas devem ser identificadas apenas com o número sorteado: registre-o no campo especificado acima e no canto superior direito de todas as folhas de resposta. As respostas devem ser feitas à caneta.

**ATENÇÃO CANDIDATO/CANDIDATA**

A prova da linha de pesquisa “Aspectos biomecânicos e respostas fisiológicas ao movimento corporal humano” está organizada em quatro trilhas: 1) Fisiologia do Exercício; 2) Biomecânica e Comportamento Motor; 3) Nutrição Aplicada ao Exercício e ao Esporte; e 4) Treinamento Esportivo.

O/a candidato/a deve escolher APENAS uma trilha e responder APENAS as três questões da trilha escolhida.

Selecione a trilha escolhida abaixo:

- Fisiologia do Exercício (questões F1, F2 e F3).
- Biomecânica e Comportamento Motor (questões B1, B2 e B3).
- Nutrição aplicada ao Exercício físico e ao Esporte (questões N1, N2 e N3).
- Treinamento Esportivo (questões T1, T2 e T3).

## Questões Mestrado 2024 – Trilha Fisiologia do Exercício

**Questão F1** – O consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_2\text{máx}$ ), que reflete a aptidão cardiorrespiratória ou aeróbia, é um forte preditor de doenças cardiovasculares, morbidades e mortalidade por todas as causas, além disso, é um indicador importante para o desempenho atlético. Quer seja para fins de saúde, ou de desempenho, as estratégias para aprimorar o  $\dot{V}O_2\text{máx}$  se baseiam na prescrição do exercício físico em determinados domínios de intensidade. Explique: a) Quais são esses domínios de intensidade do exercício? e b) Quais parâmetros fisiológicos podem ser utilizados para identificá-los e prescrever o exercício?

**Questão F2** – A fadiga é considerada um fenômeno complexo podendo ser explicada por inúmeras modificações fisiológicas. De maneira geral a fadiga associada à prática de exercícios pode ser considerada como a incapacidade de manter determinada potência ao longo do tempo e, que resultará em redução no desempenho físico. Dentre os modelos de fadiga temos duas abordagens muito estudadas pela comunidade científica, sendo elas central e periférica. Ambas estão intimamente associadas a redução do desempenho, contudo, seus mecanismos tendem a se manifestar de maneira diferente. Dessa forma, considerando a fadiga periférica, quais mecanismos podem explicar o fenômeno?

**Questão F3** – Como a sobrecarga (intensidade, volume e frequência) e as respostas afetivas influenciam a adoção e adesão ao exercício físico, e como o comportamento sedentário pode ser melhorado?

## **Chave de Respostas:**

### **Questão F1**

a) As diretrizes conhecidas que embasam a prescrição do exercício apresentam os domínios de intensidade dentro dos limites de: muito leve, leve, moderado, vigoroso, ou próximo do máximo. A terminologia adotada para o rendimento em geral classifica os domínios de intensidade em: moderado, pesado e severo. Contudo, é possível também utilizar os 3 domínios: leve, moderado e vigoroso, para se falar em domínios de intensidade em geral.

b) Os parâmetros fisiológicos mais adotados para identificação destes domínios são: percentuais da frequência cardíaca máxima, percentuais da frequência cardíaca reserva, percentuais do consumo máximo de oxigênio, percepção subjetiva de esforço e valores em taxa metabólica de repouso (MET). Além disso, para uma identificação mais individualizada dos domínios de intensidade, o limiar anaeróbio (limiar de troca gasosa – GET; limiar ventilatório e o limiar de Lactato) é muito utilizado, tanto para atletas quanto para indivíduos com doenças.

### **Questão F2**

Dentre os mecanismos podemos indicar as ações como redução na manutenção do potencial de ação, redução de ATP, alterações na contratilidade, redução da disponibilidade do  $Ca^{2+}$ , redução da creatina fosfato, acúmulo de ADP, acúmulo de ácido láctico, diminuição do pH e inibição da enzima fosfofrutoquinase.

### **Questão F3**

Apesar dos benefícios do exercício, uma grande proporção de adultos não atinge os níveis recomendados de atividade física. Exemplificando o problema, a caminhada é a atividade física mais popular identificada por adultos, mas menos de 7% daqueles cuja principal forma de exercício é a caminhada o fazem com a frequência, duração e intensidade necessárias para atender às recomendações de atividade física. Diversas características sociodemográficas e ambientais, que não são modificáveis, estão associadas ao comportamento de exercício físico.

Adicionalmente, a sobrecarga, que inclui a intensidade, volume e frequência do exercício, desempenha um papel crucial na adoção e adesão ao exercício físico. A intensidade do exercício é um fator importante, pois exercícios realizados acima do limiar ventilatório

tendem a gerar respostas afetivas mais negativas, enquanto exercícios abaixo desse limiar podem melhorar as respostas afetivas e, conseqüentemente, a adesão ao exercício. Indivíduos com experiência prévia em exercícios podem responder melhor a exercícios de alta intensidade, enquanto os iniciantes podem preferir exercícios de intensidade moderada. O volume do exercício também é significativo, com estudos indicando que volumes menores, como metade do volume semanal recomendado, ainda podem proporcionar melhorias modestas na aptidão cardiorrespiratória em um período de seis meses, sugerindo que mesmo volumes menores de exercício podem ser eficazes para promover a adesão. A frequência do exercício é igualmente importante, mas a escolha individual, preferência e prazer são fundamentais para a prescrição do exercício, pois os indivíduos podem alcançar as recomendações atuais de várias maneiras. As respostas afetivas ao exercício, ou seja, quão agradável ou prazerosa é a atividade, são essenciais para a adoção e manutenção do comportamento de exercício. Evidências sugerem que respostas afetivas positivas ao exercício podem melhorar o comportamento futuro de exercício e vice-versa. Ambientes de exercício com distrações envolventes, como música, instrutores motivados, televisão ou cenários/ambientes diversos, podem melhorar as experiências afetivas e, portanto, a adesão ao exercício. Para melhorar o comportamento sedentário, a redução do tempo total de sedentarismo, mesmo para adultos fisicamente ativos, intercalando períodos curtos e frequentes de atividade física é recomendada. Intervenções comportamentais, uso de estratégias de mudança de comportamento, supervisão por treinadores experientes e a promoção de exercícios agradáveis e prazerosos podem melhorar a adoção e adesão a programas de exercícios prescritos. Em conclusão, a intensidade, volume e frequência do exercício, juntamente com as respostas afetivas positivas, são fundamentais para a adoção e adesão ao exercício físico. Além disso, a redução do comportamento sedentário através de intervenções comportamentais e a interseção de atividades físicas curtas e frequentes podem contribuir significativamente para a melhoria da saúde e bem-estar geral.

## **Questões Mestrado 2024 – Trilha Biomecânica e Comportamento Motor**

**Questão B1** – Hamill e Knutzen (2008) apresenta três grandes áreas da mecânica para análise do movimento humano. Com base nestas áreas, responda as questões abaixo:

- a) Explique como avaliar o desempenho do locomotor em cada uma destas áreas considerando o eixo/plano de movimento, equipamentos e variáveis de desfecho.
- b) Explique o sistema de calibração/normalização de cada uma destas análises.
- c) Escolha um movimento na área clínica ou esportiva e exemplifique a aplicação das áreas da mecânica.

**Questão B2** – Com base no Capítulo 11 (“Cinética Angular”) do livro do Hamill e Knutzen (2008), responda as questões abaixo:

- a) O que é torque e explique as características de um torque.
- b) Explique os três tipos de classes de alavanca.
- c) Explique a vantagem do uso de cada alavanca, se a finalidade é alcançar equilíbrio, força, velocidade ou amplitude de movimento.

**Questão B3** – Shumway-Cook & Woollacott (2003) apresentam no Capítulo 7 (“Controle Postural Normal”), um modelo conceitual representando os sistemas que contribuem para o controle da postura. Explique o conceito e a integração destes sistemas para um bom desempenho do sistema de controle postural.

## Chave de Respostas:

### **Questão B1**

a) As três grandes de análise de movimento são: cinemetria, cinética e eletromiografia. Para análise do desempenho locomotor, com a cinemetria, é possíveis posicionar marcadores reflexivos nos membros inferiores com rastreamento de câmeras de vídeo ou infravermelho para calcular as variáveis espaço-temporais do passo e passada. Em relação à cinética, é possível utilizar uma plataforma de força para analisar o deslocamento do centro de pressão. Em relação à análise eletromiográfica, é possível posicionar eletrodos nos músculos da perna e do tronco para investigar as sinergias musculares associadas ao movimento locomotor. Em relação a análise dos planos/eixos, quando o movimento ocorre em um determinado plano, a articulação se move ou gira em torno de um eixo que possui relação de 90 graus com esse plano. Por exemplo, para a análise cinemática, no plano sagital, frontal e transverso, é possível fazer a análise dos movimentos de flexão/extensão, abdução/adução e rotação interna/externa, respectivamente. Para a análise cinética na plataforma de força, no eixo ântero-posterior, é possível identificar as forças de frenagem/propulsão, no eixo médio-lateral, o deslocamento do COP no sentido latero-lateral e no plano vertical, a força de impulso.

b) Para a análise cinemática, é necessário determinar um sistema de referência espacial. Assim, recomenda-se um sistema de coordenadas cartesianas. Este sistema pode ser tanto bidimensional (x,y) como tridimensional (x,y,z). Para a análise cinética, é possível utilizar a força peso para normalização dos dados e para a análise eletromiográfica, a contração voluntária máxima.

c) Na prática clínica, pode se utilizar esta técnica para análise da marcha em pessoas idosas para avaliar o risco de quedas e na prática esportiva para avaliar o desempenho da corrida, como por exemplo, cadência, velocidade e comprimento da passada.

### **Questão B2**

a) Quando uma força é aplicada de modo que provoca uma rotação, o produto dessa força pela distância perpendicular à sua linha de ação é conhecido como torque ou momento de força. Há dois componentes importantes do torque: magnitude de força e a distância mais curta, ou perpendicular, desde o ponto pivô até a linha de ação da força. Em termos matemáticos, torque é:  $T = F \cdot r$  (T=torque | F= força aplicada | r=distância de

ação da força até o ponto pivô).

**b)** Alavanca é uma barra rígida que é girada em torno de um ponto fixo ou eixo denominado fulcro ou ponto de apoio. A alavanca consiste em uma força de resistência, uma força de esforço, uma estrutura semelhante a uma barra e um ponto de apoio. A alavanca de primeira classe, a força de esforço e a força de resistência se encontram em lados opostos do ponto de apoio. Numa alavanca de segunda classe, a força de resistência atua entre o ponto de apoio e a força de esforço. Numa alavanca de terceira classe, a força de esforço e a força de resistência também se situam no mesmo lado do ponto de apoio.

**c)** Uma alavanca pode ser avaliada por sua eficácia mecânica, mediante o cálculo de sua vantagem mecânica (VM). Define-se vantagem mecânica como a relação entre o braço de esforço e o braço de resistência. O caso mais simples é quando  $VM=1$ , quando o braço de esforço é igual ao braço de resistência. O segundo caso ocorre quando a VM é maior que 1, quando o braço de esforço é maior que o braço de resistência. Na terceira situação, VM é menor que 1, o braço de esforço é menor que o braço de resistência. Quando o eixo está mais próximo da força, a alavanca produz velocidade e amplitude de movimento. Quando o eixo está próximo da resistência, a alavanca produz força.

### **Questão B3**

O modelo conceitual dos sistemas que contribuem para o controle postural são componentes musculoesqueléticos (músculos, articulações), representações internas, mecanismos adaptativos (modificação dos sistemas sensorial e motor em resposta às alterações nas demandas da tarefa e do ambiente), mecanismos antecipatórios (preparam os sistemas sensorial e motor para as demandas posturais, com base na experiência prévia e aprendizagem), sistemas sensoriais individuais (visual, somatossensorial e vestibular) e sinergias neuromusculares (acoplamento funcional de grupos de músculos). O controle postural envolve o controle da posição do corpo no espaço, para objetivo duplo de estabilidade e orientação. A orientação postural é definida como a capacidade de manter uma relação adequada entre os segmentos do corpo e entre o corpo, o ambiente para uma determinada tarefa. A estabilidade postural é definida como a capacidade de manter o Centro de Massa projetado dentro dos limites da base de suporte (limites de estabilidade).

## Questões Mestrado 2024 – Trilha Nutrição aplicada ao Exercício e ao Esporte

**Questão N1** – Segundo Mcardle, Katch & Katch (Cap.7, edição 2016) durante o exercício aeróbio, o consumo de oxigênio aumenta exponencialmente durante os primeiros minutos, para alcançar um platô entre o terceiro e o quarto minutos. Depois permanece relativamente estável durante toda a duração do esforço, refletindo um estado de equilíbrio entre a energia de que os músculos ativos necessitam e a produção de ATP no metabolismo aeróbico. Depois que o exercício aeróbio atinge esse equilíbrio, denominado de *steadystate*, do ponto de vista teórico, o exercício poderia prosseguir indefinidamente. Assim, o metabolismo aeróbico em estado de equilíbrio, é determinante da capacidade do indivíduo de realizar o exercício físico contínuo. Levando em consideração o entendimento acima, identifique prováveis fatores limitantes da manutenção desse estado de equilíbrio e que possuem forte relação com a alimentação.

**Questão N2** – De acordo com Mcardle, Katch & Katch (Cap.23, edição 2016) o treinamento de força, almejando o desenvolvimento e/ou a manutenção da massa muscular, pouco pode contribuir para o crescimento tecidual sem o devido fornecimento de nutrientes, particularmente de aminoácidos, considerados blocos essenciais para a construção tecidual muscular. Buscando auxiliar ou acelerar as respostas hipertróficas induzidas pelo treinamento de força, muitos apelam para o uso de recursos ergogênicos (RE). A grande questão é saber se tais RE funcionam e promovem melhorias na hipertrofia muscular. Desta forma, a identificação dos mecanismos de ação assume importância crucial sobre a eficácia dos RE. Dito isso, cite três mecanismos de ação hipotéticos dos recursos ergogênicos. Exemplifique.

**Questão N3** – Silverthorn (pág. 699, edição 2017) define metabolismo como a soma de todas as reações químicas que permitem extrair energia dos nutrientes, usar essa energia para as diversas funções no organismo e ainda armazenar o excesso de energia de modo que esta possa ser usada posteriormente. Para o autor, o metabolismo pode ser dividido em dois estados em relação a alimentação. Estado alimentado é o período que se segue a refeição, quando os nutrientes provenientes da digestão são absorvidos, utilizados e armazenados. Já o Estado de jejum é o período pelo qual os nutrientes de uma refeição não estão mais circulantes na corrente sanguínea e não mais disponíveis para uso pelos tecidos, que deve então utilizar as reservas energéticas existentes. A partir destes conceitos, identifique e caracterize a razão insulina/glucagon nos estados metabólicos citados.

## **Chave de Respostas:**

**Questão N1** – Durante esforços aeróbicos de longa duração, três aspectos se destacam como limitantes para a manutenção de um estado de equilíbrio metabólico. A hidratação é crucial, sendo diretamente afetada pelo consumo de água. A falta de eletrólitos essenciais, que está ligada à ingestão de minerais, pode comprometer a função muscular e nervosa. Além disso, a diminuição das reservas de glicogênio, tanto no fígado quanto no músculo, é um fator limitante significativo, onde a ingestão adequada de carboidratos é vital para sustentar o exercício contínuo.

**Questão N2** – Entre os mecanismos pelos quais os recursos ergogênicos podem influenciar o desempenho muscular estão: o aumento da eficiência neuromuscular através de substâncias estimulantes como a cafeína; a melhoria da disponibilidade de substratos energéticos críticos, exemplificado pelo uso de creatina; e o fornecimento de energia adicional, como ocorre com a ingestão de glicose. Adicionalmente, recursos como o bicarbonato de sódio podem ajudar a atenuar os efeitos dos ácidos metabólicos, e o consumo de carboidratos de rápida absorção após o exercício pode facilitar a recuperação muscular.

**Questão N3** – No estado alimentado, a insulina domina e o glucagon está em baixa, levando a um aumento da oxidação de glicose, síntese de glicogênio, síntese de gordura e síntese proteica. Em contraste, durante o estado de jejum, o glucagon é predominante enquanto a insulina diminui, o que acelera a glicogenólise, gliconeogênese e cetogênese, usando reservas corporais para energia e manutenção do metabolismo.

## **Questões Mestrado 2024 – Trilha Treinamento Esportivo**

**Questão T1** – De acordo com Mcardle, Katch e Katch (2008), o treinamento físico possui quatro princípios: sobrecarga, especificidade, diferenças individuais e reversibilidade. Conceitue cada um dos princípios mencionados.

**Questão T2** – Quais três princípios comuns na elaboração de uma periodização do treinamento esportivo?

**Questão T3** – Aborde as reflexões sobre o macroplanejamento e microperiodização propostos por Afonso (2018) no capítulo de livro intitulado Periodização: mitos e alternativas.

## Chave de Respostas

### **Questão T1**

Sobrecarga - A aplicação regular de uma sobrecarga na forma de um exercício específico aprimora a função fisiológica para induzir uma resposta ao treinamento. O exercício realizado com intensidades acima dos níveis normais estimula adaptações altamente específicas, para que o corpo possa funcionar com maior eficiência. Para conseguir a sobrecarga apropriada será necessário manipular a frequência, a intensidade e a duração do treinamento, ou combinar esses três fatores. Em síntese, a sobrecarga estipula que as mudanças funcionais no corpo ocorrem somente quando a carga é suficiente para causar uma ativação considerável de energia e mudança plástica nas células relacionada à síntese de novos tecidos. Um exemplo desse princípio ao longo de um processo de treinamento de força muscular consiste no aumento da intensidade do esforço (ex.: % do 1RM), do número de séries/repetições, da frequência semanal de treinos.

Especificidade - A especificidade do treinamento físico refere-se a adaptações nas funções metabólicas e fisiológicas que dependem da intensidade, da duração, da frequência e da modalidade de sobrecarga imposta. Uma sobrecarga específica de curta duração (p. ex., treinamento de força-potência) induz adaptações específicas de força-potência; o treinamento de endurance específico induz adaptações específicas do sistema aeróbico – com um intercâmbio apenas limitado dos benefícios entre o treinamento de força-potência e o treinamento aeróbico. Não obstante, o princípio de especificidade vai muito além dessa ampla demarcação. Por exemplo, o treinamento aeróbico não representa uma entidade singular que requer apenas sobrecarga cardiovascular. O treinamento aeróbico que confia em músculos específicos no desempenho desejado aprimora mais efetivamente a aptidão aeróbica para natação, ciclismo, corrida ou exercício realizado com os braços. Algumas evidências sugerem até mesmo uma especificidade temporal na resposta ao treinamento, de modo que os indicadores de aprimoramento do treinamento alcançam um valor máximo quando medidos na hora do dia em que o treinamento costuma ser realizado regularmente. O treinamento específico que envolva a habilidade motora para evitar uma queda após perda de equilíbrio pode afetar positivamente variantes biomecânicas efetivas para que indivíduos mais velhos evitem quedas após tropeços induzidos em laboratório. A avaliação mais efetiva do desempenho esporte-específico ocorre quando a mensuração laboratorial simula mais intimamente a atividade esportiva e/ou utiliza a massa muscular

exigida pelo esporte. Isso pode ser enunciado de maneira mais simples dizendo-se que o exercício específico desencadeia adaptações específicas destinadas a promover efeitos específicos do treinamento que produzam melhoras específicas no desempenho. Isso pode ser exposto de maneira mais fácil de lembrar: especificidade refere-se ao princípio das adaptações específicas às demandas impostas.

Diferenças individuais - Nem todos os indivíduos respondem de maneira semelhante a um determinado estímulo de treinamento. Por exemplo, o nível de aptidão relativa de uma pessoa no início do treinamento exerce alguma influência. Esse subprincípio dos valores iniciais revela que os indivíduos com aptidão mais baixa evidenciam a maior melhora conseguida com o treinamento. Esse princípio funciona para os indivíduos saudáveis assim como para aqueles com doença cardiovascular ou com um alto risco para essa doença. Quando um grupo relativamente homogêneo inicia um esquema de treinamento, não se pode esperar que cada pessoa alcance o mesmo estado de aptidão ou de desempenho nos exercícios após apenas 10 ou 12 semanas. Um técnico não deveria insistir para que todos os atletas da mesma equipe ou até mesmo na mesma prova treinem da mesma maneira ou com a mesma intensidade relativa ou absoluta do esforço. Os benefícios ótimos do treinamento ocorrem quando os programas de exercícios se concentram nas necessidades individuais e nas capacidades dos participantes.

Reversibilidade - A perda das adaptações fisiológicas e de desempenho, chamada destreinamento, ocorre rapidamente quando uma pessoa encerra sua participação na atividade física regular. Apenas 1 ou 2 semanas de destreinamento acarretam redução na capacidade tanto metabólica quanto de realização do exercício, e muitos aprimoramentos induzidos pelo treinamento são perdidos completamente em alguns meses. Nos atletas altamente treinados, mesmo os efeitos benéficos de muitos anos de treinamento físico prévio continuam sendo transitórios e reversíveis. Por essa razão, a maioria dos atletas começa um programa de condicionamento vários meses antes do início da estação competitiva ou mantém pelo menos algum nível moderado de atividade física esporte-específica fora da temporada a fim de tornar mais lentas as consequências do destreinamento.

## **Questão T2**

Existem princípios comuns aos diferentes modelos de periodização que deverão ser

elencados, nomeadamente: (1) o estabelecimento de momentos temporais-chave (exemplo, competições mais relevantes); (ii) o planeamento de detalhe para macrociclos e, por vezes, para todo o ciclo anual (relembrando que um macrociclo não é necessariamente anual; há macrociclos de somente três meses), com um enfoque na dinâmica ondulatória de diferentes tipos de carga; e (iii) a procura da obtenção dos chamados picos de forma nos momentos temporais-chave previamente definidos e/ou a manutenção de forma elevada ao longo de certos períodos de tempo.

### **Questão T3**

Existe um macroplaneamento que orienta o processo e estipula as metas e os principais objetivos a alcançar. Este macroplaneamento guia o processo, ou seja, confere um “rumo”. Contudo, o próprio processo, em si mesmo, poderá ditar tremendos desvios a este planeamento inicial. Portanto, poderá ser incipiente um planeamento de forma periodizada.

Nessa proposta, deverá ser concretizado um planeamento genérico, que estabeleça traços gerais, mas mantenha uma enorme abertura à evolução natural do processo de treino. Esta filosofia torna-se mais econômica, devido à redução de custos temporais (e, eventualmente, financeiros) envolvidos com a planificação e, ademais, aumenta a flexibilidade e eficácia do planeamento.

Será no curto prazo (isto é, na semana e no dia) que o processo poderá e deverá, efetivamente, ser bastante detalhado, especificado, até periodizado. Mas esta microperiodização estará muito mais dependente de eventos de curto prazo (passados e futuros) do que de uma qualquer suposta dinâmica de cargas de longo prazo. Por exemplo, os eventos dos dias antecedentes vão determinar, decisivamente, o que será preciso enfatizar nos dias seguintes (eventos passados). Por outro lado, futuros eventos próximos (por exemplo, competição do fim de semana) irão, inevitavelmente, requerer alguma preparação específica. Esta microperiodização não é um aumento de um qualquer plano macroperiodizado. Pelo contrário, cada bloco microperiodizado valerá por si próprio, embora guiado parcialmente — nos seus traços gerais — por um planeamento mais global (não periodizado, mas não no sentido de constante). Mais ainda, o próprio planeamento global, genérico, pode mudar drasticamente em função dos acontecimentos semanais e diários, o que significa que o micro terá mais peso no macro do que o contrário.