**MEDIDAS E AVALIAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**UNIDADE I**

**Medidas e Avaliação em Educação Física**



Para a correta escolha dos testes para mensuração da aptidão física relacionada à saúde (força, resistência muscular localizada, flexibilidade, resistência aeróbia e composição corporal) e desempenho físico-esportivo (adiciona-se: agilidade, aceleração, velocidade, velocidade de reação, potência aeróbia e potência muscular) é substancial adequar testes que sejam direcionados à necessidade do aluno na escola ou na academia, bem como para atletas de diferentes modalidades esportivas.

Fase de delineamento ou planejamento da avaliação: escolha das variáveis que serão medidas e subsequentemente avaliadas, com a escolha dos testes mais apropriados para serem empregados. Fase de obtenção das medidas: aplicação dos testes propriamente dita e obtenção dos resultados, sem a classificação das variáveis coletadas. Fase de interpretação das medidas ou obtenção das informações: interpretação dos resultados baseada em estudos prévios e análise estatística. Fase de aplicação das informações obtidas: na última etapa, as informações adquiridas darão subsídio à prescrição (orientação) e à condução das aulas e/ou treinamentos.

Não basta seguir as quatro fases aqui delineadas, pois outros parâmetros devem ser utilizados concomitantemente, a fim de garantir a autenticidade científica. Destacam-se:

1. Erro da medida.

2. Fidedignidade.

3. Validade

1) O erro da medida pode ser subdividido em:

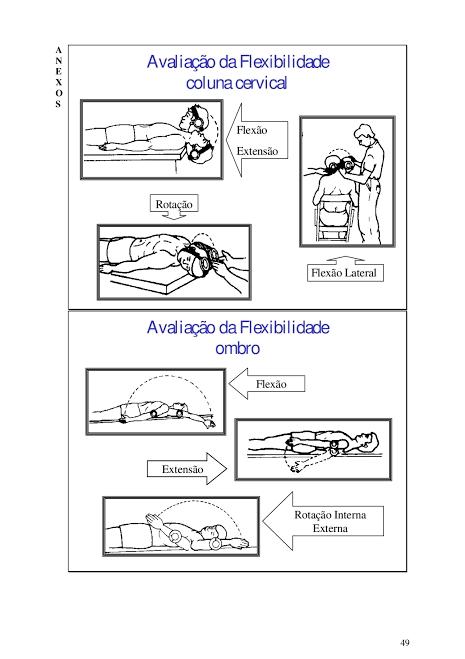
A) Erro sistemático instrumental: erro decorrente da calibração do equipamento (por exemplo, o professor de Educação Física está realizando avaliações da composição corporal de seus alunos por meio do adipômetro e, nessa condição hipotética, ele esqueceu de conferir a calibração do equipamento).

B) Erro sistemático teórico: erro decorrente da utilização de fórmulas, condições e/ou literatura inapropriada para a condição. Seguiremos o exemplo do tópico A, referente ao professor de Educação Física que está realizando avaliações da composição corporal. O erro sistemático teórico, na situação descrita, seria a utilização, após a avaliação da composição corporal, de fórmulas de outras faixas etárias ou etnias ou outra

subclassificação que não fosse validada para as pessoas que o professor está avaliando.

C) Erro sistemático ambiental: erro relativo ao estado de equipamento, quadra, pista, local, temperatura, umidade, horário, dentre outros. Utilizando o exemplo já descrito, um erro sistemático ambiental seria efetivar a avaliação da composição corporal dentro de um local quente, que promovesse a transpiração do avaliado e, em virtude disso, prejudicasse o correto pinçamento das dobras cutâneas.

D) Erro sistemático observacional: falhas do avaliador na leitura ou manuseamento do equipamento. Como exemplo para essa condição, podemos citar a leitura incorreta dos valores obtidos no pinçamento das dobras cutâneas realizado na avaliação da composição corporal feita pelo professor de Educação Física.



2) Fidedignidade, reprodutibilidade ou confiança

A fidedignidade se refere ao nível de congruência ou consistência dos resultados no decurso da realização do teste na mesma condição, em condições diferentes, assim como por avaliadores diferentes. Nessa situação, o erro deve ser muito pequeno, pois quanto maior for a dispersão dos dados analisados, menor será a fidedignidade do teste e vice-versa (LIMA; KISS, 2003; MORROW JUNIOR et al., 2014). Por conseguinte, a literatura traz várias classificações para a reprodutibilidade (BAUMGARTNER, 1995). Entretanto, apresentaremos, nesse momento, duas classificações de fidedignidade:

a) Fidedignidade intra-avaliador: que se refere à consistência da medida efetuada pelo mesmo avaliador várias vezes em situações diferentes.

b) Fidedignidade interavaliador: verifica-se a consistência da mesma medida ou teste desempenhado por avaliadores diferentes.

3) Validade Por sua vez, a validade se refere à apropriação de determinado teste com o intuito de verificar se o referido teste é, de fato, adequado para fornecer as boas medidas da variável que ele se propõe a medir (DE LIMA; KISS, 2003).

**Introdução à Bioestatística**

CONCEITOS BÁSICOS

Possivelmente, você já tenha lido em algum artigo de revista ou jornal, ou ainda, ouvido em algum programa de rádio ou televisão uma notícia do tipo: “o estudo que investigou o estado nutricional (baixo peso, peso normal, sobrepeso e obesidade) por meio do Índice Massa Corporal (IMC) de alunos do ensino médio de escolas públicas brasileiras contou com a participação de 3.000 estudantes”. A partir desse trecho fictício, qual foi a população e a amostra desse estudo? Além disso, qual foi a variável investigada? Você tem um palpite?

POPULAÇÃO

Usualmente, a população é entendida como o grupo maior de onde se extrai a amostra (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012). De modo específico, população é qualquer conjunto de informações que tenham entre si uma característica comum que delimite, inequivocamente, quais elementos pertencem a ela

AMOSTRA

Definido o termo população, podemos definir a amostra como o grupo de participantes, tratamentos ou situações selecionados a partir de um grupo maior e específico (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012). Quando uma amostra é formada, ela deve ser representativa e parecida com a população da qual foi extraída.

TIPOS DE VARIÁVEIS

Podemos interpretar a variável como toda característica ou condição que pode ser mensurada ou observada (MOTTA, 2006). Em sua essência, as pesquisas que envolvem a bioestatística podem ser consideradas estudos de relações de variáveis. Estas, normalmente, estudam as diferenças ou associações entre as variáveis investigadas nos indivíduos. Sendo assim, a resposta para nossa questão anterior é IMC. Pois o estudo utilizou o IMC como ferramenta para diagnosticar o estado nutricional daqueles alunos

VARIÁVEL DEPENDENTE X VARIÁVEL INDEPENDENTE

As variáveis podem ser classificadas de muitas maneiras, no entanto, normalmente, são identificadas como variável dependente e variável independente. Esse tipo de distinção é empregado na estatística inferencial, pois envolve a análise das relações entre variáveis

TIPOS BÁSICOS DE ESCALAS

As variáveis podem ser agrupadas em quatro tipos básicos: nominal, ordinal, intervalar e de razão (MOTTA, 2006). Uma variável em escala nominal envolve frequências e não medidas propriamente ditas. Esse tipo de variável é identificado apenas por nomes, isto é, é distribuída em categorias nominais, sem nenhuma relação hierárquica.

A importância de distinguir as variáveis entre os tipos de escalas se justifica na escolha do procedimento estatístico que será utilizado na descrição dos dados. Normalmente, as variáveis nominal e ordinal são apresentadas em forma de valores absolutos e relativos (porcentagem) e gráficos; e as variáveis intervalar e de razão são apresentadas em forma de medidas de tendência central e dispersão

VARIÁVEIS QUALITATIVAS X VARIÁVEIS QUANTITATIVAS

Outra forma comum de classificar as variáveis é categorizá-las em qualitativas e quantitativas. De maneira simplificada, as variáveis qualitativas ou categóricas envolvem as escalas nominal e ordinal; enquanto que as variáveis quantitativas ou numéricas envolvem as escalas intervalar e de razão.

**Estatística Descritiva Aplicada à Educação Física**

Vamos supor que estamos realizando uma pesquisa com idosos praticantes de exercício físico, e o objetivo desse estudo é traçar o perfil desses idosos. Dentre as variáveis de investigação que escolhemos, estão inclusas: a modalidade de exercício (caminhada, musculação, ginástica e natação) e a frequência semanal de treino (número de dias). Após coletar os dados dessas variáveis, quais seriam os primeiros passos para iniciarmos a análise deles? Primeiramente, é necessário organizar, resumir, classificar, descrever e comunicar os resultados obtidos (VIEIRA, 2008). Para isso, são utilizados tabelas, gráficos e estatísticas que permitem resumir e facilitar o entendimento dos dados.

TABELAS DE DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIAS Um dos recursos da estatística descritiva é a tabela de distribuição de frequências (VIEIRA, 2008). Ela permite identificar as características dos dados analisados. Tabelas como essa podem ser divididas em duas formas: de frequências simples e de frequências em intervalos de classe.

Tabelas de frequências simples As tabelas de frequências simples apresentam o número de ocorrências (frequências) de um determinado dado isolado. Sendo assim, cada valor incluído na tabela representa um único dado, formando uma distribuição de frequências simples. A partir do nosso estudo com idosos, elaboramos a tabela a seguir para a variável “modalidade de exercício”.

Tabelas de frequências em intervalos Nas tabelas de frequências em intervalos de classe, os dados estão agrupados nesses intervalos, e o número de ocorrências (frequência) representa o valor de determinado grupo. Aproveitando o nosso estudo com idosos, elaboramos outra tabela, a Tabela 2, para a variável “frequência semanal de treino”

MEDIDAS DE TENDÊNCIA CENTRAL Os dados, em sua maioria, apresentam a tendência de se agrupar em torno de um ponto central. Por exemplo, imagine uma prova rústica de 10 km com a participação de 3.000 atletas, profissionais e amadores. Ao realizarmos a medida da estatura de todos os atletas adultos do sexo masculino (n = 1.000), foi constatado que a maioria tinha estatura próxima à 1,80 m, e que poucos atletas apresentaram estatura igual ou inferior a 1,75 m ou igual ou superior a 1,85 m. Desse modo, observou-se que os dados apresentaram uma tendência de se agrupar em torno da medida 1,80 m

Mediana

Como visto, às vezes, a média pode não ser o valor mais representativo ou característico. Utilizando o exemplo anterior, supõe-se que, no lugar do peso 57, estivesse o número 120. A média passaria a ser 57,73 kg, valor maior do que todos os outros, com exceção de um (120). Podemos dizer, então, que esse valor não é representativo dessa turma de alunos do 9° ano, pois não retrata de forma coerente grande parte dos dados. Nesse caso, outra medida de tendência central seria mais útil

Moda

Os dados são apresentados com maior frequência pela média ou mediana. No entanto, a tendencial central também pode ser enunciada pela moda. Esta pode ser definida como o valor que ocorre com maior frequência (DORIA FILHO, 1999). Assim como a mediana, ela não sofre influência de valores extremos. Para o exemplo anterior, a moda é 55, pois esse escore se repete três vezes. Algumas séries de dados podem ter mais de uma moda, e são, portanto, uma distribuição plurimodal. Outras séries de dados podem apresentar uma distribuição amodal, isto é, sem moda (nenhum valor repetido).

MEDIDAS DE DISPERSÃO

Numa série de dados, cada valor apresenta algum grau de variação em relação à tendência central. Esses graus de variação representam a dispersão. Em estatística, dispersão significa o modo como os dados se posicionam ao redor do ponto central

Amplitude

A amplitude total corresponde à diferença entre o valor mais alto e o mais baixo observado. Ela é a medida mais simples da variabilidade, pois não informa como os dados se distribuem na série e, conforme a amostra cresce, ela pode crescer também, devido a maior chance de aparecer um valor extremo. A amplitude pode ser relatada, em especial, quando se usa a mediana e não a média (THOMAS;NELSON; SILVERMAN, 2012).

VARIÂNCIA Uma das medidas de dispersão que mostra o quão distantes os valores estão da média é a variância. Quanto maior ela for, mais distantes da média estarão os valores; quanto menor a variância, mais próximos da média eles estarão. Existem duas fórmulas para calcular a variância. A escolha por uma ou outra depende da natureza do conjunto de dados, que pode ser uma população ou de uma amostra

Desvio padrão Basicamente, o desvio padrão, ou standard deviation (em inglês), corresponde à raiz quadrada da variância. Assim como a variância, ele também corresponde à estimativa da dispersão dos valores de uma série de dados em relação à sua média

Quartis Também há a possibilidade de dividir o conjunto de dados em partes menores. A divisão das séries ordenadas de dados em quatro partes iguais é a mais comum e recebe o nome de quartil.

Amplitude interquartil A amplitude interquartil, ou intervalo interquartílico, corresponde à distância entre P25 e P75 (DORIA FILHO, 1999). Ela compreende os 50% dos dados centrais da série. A amplitude interquartil é determinada pelo cálculo da diferença entre os valores do terceiro quartil (Q3 ou P75) e do primeiro quartil (Q1 ou P25).

GRÁFICOS Os gráficos fazem parte dos instrumentos utilizados pela estatística para a apresentação de dados. A principal finalidade deles é transmitir o padrão, ou a tendência geral da informação, de maneira prática e de fácil entendimento. Adiante, serão apresentados alguns dos gráficos mais utilizados para variáveis categóricas e quantitativas

Histograma de frequências No histograma, as frequências são apresentadas no eixo vertical (eixo y), e os intervalos de classe são representados pela base dos retângulos (justapostos) no eixo horizontal (eixo x). As larguras dos retângulos equivalem às amplitudes dos intervalos de classe, e a altura proporcional equivale à frequência (absoluta ou relativa) de cada intervalo.

Gráfico de barras Os gráficos de barra ou coluna permitem a comparação dos dados por meio de retângulos dispostos verticalmente. Esses retângulos possuem a mesma base, e as alturas equivalem aos respectivos dados.

Gráfico box plot O gráfico box plot é capaz de apresentar diversas informações sobre o comportamento dos dados, de maneira compacta. A mediana da série é representada pela linha horizontal central do box (caixa), e os quartis (Q1 e Q3), pelas linhas inferior e superior da box. Dessa maneira, o gráfico fornece as estimativas da tendência central e variabilidade geral dos dados, respectivamente.

Gráfico de barras Os gráficos de barra ou coluna permitem a comparação dos dados por meio de retângulos dispostos verticalmente. Esses retângulos possuem a mesma base, e as alturas equivalem aos respectivos dados.

Gráfico stem-and-leaf (tronco e folhas) Um gráfico stem-and-leaf fornece diversas informações a respeito da série de dados. Ele apresenta a amplitude dos dados, a localização da maior densidade dos dados e a presença ou ausência de simetria. Nesse tipo de gráfico, é possível ver informações omitidas pelos intervalos de classe.

**UNIDADE II**

**AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA**

**Introdução à Avaliação Antropométrica**

antropometria é o ramo das ciências biológicas direcionado ao estudo das características mensuráveis da morfologia (estudo das formas) humana (PITANGA, 2004). Ela avalia todas as características da forma e da composição corporal dos seres humanos que podem ser medidas. Algumas delas que, normalmente, avaliamos na Educação Física, são: massa corporal (peso corporal), estatura, comprimentos, diâmetros e perímetros dos segmentos, densidade corporal, dobras cutâneas, entre outras

MEDIDA DA MASSA CORPORAL A massa corporal é medida utilizando uma balança adequada. Antes da avaliação, é importante verificar se a balança está corretamente calibrada

MEDIDA DA ESTATURA A medida da estatura é feita por meio de um estadiômetro. Para essa medida, o(a) avaliado(a) deverá ser posicionado em pé (com os pés próximos entre si o máximo possível), com os braços relaxados e estendidos ao longo do tronco, e a cabeça ereta, de acordo com o plano de Frankfurt (Figura 2B). O(a) avaliador(a) deverá orientar o(a) avaliado(a) a realizar a inspiração e a mantê-la até que a medida seja feita.

ÍNDICE DE MASSA CORPORAL Com as informações da massa corporal e da estatura, é possível avaliar o estado nutricional dos indivíduos pelo índice de massa corporal, ou IMC. O estado nutricional diz respeito à condição resultante do balanço entre a ingesta e a perda de nutrientes

esmo como método muito utilizado em clínicas e pesquisas e, até mesmo, em escolas e academias, o IMC apresenta uma limitação muito marcante que precisa ser considerada. Apesar de ter boa correlação com a gordura corporal, o IMC é incapaz de quantificar as variações dos componentes corporais. Ou seja, é incapaz de diferenciar a quantidade de gordura e a quantidade de massa magra, por exemplo. Portanto, esse método costuma apresentar falsos-positivos, especialmente para o público engajado em programas de exercícios físicos e controle alimentar

CIRCUNFERÊNCIA OU PERIMETRIA A avaliação das circunferências, ou perimetria, é muito utilizada devido à sua praticidade e quantidade de informações que podem ser obtidas. Entre essas informações, podemos elencar as assimetrias, as alterações nos diâmetros corporais e, até mesmo, o percentual de gordura

DISTRIBUIÇÃO DA GORDURA CORPORAL E SOMATOTIPO

A forma como a gordura se distribui no corpo pode ser classificada de duas maneiras: distribuição androide e ginoide. A distribuição androide é mais comum em homens e se caracteriza pelo acúmulo de gordura na porção superior do corpo (tronco e braços), deixando magra a parte inferior. Nesse tipo de distribuição, a gordura não se localiza somente entre a pele e os músculos, mas também dentro da cavidade abdominal

e modo geral, a endomorfia se refere à adiposidade corporal; a mesomorfia, ao desenvolvimento muscular, e a ectomorfia, à linearidade específica. É possível determinar o somatotipo por meio de cálculos matemáticos que utilizam algumas medidas antropométricas. No entanto, devido à extensão desse cálculo, sugerimos que consulte os livros de avaliação física para maiores detalhes a respeito desse assunto

**Avaliação da Composição Corporal**

Sabemos que a prática regular de atividade física proporciona um leque de benefícios à saúde das pessoas, que vão desde a simples sensação de bem-estar até o tratamento de doenças. Um desses benefícios popularmente vinculados à atividade física é o controle do peso corporal. Assim, é comum vermos pessoas que buscam praticar exercícios físicos tanto para ganhar quanto para perder peso. Quando as pessoas se exercitam com o propósito de ganhar peso, o seu foco está em aumentar quantidade de massa muscular; já quando a finalidade é perder peso, o foco está em reduzir a quantidade de gordura corporal. No entanto, a medida do peso corporal pode ser considerada um bom parâmetro para avaliar esse ganho ou perda? A resposta é sim! Porque é a medida do peso corporal que dirá dizer se houve ganho ou perda

Dentre as aplicações da avaliação da composição corporal que podem ser utilizadas pelos profissionais da saúde e do condicionamento físico, Heyward e Stolarczyk (2000) apontam as seguintes:

a) entificar os riscos à saúde relacionados aos níveis elevados ou baixos de gordura corporal.

b) monitorar as alterações na composição corporal associadas a determinadas doenças.

c)Acompanhar as mudanças na composição corporal relacionadas ao crescimento, ao desenvolvimento, à maturação e à idade.

d) Elaborar e avaliar intervenções nutricionais e programas de exercícios físicos.

e) Estimar o peso corporal ideal de indivíduos não-atletas e atletas

**Modelos Teóricos de Análise e Métodos da Avaliação da Composição Corporal**

Ao longo do desenvolvimento do estudo da composição corporal, foi criada uma série de modelos teóricos com o propósito de explicar quais são os componentes que constituem a massa corporal dos seres humanos. Cada modelo possui suas características conceituais e respectivas técnicas de fracionamento da massa corporal total. Esses modelos teóricos são utilizados para obter medidas referenciais para o desenvolvimento de métodos e equações de análise da composição corporal

Podemos observar que, no nível atômico, a massa corporal total é formada, em 96%, por quatro elementos: oxigênio, carbono, hidrogênio e nitrogênio. A maior parte desses elementos pode ser medida in vivo e, a partir desses, tanto a massa magra como a massa gorda podem ser estimadas. O nível molecular é formado por seis componentes: água, lipídios, proteínas, carboidratos, minerais ósseos e outras moléculas. O nível celular é composto por três componentes: os sólidos extracelulares, os líquidos extracelulares e as células. Estas podem ser divididas em dois componentes, gordura e massa celular

1. A densidade da gordura equivale a 0,091 g/cm3 .

2. A densidade da massa livre de gordura equivale a 1,10 g/cm3 .

3. Para todos os indivíduos, as densidades de gordura e dos componentes da massa livre de gordura são as mesmas.

4. As densidades dos tecidos que compõem a massa livre de gordura são constantes em um indivíduo.

5. O indivíduo a ser avaliado diferirá do corpo referencial somente na quantidade de gordura. A massa livre do corpo referencial é estabelecida como composta por73,8% de água, 19,4% de proteínas e 6,8% de minerais.

s modelos que incluem três ou mais componentes são chamados de modelos multicomponentes. Estes possuem maiores aplicabilidade e precisão. Um exemplo que segue o modelo é a Absorciometria de raio X de dupla energia, ou DEXA; que fraciona a massa corporal total em massas gorda, magra e mineral óssea. Os modelos multicomponentes podem ser usados para:

A. Conseguir medidas de referência acuradas (precisas).

B. Elaborar equações de estimativa da composição corporal.

C. Testar a validade e a aplicabilidade dos métodos e das equações de estimativa.

**Técnicas da Avaliação da Composição Corporal**

Cada método de avaliação da composição corporal tem suas vantagens e desvantagens; por consequência, cada um possui seu valor (grau de importância). O valor é dado quando percebemos que o método escolhido será o meio ideal para suprir a necessidade do(a) avaliado(a) e/ou do(a) avaliador(a

TÉCNICAS DE MEDIDA DIRETA As técnicas de medida direta são aquelas que envolvem o processo de dissecação de cadáveres. Desde os primeiros estudos da análise da composição corporal até o presente momento, a dissecação é considerada a única maneira direta de medir os principais componentes do corpo humano

TÉCNICAS DE MEDIDAS INDIRETAS As técnicas de medida indireta da avaliação são validadas pelo método direto, e fornecem estimativas da composição corporal. Elas são precisas, porém, possuem uma aplicação prática limitada e um custo financeiro elevado

PESAGEM HIDROSTÁTICA A pesagem hidrostática, ou hidrodensitometria, é considerada o padrão-ouro (gold standard), ou seja, a técnica referência da avaliação da composição corporal. Sendo assim, é muito utilizada para validar as técnicas duplamente indiretas. Ela considera que o corpo é formado por dois componentes distintos, a massa gorda e a massa livre de gordura.

PLETISMOGRAFIA Assim como a pesagem hidrostática, a pletismografia é uma técnica de densitometria utilizada para determinar o volume de um corpo. No entanto, ela estima o volume corporal por meio do deslocamento de ar ao invés da água. Baseada na lei de Boyle, essa técnica utiliza a relação inversa entre pressão e volume para determinar o volume corporal. Determinado esse, é possível avaliar a composição corporal por meio do cálculo da densidade corporal, e em seguida, do percentual de gordura, assim como na pesagem hidrostática. Portanto, essa também é uma técnica baseada no modelo de dois compartimentos

ABSORCIOMETRIA DE RAIO X DE DUPLA ENERGIA (DEXA) Citada anteriormente, a Dexa (do inglês Dual-energy X-ray absorptiometry) é uma técnica de diagnóstico que mede as atenuações de dois raios X que transpassam o corpo. O aparelho utilizado se assemelha a um escâner, em que os raios X são emitidos por uma fonte que passa por baixo do indivíduo, sendo que o(a) avaliado(a) deve permanecer em decúbito dorsal (barriga para cima) sobre a plataforma; após passarem por todo o corpo do indivíduo ou parte dele, os raios X atenuados são medidos por um detector de energia

ULTRASSONOGRAFIA A ultrassonografia é uma técnica de diagnóstico por imagem muito empregada na medicina, que utiliza o eco gerado por ondas de som de alta frequência para visualizar as estruturas internas do organismo

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA A tomografia computadorizada é uma técnica de diagnóstico que produz imagens com grande clareza de qualquer parte do interior do corpo humano

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA A ressonância magnética é uma técnica de diagnóstico que utiliza forte campo magnético (radiação eletromagnética) para gerar imagens internas do corpo

HIDROMETRIA A hidrometria é uma técnica invasiva, devido à necessidade de aplicar uma substância no(a) avaliado(a). Ela permite a estimativa da água corporal total, por meio da ingestão de uma substância contendo, normalmente, os isótopos de trítio (3 H2 O) ou de deutério (2 H2 O); essa substância será distribuída igualmente por toda a água contida no corpo

TÉCNICAS DE MEDIDAS DUPLAMENTE INDIRETAS As técnicas de medida duplamente indireta da avaliação são validadas pelos métodos indiretos e fornecem estimativas da composição corporal. Elas possuem alta correlação com as técnicas indiretas de avaliação, têm ampla aplicação prática e, geralmente, custo acessível.

É oportuno reforçar que a medida da espessura das dobras cutâneas se configura como uma técnica extensamente utilizada, principalmente entre os professores de Educação Física. Contudo ela não é validada para o público obeso. Medidas de dobras maiores que 40 milímetros podem apresentar vieses (erros) de medida

Tipo de adipômetro que será utilizado. Experiência do(a) avaliador(a). Característica morfológica do(a) avaliado(a). Denição da equação/fórmula para a predição das variáveis relacionadas à composição corporal.

Medidas antropométricas Até este ponto de nosso estudo, podemos verificar que existem diversas técnicas para avaliar a composição corporal, umas mais acessíveis e outras, nem tanto. Seguindo a linha da simplicidade, podemos fracionar a massa corporal por meio de algumas medidas antropométricas (vistas no capítulo anterior), como a perimetria (circunferências corporais) e o IMC (índice de massa corporal).

Bioimpedância elétrica A bioimpedância elétrica é uma técnica de diagnóstico não invasiva e indolor, que utiliza correntes elétricas de baixa intensidade com o objetivo de avaliar o valor de resistência total oferecida pelo corpo à passagem do fluxo elétrico. Essa resistência é chamada de impedância. Assim, o aparelho de bioimpedância é capaz de estimar os componentes da massa corporal por meio da medição da impedância (ROCHA; GUEDES JUNIOR, 2013).

importante ressaltar que os dados fornecidos pelo aparelho são baseados em modelos matemáticos, ou seja, são estimativas baseadas em equações que predizem as variáveis. Contudo essa técnica apresenta resultados consistentes em diferentes públicos: atletas e não-atletas, bem como indivíduos não-saudáveis

Interactância de raios infravermelhos A interactância de raios infravermelhos é uma medida duplamente indireta, e pouco utilizada, nos dias atuais, para a mensuração da composição corporal. O referido método tem como princípio a absorção e a reflexão dos raios vermelhos, avaliando, assim, a gordura e os líquidos corporais. A luz do equipamento adentra os tecidos e é refletida pelos ossos, voltando ao aparelho

**UNIDADE III**

**FORÇA MUSCULAR E FLEXIBILIDADE**

**Força Muscular**

A força muscular apresenta três fundamentais manifestações: força máxima, resistente e potente (WEINECK, 2004). As duas primeiras serão abordadas no presente tópico, enquanto que a força potente será o assunto do tópico a seguir. Portanto, conceituar força máxima e resistência de força será a primeira tarefa, bem como sua importância na vida diária e no rendimento. Em seguida, discutiremos diferentes métodos de avaliação dessas duas manifestações da força muscular

Existem diversos motivos para avaliar a força muscular de um indivíduo. No âmbito esportivo, um treinador deve avaliar seus atletas, principalmente a fim de reconhecer o atual nível de treinamento deles, e como fundamentação para elaborar o plano de treinos com as cargas específicas. Além disso, avaliar um indivíduo periodicamente durante um ciclo de treinamento é uma excelente ferramenta para acompanhar as respostas desse atleta aos estímulos e cargas que estão sendo propostos.

Mais comuns, as contrações dinâmicas envolvem movimento articular. Essas se apresentam como contrações concêntricas e excêntricas. Contrações concêntricas são aquelas em que há encurtamento muscular, ou seja, a força interna vence a carga externa, também conhecida como contração positiva (THOMPSON; FLOYD, 2002). Provavelmente, esse seja o tipo de contração mais facilmente identificado nos movimentos da vida diária ou nas ações esportivas.

A contração concêntrica ocorre quando um halter é erguido na flexão do cotovelo, ou quando os extensores do joelho realizam o movimento que resulta no chute em uma bola de futebol, por exemplo. Por outro lado, quando a carga externa é superior à força interna, causando o alongamento das fibras musculares, ocorre a contração excêntrica, ou contração negativa (THOMPSON; FLOYD, 2002). Ela também está relacionada ao mecanismo de frear um movimento explosivo de uma musculatura antagonista.

Considere novamente o futebol, a extensão do joelho durante uma corrida ou um chute ocorre por conta da contração concêntrica dos extensores do joelho, enquanto que os flexores do joelho têm um papel importante na desaceleração de movimentos rápidos de extensão, caracterizando uma contração excêntrica. Ainda, no caso da força muscular, deve- -se reconhecer qual o tipo de força que você quer avaliar: força máxima ou resistência de força?

AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR Começaremos a discutir a avaliação da força muscular por meio da dinamometria, especificamente por equipamentos chamados de dinamômetros eletromecânicos, que conseguem medir a força pela conversão da energia mecânica em elétrica. Como nosso corpo é fundamentado em sistemas de alavancas, a força muscular, somada ao braço de alavanca presente numa determinada articulação, caracteriza o torque muscular. Para fins didáticos, continuaremos a chamar os resultados da dinamometria de força muscular

A avaliação da força isométrica, chamada de contração voluntária isométrica máxima, ou CVIM, é comumente realizada nesse tipo de equipamento. Praticamente todas as principais articulações do corpo humano podem ser avaliadas seguindo as recomendações de cada fornecedor do equipamento a fim de criar uma padronização universal e facilitar a comparação dos dados.

Existem outros protocolos de testes práticos que avaliam prioritariamente a resistência de força, utilizando movimentos bastante comuns e exercícios básicos. Como exemplos, os testes de repetições de abdominal e de flexão de braços. Os dois testes funcionam com a mesma lógica, que é realizar o maior número de repetições do exercício dentro do tempo de um minuto. Para que os resultados sejam comparados com valores de referência, ou com o próprio avaliado em outro momento (por exemplo, no início e no fim de um ciclo de treinamento), a padronização do gesto motor e da dinâmica do teste é fundamental.

Especificamente para a população idosa, o teste de sentar e levantar avalia a resistência de força de membros inferiores (JONES; RIKLI; BEAM, 1999). Esse teste foi desenvolvido e validado com o intuito de fornecer uma avaliação prática e simples para essa população que, muitas vezes, não está acostumada com exercícios de força em academia. O gesto de sentar e levantar ainda constitui uma das tantas atividades da vida diária, fundamentais para a manutenção da independência durante o envelhecimento. O teste consiste em realizar o movimento de sentar e levantar o maior número de vezes durante o tempo de 30 segundos, cronometrado pelo avaliador. Cabe ao(à) avaliador(a), também, realizar a contagem das repetições. A padronização do movimento desse teste envolve a breve familiarização com o movimento correto, a utilização de um banco ou cadeira de 43 cm de altura e a devida instrução prévia ao(à) avaliado(a)

**Potência Muscular**

A potência muscular, também conhecida como força rápida (WEINECK, 2004), é o tipo de força que pode ser explicada pela capacidade de exercer energia (ou trabalho) em um período de tempo (ASTRAND et al., 2006). Vamos por partes, para que essa primeira etapa seja bem esclarecida. Primeiro, consideramos a potência como produto da força pela velocidade. A velocidade nada mais é do que a distância dividida pelo tempo. Com isso, nossa fórmula se caracteriza da seguinte forma: potência = força x (distância/tempo). A multiplicação da força (em Newton – N) pela distância (em metros – m) caracteriza o chamado trabalho (N x m), expresso na unidade de Joules (J = N x m). Quando dividimos o trabalho (J) pelo tempo (s), temos a unidade de potência, conhecida como Watt (W = J/s).

Neste momento, cabe um exemplo prático e bastante simples. Pense num indivíduo que tem a tarefa de erguer determinada carga no simples movimento de flexionar o cotovelo. Caso essa carga seja pequena, como um halter de 1 kg, ele será capaz de realizar este movimento em altíssima velocidade. Isso não necessariamente reflete grande potência muscular, pois a força foi muito baixa. Lembre-se que a potência depende diretamente da velocidade e da força muscular.

AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA MUSCULAR Após essa breve introdução, você já deve estar ciente de que os testes que avaliam a potência muscular não são aqueles que envolvem elevadas cargas externas. Além da possibilidade de medida em aparelhos laboratoriais, a potência muscular é comumente avaliada por instrumentos práticos, que não envolvem grande investimento. A seguir, serão apresentados testes de impulsão horizontal e vertical, além do arremesso de Medicine Ball, para avaliação da potência muscular de membros inferiores e superiores, respectivamente.

existem diferentes procedimentos para a execução do movimento de um teste de salto vertical. Basicamente, dois tipos de saltos são utilizados, o squat jump (SJ) e o conter movement jump (CMJ). A tradução do SJ é a de um salto saindo da posição de agachamento. Nesse salto, o(a) avaliado(a) se agacha até uma posição predeterminada pelo(a) avaliador(a) e, após uma breve pausa, é dado o comando para saltar. O(a) executante realiza o seu salto o mais rápido e alto possível, sem se agachar mais antes do salto

Os testes de impulsão vertical citados anteriormente são também avaliados em ambiente laboratorial, por meio de um instrumento chamado de plataforma de força. Esta plataforma consegue gerar dados mais precisos com relação à altura do salto e à potência gerada do que aqueles obtidos em testes de campo. O princípio básico da plataforma de força é fundamentado na terceira lei de Newton, na qual a força que o sujeito coloca ao saltar a plataforma é devolvida ao sujeito, como na chamada força de reação do solo.

A avaliação da potência muscular de membros superiores pelo arremesso de medicine ball pode apresentar diversas versões, com variações em certos elementos do teste. Por exemplo, Marins e Giannichi (2003) descrevem essa avaliação com o avaliado sentado em uma cadeira, arremessando uma bola de 3 kg. A lógica do teste permanece a mesma, porém, três tentativas são concedidas ao executante, enquanto que a distância registrada para o escore é entre os pés dianteiros da cadeira e o ponto onde a bola toca no solo. Novamente, a padronização do teste é elemento fundamental para uma boa reprodutibilidade dos escores obtidos

**Flexibilidade**

Esta capacidade física está diretamente associada com a qualidade dos movimentos de cada uma das articulações do corpo humano. Juntamente com os parâmetros de força muscular previamente descritos, avaliar a flexibilidade constitui parte fundamental de qualquer programa de medidas e avaliação. Tanto para professores de escolas, clubes e associações quanto para treinadores de atletas de alto nível, monitorar os níveis de flexibilidade em todo o corpo é fundamental por uma série de fatores que serão abordados neste último tópico. Por fim, você será apresentado a diversos testes de avaliação da flexibilidade

Alguns fatores interferem nos níveis de flexibilidade de um indivíduo. Podemos citar alguns inerentes à estrutura pessoal, como os ossos, músculos, ligamentos e tendões (PESCATELLO et al., 2014). Outros, como a idade e o sexo, apresentam características e padrões mais definidos. Sabe-se que a flexibilidade é diminuída com o envelhecimento, muito devido às modificações estruturais do músculo, do tendão, dos ligamentos e das cápsulas articulares.

Flexibilidade ativa é a máxima amplitude obtida por meio de movimentos produzidos pelos músculos de forma independente, enquanto que a flexibilidade passiva remete à amplitude articular conseguida por meio da ação de uma força externa. Sendo assim, a flexibilidade passiva é frequentemente maior que a ativa (WEINECK, 2004). Um fator que vale a pena ser ressaltado é a comum confusão feita entre a flexibilidade e o alongamento.

AVALIAÇÃO DA FLEXIBILIDADE Os testes existentes para medir a flexibilidade podem ser classificados em três grupos (MARINS; GIANICCHI, 2003). Os testes angulares são aqueles que expressam seus resultados em forma de graus, quando articulações formam ângulos. Exemplo desse tipo de teste é a goniometria, que será explorada mais à frente, neste tópico. Testes lineares expressam os seus resultados em escalas lineares de distância, como os centímetros.

No presente tópico, a flexibilidade foi o assunto abordado. Você aprendeu o conceito dessa importante capacidade que envolve diversas estruturas do corpo humano. A flexibilidade é de fundamental importância, tanto para o desempenho esportivo quanto para a qualidade de vida. Os principais métodos e protocolos para avaliar a flexibilidade foram apresentados para você, em diferentes articulações. Os diferentes tipos de testes de avaliação foram descritos, sendo eles angulares, lineares ou adimensionais.

**UNIDADE IV**

**AVALIAÇÃO AERÓBIA**

**Avaliação Aeróbia**

O sistema aeróbio engloba variáveis cardíacas, respiratórias e musculares, integrando alguns dos principais sistemas do corpo humano. Neste tópico, você será apresentado a diversos conceitos e ao entendimento do sistema aeróbio de fornecimento de energia, para, depois, reconhecer e entender os principais testes de avaliação

A energia pode se apresentar em várias formas: química, térmica, mecânica, elétrica, eletromagnética e nuclear. A primeira lei da termodinâmica diz que a energia não pode ser criada nem destruída, no entanto, ela pode ser transformada de uma forma a outra de acordo com as exigências fisiológicas do organismo. Pela alimentação, o homem obtém os nutrientes necessários à sua sobrevivência, portadores da energia química armazenada durante o processo de fotossíntese. As fontes energéticas dos alimentos são armazenadas e utilizadas pelo homem na forma de carboidratos, gorduras e proteínas. A transformação da energia química dos alimentos em energia mecânica é o que permite a contração muscular e, consequentemente, os movimentos do corpo humano, além da manutenção das funções vitais (FUNDAÇÃO VALE, 2013b

METABOLISMO AERÓBIO DE FORNECIMENTO DE ENERGIA Trata-se do mais complexo sistema de produção de energia existente, que utiliza carboidratos, gorduras e proteínas de forma integrada como fonte de substrato, sempre contando com o oxigênio como principal elemento para o catabolismo dos substratos

Entre diversos aspectos, a avaliação da condição aeróbia possibilita a observação do comportamento cardíaco e da pressão arterial em exercício, o que pode auxiliar no diagnóstico de anormalidades. O exercício físico e o treinamento podem ser prescritos com base nos resultados encontrados em uma avaliação aeróbia.

O consumo máximo de oxigênio é tido como um índice da potência aeróbia, enquanto que outros índices, na literatura, aparecem relacionados à capacidade aeróbia. Astrand et al. (2006) define que a capacidade refere-se à disponibilidade total de energia, enquanto a potência significa energia por unidade de tempo (como nas unidades de medida do VO2max). Com relação aos índices de capacidade aeróbia, alguns se destacam, como os limiares de lactato e os limiares ventilatórios.

É fundamental que o(a) avaliado(a) tenha acesso a um termo de consentimento onde todos os procedimentos da avaliação sejam descritos. Com esse documento, o avaliador garante que expôs ao avaliado todas as condições do teste, como os procedimentos de coleta, os riscos e benefícios daquela avaliação.

**Testes Laboratoriais**

Os testes laboratoriais contam com muitas vantagens, porém, também apresentam desvantagens e maiores cuidados em relação aos testes de campo. As maiores vantagens de realizar uma avaliação física em ambiente laboratorial são a confiabilidade e a reprodutibilidade dos dados. A validade interna desses dados é excelente, pois são medidas padronizadas, em unidades reconhecidas internacionalmente, como o L/min e o ml/kg/min do VO

**Testes de Campo**

Os testes práticos podem ser mais específicos do que os laboratoriais, sendo realizados no mesmo ambiente e sob condições semelhantes às encontradas no dia a dia. Por exemplo, para um corredor de provas de longa distância, ter a sua condição aeróbia avaliada em pista é mais específico do que em uma esteira, muitas vezes, com protocolos incrementais que manipulam a inclinação mais do que a velocidade. A resistência do ar, o calçado, o terreno do teste, todos esses elementos contribuem para que testes práticos de campo apresentem, muitas vezes, validade externa elevada em comparação aos testes laboratoriais

O primeiro teste de campo para avaliação da condição aeróbia que será apresentado é, provavelmente, o mais conhecido de todos. Você já deve ter ouvido falar no teste de Cooper (1968), mas é possível que não tenha ciência de como esse teste foi elaborado. O estudo, que resultou na publicação do teste de Cooper, contou com 115 homens da força aérea americana, portanto, eram indivíduos bem

Outra possibilidade é a aplicação do teste de correr a distância de 2400 metros. Nesse caso, a lógica é inversa ao do teste de Cooper, descrito anteriormente. A distância é fixa, 2400 metros, e o objetivo do teste é completar essa distância no menor tempo possível. Portanto, o tempo é a unidade mensurada nessa avaliação. As instruções para realizar o teste de 2400 metros são semelhantes às aplicadas ao de Cooper. Os(as) avaliados(as) devem ser familiarizados com o protocolo, com os objetivos e com o gesto motor da corrida.

**UNIDADE V**

**AVALIAÇÃO ANAERÓBIA**

**Avaliação Anaeróbia**

Trata-se de um sistema de vias metabólicas mais simples do que as do sistema aeróbio, porém, com algumas particularidades que podem gerar confusão. Para que isso não aconteça, faremos uma introdução ao sistema anaeróbio de fornecimento de energia, antes de progredir para os testes de avaliação física que mensuram essa capacidade.

sistema de fosfato de alta energia utiliza, prioritariamente, uma substância chamada creatina fosfato (CP) para ressíntese de energia, que é denominada via ATP-CP. Esse composto encontra-se no interior da célula, em concentrações de quatro a cinco vezes maiores do que a concentração intracelular de ATP

Ainda que existam outras vias para o fornecimento de energia, diante da manutenção da alta intensidade da atividade, a fadiga por deficiência de CP é inevitável. Bioquimicamente, o processo de liberação de energia se dá pela quebra do composto fosforado de creatina, sob ação da enzima creatinaquinase.

Consequentemente, uma característica desses eventos é uma chegada acirrada ao final da prova, quase sempre decidida com o auxílio da tecnologia. Nos Jogos Olímpicos do Rio de Janeiro, em 2016, a diferença entre o medalhista de bronze e o sexto colocado da prova dos 100 metros masculina de atletismo foi de apenas cinco centésimos de segundo. No caso da prova olímpica de natação dos 50 metros livres, a medalha de ouro foi decidida pela diferença de um centésimo de segundo

Algumas modalidades apresentam características que podem gerar confusão sobre qual teste físico escolher para avaliar. Especificamente, a confusão gira em torno de qual capacidade é a mais importante de se avaliar no atleta. Por exemplo, Barros e Guerra (2004) afirmam que 88% das ações do jogo de futebol envolvem atividades aeróbias, enquanto que apenas 12% seriam atividades anaeróbias de maior intensidade. Em outro exemplo, dessa vez com modalidade de combate, a relação entre esforços de alta e baixa intensidades mostra que, no Brazilian Jiu-Jitsu, os competidores passam a maior parte do tempo de luta em ações de baixa intensidade

O que deve ser ressaltado é que as atividades que determinam o sucesso nessas modalidades, geralmente, são realizadas com o fornecimento de energia pelas vias anaeróbias. Ações motoras como corridas curtas, saltos, chutes e acelerações são as que, geralmente, determinam o sucesso para alcançar o objetivo do jogo do futebol, que é fazer o gol. Da mesma forma que no Brazilian Jiu-Jitsu e na maioria das lutas, as ações decisivas são oriundas de movimentos rápidos e potentes, como uma queda, uma finalização ou um golpe traumático, nas modalidades de percussão.

Todas essas ações de alta intensidade e menor duração é que, provavelmente, serão responsáveis pelo sucesso na modalidade. Por serem sustentadas pelo metabolismo anaeróbio, é este que deve ser prioritariamente avaliado. Logo, o fator fundamental para saber qual capacidade deve ser avaliada é analisar as ações decisivas da modalidade. Se estas envolverem esforços de curta duração e alta intensidade, como nas modalidades da, a avaliação de variáveis relacionadas ao metabolismo anaeróbio se faz fundamental.

Entender que há uma evidente associação entre as características dos testes de avaliação de força descritos na Unidade 3 deste livro com o metabolismo anaeróbio, é de extrema importância. A força máxima e a potência muscular estão associadas ao metabolismo anaeróbio alático, enquanto que a resistência de força será sustentada pelos metabolismos anaeróbio lático, ou até aeróbio, dependendo da intensidade do esforço

**Testes Laboratoriais**

O teste demanda um cicloergômetro com o software específico, em que o teste já está embutido no ergômetro, o que facilita a realização da avaliação e a geração dos dados para posterior análise. Como se trata de um protocolo de avaliação amplamente utilizado, ele será minuciosamente descrito a você.

O teste consiste em pedalar em cicloergômetro por 30 segundos, na maior rotação possível, contra uma resistência oferecida pelo ergômetro. A resistência é fixa ao longo do teste e representa 7,5% da massa corporal total do indivíduo que será avaliado (INBAR; BAR-OR; SKINNER, 1996). Essa carga de resistência foi selecionada, originalmente, em indivíduos jovens, o que gera algumas discussões quanto ao seu emprego em adultos ou atletas. Alguns outros protocolos já foram desenvolvidos com diferentes cargas relativas à massa corporal, porém, a carga original permanece como a mais utilizada

comportamento padrão do teste é de uma altíssima intensidade nos momentos iniciais, com elevados ciclos de rotação no ergômetro. Com o passar dos primeiros dez segundos de teste, a intensidade tende a cair bruscamente e, ao final, o(a) avaliado(a), geralmente, pedala em intensidade muito menor do que a inicial. Principalmente por essa fadiga acentuada é que se orienta que haja motivação externa durante todos os 30 segundos do teste. Diferentemente do teste incremental em cicloergômetro para determinação do consumo máximo de oxigênio, o teste de Wingate não requer o uso de espirometria. É importante salientar que o indivíduo avaliado deverá permanecer sentado durante toda a execução do teste, para fins de padronização.

Geralmente, a maior potência é obtida no primeiro intervalo de cinco segundos do teste, enquanto o valor de menor potência é invariavelmente registrado no último segmento de tempo da avaliação. Quanto maior for o valor obtido no índice de fadiga, maior a queda que o indivíduo apresentou nos valores de potência ao longo dos 30 segundos de teste. Por outro lado, indivíduos que registram pouca diferença entre a maior e menor potência ao longo do teste devem apresentar baixo valor de índice de fadiga. Por exemplo, um avaliado que inicia o teste com 1000 W de potência e finaliza com 800 W apresentará um índice de fadiga de apenas 20%, o que significa que houve pouca queda de desempenho ao longo dos 30 segundos de teste.

Apesar da mesma lógica do protocolo original de 30 segundos, no Wingate para membros superiores, existem algumas recomendações específicas. Por exemplo, a carga de resistência que o ergômetro empregará ao longo do teste deve ser menor do que os tradicionais 7,5%. Os valores de 6% para homens e de 4,8% para mulheres aparecem como as melhores cargas indicadas para a realização do teste de Wingate adaptado para membros superiores (INBAR; BAR-OR; SKINNER, 1996). Este modo de execução pode ser indicado a indivíduos que possuem limitações para se exercitar com os membros inferiores, e os resultados obtidos nesses protocolos parecem ser úteis nessas populações

**Testes de Campo**

Da mesma forma que o Wingate representa o teste laboratorial mais realizado para avaliar a aptidão anaeróbia, o Running-based Anaerobic Sprint Test, ou simplesmente RAST, é o teste prático de campo mais conhecido. Ele foi originalmente criado para avaliação da condição anaeróbia com o uso de cronômetro, apenas (DRAPER; WHYTE, 1997). Diversos estudos foram realizados até o momento e essa avaliação tem demonstrado estreita relação com o Wingate, sendo reconhecida como um dos principais instrumentos para avaliação da capacidade e potência anaeróbias. O RAST apresenta diferentes formatos, porém, o mais difundido consiste em seis tiros de 35 metros em velocidade máxima. O avaliado tem dez segundos de intervalo entre cada um dos tiros de velocidade**.**

**O que deve ser registrado, nesse teste, é o tempo de cada um dos seis piques de 35 metros. Os dez segundos de intervalo, porém, também devem ser registrados por cronômetro, o que sugere uma quantidade ideal de dois(as) avaliadores(as) na execução desse protocolo de avaliação.**