

FACULDADE VALE DO CRICARÉ
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO.

FÁBIO CASAGRANDE COELHO COSTA

VO₂ TRAINING

Programa de avaliação e prescrição de treinamento aeróbico.

SÃO MATEUS
2020

FÁBIO CASAGRANDE COELHO COSTA

VO₂ TRAINING

Programa de avaliação e prescrição de treinamento aeróbico.

Dissertação apresentada à Faculdade Vale do Cricaré, no Mestrado de Ciências, Tecnologia e Educação de São Mateus para obtenção do título de Mestre em Ciências. Tecnologia e Educação.

Área de Concentração: Ciência, tecnologia e Educação.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Rodrigues Silva

SÃO MATEUS

2020

Nome: COSTA, Fábio Casagrande Coelho

Título: VO₂ TRAINING: Programa de avaliação e prescrição de treinamento aeróbico.

Dissertação apresentada à Faculdade Vale do Cricaré, no Mestrado de Ciências, Tecnologia e Educação de São Mateus para obtenção do título de Mestre em Ciências. Tecnologia e Educação.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por minha saúde. Com ela tive a capacidade de chegar aonde cheguei. Agradecer aos meus pais e minha família por sempre me incentivarem a estudar e conquistar os meus objetivos. Agradecer também a todos os meus professores que passaram por minha vida e que de certa forma contribuíram para meu conhecimento e formação profissional e pessoal. Agradecer minha esposa por estar sempre ao meu lado e me incentivar nos estudos. Agradecer ao meu filho por existir na minha vida e me inspirar a ser um ser humano melhor.

EPÍGRAFE

“O que você sabe não tem valor; o valor está no que você faz com o que sabe.”

Bruce Lee

RESUMO

COSTA, Fábio Casagrande Coelho. VO₂ TRAINING: Programa de avaliação e prescrição de treinamento aeróbico. Dissertação (Mestrado em Ciências, Tecnologia e Educação) – Faculdade Vale do Cricaré em São Matheus, Espírito Santo, 2020.

O presente trabalho concentra-se na necessidade de criar uma ferramenta de trabalho tecnológica de maior eficácia para a melhora da avaliação e prescrição de treinamento aeróbico. Bem como demonstrar a importância de conhecer as variáveis do treinamento e estrutura adequada à produção de resultados eficazes.

O trabalho exerce grande e importante influência na construção do conhecimento relevante ao profissional de Educação Física e profissionais da saúde, detalhando em especial a utilização de tecnologia para obtenção dos resultados positivos na formulação de um programa de treinamento adequado.

A contribuição desta dissertação para os militantes do treinamento desportivo que atuam no cenário da saúde e da preparação física se justifica através das consequências positivas resultantes desta apropriação. Descrever aspectos relevantes à Avaliação Física, Treinamento Desportivo, Preparação Física Específica, conscientiza e atualiza o mercado ascendente da tecnologia, saúde e por consequência a indústria do Fitness na atualidade.

Palavras-chave: VO₂ máximo. Treinamento Desportivo. Tecnologia. Saúde. Preparação Física Específica. Aeróbico. Aeróbio.

ABSTRACT

Costa, Fábio Casagrande Coelho. VO₂ TRAINING: evaluation program and prescription training. Dissertation (Masters in science, technology and Education) - college Valley in St Matheus, Holy Spirit, 2020.

The present work concentrates in the need to create a technicality tool... of the most efficient for improvement and aerobic training prescription. As well as demonstrating the importance of knowing the variables of the training and the proper structure to produce effective results.

Work Major work major and important influence in construction of relevant knowledge to the professional of physical education, detailing in particular the use of technology to obtain positive results on the form of a proper training program.

The contribution of this dissertation to the militants of the sporting training that acts in the health and physical preparation justifies through positive consequences resulting from this appropriate. Describing relevant aspects to the physical evaluation, Treinamento Desportivo, Preparação Física Específica, conscientienza and perform the ascendant market of health and consequences of Fitness industry in the present.

Key words, maximum Vo₂. Sporting training. Technology. Cheers. Specific physical preparation.

SUMÁRIO

1 MEMORIAL	10
1.1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 Entendendo a frequência cardíaca	22
2.2 VO₂ máximo	28
2.2.1 Aptidão cardiorrespiratória	30
2.2.2 Fatores determinantes da aptidão cardiorrespiratória	31
2.2.3 Fatores que interferem no Consumo Máximo de Oxigênio	32
2.2.4 Idade e Gênero	32
2.2.5 Nível de Atividade Física	34
2.2.6 Altura e Peso Corporal	34
2.2.7 Genética	36
2.2.8 Etnia	38
2.3 A importância da avaliação física	45
2.3.1 Triagem de saúde pré-participação	48
2.3.2 Métodos de autoavaliação	49
2.3.3 Avaliação dos fatores de risco para doenças cardiovasculares aterosclerótica	50
2.3.4 Testes cardiorrespiratórios	50
2.3.5 Testes cardiorrespiratórios: protocolos de VO₂máx	52
3. PERCURSO METODOLÓGICO	55
3.1 Caracterização da Pesquisa	55
3.2 Instrumentos e coleta de dados	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4.1 Dados Coletados	57
4.2 Produto final: VO₂ Training - Programa de avaliação e prescrição de treinamento aeróbico	58
4.3 Considerações Finais	65
Referências	66
ANEXO 01 – Questionário de PAR-Q	68
ANEXO 02 - Questionário de Triagem Pré-participação das instituições de Saúde/Condicionamento Físico de AHA/ACSM	69

LISTA DE ABREVIATURAS

(A-v)O₂	Diferença Arteriovenosa de Oxigênio
AC	Anidrase Carbônica
ATP	Adenosina Trifosfato
CaO₂máx	Conteúdo Máximo de Oxigênio
CVF	Capacidade Vital Forçada
DAC	Doença Arterial Cardíaca
DCV	Doença Cardiovascular
FC	Frequência Cardíaca
FCmáx	Frequência Cardíaca Máxima
FR	Frequência Respiratória
H₂CO₃	Ácido Carbônico
HCO₃	Bicarbonato Sanguíneo
IAM	Infarto agudo do miocárdio
IMC	Índice de Massa Corpórea
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PCr	Fosfocreatina
PO₂	Pressão de O ₂
MET	Equivalente Metabólico
Q	Débito Cardíaco
QCO₂	Produção Periférica de CO ₂
QO₂	Captação Periférica de O ₂
R	Quociente Respiratório
SaO₂	Saturação da Oxi-hemoglobina
TCEP	Teste Cardiopulmonar de Exercício
VAC	Volume de Ar Corrente
VCO₂	Produção de Gás Carbônico
VEF₁	Volume Expiratório Forçado no 1º segundo
VO₂	Consumo de Oxigênio
VO₂máx	Consumo Máximo de Oxigênio
VO₂pico	Consumo de Oxigênio de Pico
VS	Volume Sistólico

1 – MEMORIAL

Meu nome é Fábio Casagrande Coelho Costa, tenho 40 anos de idade, sou natural de Cachoeiro de Itapemirim, casado com Priscilla de Albuquerque Rodrigues Casagrande e pai de Antônio de Albuquerque Rodrigues Casagrande.

Desde criança estou envolvido com atividade física, comecei com a natação aos 4 anos de idade e desde então nunca mais parei. Aos 10 anos de idade comecei a aprender artes marciais sozinho, assistindo filmes e lendo livros sobre o assunto, aos 12 anos de idade construí uma academia toda feita de madeira em cima do terraço da minha casa, lia revistas de marcenaria e batia de porta em porta de marcenarias para pedir madeiras que eles não iriam utilizar, para que eu pudesse construir meus aparelhos de musculação.

Comecei a colecionar revistas de musculação que já orientavam como se exercitar, ganhar força e músculos. Aos 15 anos de idade já tinha um corpo diferenciado do restante das pessoas da minha idade, mas percebi que sozinho não conseguiria mais progredir, então entrei em uma academia de karatê e já me destaquei com faixa branca conseguindo derrotar alunos mais graduados que eu, proeza está acredito ter sido resultado dos anos de treinos de musculação que eu já fazia e estudos autônomos de artes marciais.

Comecei a me frustra na academia de karatê, pois achava que estava perdendo tempo ali com alunos inferiores tecnicamente e sem força física. Então aos 16 anos de idade procurei uma academia de artes marciais que tivesse Jiu-Jitsu. Está arte marcial me chamou a atenção porque na época a família Grace (tradicional equipe de Jiu-Jitsu do Brasil), estava se destacando em um evento esportivo chamado Ultimate Fighting Championship, conhecido hoje como vale tudo, MMA, mixed martial arts.

Os lutadores da família Grace desafiavam qualquer lutador do mundo a tentar vence-los neste torneio e eles sempre venciam facilmente os adversários com a técnica marcial do Jiu-Jitsu. Então entrei na academia de Jiu-Jitsu e Judô e com menos de 6 meses eu já estava ganhando diversos campeonatos regionais, estaduais e brasileiro, e com 1 ano eu já estava graduado na faixa azul e logo depois me classifiquei para o campeonato mundial de Jiu-Jitsu com 17 anos de idade.

Ainda com 17 anos de idade meu mestre João Marcos viu muito potencial da minha parte e me contratou como instrutor da academia dele. Neste momento da minha vida eu já tinha certeza do que queria para minha vida, ser um professor!

Comecei a estudar novamente sozinho, anatomia, fisiologia, biomecânica, bioquímica, nutrição e tudo relacionado ao corpo humano. Comecei a fazer cursos da área de treinamento esportivo, viajava para outros estados atrás das maiores referências da Educação Física para aprender mais, nesta época já estava trabalhando como instrutor de musculação em academias, foi então que mais uma vez me senti limitado por estar estudando só, sentia necessidade de mais conhecimento, então resolvi prestar vestibular para Educação Física com 23 anos de idade. Passei no vestibular da UVV (Universidade de Vila Velha) e comecei a estudar.

Em 2002 ainda com 23 anos de idade sofri um grave acidente de moto que me deixou incapacitado por mais de 1 ano. Interrompi minha carreira de atleta, estudos e trabalho. A demora na minha recuperação fez com que eu me interessasse pela área da reabilitação, então comecei a estudar sobre fisioterapia.

Mesmo passando por todas as cirurgias reparadoras e as seções de fisioterapia eu mesmo em casa comecei a me reabilitar sozinho. Estudava as melhores composições nutricionais para ganhar peso novamente e me exercitava em cima da cama, na cadeira de rodas ou de muletas. Pedia para que meus amigos me levassem para a academia para que eu pudesse utilizar alguns aparelhos para acelerar o processo de reabilitação com treino de força.

Depois de mais de um ano voltei para a Universidade para terminar os estudos, me formei bacharel em Educação Física, me formei faixa preta de Jiu-Jitsu e Judô e logo depois com tudo que aconteceu minha paixão pelas áreas da Educação Física ficaram divididas, trabalhar com alta performance por ter sido atleta de alto rendimento ou trabalhar com saúde pela experiência que tive com meu acidente?

Resolvi então unir as duas paixões de atuação. Fiz vários cursos de capacitação na área de treinamento esportivo e reabilitação, inclusive primeiros socorros pela EMESCAN (Escola de Medicina da Santa Casa de Misericórdia de

Vitoria), especialização em treinamento personalizado, que foi uma pós-graduação direcionada para atividade física para grupos especiais, fiz especialização em ciências das artes marciais, especialização em Coaching pela SLAC (Sociedade Latino Americana de Coaching), sou coautor do livro Ciência Aplicada às Artes Marciais V.2.

Sou proprietário de uma empresa de assessoria esportiva, ministro cursos de capacitação na área de treinamento desportivo Personal Training, preparador físico de atletas nacionais e internacionais (Erick Silva do UFC e Cosmo Alexandre do Muay Thai), fui preparador físico do COES (Centro Olímpico do Espírito Santo) e preparador físico de atletas de Taekwondo da seleção Brasileira, sou professor convidado de pós-graduação da UVV (Universidade Vila Velha) e faculdade Pitágoras e hoje me encontro fazendo mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação pela FVC (Faculdade Vale do Cricaré).

1.1 - INTRODUÇÃO

A teoria e a prática sempre foram aspectos primordiais e essenciais para a construção de qualquer profissão. No entanto, nos dias atuais e no momento que estamos atravessando uma era de crescimento tecnológico, esses aspectos da teoria/prática estão ficando cada vez mais estreitos, e com isso as dificuldades aparecem juntamente com a demanda social.

Concentrar esses saberes está sendo um dos grandes desafios do mercado de trabalho, e essa problemática acaba sendo resumida em praticidade. Praticidade essa cada vez mais procurada pelos profissionais de diferentes profissões, neste caso aqui em questão os profissionais da saúde e para ser mais específico os profissionais da Educação Física.

A formação dos profissionais de Educação Física assim como as demais profissões é distribuída por disciplinas e cargas horárias, disciplinas essas que na maioria das vezes se completam e estão diretamente ligadas umas as outras. Desta forma cabe ao profissional juntar esses saberes e transformá-los em ação ou em produto final. Essa deveria ser a lógica das formações e dos saberes, mas meus anos de formação e profissão sempre me deixaram com esta dúvida, se realmente os profissionais estariam conseguindo concentrar e canalizar esse conhecimento todo em produto final.

Pensando desta forma comecei a canalizar esses conhecimentos e saberes em uma planilha de Excel, e comecei a cruzar esses dados a fim de otimizar meu trabalho, e desta forma comecei a ter grandes resultados no quesito organização, precisão, segurança, eficácia e resultados no treinamento aeróbico. Como a era da tecnologia acaba nos levando para a praticidade resolvi desenvolver uma planilha que concentrasse todos esses conhecimentos e saberes em uma única ferramenta tecnológica de trabalho, o VO₂ Training.

A eficácia da ferramenta a cima citada se justifica pelo fato de avaliar individualmente os pacientes, e desta forma alcançando maior exatidão nos resultados. O elevado custo das avaliações laboratoriais acaba por desestimular profissionais e pacientes na busca por resultados mais precisos na hora de prescrever um programa de reabilitação, adaptação, condicionamento ou

treinamento de alta intensidade. Certamente as avaliações de medida direta (análise de gases), é padrão ouro no campo de fisiologia do exercício, porém os protocolos de medida indireta (equações), estão cada vez mais se aproximando da fidedignidade da medida direta, com a margem de erro pequena e aceitável.

Por esta justificativa, segundo Haskell et al. (1982), a escolha de protocolos para realização de provas de esforço é de fundamental importância e tem influência na relação do medido com o predito. Ainda segundo Haskell et al. (1982), reportam que o VO_2 máx estimado é aumentado em pacientes com Doença Arterial Coronariana (DAC), quando o protocolo utilizado tiver incrementos de carga de forma gradual.

Tratando-se de grupos de riscos devemos redobrar mais ainda nossas atenções no momento da avaliação e prescrição de um programa de treinamento físico. Vários autores nos trazem um alerta importante sobre a escolha inadequada de protocolos baseados em equações.

Com grupos heterogêneos de ambos os sexos de pacientes com Doença Arterial Cardíaca (DAC) e grupo de indivíduos normais em análise direta do VO_2 máx por meio de teste de esforço com protocolo de Rampa em cicloergômetro, Nunes et al. (2005) observaram que VO_2 máx previsto foi superestimado com relação ao VO_2 máx medido na amostra feminina.

Sullivan & McKirman (1984) reportam que o VO_2 máx medido foi 13% maior do que previsto em pacientes com doença arterial coronariana do que em indivíduos normais no esforço de alta intensidade em tapete rolante.

Roberts et al. (1984) avaliaram a relação entre VO_2 máx medido e predito em grupos heterogêneos de pacientes e grupos normais. A discrepância entre os dois grupos aumentou progressivamente com o aumento progressivo de teste. Em níveis elevados de esforço as diferenças maiores que 1 (um) MET foram observadas.

Na mesma linha de pesquisa Fazolo et al. (2003) realizaram estudo comparativo entre as médias do VO_2 máx previsto e o observado através do teste de banco, protocolo de McArdle e Katch de 1984. Concluíram que a diferença entre as propostas é muito grande.

Em outro laboratório, Myers (1991) avaliou seis diferentes protocolos, e a relação entre VO_2 máx medido e predito. Foram utilizados três protocolos em tapete rolante: Bruce (com rápido incremento de cargas); Balke modificado (com incremento de cargas gradual); e Rampa individualizada (com incremento moderados). Também foram utilizados três protocolos em cicloergômetro: o primeiro com estágios em 3min./50W de carga; o segundo com estágios de 3min./25W de carga; e o terceiro protocolo de Rampa individual (com incremento moderado).

O erro no VO_2 máx estimado foi grande nos protocolos que tiveram incrementos de cargas maiores e mais rápidos, induzindo á superestimação na capacidade funcional. O erro padrão é maior no protocolo de Bruce e menor nos testes individualizados de Rampa, sugerindo que a diferença do VO_2 máx estimado para o esforço é maior quando mais rápido for incremento de cargas e menor quando mais gradual e/ou individualizado método.

Um dos propósitos da ferramenta VO_2 Training é justamente eliminar os protocolos que superestimam o VO_2 máx e fazer uso dos protocolos que mais se aproximam da fidedignidade do teste de padrão ouro (TCPE).

Seguindo a linha do teste de Rampa, Nunes et al. (2009) utilizaram em amostra de 4.640 indivíduos do sexo feminino um protocolo incremental contínuo em cicloergômetro (Cateye modelo ergociser EC 1600, Osaka, Japão), onde os indivíduos mantiveram a cadência de 60rpm. Foram realizados 2 minutos para aquecimento, sendo que no primeiro minuto os indivíduos pedalarão sem carga para adaptação ao ergômetro e no segundo minuto com incremento de 0, 5kg.m de carga. A partir deste ponto iniciaram-se os testes propriamente dito com 0, 8kg.m de carga inicial no 1º minuto foi de 48W (60rpm x 0, 8kg.m de carga) e incremento de 12w/min continuamente até o esforço máximo.

Os indivíduos saudáveis não atletas, com idade acima de 20 anos, foram divididos randomicamente em dois grupos: grupo A de estimação e grupo B de validação. A partir das variáveis independentes da massa corporal (MC) em kg, carga de trabalho no limiar 2 (WL2) e frequência cardíaca no limiar 2 (FCL2) foi possível construir um modelo de regressão linear múltipla para predição do

VO₂máx em mlO₂kg/min⁻¹, com r = 0,995 e EPE = 0,68mlO₂/kg/min⁻¹ na equação abaixo:

$$\text{VO}_2\text{máx} = 40.302 - 0.497 (\text{MC}) - 0.001 (\text{FCL2}) + 0.239 (\text{WL2})$$

Fonte: Nunes et al. 2009.

O método de validação cruzada foi utilizado no grupo B e o grupo A serviu como base para a composição do modelo e do conjunto de dados para a validação. Os resultados demonstram que em mulheres saudáveis e não atletas é possível prever o VO₂máx com erro mínimo (EPE = 1,00%) a partir de indicadores submáximos obtidos em testes incrementais (Nunes et al., 2009).

Este exemplo de pesquisa deixa bem claro a possibilidade de sucesso que temos de utilização dos protocolos de medida indireta para a avaliação, reabilitação, condicionamento e prescrição de treinamento físico de alta intensidade.

Seguindo esta linha de pensamento científico, Almeida & Stefani et al. (2014), fizeram um grande estudo com 3.119 indivíduos oriundos de todo o estado da Paraíba, encaminhados a uma clínica privada de referência em Teste Cardiopulmonar de Exercício (TCPE) da cidade de João Pessoa (PB) para avaliação e realização de TCPE, no período de fevereiro de 2007 a janeiro de 2013.

O propósito deste estudo foi de construir e validar uma equação derivada da população brasileira (EB) para predição do VO₂máx comparando-a com a equação citada por Jones (EJ) e com o algoritmo de Wasserman (AW).

Segundo Almeida & Stefani et al. (2014), o padrão ouro para avaliação da capacidade cardiorrespiratória é a medida direta do VO₂máx. Tal mediada envolve a análise de ar respirado coletada enquanto o indivíduo realiza exercício em intensidade progressiva. Quando as medidas diretas não são possíveis, muitos procedimentos para calculá-lo têm sido desenvolvidos. Esse teste é validado examinando a correlação entre o VO₂máx medido no TCPE com estimado através de equações ou testes de desempenho.

Baseando-se nestas afirmações, a ferramenta VO₂ Training tem o intuito de usar a praticidade tecnológica para canalizar equações validadas no meio

científico, para obtenção de uma avaliação quase tão precisa quanto à avaliação por Teste Cardiorrespiratório de Exercício (TCPE).

Enquanto os testes de exercícios máximos são usados para medir o VO_2 máx testes submáximos são utilizados para construir a estimativa. A decisão entre usar teste máximo ou submáximo depende das razões para o exame, tipo de indivíduo, disponibilidade do equipamento ou pessoal treinado a apto para realizar o procedimento.

O TCPE proporciona a melhor determinação; entretanto, é mais dispendioso, necessita de uma equipe especializada e tende a ser mais demorado. Em vista disso, a medida direta do VO_2 máx normalmente é reservada para pesquisa, para uso no treinamento desportivo ou é utilizada em ambiente clínico específico, sendo menos conhecida no meio médico.

O próximo método mais exato constitui-se na estimativa do VO_2 máx por intensidade de esforço. Este tem a desvantagem de que o indivíduo precisa se exercitar ao ponto de fadiga voluntária. No entanto, quando comparado ao teste de esforço submáximo, apresenta utilidade clínica para o diagnóstico de cardiopatia isquemia em indivíduos assintomáticos.

Almeida & Stefani et al. (2014), ainda lembram que em alguns cenários o teste de esforço (ergometria) pode não ser usado para avaliação da capacidade cardiorrespiratória máxima. Nesse particular foram desenvolvidos testes de esforço submáximo com o objetivo básico de estimar a relação entre a resposta de frequência cardíaca de um indivíduo e seu VO_2 durante o exercício progressivo e usá-lo para prever o VO_2 máx. Para determinar com exatidão esta relação, precisa-se medir a frequência cardíaca e o VO_2 em, pelo menos, duas ou mais intensidades de esforço submáximo.

É um método prático, simples, barato, rápido e de muito baixo risco, entretanto é bem menos preciso. A modalidade primária para testes de esforço submáximo tem sido o ciclo-ergômetro, embora, em muitos ambientes, utiliza-se esteira rolante. Testes submáximos em esteira rolante geralmente encerram em uma frequência cardíaca determinada previamente, em regra 85% da frequência cardíaca máxima prevista ($FC_{\text{máx}} - FC_{\text{em repouso}} \times 0,85 + FC_{\text{repouso}}$).

O $VO_{2\text{pico}}$ (entenda-se e leia também como $VO_{2\text{máx}}$), pode ser medido de forma direta através da análise dos gases expirados durante um teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) ou predito estimado através de equações. Bruce e cols definem equação de predição como aquela em que o $VO_{2\text{pico}}$ é uma variável dependente das características físicas pré-teste, como gênero, idade, nível de atividade física, peso e altura.

Por sua vez, na equação estimativa, o $VO_{2\text{pico}}$ é dependente das variáveis obtidas de um teste de exercício (teste ergométrico), como velocidade, inclinação, carga, duração e frequência cardíaca. Na predição ou estimativa, é importante saber as características estruturais e locais da população em que a equação foi criada ou validada para atingir o $VO_{2\text{pico}}$ mais próximo do real consumo.

O $VO_{2\text{pico}}$ medido diretamente pelo TCPE é comparado ao $VO_{2\text{pico}}$ previsto para a faixa populacional. É digno de nota que a predição do $VO_{2\text{pico}}$ para normalidade é comumente realizada por meio de equações que não foram validadas na população brasileira. As duas mais frequentemente utilizadas em *softwares* de TCPE no Brasil são a citada por Jones e Campbell, a qual é modificada para esteira, e o algoritmo para predição de $VO_{2\text{pico}}$ de Wasserman e cols.

Há indicativo observacional de que as mesmas superestimam o valor do $VO_{2\text{pico}}$ predito quando comparadas as medidas diretas realizadas pelo TCPE. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo construir e validar uma equação derivada da população brasileira para predizer o $VO_{2\text{pico}}$, comparando a mesma com as equações citadas por Jones e Campbell e com o algoritmo de Wasserman e cols.

Segundo Almeida & Stefani et al. (2014), as equações propostas por Jones e Campbell e com o algoritmo de Wasserman e cols, superestimam muito os testes feitos pela população brasileira. As equações citadas por Jones e modificadas para esteira são: sexo masculino – $VO_{2\text{máx}}$ previsto = $[60,0 - (0,55 \times \text{idade})] \times 1,11$; sexo feminino – $VO_{2\text{máx}}$ previsto = $[48,0 - (0,37 \times \text{idade})] \times 1,11$. O algoritmo de Wasserman para previsão do $VO_{2\text{máx}}$ em homens e mulheres foi colocado em planilha do software Microsoft Excel Windows 2007, conforme a sequência de condicionais recomendadas.

A aplicação da equação citada por Jones em nossa população apresentou superestimativa do $VO_{2\text{pico}}$ em 87% dos indivíduos, sendo 31,4% acima da média do VO_2 medido. Em uma série do mesmo autor, sendo avaliado medido. Em uma série do mesmo autor, sendo avaliados 1.071 indivíduos (731 homens), a predição da capacidade de trabalho máxima demonstrou valores mais próximos da capacidade medida. No entanto, não houve menção do $VO_{2\text{pico}}$ nessa população.

Quando a equação citada por Jones foi avaliada nos extremos da faixa etária (> 71 anos), o percentual do erro total foi maior que 210. Isso se deve ao fato de tanto a predição quanto a estimativa apresentarem maior variação com o envelhecimento. Ainda assim, é possível esperar um razoável poder de predição quando a equação é aplicada na população para a qual foi derivada; entretanto, quando analisada em nossa população, a superestimativa foi significativa.

De acordo com Almeida & Stefani et al. (2014), a participação das variáveis atividade física (31,70%), idade (26,70%), gênero (23,90%) e IMC (11,10%) foi importante na determinação do $VO_{2\text{pico}}$ pela análise de variância ($p < 0,001$) e com grau de importância na ordem decrescente acima colocada. Pelo método Stepwise, as variáveis peso e altura não tiveram significância, sendo excluídas da construção da equação. O modelo de regressão multivariado aplicado no GC gerou a Equação Brasileira (EB): $VO_{2\text{pico}} = 53,478 + (-7,518 \times \text{sexo}) + (-0,254 \times \text{idade}) + (-0,430 \times \text{IMC}) + (6,132 \times \text{atividade física})$ com R^2 de 0,679 e $p < 0,001$.

A EB envolveu faixa etária, gênero, composição corporal e nível de atividade física, sendo capaz de prever o $VO_{2\text{pico}}$ com muito boa acurácia quando o consumo máximo previsto foi comparado ao $VO_{2\text{pico}}$ mensurado diretamente através do TCPE. Ela foi construída a partir de uma amostra de 2.495 indivíduos aparentemente saudáveis, com ampla variação de peso, assim como faixa etária. Além disso, os sujeitos que compuseram essa amostra populacional apresentaram diferentes níveis de atividade física. Mesmo nesse cenário, a EB mostrou-se superior a equações consagradas na literatura internacional, como aquela citada por Jones e conhecida como Jones modificada, assim como foi mais acurada que o algoritmo de Wasserman.

Por esses motivos e comprovações científicas que a equação brasileira (EB) também fará parte também da ferramenta VO₂ Training. Desta forma a margem de erro mais uma vez será diminuída e a aceitabilidade aumentada para os protocolos de avaliação, reabilitação e prescrição de treinamento.

1.1 - Problema

O desenvolvimento de uma ferramenta tecnológica poderá auxiliar o profissional da saúde no controle técnico da intensidade de treinamento para atingir a zona de treinamento aeróbico ideal para diferentes indivíduos?

1.2 - Objetivo geral

Criar uma planilha tecnológica que auxilie o profissional da saúde a avaliar e prescrever o treinamento aeróbico específico e individual.

1.3 - Objetivos específicos

- Realizar anamnese fisiológica e levantar medidas antropométricas com fins de suporte à prescrição de exercício físico.
- Detectar o VO₂máx com fins de prescrever um treinamento específico.
- Propor um modelo de treinamento aeróbico ideal visando à segurança do cliente, preservando a eficiência do treinamento.
- Transformá-la em uma ferramenta de trabalho para profissionais da área da saúde (produto do trabalho).

1.4 - Justificativa

Cada vez mais encontramos necessidades de avaliar e prescrever com eficácia e personalização programas de treinamento aeróbico para indivíduos que visam melhor sua condição de saúde. Com protocolos validados, avaliações específicas e diagnósticos precisos conseguiremos organizar protocolos de avaliação e treinamento com esta planilha. O presente trabalho pretende ofertar aos profissionais da área, trabalhar com parâmetros de segurança no treinamento

aeróbico usando protocolos validados e assim produzir altos resultados sem stress fisiológicos inadequado.

2. Referencial teórico

Há mais de 25 anos, o Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM, do inglês American College of Sport Medicine) junto com os Centros de Controle e Prevenção de Doenças dos EUA (CDC, do inglês Centers for Disease Control) o Surgeon General dos EUA (equivalente ao Ministério da Saúde) e os Institutos Nacionais de Saúde dos Estados Unidos lançaram publicações de referência sobre atividade física e saúde. Essas publicações chamaram a atenção para benefícios que a atividade física regular traz para a saúde e que não se relacionam com critérios tradicionais para melhora dos níveis de aptidão (p. ex., < 20 min sessão de intensidade moderada em vez de vigorosa).

Um objetivo importante desses relatórios foi esclarecer os profissionais de saúde pública, saúde/aptidão, profissionais de exercício clínico e cuidados de saúde, diminuir a suscetibilidade a doenças (morbidade) e diminuir a mortalidade prematura. Além disso, esses relatórios destacaram a relação causa-efeito entre atividade física e saúde (i. e., pouca atividade é melhor do que nenhuma e mais atividade, até certo ponto, é melhor do que pouco).

De acordo com o American College of Sports Medicine, mais recentemente, o governo federal norte-americano convocou um painel de especialistas, o Comitê Consultivo para as Diretrizes de Atividade Física de 2008, a fim de revisar as evidências científicas sobre atividade física e saúde pública desde o relatório de 1996 do Ministério da Saúde dos EUA. O comitê encontrou evidências fortes sobre benefícios da atividade física para a saúde, bem como a presença de relação causa-efeito para muitas doenças e condições de saúde.

Duas conclusões importantes do comitê de especialistas que influenciaram o desenvolvimento das recomendações que apareceram em Diretrizes são as seguintes:

- Benefícios importantes para a saúde podem ser obtidos por meio da realização de quantidade moderada de atividade física na maioria dos, se não em todos, dias da semana.
- Maiores quantidades de atividade física resultam em benefícios adicionais para a saúde. Pessoas que mantêm um programa regular de atividade física com duração maior e/ou intensidade mais vigorosas são mais propensas a obterem maiores benefícios do que aquelas que praticam atividade física em quantidades menores.

De acordo com o ACSM (American College of Sport Medicine) 20 minutos de atividade física de intensidade moderada em vez de vigorosa seriam capazes de provocar alterações benéficas à saúde o indivíduo. Mas que intensidade moderada é essa, e como alcançar essa intensidade e saber se realmente o indivíduo está trabalhando na zona ideal do esforço?

Durante toda minha carreira como profissional de Educação Física esses aspectos me incomodavam muito. Os estudos, as pesquisas e as equações que corroboram para essa prática existem, mas como concentrar tudo isso em um planejamento, como maximizar esses estudos em uma ferramenta eficaz e de fácil manuseio? Diante dessas mazelas encontradas no mercado da saúde e com a crescente utilização de tecnologia resolvi criar uma ferramenta que concentrasse todas essas necessidades. A proposta desta ferramenta é otimizar e ajudar os profissionais da saúde a avaliar e prescrever com mais eficácia os programas de treinamento aeróbico de seus clientes.

2.1 – Entendendo a frequência cardíaca

O coração recebe inervação motora do sistema nervoso autonômico, tanto simpático como parassimpático. Os efeitos destes dois sistemas se fazem sentir sobre a frequência cardíaca (cronotrópico), a condução do estímulo elétrico atrioventricular (dromotrópico) e a força de contração (inotrópico).

A inervação parassimpática através de ativação vagal libera acetilcolina nas terminações pós-ganglionares, que são mais comuns no nódulo sinusal (NSA), atrioventricular e musculatura atrial. Em contrapartida, a ativação

simpática leva á liberação de noradrenalina nos terminais nervosos em contato com toda a musculatura do miocárdio, acelerando os batimentos, facilitando a condução do estímulo dos átrios para os ventrículos e aumentando a força de contração de ambos.

A influência estimuladora simpática exercida sobre o coração provoca aumento da descarga dos nodos sinusal e atrioventricular (automatismo), acelera a condução do impulso elétrico por todo o coração (condutibilidade), aumentando a força de contração do músculo cardíaco (contratibilidade). Entre os efeitos da estimulação eletrofisiológica, se inclui a aceleração do ritmo cardíaco ou frequência cardíaca, que acima de 100bpm configura taquicardia sinusal. Este fator pode ser facilitador do aparecimento de arritmias pelo aumento da excitabilidade do coração provocado por fator funcional ou anatômico.

Por outro lado, a inibição parassimpática provocada pelo nervo vago resulta em depressão do automatismo, da condutibilidade e da excitabilidade, além de diminuir a força de contração do coração. Estes efeitos inibidores sobre as propriedades eletrofisiológicas diminuem o ritmo cardíaco e podem levar a á bradicardia sinusal, que seria a frequência cardíaca menor de 60bpm.

Fisiologicamente para a manutenção da homeostasia, os dois sistemas, simpático e parassimpático atuam simultaneamente, sendo que um controla o outro através de *feedback* negativo. E predominância dependerá da intensidade da atividade daquele momento, e a esta o coração terá que se adaptar e bombear o sangue de forma adequada para a nutrição dos tecidos.

A frequência cardíaca (FC) é considerada uma variável fisiológica de fácil mensuração, sendo rotineiramente utilizada para avaliar a resposta cardiovascular durante o esforço e a recuperação. A frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$), por sua vez, é considerada um dos critérios de verificação do esforço máximo em testes ergométricos, e é amplamente utilizada na prescrição da intensidade de exercícios. A determinação da $FC_{máx}$ pode ser feita de maneira direta, usualmente por meio de protocolos progressivos de esforço máximo, ou pode ser feita de maneira indireta com o auxílio de equações preditivas, que constituem uma maneira de baixo custo e de fácil aplicação.

Entre as diversas equações propostas para prever a $FC_{m\acute{a}x}$, a de maior destaque por ser amplamente conhecida é a equação “220 - idade”, que curiosamente sua autoria ainda é discutida, apesar de muitas vezes ser citada como de autoria de Karvonen e cols., e Fox, ainda que o trabalho elaborado por esses autores não tenha envolvido a elaboração dessa equação, outra equação que merece destaque é “208 - (0,7 x idade)” proposta por Tanaka e cols., que foi desenvolvida em um estudo de meta-análise coletando-se dados na literatura de 18.712 sujeitos.

Embora essas equações sejam promissoras, elas ainda não podem ser recomendadas para aplicação universal, embora possam ser aplicadas a populações semelhantes às daquelas das quais derivaram. A tabela 2 apresenta algumas equações das equações utilizadas mais comumente para a estimativa de $FC_{m\acute{a}x}$. Para obter maior precisão na determinação da intensidade do exercício, o uso da $FC_{m\acute{a}x}$ medida diretamente é preferível aos métodos de estimativa, mas quando isso não for possível é aceitável a estimativa da intensidade do exercício.

Medidas diretas ou estimadas da intensidade absoluta do exercício incluem gastos calóricos ($Kcal \cdot min^{-1}$), consumo absoluto de oxigênio ($ml \cdot min^{-1}$ ou $l \cdot min^{-1}$) e MET. Essas medidas absolutas podem resultar em classificação equivocada da intensidade do exercício (p. ex., intensidade moderada e vigorosa) porque elas não levam em consideração fatores individuais como peso corporal, sexo, e nível de condicionamento. O erro na medição – e, conseqüentemente, a classificação errônea – é maior utilizando a medida estimada, e não a verificada para GE e em condições livres quando comparadas a condições laboratoriais.

Por exemplo, um indivíduo idoso trabalhando em 6 METs pode estar se exercitando com intensidade vigorosa a máxima, enquanto um indivíduo mais jovem trabalhando na mesma intensidade absoluta estará se exercitando moderadamente. Portanto, para um individualizada é mais apropriada uma medida relativa de intensidade (i. e. o custo energético da atividade em relação à capacidade máxima do indivíduo, como % V_{O_2} [i. e. $V_{O_2} ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$], RFC e V_{O_2R}), especialmente para indivíduos mais idosos e não condicionados. FC , V_{O_2} e MET. A intensidade do treinamento de exercícios geral é determinada como faixa, de modo que o cálculo utilizado as fórmulas apresentadas na tabela 2.

Tabela 1. Equações utilizadas comumente para a estimativa da frequência cardíaca máxima.

Autor	Equação	População
Fox	$FC_{\text{máx}} = 220 - \text{idade}$	Pequeno grupo de homens e mulheres
Astrad	$FC_{\text{máx}} = 216,6 - (0,84 \times \text{idade})$	Homens e mulheres com idade entre 4 e 34 anos
Tanaka	$FC_{\text{máx}} = 208 - (0,7 \times \text{idade})$	Homens e mulheres saudáveis
Gellish	$FC_{\text{máx}} = 207 - (0,7 \times \text{idade})$	Homens e mulheres participantes de programa adulto de condicionamento com ampla variação de idade e níveis de aptidão
Gulati	$FC_{\text{máx}} = 206 - (0,88 \times \text{idade})$	Mulheres de meia-idade assintomáticas que foram indicadas para teste de esforço

Fonte: ACSM, (2014)

A principal característica dessas e de outras fórmulas apresentadas para prever a $FC_{\text{máx}}$ é a de que todas consideram que essa variável decresce com a idade. Apesar de esse decréscimo ser um consenso geral para homens e mulheres, adultos saudáveis, ele pode não ser verdadeiro para crianças e adolescentes, e ainda que o seja, esse decréscimo deve ser mensurado para essa clientela específica, visto que a taxa de decréscimo da maioria das equações foi determinada para uma ampla faixa etária, englobando apenas em alguns casos crianças e adolescentes.

Muito já se sabe a respeito da relação entre função cardíaca e exercício físico. Entretanto, com o avanço das técnicas de avaliação da função cardíaca em humanos e em experimentação animal, podem-se ter evidências mais robustas das respostas do coração ao exercício agudo e o exercício crônico (treinamento físico), tanto em indivíduos saudáveis quanto em cardiopatias, como insuficiência cardíaca e doença arterial coronariana. Jordão et al. (2019).

Segundo Jordão et al. (2019), durante o exercício físico, para atingir a demanda metabólica (METS), imposta, ocorre aumento da frequência cardíaca e

do volume sistólico. Este último aumenta 50% do consumo máximo de oxigênio no exercício progressivo máximo dinâmico, enquanto no exercício em predominância isométrica ele se mantém inalterado ou apresenta leve queda. Essas respostas são acompanhadas de conseqüente aumento do débito cardíaco representando, por sua vez, a capacidade cardíaca global durante o exercício.

O sistema cardiovascular é fechado, sem comunicação com o exterior. Esse sistema é de fundamental importância para o corpo humano, pois, através dele, o sangue será levado a todas as células do corpo humano fornecendo-lhes o oxigênio e nutrientes necessários para o desempenho de suas funções. Composto por dois circuitos de sangue separados que servem para transportar e distribuir substâncias essenciais para os tecidos, assim como remover os produtos provenientes do metabolismo (AIRES et al., 2008).

O principal órgão do sistema cardiovascular encontra-se localizado posteriormente ao osso esterno, superiormente ao músculo diafragma e entre os dois pulmões em um espaço denominado mediastino médio. A força de contração do coração faz com que o sangue exerça uma pressão nas paredes internas das artérias (túnica interna), que pode ser sentido através da verificação da pressão arterial. O coração também possui um ritmo de pulsação constante, esse ritmo pode ser aumentado ou diminuído de acordo com uma maior ou menor necessidade de oxigenação celular. (POWER & HOWLEY, 2000).

O coração é composto de dois sincícios funcionais, os átrios de paredes finas e os ventrículos de paredes espessas, Todas as estruturas que compõem o coração, ou seja, átrios, ventrículos, valvas os dois troncos arteriais que saem dos ventrículos estão ligados ao esqueleto fibroso do coração, que consiste de quatro anéis de tecido conjuntivos densos denominados ângulos fibrosos. O sincício atrial, artéria aorta, artéria pulmonar e valvas semilunares estão ancorados à superfície superior do esqueleto fibroso, enquanto o sincício ventricular, as valvas mitral e tricúspide, à superfície inferior (FARDY, YANOWITZ & WILSON, 1998).

Do ponto de vista estrutural, o coração do homem possui quatro câmaras: duas primárias, os átrios direito e esquerdo, e duas potências, os ventrículos direito e esquerdo, formados por células miocárdicas contráteis. Os átrios funcionam primeiramente como reservatórios para o retorno do sangue venoso durante a

sístole ventricular e conduzindo ao ventrículo durante a diástole. A contração atrial pouco antes de fechamento das valvas mitral e tricúspide aumenta a força contrátil da sístole ventricular (McARDLE, KATCH & KATCH, 1992).

Imersas nessa massa muscular contrátil, existem estruturas especializadas na gênese e condução do estímulo elétrico. No átrio direito, próximo à junção da veia cava superior, situa-se o nódulo sinoatrial (NSA) também conhecido com marcapasso cardíaco, que confere o ritmo constante de contração e relaxamento do coração denominado de frequência cardíaca (FARDY, YANOWITZ & WILSON, 1998).

A circulação é um circuito contínuo subdividido em pulmonar e sistêmico. Na circulação pulmonar, o sangue venoso flui do átrio direito para o ventrículo direito, este ejeta o sangue para a artéria pulmonar e seguindo para os capilares pulmonares. Através da difusão entre o sangue e o ar alveolar ocorrerá a excreção de dióxido de carbono e a captação de oxigênio. O sangue oxigenado retorna ao coração pelas veias pulmonares para o átrio esquerdo e deste para o ventrículo esquerdo, que ejeta sangue arterial para artéria aorta (AIRES et al., 2008).

A partir do sistema de artérias de distribuição de circulação sistêmica será conferida a prioridade central ou periférica, que pode alterar o calibre arteriolar por controle neural ou metabólico. As arteríolas suprem a necessidade tecidual drenando o sangue para os capilares onde o oxigênio e outros metabólitos fluem para o espaço extracelular. Por conseguinte, os produtos do metabolismo celular passam para o líquido extracelular e destes para o sangue nas vênulas que correm na direção das veias. As grandes veias chegam ao átrio direito como veia cava superior e inferior retornando com o sangue venoso e completando o círculo cardíaco (FARDY, YANOWITZ & WILSON, 1998).

O débito cardíaco que é o produto da frequência cardíaca e do volume sistólico vai nos informar quanto de sangue estará transportando oxigênio a partir do coração por minuto, sendo essencial na verificação do VO_2 máx. Durante o exercício intenso, o débito cardíaco pode aumentar cerca de quatro vezes em relação aos níveis de repouso no indivíduo sedentário e até oito vezes em atletas de esporte de resistência. A frequência cardíaca no sedentário tende a ser um

pouco maior que no atleta, porém, o volume sistólico muito maior no atleta do que no sedentário saudável da mesma faixa etária faz o volume de ejeção ser superior e, conseqüentemente, o débito cardíaco (WILLIAMS, 2002).

Enfatizando a importância do volume de ejeção nos valores do VO_2 máximo McArdle, Katch & Katch (1992) realizou estudos comparativos com três grupos: atletas, sedentários saudáveis e pacientes com estenose mitral. Os valores médios para o VO_2 máximo absoluto foram respectivamente 5,2l/min.; 3,2l/min.; 1,6l/min., sendo que a frequência cardíaca máxima foi muito semelhante nos três grupos (190bpm; 200bpm; 190bpm). As diferenças no débito cardíaco e no VO_2 máximo 50% maior no grupo sedentário saudável para o grupo patológico e 60% maior do grupo atleta para o grupo sedentário saudável se deve quase inteiramente aos valores do volume de ejeção máxima (160ml; 100ml e 50ml).

As equações preditivas da frequência cardíaca nos ajudam a aproximar elaborar programas de treinos mais seguros. As equações preditivas não são as ideias a serem utilizadas, mas em uma realidade em que a maioria dos treinos aeróbicos são elaborados sem o menor monitoramento, esta ferramenta se torna muito eficaz.

2.2 VO_2 máximo

Para Diaz (2000), Stamford (1988) e Rocha (1982), o Vo_2 máximo é o produto do rendimento cardíaco máximo e a extração máxima de oxigênio do sangue através dos tecidos trabalhados, sendo a referência mais expressiva da capacidade de trabalho aeróbico.

O consumo máximo de oxigênio (VO_2 máximo) é um parâmetro fisiológico que expressa à quantidade de oxigênio de consome ou usa o organismo. Segundo Power & Howley (2000), a medição direta ou a estimativa indireta deste parâmetro nos permite quantificar o metabolismo de energia, desde que o oxigênio seja usado como comburente nas combustões que acontecem a nível celular e que ele permita a transportação da energia química (isso reside nos princípios imediatos nutricionais, hidratos de carbono, lipídeos, proteínas) em energia mecânica (contração muscular).

O consumo de oxigênio representa a quantidade de oxigênio utilizada pelo organismo no intervalo de um minuto. A presença de oxigênio (O_2) é indispensável na produção de energia orgânica, portanto, quanto maior for a capacidade de consumo de oxigênio (VO_2), maior será a energia para enfrentar os processos vitais. Segundo Nunes, Machado & Fernandes Filho (2002) a captação de oxigênio aumenta de forma linear durante o exercício progressivo até que o VO_2 máximo seja atingido.

Segundo a ACSM (2003), a potência aeróbica máxima absoluta reflete a capacidade de desempenhar um trabalho mecânico e a potência aeróbica máxima relativa reflete melhor a capacidade de se movimentar o próprio corpo e está inversamente relacionada com a quantidade de gordura corporal.

Segundo Antoniazzi (1999), Plowman e Smith (1997), o consumo máximo de oxigênio é a maior quantidade de oxigênio que o corpo pode consumir, transportar e utilizar durante o exercício pesado. Utiliza-se o $VO_{2máx}$ para indicar o volume de oxigênio consumido. O corpo depende do sistema respiratório para conduzir o oxigênio do meio ambiente, do sistema cardiovascular para transportar o oxigênio, das células para extraírem o oxigênio e utilizá-lo para a produção de energia. Portanto, a avaliação do $VO_{2máx}$ nos confere uma medida quantificada da capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório completo.

O consumo de oxigênio (VO_2) de um indivíduo em repouso na posição sentado é estimado como igual ao seu peso corporal multiplicado por valor constante de 3,5. O VO_2 de repouso também chamado de equivalente metabólico (MET) permite expressar o gasto energético de uma atividade em relação aos níveis de repouso. Os valores do VO_2 de repouso se apresentam da mesma forma para sedentários como para atletas, porém, quando medidos em situação de esforço máximo, os indivíduos treinados apresentam valores de $VO_{2máx}$ até duas vezes maiores do que aqueles apresentados por indivíduos sedentários (DENADAI, 1999).

VO_2 máximo é a capacidade do indivíduo de extrair o oxigênio da atmosfera para dentro do organismo e transformá-lo em energia. A capacidade aeróbica máxima normalmente diminui com a idade. Por essa razão, quando indivíduos mais velhos e mais jovens trabalham no mesmo nível absoluto de

MET, a intensidade relativa do exercício (p. ex., %VO_{2máx}) normalmente será diferente. Em outras palavras, um indivíduo mais velho trabalhará em uma taxa %VO_{2máx} maior que um indivíduo mais jovem. Além disso, indivíduos mais velhos fisicamente ativos podem apresentar capacidades aeróbicas comparáveis ou até maiores do que aqueles de adultos mais jovens sedentários. A tabela 1. Apresenta as relações aproximadas entre as intensidades relativas e absolutas do exercício para vários níveis de aptidão, variando entre 6 e 12 MET.

Tabela 2. Classificação da intensidade da atividade física.

Classificação da intensidade da atividade física						
Intensidade	Intensidade relativa		Variações da intensidade relativa absoluta (MET) através dos níveis de aptidão			
	VO ₂ R (%) RFC (%)	FC máxima (%)	12 MET VO _{2máx}	10 MET VO _{2máx}	8 MET VO _{2máx}	6 MET VO _{2máx}
Muito leve	< 20	< 50	3,2	< 2,8	< 2,4	< 2,0
Leve	20 a < 40	50 a < 64	3,2 a < 5,4	2,8 a < 4,6	2,4 a < 3,8	2,0 a < 3,1
Moderada	40 a < 60	64 a < 77	5,4 a < 7,6	4,6 a < 6,4	3,8 a < 5,2	3,1 a < 4,1
Vigorosa (forte)	60 a < 85	77 a < 94	7,6 a < 10,3	6,4 a < 8,7	5,2 a < 7,0	4,1 a < 5,3
Vigorosa (muito forte)	85 a < 100	94 a < 100	10,3 a < 12	8,7 a < 10	7,0 a < 8	5,3 a < 6
Máxima	100	100	12	10	8	6

FC = frequência cardíaca; MET = equivalente metabólico; (1 MET = 3,5 ml/kg/min); RFC = reserva da frequência cardíaca; VO_{2máx} = volume máximo de oxigênio consumido em um minuto; VO₂R = consumo de oxigênio de reserva. Adaptada de Garber et al.; Howley; U.S Department of Health na Human Services.

Fonte: ACSM, (2014).

2.2.1 Aptidão cardiorrespiratória

A aptidão cardiorrespiratória esta relacionada á capacidade do indivíduo de realizar exercício dinâmico de intensidade moderada a alta, usando grande massa muscular durante períodos relativamente longos, sendo dependente dos sistemas

cardiovascular, respiratório, muscular e suas relações fisiológico-metabólicas. A eficiência do sistema cardiorrespiratório pode ser avaliada medindo-se a capacidade aeróbia máxima ($VO_2\text{máx}$) em um só parâmetro, que permite uma avaliação global deste sistema ao invés de se examinar cada um de seus componentes (GUYTON & HALL, 2006).

Na realidade, o $VO_2\text{máx}$ depende essencialmente do débito cardíaco máximo e da diferença arteriovenosa máxima. Do ponto de vista matemático, os valores podem ser quantificados segundo a Equação Fick:

$$VO_2 = Q \times a - v O_2$$

Q = débito cardíaco \rightarrow Q = FC x VS

FC = frequência cardíaca

VS = volume sistólico

A - v = diferença arteriovenosa de O_2

As necessidades dos indivíduos treinados ou destreinados são semelhantes tanto em repouso quanto em esforço, com isto os valores do débito cardíaco de uma atividade física com certa intensidade serão compatíveis nos dois grupos. A diferença se baseia em como atingir os mesmos valores de débito cardíaco – no caso dos treinados seria através de volume sistólico elevado e nos destreinados, que não teriam uma bomba cardíaca de grande eficácia, seria através de frequência cardíaca elevada. Portanto, os treinados com elevação mais gradual de sua frequência cardíaca suportariam atividades mais intensas (ARAUJO, 1986).

2.2.2 Fatores determinantes da aptidão cardiorrespiratória

Segundo Almeida & Stefani et al. (2014), durante o exercício a demanda de oxigênio para a musculatura pode aumentar em até 20 vezes comparado ao repouso, diferente da musculatura inativa o incremento no consumo não é de grande significância. O $VO_2\text{máx}$ pode ser expresso em valores absolutos (M/ml) ou em valores relativos ao peso corporal ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Como a necessidade de energia varia em função do tamanho corporal, o $VO_2\text{máx}$ normalmente é expresso em valores relativos. Em alguns esportes ou no caso de diferenças de

composição corporal verifica-se a importância de medir valores relativos para uma comparação mais precisa, como corredores de diferentes tamanhos. Já em nadadores, onde não há sustentação do peso corporal, o VO_2 máx é melhor aferido em valores absolutos.

Esta fala fortalece a necessidade de uma avaliação completa da composição corporal, a fim de mensurar a composição real dos indivíduos que passaram pelo processo de avaliação do condicionamento cardiorrespiratório.

Diante da estabilização do VO_2 máx ser pouco frequente mesmo em intensidade crítica de exercício, critérios são utilizados para determinação: (*Criteria for Determination of Maximal Oxygen Uptake, 2007*).

- a) Aumento no VO_2 de 150 mL ou $2,1\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ para aumento de 2,5% na velocidade em esteira.
- b) Aumento do VO_2 inferior a 2 desvios padrão das médias de mudanças entre as intensidades prévias de exercício.
- c) Aumento no VO_2 inferior a $2\text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ para um aumento de 5 á 10% na intensidade do exercício.

Independente do critério utilizado, somente a minoria dos indivíduos atingem o verdadeiro platô de VO_2 durante o exercício máximo. Além disso, o VO_2 atingido durante o esforço máximo depende do protocolo ou ergômetro utilizado e do tipo de modalidade de treinamento. Diante disso, Armstrong e Jackson em 1995, propuseram o tempo consumo de oxigênio de pico ($VO_{2\text{pico}}$), o qual representa o maior VO_2 obtido durante em teste com incremento de carga que leva o sujeito á exaustão.

Levando em consideração que a maioria dos indivíduos não consegue atingir o platô máximo em um teste, a escolha de protocolos e equipamentos é primordial para que seja mais adequado o teste de acordo com suas características morfológicas e fisiológicas.

Quando se analisa o VO_2 máx em grupos heterogêneos com diferenças na faixa etária, gênero, Nível de atividade física e localidade podem-se encontrar valores entre 20 á $80\text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, como descrito por Lacour e Flandrois em 1977. Já em grupos homogêneos como sedentários analisados por Astrad, as variações foram bem menores, ficando entre 15 á 20%.

2.2.3 Fatores que interferem no Consumo Máximo de Oxigênio

Segundo Almeida & Stefani et al. (2014), o VO_2 máx varia de acordo com a composição corporal, nível de atividade física, faixa etária, etnia, hereditariedade/genética e gênero. Tanto a predição quanto a estimativa do VO_2 máx podem ser bastante desafiadoras, especialmente porque a área geográfica, dimensões corporais e níveis de atividade física de uma determinada população podem diferir daquela de referência. É digno de nota que a estimativa por equações pode apresentar margem de erro de 15-20% ou mais, especialmente se aplicadas em populações diferentes daquela utilizada para as quais as equações foram desenvolvidas.

2.2.4 Idade e Gênero

Segundo Almeida & Stefani et al. (2014), o VO_2 máx aumenta desde a infância, em média a partir dos 8 anos, atingindo seu maior valor em torno dos 20 anos. Após, passa a declinar progressivamente, reduzindo década após década. Sedentários apresentam declínio de aproximadamente 9% a cada década, atingindo aos 65 anos apenas 70% do VO_2 máx que tinham aos 25 anos de idade.

Pollock e colaboradores, em 1987, sugeriram que o exercício regular pode reduzir a queda do VO_2 máx para valores inferiores a 5% por década. Astrand e colaboradores mediram o VO_2 máx no cicloergômetro em 66 homens e mulheres treinados, com idade entre 20 e 30 anos. Vinte um ano depois os autores repetiram o Teste Cardiopulmonar de Exercício (TCPE) e observaram diminuição média no VO_2 máx de 22% nas 35 mulheres e 20% nos 31 homens.

Bruce e colaboradores utilizaram-se de análise de regressão múltipla graduada para identificar se o gênero, idade, peso, altura e nível de atividade física auxiliariam na previsão do VO_2 máx durante o teste de exercício em esteira em adultos. Os autores sugeriram que idade e gênero eram os fatores mais importantes.

Eles também relataram que o VO_2 máx em mulheres representava 77% daquele alcançado pelos homens quando ajustado para peso corporal e nível de atividade física. Em 2009, através de estudo de base populacional publicado por

Koch e colaboradores²⁰ no qual foram arrolados 1708 indivíduos saudáveis entre 20 e 79 anos, os autores observaram que o VO_2 máx mensurado através do TCPE em ciclo-ergômetro sofria influência principalmente da faixa etária e gênero.

2.2.5 Nível de Atividade Física

Segundo Almeida & Stefani et al. (2014), Balke e colaboradores descreveram que o VO_2 máx é diretamente proporcional ao nível de atividade física ao avaliarem soldados da Força Aérea Americana, os quais foram testados em relação aos seus padrões de atividade física. Na década de setenta, Drinkwater e colaboradores¹⁸ relataram que o VO_2 máx de mulheres extremamente ativas não declinava durante duas décadas após a primeira mensuração.

O interessante neste estudo é que a despeito da manutenção do VO_2 máx durante essas duas décadas consecutivas, houve um aumento gradual do peso corporal e esse achado não foi suficiente para atenuar o efeito do treinamento sobre o VO_2 máx. Por sinal, diversos autores descrevem que em períodos de treinamento mais intenso, pode-se inclusive aumentar o VO_2 máx (entre 15 a 25%). Mesmo em se tratando de sedentários que realizam um programa de treinamento a 75% do VO_2 máx, três vezes por semana, com duração de 30 minutos diários por seis meses, pode-se observar aumento do VO_2 máx superior a 20%. Quando o percentual de massa gorda é perdido durante o programa e o VO_2 máx é expresso em valores relativos ao peso corporal, pode-se verificar elevação em torno de 40%.

2.2.6 Altura e Peso Corporal

Segundo Almeida & Stefani et al. (2014), a altura pode apresentar grande variabilidade em relação ao índice de massa corporal (IMC), a massa corporal magra, assim como em relação ao nível de atividade física do sujeito. No que diz respeito à interação entre a altura e o VO_2 máx, tanto em homens quanto em mulheres com peso corporal normal, existe grande variabilidade. Tais achados

foram evidenciados em três séries norte-americanas, uma japonesa e uma brasileira.

Nos homens houve declínio do $\text{VO}_2\text{máx}$ com o aumento da faixa etária para todas as alturas, havendo variabilidade menor para quem apresentava 170 cm e maior nos extremos durante pelo menos duas décadas consecutivas. Nas séries de Jones, a variabilidade é menor para 160 cm e maior para 190 cm. Nas mulheres também foi verificado declínio funcional, apesar das japonesas apresentarem valores mais altos de queda e as brasileiras mais baixos.

O $\text{VO}_2\text{máx}$ não aumenta em proporção direta com o peso composto de tecido adiposo e sim pela massa magra. Além disso, é improvável que a função cardiovascular, respiratória e musculoesquelética acompanhe o aumento do peso corporal total.

Almeida & Stefani et al. (2014), também descrevem que na série de Bruce e colaboradores havia discordância para previsão do $\text{VO}_2\text{máx}$ ao se comparar indivíduos de peso normal com os que estavam acima do peso. Taylor e colaboradores, ao avaliarem estudantes e soldados ativos, demonstraram que o $\text{VO}_2\text{máx}$ se correlacionava mais adequadamente com uma medida de peso corporal sem gordura ($r = 0,85$), do que quando avaliado o peso corporal total ($r = 0,63$). Jones e colaboradores, ao analisarem aproximadamente 1000 indivíduos aparentemente saudáveis, observaram que, ao adicionar peso como uma variável da estatura, faixa etária e gênero, a previsão da capacidade de exercício na bicicleta ergométrica não era aperfeiçoada.

Já os trabalhos de Wasserman e colaboradores demonstraram relação direta entre o tamanho dos membros inferiores e o $\text{VO}_2\text{máx}$. Estimava-se que o $\text{VO}_2\text{máx}$ aumentava em $6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ de peso corporal extra. Indivíduos acima do peso apresentam valores de $\text{VO}_2\text{máx}$ e de limiar anaeróbico (LA) mais elevado que outros indivíduos com mesma idade, gênero, estatura e peso corporal normal. Isso se explica porque durante a caminhada ou pedalada nas mesmas distâncias o grupo com sobrepeso consome mais energia e seus músculos tornam-se mais treinados. Sendo assim, o peso corporal pode modificar sem afetar a capacidade de trabalho externo máximo sobre o ciclo-ergômetro.

Em mais de 1000 TCPE analisados no laboratório de Wasserman e colaboradores, identificou-se uma amostra populacional clínica mais próxima daquela da população americana. Isto se deveu a mesma, ser em média, menor e mais obesa que em outras séries norte americanas. No grupo masculino, 70% excederam o peso normal, 45% apresentavam acima de 110% do peso, 26% acima de 120% e 6% acima de 160%. Para o grupo feminino, 70% excederam o peso normal, 56% excederam 110% do peso, 42% acima de 120%, 25% acima de 140% e 12% acima de 160%.

Embora seja difícil prever os valores de VO_2 máx em pacientes com sobrepeso, recomenda-se para cada quilograma (kg) de peso, aumento de 6 mL/min no VO_2 máx previsto. No entanto, em indivíduos abaixo do peso, há uma relação direta entre diminuição do VO_2 máx com redução de peso corporal. Se a massa muscular for adequada ou elevada, o VO_2 máx comporta-se de modo inverso.

Em se tratando de crianças, Cooper e colaboradores verificaram relação direta entre VO_2 máx com peso e altura em não obesos entre seis e 17 anos. Seus dados foram semelhantes aos encontrados por Astrand e colaboradores exceto nas meninas, que apresentaram VO_2 máx inferior.

2.2.7 Genética

Segundo Almeida & Stefani et al. (2014), no início dos anos 90, Bouchard e colaboradores, ao analisarem 10 pares de gêmeos monozigóticos submetidos a um programa de treinamento por 20 semanas, descreveram que o VO_2 máx variou bastante entre alguns pares de irmãos, enquanto em outros pares, quase não houve modificação. Tal achado sugere que, em alguns irmãos, ocorre resposta significativa do VO_2 máx e, em outros, há discreta ou nenhuma resposta ao mesmo programa de treinamento. Fahey e colaboradores já descreviam, na década de 70, que, quanto maior for o nível inicial de condicionamento físico, menor será a melhora relativa determinada pelo mesmo programa de treinamento. Os maiores valores de VO_2 máx são atingidos dentro de oito a 18

meses de exercício, indicando que cada indivíduo tem um limite a ser atingido que parece ser influenciado pelo nível de atividade física realizado na infância.

Por volta de 1999, novamente Bouchard e colaboradores analisaram 481 sedentários caucasianos adultos oriundos de 98 famílias de duas gerações consecutivas. Eles foram treinados por 20 semanas e o VO_2 máx foi avaliado em cicloergômetro por duas vezes (antes e após o programa de treinamento). O aumento médio do VO_2 máx foi 400 mL/min, mas houve heterogeneidade considerável na capacidade de resposta, com alguns pares de indivíduos que experimentam pouco ou nenhum ganho, enquanto outros obtiveram um aumento no VO_2 máx superior a 1,0 L/min.

Segundo Almeida & Stefani et al. (2014), os modelos mais parcimoniosos renderam uma máxima estimativa de herdabilidade de 47% para o VO_2 máx, sendo a transmissão materna na ordem de 28%. A partir destas observações em gêmeos idênticos, é vigente até aos dias de hoje que a individualidade em treinabilidade do VO_2 máx é altamente familiar, tendo um componente genético não desprezível.

Existem fenótipos de performance física e mais de 200 variantes genéticas já foram identificadas, tendo sim efeito na capacidade funcional. O fenótipo VO_2 máx é influenciado por múltiplos genes: dentre eles, o codificador da citrato sintase (CS, cromossomo 12q 13.2-q13.3), a enzima do ciclo de Krebs envolvida no metabolismo oxidativo e o gene codificador da enzima conversora de angiotensina (ECA, cromossomo 17q23), está envolvida na caracterização do tipo de fibras musculares.

Zhang e colaboradores, em 2003, verificaram que o genótipo I/I do gene da (ECA) está associado a maior percentagem de fibras do tipo I na musculatura esquelética, maior capacidade oxidativa e maior densidade mitocondrial. Estes mecanismos explicam, pelo menos em parte, a possibilidade dos portadores terem um maior VO_2 máx.

Em 2007, Hautala e colaboradores mostraram que negros com genótipo C/C (exon 4) apresentavam elevação mais discreta no VO_2 máx comparado à outra população de raça negra, em um mesmo programa de treinamento, mas com genótipos C/T e T/T. Tais achados sugerem que a genética pode explicar

variações interindividuais nas respostas bioquímicas, fisiológicas, musculares e cardiopulmonares relacionadas ao exercício.

2.2.8 Etnia

Segundo Almeida & Stefani et al. (2014), há muitos anos, observam-se diferenças entre etnia e performance no exercício. O $VO_{2m\acute{a}x}$, por exemplo, mostrou valores superiores em escandinavos quando comparados a norte-americanos. Já Edwards e colaboradores avaliaram, a partir de 1972, através do Programa Biológico Internacional, diferenças entre a potência aeróbica em grupos étnicos caribenhos. Jones e colaboradores, por sua vez, descreveram que a diferença entre o $VO_{2m\acute{a}x}$ nas populações depende da composição corporal, atividade física habitual, níveis de hemoglobina e altitude no local de moradia.

Swaminathan e colaboradores, analisaram o $VO_{2m\acute{a}x}$ através do TCPE em 95 crianças sul-indianas entre sete e 14 anos. Ao compará-las com crianças norte americanas, os autores observaram diferença de $VO_{2m\acute{a}x}$ relacionada ao gênero e, principalmente, à composição corporal. As crianças norte-americanas com altura entre 149 e 160 cm apresentaram $VO_{2m\acute{a}x}$ superior independentemente do gênero. No entanto, os meninos com 120 cm obtiveram $VO_{2m\acute{a}x}$ inferior no grupo norte-americano e as meninas com mesma estatura apresentaram valores inferiores no grupo sul indiano. Em se tratando de peso entre 20 e 40 kg, todas as meninas norte-americanas apresentaram $VO_{2m\acute{a}x}$ superior às sul-indianas, e todos os meninos sul-indianos apresentaram valores superiores aos norte-americanos. Esta diferença entre gêneros em diferentes etnias foram justificadas por aspectos ambientais e, principalmente, socioculturais, já que as indianas vivem mais dentro de casa, sendo menos ativas que os meninos.

Em 2008, Babak e colaboradores também analisaram o $VO_{2m\acute{a}x}$ através do TCPE em adolescentes iranianos com idades entre treze e 17 anos. Os autores encontraram valores médios inferiores aos encontrados em países ocidentais ou indianos. Características antropométricas, estruturais, funcionais, bioquímicas e fisiológicas podem estar envolvidas de acordo com a localidade de origem do indivíduo.

Afinal, mesmo que a metodologia desse estudo tenha sido diferente da utilizada em estudos ocidentais, a população era de faixa etária, composição corporal e nível de atividade física semelhantes, mas os valores de VO_2 máx foram muito inferiores, tanto para meninas quanto para meninos.

Ceaser e colaboradores analisaram entre 1999 a 2004, mais de 3000 indivíduos saudáveis com idades entre 18 e 49 anos. Ao mensurar a capacidade funcional destes sujeitos em esteira ergométrica, o VO_2 máx médio nos hispânicos foi de $41\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, enquanto nos brancos foi de $40,2\text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e, nos afro americanos, de $37,9\text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Diferenças étnicas responderam por até 18,5% de variação no VO_2 máx nessas populações.

A importância da genética na determinação dos valores absolutos do VO_2 máx tem sido estudada por vários autores, destacando-se Bouchard et al. (1992) e Fronteira et al. (2001) pela comparação de irmãos gêmeos univitelinos (monozigóticos) e bivitelinos (dizigóticos). Os univitelinos possuem valores do VO_2 máx muito similares, enquanto para os bivitelinos a variabilidade de valores é maior. Os autores chegaram a expressar que os fatores genéticos estariam envolvidos de 25% a 50% nas variações do VO_2 máx.

Segundo Tritschler (2003), os níveis de VO_2 máx elevados dos atletas de elite nos esportes de resistência são atribuídos em cerca de 40% ou mais à variabilidade genética. Porém, independente do potencial genético, o treinamento aeróbico consistente pode alterar o VO_2 máx em cerca de 50%.

Existe um declínio linear na aptidão cardiorrespiratória e no consumo máximo de oxigênio com o aumento da idade, a um ritmo de cerca de 1% por ano. A potência aeróbica máxima diminui cerca de $0,45\text{mlO}_2/\text{kg}/\text{minuto}$ por ano entre as idades de 20 e 65 anos nos homens e $0,3\text{mlO}_2/\text{kg}/\text{minuto}$ nas mulheres (WILLIAMS, 2002).

O ritmo de declínio do VO_2 máx com o avançar da idade é aproximadamente duas vezes mais rápido em indivíduos sedentários do que nos atletas. Indivíduos fisicamente ativos e atletas têm valores básicos de VO_2 máx mais altos e um menor decréscimo com o aumento da idade, estes dados foram relatados em diversos estudos nesta área, destacando-se Williams (2002), Hagberg (1987), Rodeheffer et al. (1984) e Heath et al. (1977).

Shephard (1997) e Antoniazzi (1999) colocam que a perda da aptidão cardiorrespiratória relacionada à idade é também maior em mulheres do que em homens, devido à massa corporal ser composta de maneira diferente com relação ao sexo. As mulheres perdem maior quantidade de massa muscular do que homens, além de ganhar maior quantidade de gordura corporal em relação aos homens com o avanço da idade.

Uma ferramenta prática e extremamente útil é o índice de massa corporal (IMC), que é definido como a razão do peso corporal total em quilogramas pela altura elevada ao quadrado expressa em metros. Os valores de IMC acima de 25 podem apresentar perfis de composição corporal complicado (TRITSCHLER, 2003).

Para se observar o perfil de comunidades com relação ao condicionamento físico, pesquisadores como Woellner & Kerkoski (2004), além de Maia, Theves & Oliveira (2003) estão analisando modificações no desempenho físico de indivíduos ativos com o envelhecimento. As variáveis escolhidas nos estudos foram o VO_2 máx e o IMC. Em ambos, os indivíduos ativos tiveram ganhos consideráveis dos valores de VO_2 máx em todas as faixas etárias estudadas, após 12 meses de acompanhamento. Já os valores de IMC não tiveram alterações importantes, com exceção ao sexo feminino da faixa etária de 60 a 69 anos.

Estudo em academias do Rio de Janeiro fez comparação entre índices de sobrepeso e obesidade para associar o excesso de peso ao risco de doenças cardiovascular. Cunha et al. (2003) observaram que com exceção da faixa etária dos 30 aos 39 anos, o IMC demonstrou ser o índice mais sensível à detecção de níveis de obesidade relacionados aos possíveis riscos coronarianos.

Tem si evidenciado autores com Freitas et al. (2004), Alves & Lima (2004) que composição corporal com valores altos do IMC pode apresentar informações de risco à saúde e ter relação inversa com a capacidade aeróbica dos indivíduos. Almas et al. (2004) ressaltam que devido à constatação através dos valores crescentes do IMC e da concomitante redução dos níveis metabólicos basais e de repouso, torna-se necessária à aderência a programas de condicionamento físico e emagrecimento.

O IMC constituiu, nos dias atuais, a ferramenta mais utilizada para o diagnóstico quantitativo de obesidade. Segundo Neves & Santos (2003) e Carvalho et al. (2004), os valores do IMC elevados podem representar associação à ampla variedade de patologia responsável pela taxa de mortalidade no Brasil. Classificação de sobrepeso segundo o IMC: <18.5 (magro), 18.5-24.9 (normal), 25-29.9 (sobrepeso), 30-39.9 (obesidade), acima de 40 (obesidade extrema).

Recente estudo foi realizado em academia no Rio de Janeiro com o objetivo de relacionar os índices de sobrepeso (%de gordura) e obesidade (IMC) de ambos os sexos em sedentários por faixas etárias com 3.100 indivíduos. O resultado mostra que as faixas etárias estão dentro da curva de normalidade de caracterização amostral, menos a cima de 60 anos. Os autores também colocam que a Organização Mundial de Saúde (OMS), as faixas que estariam na área de risco à saúde de doenças cardiovasculares e endócrino-metabólicas estão entre 30 e 59 anos (SILVA JR et al., 2003).

Segundo estudos e Amaral & Silva (2003) em avaliação de idosos ativos regulares do sexo feminino com idade média de 60.72 (s = 8.75), IMC com média de 28.91 (s = 5.12) e o VO₂máx médio de 24.58 (s = 5.01), os resultados colocam que as mulheres idosas ativas com VO₂máx considerado bom podem ter o IMC considerado com sobrepeso.

A relação entre adiposidade corporal em aptidão cardiorrespiratória é observada por Levandoski Jr, Stroher & Hobold (2004), que conclui que à medida que os indivíduos apresentam maiores níveis de adiposidade diminuíam a capacidade aeróbica. NA mesma direção caminha Marra et al. (2003) a Alcântara & Pusseldi (2004), que acharam forte correlação entre os níveis de composição corporal e a eficiência do sistema cardiorrespiratório.

Os valores médios do VO₂máx de ambos os sexos são semelhantes até a puberdade. Após a puberdade, o VO₂máx relativo (mlO₂/kg/min) para mulheres é aproximadamente 10% a 20% menor do que nos homens de idade e aptidão física comparável, principalmente devido ao maior percentual médio de gordura e menor concentração de hemoglobina no sexo feminino (FRONTERA et al., 2001).

Afirmativa confirmada por Grando, Marcante e Piet (2003), que realizaram estudos com indivíduos de ambos os sexos com idades compreendidas entre 15

e 50 anos, utilizando protocolo de Balke para corrida de 15 minutos, onde o resultado apresentado mostrou estatística semelhante, devido a fatores hormonais particulares a cada gênero, que influenciam no metabolismo sistêmico.

McArdle, Katch e Katch (1991) colocaram que os indivíduos tanto os indivíduos ativos quanto os sedentários têm um declínio de aptidão aeróbica influenciada pelas várias reduções homeostáticas centrais ou periféricas do sistema cardiorrespiratório associadas ao transporte à utilização do O_2 relacionadas ao aumento da idade cronológica.

Para que se possa entender a contribuição dos mecanismos centrais e periféricos no mecanismo fisiopatológico da insuficiência cardíaca congestiva (ICC) Guths et al. (2003) realizaram estudo com quatorze pacientes com ICC a analisaram a correlação entre a potência circulatória (PAS de pico multiplicada pelo VO_2 de pico) e as variáveis derivadas de cinética de recuperação do VO_2 após a ergoespirometria. Observaram a boa correlação para que a influência seja central, porém, é possível que mecanismo periférico ainda não totalmente elucidado esteja associado ao prognóstico.

Silva & Albergaria (2004), Howley (1995) e Drinkwater et al. (1979) afirmam que o $VO_{2m\acute{a}x}$ é comumente interpretado como o limite funcional do sistema cardiovascular e como um índice de aptidão cardiorrespiratória, possibilitando verificar o efeito do treinamento, destreinamento e a exposição à altitude.

Segundo Powers & Howley (2000), a queda no rendimento em corrida de longa distância na altitude esta relacionada com a diminuição da potência aeróbica máxima. O $VO_{2m\acute{a}x}$ diminui de modo linear com a elevação da altitude: 12% a 2.400 metros, 20% a 3.100 metros, 25% a 4.000 metros.

Duncan, Howley, Johnson (1997) relatam que o $VO_{2m\acute{a}x}$, além de ser conceitualmente definido e utilizado na avaliação diagnóstica como a capacidade de indivíduo em transportar e utilizar o oxigênio durante a atividade física, também será importante na avaliação formativa e na tabulação dos dados para o enquadrar o indivíduo na curva de normalidade e comparar grupos de indivíduos.

Segundo Dantas (2003, p. 125), o treinamento cardiopulmonar seria, portanto:

Parte da preparação física que visa provocar alterações no organismo, principalmente nos sistemas

cardiorrespiratório e respiratório, incluindo o sistema de transporte de oxigênio e o mecanismo de equilíbrio ácido-base, de forma a propiciar uma melhoria na *performance*.

Os testes facilitam a medição de fatores específicos fundamentais que quando forem determinados, serão importantes no que se refere ao rendimento. Estes fatores, uma vez medidos, podem ser avaliados para desenvolver estratégias apropriadas de treinamento que ajudem a superar qualquer tipo de desvantagem (FADIGA NETTO et al., 2004).

O VO_2 aumenta linearmente com a intensidade do exercício até alcançar seu valor máximo ($VO_{2m\acute{a}x}$). A determinação do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x}$) avalia, por conseguinte, a capacidade física máxima de treinamento (ASTRAD, 1972).

A avaliação da aptidão cardiorrespiratória nos permite quantificar e direcionar o trabalho adequadamente. O desempenho físico do ser humano está diretamente relacionado com a idade, sexo, composição corporal e condições ambientais. Ter informações que indicará se o indivíduo está realmente realizando o exercício na direção correta a fim de alcançar eficazmente as metas propostas (FAZOLO et al., 2003).

Montoya (1995) afirma que a capacidade de consumo de oxigênio em pessoas treinadas é maior do que em pessoas destreinadas e que a razão para este fato é que, com treinamento, o indivíduo possui uma maior irrigação e vascularização sanguínea em nível muscular, tendo seu rendimento otimizado. O $VO_{2m\acute{a}x}$ elevado tem também grande contribuição na capacidade do indivíduo em suportar esforços submáximos por tempo prolongado.

Ratificando a afirmativa de Montoya (1995), Flausino et al. (2004) realizaram estudo comparativo do $VO_{2m\acute{a}x}$ de mulheres com idades entre 60 e 70 anos em um programa de exercícios, que consistia em caminhadas três vezes por semana com duração de 45 minutos. Os resultados médios do $VO_{2m\acute{a}x}$ em testes e retestes foi de 17.87 mlO₂/kg/min. (s = 11.11) e 21.64mlO₂/kg/min. (s = 11.11), respectivamente.

Denadai (1995), Lewis e Haller (1989) afirmam que o $VO_{2m\acute{a}x}$ é influenciado pelo potencial oxidativo das fibras musculares, portanto: a deficiência

de enzimas como a fosfofrutoquinase, a deficiência no transporte mitocondrial de elétrons e a diferença arteriovenosa de oxigênio podem influenciar na utilização de O_2 em nível muscular, indicando uma limitação periférica.

Rinaldi (2001), Basset e Howley (1997) afirmam que a causa primária da limitação do $VO_{2m\acute{a}x}$ é de natureza central (sistemas cardiovascular e pulmonar), sendo que outros fatores, principalmente os de natureza periférica (muscular), são secundários. A capacidade do sistema cardiovascular no transporte de oxigênio para células é o principal fator limitante do $VO_{2m\acute{a}x}$. A primeira evidência seria que o $VO_{2m\acute{a}x}$ atinge valores similares tanto em protocolos que utilizam membros inferiores e superiores, como naqueles que utilizam somente os membros inferiores.

Richardson, Harms, Grassi e Hepple (2000) dizem que aproximadamente 85% do fluxo sanguíneo na demanda do débito cardíaco durante o exercício é utilizado pelo músculo esquelético, indicando claramente a inter-relação entre o sistema cardiovascular (oferta de O_2), que está diretamente ligado à limitação central, e músculo esquelético (demanda de O_2), que se relaciona como limitação periférica, o que foi confirmado em outros estudos por Hepple (2000) e Harms (2000).

O objetivo deste estudo foi verificar variável (limitação central e periférica) e tem indicado que para indivíduos sedentários a limitação é principalmente periférica, ou seja, a capacidade oxidativa mitocondrial tem papel predominantemente na utilização máxima de O_2 , enquanto em indivíduos treinados a limitação parece estar associada à oferta de O_2 , indicando limitação central.

Shephard (1997) & Antoniazzi (1999) sugerem que um aumento de 20% no $VO_{2m\acute{a}x}$ pode equivalerá grande melhora na qualidade de vida como se houvesse um rejuvenescimento de 20 anos. Além disto, os indivíduos com valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ maiores de que 13 METs têm a taxa de mortalidade extremamente baixa no prazo de 5 anos.

Para avaliar as limitações funcionais dos indivíduos com patologia cardíaca, Weber et al. (apud FARDY, YANOWITS & WILSON, 1998) criou um sistema de graduação funcional, por meio do $VO_{2m\acute{a}x}$ medido diretamente no

tapete rolante. A gravidade de insuficiência cardiorrespiratória aumentava da classe A até D, com os seguintes valores de VO_2 máx (ml/kg/min): A (>20); B (16-20); C (10-15) e D (<10).

2.3 A importância da avaliação física

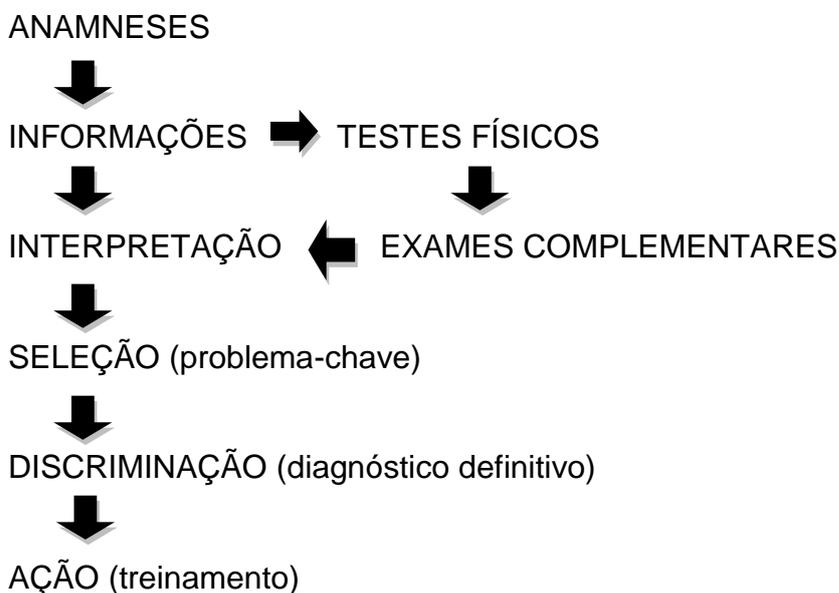
A anamnese e a avaliação física são pré-requisitos fundamentais e indispensáveis para o início de qualquer trabalho, não só com atletas, mas para qualquer indivíduo que queira começar um programa de treinamento.

Segundo José Fernandes Filho (1999), testes são instrumentos utilizados para se obter um resultado. Medidas são as informações e os resultados quantificados destes testes. Avaliação é o julgamento, interpretação, correlação, compreensão, organização, classificação e aplicação dos resultados obtidos.

Dentre outros objetivos, as avaliações físicas servem para: Avaliar o estado do atleta ao iniciar a programação; Detectar deficiências, seguido de uma orientação adequada para superá-las; Impedir que a atividade física seja um fator de agressão ao atleta; Acompanhar o progresso do atleta; Estabelecer ou reciclar uma parte ou todo o programa de treinamento; Desenvolver pesquisas em educação física voltada para o esporte em questão. (Carnaval, 2012).

Baseados em dados obtidos da anamnese, Farinatti & Monteiro (2000) propuseram o modelo esquemático adiante, que indicará qual a direção em que devemos orientar o atleta, após a entrevista inicial, influenciando na reestruturação dos testes físicos e no encaminhamento caso seja necessário à realização de exames complementares.

Quadro 01. Modelo esquemático proposto por Farinatti & Monteiro (2000).



Fonte: Farinatti & Monteiro (2000).

A avaliação física deve ser um processo contínuo ao longo da preparação física do atleta, para que os dados possam ser interpretados e logo em seguida deve ser tomadas decisões no planejamento de treinamento do atleta. Sejam essas decisões de manutenção do treino, ajustes ou uma mudança geral no treinamento do atleta.

O conceito da palavra Anamnese de se distingue por:

- Aná = trazer de novo; Mnesis = memória.
- É uma entrevista, sem pressa e com muita atenção.
- É através dela que se inicia a relação profissional / cliente.
- Uma sala particular e um ambiente tranquilo são importantes neste momento. E é composto de:

Objetivos com a prática de atividades física: melhoria da estética; redução da gordura corporal; aumento da massa muscular; diminuição dos níveis de stress; melhoria da qualidade de vida; melhoria da postura; lazer; combate ao sedentarismo; melhoria do condicionamento físico (força, resistência muscular e aeróbica e flexibilidade); manutenção do estado de saúde atual; etc.

- 1 **História da atividade física:** anterior, atuais e preferidas.
- 2 **Hábitos alimentares:** tipo, número de refeições diárias.
- 3 **História da Doença Atual (HDA):** saber se o aluno tem alguma queixa no momento.
- 4 **História Patológica Progressiva (HPP):** Identificar os fatores de risco, problemas osteo-mio-articulares, cirurgias importantes, alergias, medicamentos utilizados.

De acordo com a ACSM (2014), antes que o indivíduo comece um programa de exercício físico, é recomendado que ele passe por uma Triagem de Saúde Pré-participação. Essa triagem possibilita ao avaliador e avaliado ficarem cientes de algumas informações:

- Reduz a ênfase da necessidade de avaliação médica (i. e., exames médico e testes de esforço) como parte do processo de triagem de saúde prévia ao ingresso de uma rotina progressiva de exercícios em indivíduos saudáveis e/ou assintomáticos
- Utiliza o termo *classificação de risco* para agrupar indivíduos como tendo risco baixo, moderado ou alto com base na presença ou ausência de fatores de riscos de Doença Cardio Vascular (DCV), sinais e sintomas e/ou doenças cardiovascular, pulmonar, renal ou metabólica conhecida.
- Enfatiza a identificação daquelas com doenças conhecidas porque eles têm o maior risco de complicações cardíacas relacionadas com exercício
- Adota esquema de estratificação de risco da Associação Americana de Reabilitação Cardiovascular e Cardiopulmonar (AACVR, do inglês American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation) para indivíduos com DCV conhecida porque considera o prognóstico total do paciente e seu potencial de reabilitação.
- Apoia a mensagem e saúde pública de que todos os indivíduos devem adotar um estilo de vida fisicamente ativo

Participantes em potencial devem passar por anamnese para detectar possíveis fatores de risco para doenças cardiovasculares, pulmonares e metabólicas, bem como para outras condições de saúde (p. ex., gravidez, limitações ortopédicas) que requeiram atenção especial para

(a) otimizar a segurança durante o teste com exercícios e (b) ajudar no desenvolvimento de uma prescrição de exercícios segura e eficaz.

A proposta de triagem de saúde pré-participação inclui:

- Identificar indivíduos com contradições médicas que os impeçam de praticar o programa de exercícios até que tais condições estejam amenizadas ou controladas
- Reconhecer indivíduos com doenças significativas ou condições de saúde que tornem elegíveis para participar de um programa de exercícios supervisionados
- Detecção de indivíduos que devam passar por uma avaliação médica e/ou testes de esforço como parte de processo de triagem de saúde pré-participação antes do início de um programa e exercício ou do aumento da frequência e da intensidade de seu programa atual.

2.3.1 Triagem de saúde pré-participação

A triagem de saúde pré-participação antes do início de uma atividade física ou de um programa de exercício é um processo com vários estágios, que podem incluir:

1. Método de autoavaliação, como o Questionário sobre Prontidão para atividade Física (PAR-Q, do inglês *Physical Activity Readiness Questionnaire*) ou Questionário de Triagem Pré-participação das instituições de Saúde/Condicionamento Físico de AHA/ACSM.
2. A avaliação de fatores de risco de DCV e sua classificação por profissionais qualificados de saúde (em especial, profissionais de Educação Física).
3. Avaliação médica incluindo exame físico e teste de esforço por médico especializado em Medicina do Esporte.

A triagem de saúde pré-participação antes do início de um programa de exercício deve ser diferenciada de um exame médico periódico. Um exame médico periódico ou um contato semelhante com um profissional de saúde

deve ser encorajado como parte da manutenção de rotina da saúde a para detectar situações médicas não relacionadas com exercício.

2.3.2 Métodos de autoavaliação

A triagem de saúde pré-participação por meio do histórico médico autorelatado ou pela avaliação dos riscos pela saúde deve ser feita por todos os indivíduos que desejam iniciar um programa de atividade física. Essas autoavaliações podem ser facilmente realizadas utilizando instrumentos como o PAR-Q (Anexo 01) ou por uma adaptação do Questionário de Triagem Pré-participação das instituições de Saúde/Condicionamento Físico de AHA/ACSM (Anexo 02). Pacientes com sintomas cardíacos frequentemente percebem sensação de desconforto no peito em vez de dor. O Questionário de Triagem Pré-participação das instituições de Saúde/Condicionamento Físico de AHA/ACSM pode ser mais útil nessas situações porque ele pergunta sobre “desconforto no peito”, e não “dor no peito” como o PAR-Q faz.

O Objetivo do questionário PAR-Q é detectar contraindicações à prática esportiva. Foi desenvolvido pelo British Columbia Ministry of Health. Recomendado para indivíduos com idade entre 15 e 69 anos que queiram iniciar exercícios físicos de intensidade leve à moderada. Possui sensibilidade de 100% para detecção de contraindicações médicas ao exercício e uma especificidade de 80% (SHEPARD et al., 1981; SHEPARD, 1988; ACSM, 1991).

Possui 7 perguntas: perguntas número 1, 2, 3 e 6 avaliam o sistema cardiovascular, 5 ósteo-mio-articular, e, 4/7 problemas de ordem metabólica e/ou pulmonares.

PAR-Q Positivo: uma ou mais respostas positivas. Neste caso o avaliado deve consultar um médico antes de aderir a um programa regular de atividades físicas.

PAR-Q Negativo: todas as perguntas negativas. O avaliado tem uma razoável garantia de apresentar condições adequadas para participação em um programa regular de atividades físicas. O cliente/aluno assina ao final do questionário. Lembrando que o questionário não substitui a avaliação clínica.

2.3.3 Avaliação dos fatores de risco para doenças cardiovasculares ateroscleróticas

A classificação de risco do ACSM é parcialmente baseada na presença ou ausência dos fatores de risco de DCV. O preenchimento do PAR-Q e do Questionário de Triagem Pré-participação das instituições de Saúde/Condicionamento Físico de AHA/ACSM deve ser revisado por um profissional de Educação Física a fim de determinar se o indivíduo preenche algum dos critérios de atividade para fatores de risco de DCV. Se a presença ou ausência de um fator de risco de DCV não for revelada, aquele fator de risco deve ser contado como tal exceto se for pré-diabetes. Se os critérios de pré-diabetes estão faltando ou são desconhecidos, o pré-diabetes deve ser considerado um fator de risco:

Positivo

- **Idade:** Homens ≥ 45 anos, Mulheres ≥ 55 anos.
- **História familiar:** doenças cardíacas antes dos 55 anos no pai, irmão ou filho, ou antes, de 65 anos da mãe, irmã ou filha.
- **Tabagismo:** fumante atual ou aquele que cessou nos últimos 6 meses ou exposição à fumaça ambiental de tabaco.
- **Hipertensão:** $\geq 140/90$ mmHg ou uso de medicação anti-hipertensiva.
- **Dislipidemia:** colesterol total ≥ 200 mg/dl (LDL ≥ 130 mg/dl e HDL < 40 mg/dl ou medicação redutora dos lipídios) ou tomando medicação para diminuir a lipidemia.
- **Glicose em jejum:** ≥ 100 mg/dl
- **Obesidade:** IMC > 30 kg/m² ou circunferência da cintura > 102 cm para homens e 88 cm para mulheres.
- **Sedentarismo:** Não participar em pelo menos 30 minutos de atividade física moderada pelo menos 3 dias da semana durante um período de 3 meses.

Negativo

• Colesterol HDL ≥ 60 mg/dl

- **Fatores de risco modificáveis:** obesidade, sedentarismo, hipertensão e tabagismo.
- **Fatores de risco não modificáveis:** idade, hereditariedade e sexo.

2.3.4 Testes cardiorrespiratórios

Os testes cardiorrespiratórios podem ser diretos, através de análise dos gases expirados, ou indiretos, por meio de estimativa para determinação do

consumo máximo de oxigênio e a consequente tabela de aptidão cardiorrespiratória.

Mas todo teste tem suas limitações. Estas são referentes à praticidade, portabilidade, custos, validade, fidedignidade e objetividade. A praticidade relaciona-se com a facilidade e agilidade da medida, a portabilidade, com a facilidade de locomoção do equipamento, a validade, se ele mede precisamente o que se propõe a medir e a fidedignidade e objetividade, com produtividade da medida tanto intra quanto interavaliadores (FERNANDES FILHO, 2003).

O desempenho físico do ser humano está diretamente relacionado com a idade, sexo, composição corporal e condições ambientais, sendo importante determinar se um teste indireto possui um coeficiente de correlação significativo de confiabilidade e validade, com o VO_2 máx medido diretamente através dos instrumentos de coleta dos gases expirados (NUNES et al., 2009).

ACSM (2003) coloca em seu manual para testes de esforço e prescrição de exercício que o VO_2 máx pode ser medido através de ergoespirometria de circuito aberto. O indivíduo respira através de uma válvula de baixa resistência (com o nariz ocluído) enquanto são medidas a ventilação pulmonar e as frações expiradas do O_2 e CO_2 .

Os procedimentos de mensuração foram muito simplificados com os modernos sistemas automatizados que proporcionam formulários e gráficos detalhados dos resultados dos testes, entretanto a atenção com a calibração do aparelho sempre anterior ao início dos testes é essencial para obtenção de resultados precisos (RONDON et al., 1998).

Um número considerável de testes foi proposto para obter o VO_2 máx, indiretamente em laboratório através dos ergômetros: tapete rolante, ciclo ergômetro e banco. Existem vários protocolos, e estes apresentam pontos positivos e negativos, porém, a escolha do teste deverá ter como orientação os seguintes fatores: objetivos, população a ser testada e a disponibilidade de material (MARINS & GIANNICHI, 2008).

Devemos ficar atentos a todas as minúcias com relação aos ergômetros propostos, pois segundo Machado et al. (2003) a utilização da pedaleira no

cicloergômetro, assim como o corrimão no tapete rolante, podem superestimar os valores do VO_2 máx nos testes.

Podemos utilizar em laboratórios os testes em tapetes rolantes ou cicloergômetro, para equação estimada do VO_2 máx. Ambas têm coeficiência de correlação entre 0,8 e 0,9 na linha de regressão (MYERS, 1996).

Segundo Myers (1996), 95% dos limites conferidos para estimativa do VO_2 máx, baseados no tempo de permanência no tapete rolante, atingiram mais do que o esperado, valores acima do $30mlO_2/kg/min$. (8,5 METs). Esta falta de precisão pode ser atribuída aos seguintes fatores:

- Adaptação ao ergômetro utilizado (menor variação quanto maior a experiência com o ergômetro);
- Exercício realizado (menor variação quanto maior a proximidade das atividades físicas habituais);
- Presença de DAC (mais difícil de prever o consumo máximo de oxigênio com patologias individuais);
- O protocolo de exercício (menores variações quanto mais graduais forem os incrementos de carga, devem-se utilizar protocolos mais individuais).

2.3.5 Testes cardiorrespiratórios: protocolos de VO_2 máx

Os protocolos que aqui apresentados serão os protocolos que farão parte da ferramenta VO_2 Training, por oferecerem maior fidedignidade em seus resultados.

Teste máximo de Ellestad

O protocolo de Ellestad (1980) apresenta cargas progressivas, por variações de velocidade (a inclinação fica mantida em 10% até o 8º estágio, aumentando para 15% até o final), e estágios menores, de 2 minutos. Devido às características do teste, somente deve ser aplicado em indivíduos treinados. O cálculo do VO_2 máx relativo é de 3 METs para cada estágio completo.

A velocidade pode variar de 2,7 km/h a 12,8 km/h, a aplicação é de 10% nos quatros primeiros estágios e no quinto minuto haverá um incremento na inclinação de 5%, até o final do teste. O resultado é expresso em $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

$$\text{VO}_2 \text{ máximo} = 4,46 + (3,933 \times T)$$

Onde:

T = Tempo de teste em minutos

$$\text{VO}_2 \text{ máx} = 4,46 + (3,933 \times \text{tempo total do teste em min})$$

Tabela 4. Estágios do protocolo de Ellestad

ESTÁGIO	TEMPO (MIN)	VELOCIDADE (MPH)	INCLINAÇÃO (%)	MET
1	3	1,7	10	4,6
2	2	3,0	10	7,4
3	2	4,0	10	9,6
4	3	5,0	10	12,0
5	2	5,0	15	13,9
6	2	6,0	15	16,3
7	2	7,0	15	18,9
8	2	8,0	15	21,5

Fonte: SPINA, (2014).

Teste máximo de Balke - Ware

Com estágios de 2 minutos, velocidade constante de 5,47 km/h ou 3,4 mph e inclinação inicial de 2%; ocorrerão incrementos de 2% de inclinação até o limite máximo de 18% de inclinação a cada estágio até à exaustão voluntária ou aparecimento de alguns sinais ou sintoma. O resultado é expresso em $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

$$\text{VO}_2 \text{ máximo} = 1,75 \times \text{inclinação} + 10,6$$

Tabela 5. Estágios do protocolo de Balke - Ware

ESTÁGIO	TEMPO (MIN)	VELOCIDADE (MPH)	INCLINAÇÃO (%)	MET
1	2	3,4	2	4
2	2	3,4	4	5
3	2	3,4	6	6
4	2	3,4	8	7
5	2	3,4	10	8
6	2	3,4	12	9
7	2	3,4	14	10
8	2	3,4	16	11
9	2	3,4	18	12

Fonte: SPINA, (2014)

Teste máximo de Naughton

O protocolo de Naughton é indicado aos indivíduos com limitação física importante, em especial idosos e sedentários, bem como a pacientes em evolução recente de infarto agudo do miocárdio (IAM) e portadores de insuficiência cardíaca congestiva compensada.

Com estágios de 3 minutos, velocidade constante de 3,22 km/h ou 2,0 mph e inclinação inicial de 7%; ocorrerão incrementos progressivos de inclinação até o limite máximo de 18% de inclinação a cada estágio até à exaustão voluntária ou aparecimento de alguns sinais ou sintoma. O resultado é expresso em $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

VO_2 máximo Homens sedentários e cardiopatas: $\text{VO}_2 = 3,60 + (1,61 \times \text{Tmin})$.

Tabela 5. Estágios do protocolo de Naughton

ESTÁGIO	TEMPO (MIN)	VELOCIDADE (MPH)	INCLINAÇÃO (%)	MET
1	0	1,6	0,0	1
2	2	3,2	0,0	2
3	4	3,2	3,5	3
4	6	4,8	7,0	4
5	8	4,8	10,5	5
6	10	5,5	14,0	6
7	12	5,5	17,5	7
8	14	5,5	21,0	8
9	16	5,5	24,5	9

Fonte: MACHADO, (2012).

3. Percurso Metodológico

3.1 Caracterização da Pesquisa

A Metodologia é a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade. O presente estudo trata-se de uma pesquisa de natureza bibliográfica. O termo pesquisa é aplicado aqui de forma genérica, como sinônimo de busca, de investigação, de indagação.

Ainda não se entende a pesquisa como tratamento de investigação científica, que tenha como objetivo comprovar uma hipótese levantada. Neste caso, é necessário saber as fontes e as formas para se chegar mais rapidamente e com segurança a informação desejada.

Se não há um método eficiente de obtenção de informações, o precioso tempo acadêmico se perde, caminhando a esmo. E um método eficiente é a Pesquisa bibliográfica; que se trata de uma atividade de localização e consulta de fontes diversas de informação escrita, para coletar dados gerais ou específicos a respeito de um determinado tema. Tendo essa ideia como base, essa pesquisa busca essas fontes para embasar e fortalecer seu produto.

A etimologia grega da palavra bibliografia, já nos sugere uma relação de estudo de textos impressos, uma vez que biblio=livro e grafia= descrição, escrita. Assim, pesquisar no campo bibliográfico é procurar no âmbito dos livros e documentos escritos as informações necessárias para caminhar progressivamente no estudo de um determinado tema. (CARVALHO, 2008).

Partindo deste raciocínio é evidente que devemos utilizar métodos, matérias seguros e confiáveis para o procedimento da avaliação física. Como bem colocado por Power & Howley (2000), a medição direta ou a estimativa indireta deste parâmetro nos permite quantificar o metabolismo de energia. E é exatamente este o método que utilizaremos nesta ferramenta, a ESTIMATIVA INDIRETA, que por meio de equações seguras iremos encontrar o ponto adequado de esforço físico de forma individualizada e personalizada.

3.2 Instrumentos e coleta de dados

Fazolo et al. (2003), também deixa claro a importância da avaliação física quando afirma que a avaliação da aptidão cardiorrespiratória nos permite quantificar e direcionar o trabalho adequadamente. Ter informações que indicará se o indivíduo está realmente realizando o exercício na direção correta a fim de alcançar eficazmente as metas propostas.

A ferramenta desenvolvida neste trabalho (VO_2 Training) se utilizará de protocolos laboratoriais de tapete rolante (esteira ergométrica), para que os resultados sejam mensurados e convertidos em protocolo de treinamento.

A capacidade de realizar exercício de média e longa duração está relacionada ao metabolismo aeróbico e o $VO_{2máx}$ é o melhor indicador indireto do gasto energético do organismo, o qual é medido em quilocalorias. O VO_2 é normalmente medido em litros de oxigênio por minuto, quando expresso em sua forma absoluta. O $VO_{2máx}$ na forma absoluta pode ser utilizado quando o protocolo não exige do indivíduo a manutenção da massa corporal, pode-se verificar este fato em protocolos de laboratório que utilizam cicloergômetros ou remoergômetros ou, em protocolos que utilizam o meio líquido (MARINS & GIANNICHI, 2003).

O VO_2 máx também pode ser expresso na forma relativa em mililitros de oxigênio por quilogramas de massa corporal a cada minuto. O VO_2 máx quando expresso em sua forma relativa é indicado quando o protocolo utilizado na avaliação exige do indivíduo a manutenção da massa corporal, pode-se verificar este fato em protocolos de laboratórios que utilizam tapete rolante ou banco e testes de campo (FERNANDES FILHO, 2003).

Como bem citado por Antoniazzi (1999), Plowman e Smith (1997), a avaliação do VO_2 máx nos confere uma medida quantificada da capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório completo.

Os presentes protocolos e equações estão conforme descritos no item 2.3 A importância da avaliação física.

4. Resultados e Discussões

4.1 Dados Coletados

Os dados coletados foram de natureza bibliográfica, protocolos e equações com anos de comprovação e utilização pelo meio acadêmico e profissional. Sua matriz lógica contribui com a melhoria e segurança de programas de treinamento aeróbico.

Devemos lembrar também que, uma de suas principais funções é tornar o custo de um programa de avaliação física e treinamento menos oneroso com seus custos, sendo que ainda as avaliações laboratoriais e de medida direta são custosos tanto para o avaliador quanto para o aliado.

Vale ressaltar ainda que a acessibilidade que essa ferramenta terá no mercado profissional será de muito valia. A ferramenta será comercializada em um site especializado em programas e ferramentas de ensino online. Uma plataforma chamada de Hotmart.

A empresa Hotmart é uma empresa com uma plataforma de venda e distribuição de produtos digitais. A empresa existe desde 2011 e já possui mais de 1,3 milhões de pessoas engajadas.

4.2 Produto final: VO₂ Training - Programa de avaliação e prescrição de treinamento aeróbico.

O produto final foi idealizado e estruturado em uma planilha do software Microsoft Excel Windows 2010. As equações e protocolos aqui citados já foram consolidados e aprovados no meio acadêmico e aqui foram organizados de forma que, facilmente, e com poucos dados inseridos, o profissional terá os resultados, desta forma esperamos com esta ferramenta suprir a necessidade encontrada no mercado na área da saúde para aqueles profissionais que trabalham ou que desejam trabalhar com avaliação, reabilitação e prescrição de treinamento aeróbico.

A planilha é subdividida em várias etapas de preenchimento para que as informações sejam cruzadas e assim gerar os dados que possibilitarão o profissional interpretar e ter a tomada de ação mais adequada para o perfil fisiológico do indivíduo no momento da planificação de seu programa de treinamento.

Funções da planilha

Frequência cardíaca preditiva: A planilha possui uma função que possibilita encontrar a frequência máxima preditiva e seus percentuais da frequência através de equações simples. Basta inserir a idade do indivíduo em anos que a planilha converte em frequência cardíaca máxima preditiva.

VO₂máx preditivo: Assim como na frequência cardíaca a planilha também através de equações e protocolos ela converte os dados em VO₂máx preditivo e seus percentuais. Inserindo na planilha Idade, estatura, peso, índice de massa corporal (IMC), gênero e nível de aptidão física. Dados esses facilmente coletados na anamnese.

Gasto calórico: O gasto calórico é previsto e monitorado de acordo com a organização dos dias e tempo de treinos protocolados. Gasto calórico monitorado por seção de treino, microciclos, mesociclos e macrociclos.

Velocidade: As velocidades respectivas são encontradas de acordo com a avaliação física no teste máximo preditivo do VO_2 máx. Desta forma o profissional poderá conduzir o treino do cliente baseando-se simplesmente na velocidade do equipamento ergômetro. A planilha também disponibiliza uma conversão de intensidade da velocidade em caminhadas com inclinação, opção esta inserida para que tenham limitação patológica.

Orientação de treino: A planilha vem com protocolos prontos de treinamento, para facilitar ainda mais o trabalho do profissional. Em seus protocolos o treinador poderá monitorar o treino de seu cliente através do tempo, percentual do VO_2 máx, percentual da frequência cardíaca máxima, velocidade do ergômetro e inclinação.

Quadro 4. – Dados e parâmetros fisiológicos

PARÂMETROS FISIOLÓGICOS										
Nome	Sexo	1	Sexo	2	ATF	1	ATF	2	ATF	3
FÁBIO CASAGRANDE	Estatura	1,60	Peso	75,00	Idade	40	Equação Brasileira	35,47	VO ₂ máx	
Mês	Treino % frequência cardíaca					Mets				
FEVEREIRO	FC MÁXIMA DE TESTE					FC MÁXIMA PREDITIVA				
Velocidade (km/h)	8,0	FCP 95%	166,3	FCP 50%	87,5	Mets 95%	15,05	Mets 50%	7,92	
Velocidade (m/min)	133,6	FCP 90%	157,5	FCP 55%	96,3	Mets 90%	14,26	Mets 55%	8,71	
Inclinação	10	FCP 85%	148,8	FCP 60%	105,0	Mets 85%	13,47	Mets 60%	9,50	
% de inclinação	0,10	FCP 80%	140,0	FCP 65%	113,8	Mets 80%	12,67	Mets 65%	10,30	
VO ₂ Pico (corrida)	42,24	FCP 75%	131,3	FCP 70%	122,5	Mets 75%	11,88	Mets 70%	11,09	
Mets máximo (ml/min)	12,07	TREINO GASTO CALÓRICO / % VO ₂ Máx.								
Velocidade (m/min)	193,72	FREQ. S	T. TREL.	50%	60%	70%	80%	90%	Micro 1	65%
IMC	29,30	3	30	713	855	998	1.141	1.283	Micro 2	70%
Peso em kilos	75,00			55%	65%	75%	85%	95%	Micro 3	75%
Peso em gramas	7,500			784	927	1.069	1.212	1.354	Micro 4	80%
Gasto calórico mesociclo	12.404			Calorias/Kg		Basal	Consumo/Dia		Micro 5	0%
Gasto calórico macrociclo	12.404	1	MACRO	7.700	1.600	1.600	1.600	Perda Kg	2	

Resultados da primeira etapa da avaliação

Os dados inseridos na primeira parte da planilha são dados oriundos de uma avaliação prévia por entrevista (anamnese), aonde foi levantado todo o histórico clínico/médico do paciente, método este citado neste trabalho no capítulo 2.3 A importância da avaliação física.

Segundo Almeida & Stefani et al. (2014), tanto a frequência cardíaca quanto o VO₂máx variam de acordo com a composição corporal, nível de atividade física, faixa etária, etnia, hereditariedade/genética e gênero, logo as equações e protocolos seguirão uma lógica que respeitará o perfil fisiológico do cliente.

Usamos como ponto de referência inicial o resultado preditivo da Equação Brasileira (EB), desenvolvida por Almeida & Stefani et al. (2014). A partir deste ponto iremos selecionar a equação preditiva da frequência cardíaca que mais se aproxima do perfil do cliente que será avaliado. No exemplo da tabela a cima a equação escolhida foi a de Tanaka et al. (2001), 208 – (0,7 x idade). Da mesma forma seguiremos a metodologia de selecionar a equação do VO₂máx que também mais se aproxima do perfil do cliente. No exemplo da tabela a cima o protocolo escolhida foi o de Ellestad (1986). VO₂máximo = 4,46 + (3,933xT).

Ao final do teste de esforço máximo foram gerados três resultados: Frequência cardíaca máxima de esforço (FCME), $VO_{2\text{máx}}$ ($VO_{2\text{máx}}$) e Velocidade Final (VF).

Resultados:

Frequência cardíaca preditiva de acordo com a equação de Tanaka et al. (2001), $208 - (0,7 \times \text{idade})$: 180 batimentos por minuto (BPM).

Frequência cardíaca de teste: 175 (BPM).

$VO_{2\text{máx}}$ preditivo pela Equação Brasileira $VO_{2\text{pico}} = 53,478 + (-7,518 \times \text{sexo}) + (-0,254 \times \text{idade}) + (-0,430 \times \text{IMC}) + (6,132 \times \text{atividade física})$ com R^2 de 0,679 e $p < 0,001$.: $35,47 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

$VO_{2\text{máx}}$ de teste pela equação de Ellestad: $VO_{2\text{máx}} = 4,46 + (3,933 \times \text{tempo total do teste em min})$: $47,72 \text{ mLg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

Velocidade final do teste foi de 8,0 quilômetros por hora (km/h).

A comparação dos resultados entre a equação preditiva e a avaliação pelo teste de esforço máximo foram significativas como esperado, tanto pela frequência cardíaca quanto pelo $VO_{2\text{máx}}$.

A ideia de adequação do $VO_{2\text{máx}}$ pela equação de Casagrande se resume na média dos dois valores de resultado, $VO_{2\text{máx}}$ preditivo da (EB) + $VO_{2\text{máx}}$ do teste físico de Ellestad e dividir por 2. Equação de Casagrande [$VO_{2\text{pico}} = 53,478 + (-7,518 \times \text{sexo}) + (-0,254 \times \text{idade}) + (-0,430 \times \text{IMC}) + (6,132 \times \text{atividade física})$ com R^2 de 0,679 e $p < 0,001$.: $35,47 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$] + [$VO_{2\text{máx}} = 4,46 + (3,933 \times \text{tempo total do teste em min})$: $47,72 \text{ mLg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.] / 2.

Adequação do resultado:

$VO_{2\text{máx}} = 35,47 + 47,72 = VO_{2\text{máx}} 83,19 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

$VO_{2\text{máx}} \text{ adequado} = 83,19 \div 2 = VO_{2\text{máx}} 41,59 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

Quadro 5. – Dados das equações preditivas e teste

PARÂMETROS FISIOLÓGICOS										
Nome	Sexo	1	Sexo	2	ATF	1	ATF	2	ATF	3
FÁBIO CASAGRANDE	Estatura	1,60	Peso	75,00	Idade	40	Equação Brasileira		35,47	VO ₂ máx
Mês	Treino % frequência cardíaca					Mets				
FEVEREIRO	FC MÁXIMA DE TESTE					FC MÁXIMA PREDITIVA				
						175				180
Velocidade (km/h)	10,9	FCP 95%	166,3	FCP 50%	87,5	Mets 95%	14,80	Mets 50%	7,79	
Velocidade (m/min)	182,0	FCP 90%	157,5	FCP 55%	96,3	Mets 90%	14,02	Mets 55%	8,57	
Inclinação	1	FCP 85%	148,8	FCP 60%	105,0	Mets 85%	13,24	Mets 60%	9,35	
% de inclinação	0,01	FCP 80%	140,0	FCP 65%	113,8	Mets 80%	12,46	Mets 65%	10,13	
VO ₂ Pico (corrida)	41,54	FCP 75%	131,3	FCP 70%	122,5	Mets 75%	11,68	Mets 70%	10,91	
Mets máximo (ml/min)	11,87	TREINO GASTO CALÓRICO / % VO₂ Máx.								
Velocidade (m/min)	190,22	FREQ. S	T. TREL.	50%	60%	70%	80%	90%	Micro 1	65%
IMC	29,30	3	30	701	841	981	1.122	1.262	Micro 2	70%
Peso em kilos	75,00			55%	65%	75%	85%	95%	Micro 3	75%
Peso em gramas	7,500			771	911	1.052	1.192	1.332	Micro 4	80%
Gasto calórico mesociclo	12.198			Calorias/Kg		Basal	Consumo/Dia		Micro 5	0%
Gasto calórico macrociclo	12.198	1	MACRO	7.700		1.600	1.600	Perda Kg	2	

Os resultados encontrados serão inseridos na tabela, como demonstrado à cima, para que através da equação proposta pela ACSM: velocidade (m/min) + 0,2 (velocidade m/min x % inclinação x 0,9) + 3,5 sejam encontrados os resultados de zona de treinamento da frequência, VO₂máx e velocidade.

Resultados:

- Os resultados da frequência cardíaca máxima de teste ficaram em 175 batimentos por minuto (BPM).
- VO₂máx 41,54 mLg⁻¹.min⁻¹.
- Velocidade máxima prevista 10,9 quilômetros por hora (km/h).
- Inclinação em 1%.

Quadro 6. – Dados e conversão de treino VO₂máx e velocidade ideal

ZONA DE TRABALHO IT.	PROTOCOLO DE TREINO BASEADO NO VO ₂ Máximo OBTIDO NO TESTE									
	INTENSO		MODERADO			LEVE				
ZONA DE TRABALHO ID.	INTENSO						MODERADO		LEVE	
% do VO ₂ MÁXIMO	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%
VO ₂ TREINO 1% DE INC.	39,47	37,39	35,31	33,24	31,16	29,08	27,00	24,93	22,85	20,77
METS TREINO	11,28	10,68	10,09	9,50	8,90	8,31	7,72	7,12	6,53	5,93
VELOCIDADE (m/min)	179,84	169,45	159,06	148,68	138,29	127,90	117,52	107,13	96,75	86,36
VELOCIDADE (km/h)	10,8	10,1	9,5	8,9	8,3	7,7	7,0	6,4	5,8	5,2
VO ₂ MÁXIMO (50%)	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73
VELOCIDADE (m/min)	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17
VELOCIDADE (km/h)	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
PROTOCOLO DE TREINO VO ₂ Máx. COM INCLINAÇÃO										
V. CAMINHADA (km/h)	5,2									
CAMINHADA (m/min)	86,84									
% INC. CAMINHADA	17,5	16,1	14,8	13,5	12,1	10,8	9,5	8,2	6,8	5,5

Os valores encontrados através das equações agora podem facilmente ser acessados pelo profissional. % da frequência máxima, % do VO₂máx, % da velocidade média de treino. Com os resultados em mãos agora o profissional poderá selecionar a zona de trabalho que o cliente irá trabalhar de acordo com seus objetivos.

Quadro 6. – Dados da orientação de treino

ESTÁGIOS TREINO VO2 Máx.	ORIENTAÇÃO DE TREINO									
	Tempo treino	Tempo Rec.	% Treino VO2	% FC BPM	V km/h	%Inc.	V Recup.	Tempo intervalo	Tempo treino E.	Tempo treino F.
Treino 1	0h 0m 0s	0h 0m 0s	50%	96,25	5,2	1%	0,0	0h 0m 0s		
Treino 2	0h 0m 0s	0h 0m 0s	55%	105,00	5,8	1%	0,0	0h 0m 0s		
Treino 3	0h 0m 0s	0h 0m 0s	60%	113,75	6,4	1%	0,0	0h 0m 0s		
Treino 4	0h 0m 0s	0h 0m 0s	65%	122,50	7,0	1%	0,0	0h 0m 0s		
Treino 5	0h 0m 0s	0h 0m 0s	70%	131,25	7,7	1%	0,0	0h 0m 0s		
Treino 6	0h 30m 0s	0h 0m 0s	75%	140,00	8,3	1%	0,0	0h 0m 0s	0h 30m 0s	5h 30m 0s
Treino 7	0h 0m 0s	0h 0m 0s	80%	148,75	8,9	1%	0,0	0h 0m 0s		
Treino 8	0h 0m 0s	0h 0m 0s	85%	157,50	9,5	1%	0,0	0h 0m 0s		
Treino 9	0h 0m 0s	0h 0m 0s	90%	166,25	10,1	1%	0,0	0h 0m 0s		
Treino 10	0h 0m 0s	0h 0m 0s	95%	175,00	10,8	1%	0,0	0h 0m 0s		
Treino 11	0h 0m 0s	0h 0m 0s	100%	> 100%	11,4	1%	0,0	0h 0m 0s		

O profissional agora conseguiu direcionar seu cliente utilizando velocidade em km/h na esteira rolante, % da frequência cardíaca em qualquer exercício aeróbico. Acima ilustramos um exemplo da orientação de treino com todos os dados convertidos em protocolos de treinamento.

Programa de treino:

- **30 minutos de exercício aeróbico;**
- **75% do Vo₂máx;**
- **140 BPM da frequência cardíaca;**
- **8,3 km/h;**
- **1% de inclinação.**

4.3 Considerações Finais

Podemos observar que, com os estudos que temos no mercado direcionado para avaliação física preditiva do VO_2 máx, é possível planejar e organizar programas de treinamento aeróbicos seguros e eficaz através de ferramentas tecnológicas, no caso aqui desse trabalho a ferramenta VO_2 Training.

Os estudos e referências aqui relatados são de grande relevância para o meio acadêmico da Educação Física e área da saúde, a ciência como parâmetros de trabalho novamente nos tira do “achismo” e nos coloca na direção lógica dos trabalhos profissionais.

A ciência não é exata em tudo que nos fala e descreve, constantemente está se modificando, reparando erros e evoluindo para que possamos alcançar a perfeição dos métodos de trabalho mais eficaz, nos dando direcionamento para trabalhar com segurança e competência. Vale ressaltar que uma parte da dificuldade se encontra na elaboração de ferramentas específicas que ajudariam na avaliação e prescrição dos treinos aeróbicos.

Infelizmente ainda encontramos muito amadorismo a frente desse segmento da Educação Física. Não devemos colocar a culpa só no mercado de trabalho, mas também na formação e interesse do profissional da área de Educação Física. Talvez a cultura fitness e o desinteresse com o a avaliação física leve aos profissionais de Educação Física a não investirem nesse setor.

Deixo aqui meu relato pessoal do que vivi como atleta de artes marciais, como treinador prático da modalidade e hoje como um profissional de Educação Física. O talento é um dom, mas o conhecimento é indispensável para reger um trabalho digno e carregado de responsabilidades. Estude, viaje, estude mais um pouco, conheça outras culturas e depois comece tudo novamente. Renove seus conhecimentos através da humildade de reconhecer que é apenas um curioso nesse mundo tão belo de expressões físicas, emotivas e de incríveis feitos que é a Educação Física.

REFERÊNCIAS

American College of Sports Medicine. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 9ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2014.

ACHULTZ, L.; FEITIS, R. **The Endless Web**. Berkeley: North Atlantic Books, 1996.

MACHADO, A.; ABAD C. **Manual de Avaliação Física**. 2ª ed. São Paulo: Editora Icone, 2012.

ALMEIDA A. & STEFANI C. et al. **Equação de Predição do Consumo de Oxigênio em uma População Brasileira**. Cardio Lógica Métodos Gráficos; Departamento de Educação Física e Departamento de Estatística da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, João Pessoa, PB; Grupo de Pesquisa em Cardiologia do Exercício do Hospital de Clínicas de Porto Alegre; Serviço de Cardiologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre - Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Vitta Centro de Bem-Estar Físico, Porto Alegre, RS – 2014.

CARNAVAL, P. **Medidas e Avaliação em Ciência do esport**. 5.ª edição. Rio de Janeiro: Editora Sprint, 2002.

CARVALHO, M. C. M. de. **Construindo o saber – Metodologia científica: Fundamentos e Técnicas**. 19ª Ed. – Campinas, SP: Papyrus, 2008.

D'ELIA, L. **Guia completo de treinamento funcional**, Phorte Editora, São Paulo, 2013.

FERNANDES FILHO, J. **A prática da Avaliação Física**. Rio de Janeiro: Editora Shape, 1999.

FARINATTI, P.; MONTEIRO, W. **Fisiologia e Avaliação Funcional**. 4.ª edição. Rio de Janeiro: Editora Sprint, 2000.

MEDICINE, A.; CAMPOS, D. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição / American College Sports Medicine**. 9ª Ed. Editora Guanabara, Rio de Janeiro, 2014.

NUNES, R. **Reabilitação cardíaca**. 1ª Ed. Editora Ícone, São Paulo, 2010.

NEGRÃO, C.; BARRETO, A.; RONDON, M.; PIRES, A. et al. **Cardiologia do Exercício: do atleta ao cardiopata**. 4º Ed. Editora Manole, São Paulo, Barueri, 2019.

PAIVA, LEANDRO. **Pronto pra Guerra: Preparação Física específica para Luta & Superação**. 1ª Ed. Manaus, AM: OMP Editora, 2009.

ROCHA, CORREIA A.; JUNIOR, GUEDES PINTO D. **Avaliação Física para treinamento personalizado, academias e esportes: Uma abordagem didática, prática e atual**. Phorte Editora, São Paulo, 2013.

SPINA, G. **Título de Especialista em Cardiologia**: Guia de estudo. 2ª ed. Editora nVersos, São Paulo, 2014.

ANEXO 01

Questionário PAR-Q (Questionário de Prontidão para Atividade Física. Physical Activity Readiness Questionnaire).

Questionário de Prontidão para Atividade Física PAR-Q (revisado em 2002)

PAR-Q E VOCÊ

(Um Questionário para Pessoas de 15 a 69 Anos de Idade)

A atividade física regular é alegre e saudável, com um número cada vez maior de pessoas começando a se tornar mais ativas a cada dia. Ser mais ativo é muito seguro para a maioria das pessoas. Entretanto, algumas pessoas devem consultar-se com seu médico antes de começarem a se tornar muito mais fisicamente ativas.

Se você está planejando tornar-se muito mais fisicamente ativo do que atualmente, convém começar respondendo as sete questões no box abaixo. Se você tem entre 15 e 69 anos de idade, o PAR-Q lhe dirá se precisa consultar seu médico antes de começar. Se você tem mais de 69 anos de idade e não costumava ser muito ativo, convém consultar seu médico.

O bom senso é seu melhor guia ao responder essas questões. Queira ler as questões com extremo cuidado e responder cada uma delas com honestidade: checar SIM ou NÃO.

SIM	NÃO	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Seu médico já lhe disse que você é portador de uma afecção cardíaca e que somente deve realizar a atividade física recomendada por um médico?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Você sente dor no tórax quando realiza uma atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. No último mês, você teve dor torácica quando não estava realizando uma atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Você perdeu o equilíbrio em virtude de uma tonteira ou já perdeu a consciência?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Você sofre de algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado por uma mudança em sua atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Seu médico está lhe receitando atualmente medicamentos (por exemplo, diuréticos) para pressão arterial ou alguma condição cardíaca?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Você está a par de alguma outra razão pela qual não deveria realizar uma atividade física?

SIM para uma ou mais questões

Se

você

respondeu

Fale com seu médico por telefone ou pessoalmente ANTES de começar a se tornar muito mais fisicamente ativo ou ANTES de realizar uma avaliação para aptidão. Fale com seu médico acerca do PAR-Q e das questões para as quais sua resposta foi SIM.

- Você pode ser capaz de realizar qualquer atividade que queira — desde que comece lentamente e que progrida gradualmente. Ou, você pode ter que restringir suas atividades àquelas que são seguras para você. Fale com seu médico sobre os tipos de atividades de que deseja participar, e siga seu conselho.
- Descubra que programas comunitários são importantes e úteis para você.

NÃO a todas as questões

Se você respondeu NÃO com honestidade a todas as questões do PAR-Q, então pode estar razoavelmente seguro de que pode:

- começar a tornar-se muito mais fisicamente ativo — começar lentamente e progredir gradualmente. Esta é a maneira mais segura e mais fácil de prosseguir.
- tomar parte em uma avaliação da aptidão — esta é uma excelente maneira de determinar sua aptidão básica, para que possa planejar a melhor maneira de viver ativamente. É também altamente recomendável ter sua pressão arterial avaliada. Se os níveis forem superiores a 144/94, falar com seu médico antes de começar a tornar-se fisicamente mais ativo.

ESPERAR PARA TORNAR-SE MUITO MAIS ATIVO:

- se você não está se sentindo bem em virtude de uma enfermidade temporária do tipo resfriado ou febre — esperar até sentir-se melhor; ou
- se você está ou pode estar grávida — falar com seu médico antes de começar a tornar-se mais ativa.

QUEIRA OBSERVAR: Se sua saúde se modificou, de forma que agora você responde SIM a qualquer uma das questões acima, informar seu profissional de aptidão ou de saúde. Perguntar se você deve modificar seu plano de atividade física.

Utilização consciente do PAR-Q: A Canadian Society for Exercise Physiology, Health Canada, e seus agentes não assumem qualquer responsabilidade pelas pessoas que realizam uma atividade física e, se estiverem em dúvida após completar este questionário, devem consultar seu médico antes de realizar a atividade física.

Nenhuma mudança permitida. Você é encorajado a copiar o PAR-Q, porém somente se utiliza o formato inteiro.

NOTA: Se o PAR-Q está sendo fornecido a uma pessoa antes de ela participar de um programa de atividade física ou de uma avaliação da aptidão, esta seção pode ser utilizada com finalidades legais ou administrativas.

"Li, compreendi e completei este questionário. Todas as dúvidas que eu tinha foram respondidas de maneira plenamente satisfatória."

NOME _____

ASSINATURA _____

DATA _____

ASSINATURA DO PROGENITOR _____

TESTEMUNHA _____

OU DO TUTOR (para a participação antes da maioridade)

Nota: Esta liberação para a atividade física é válida por um máximo de 12 meses a partir da data na qual é completada e deixa de ser válida se sua condição se modifica, de forma que você passa a responder SIM a qualquer uma das sete questões.

 Sociedade Canadense para a Fisiologia do Exercício

Supervisionado por: 

Health Canada

Santé Canada

continua no outro lado...

Fonte: Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) © 2002. Reimpresso com permissão da Canadian Society for Exercise Physiology. <http://www.csep.ca/forms.asp>

Fonte: ACSM (2014).

ANEXO 02

Questionário de Triagem Pré-participação das instituições de Saúde/Condicionamento Físico de AHA/ACSM.

Avalie seu estado de saúde marcando todas as afirmações verdadeiras

História

Você já teve:

- ataque do coração
- cirurgia cardíaca
- cateterização cardíaca
- angioplastia coronariana (PTCA)
- marcapasso cardíaco implantável
- desfibrilador/distúrbio do ritmo
- doença valvular cardíaca
- insuficiência cardíaca
- transplante de coração
- doença cardíaca congênita

Sintomas

- Você sofre de desconforto torácico com o esforço.
- Você apresenta falta de ar sem qualquer motivo.
- Você experimenta vertigem, desmaio ou tonteados.
- Você toma medicações para o coração.

Outros problemas de saúde

- Você sofre de diabetes.
- Você tem asma ou outra doença pulmonar.
- Você tem queimadura ou sensação de coceira em suas pernas quando percorre pequenas distâncias.
- Você tem problemas musculoesqueléticos que limitam sua atividade física.
- Você tem preocupações quanto à segurança do exercício.
- Você toma medicações prescritas por médico.
- Você está grávida.

Se você marcou qualquer uma dessas afirmações nesta seção, consulte seu médico ou outro provedor apropriado de assistência de saúde antes de engajar-se no exercício. Você poderá ter que utilizar uma instituição com uma equipe com qualificação médica.

Fatores de risco cardiovasculares

- Você é um homem com mais de 45 anos de idade.
- Você é uma mulher com mais de 55 anos de idade, foi submetida a histerectomia, ou é pós-menopáusicas.
- Você fuma, ou deixou de fumar dentro dos 6 meses precedentes.
- Sua pressão arterial é $> 140/90$ mm Hg.
- Você não sabe qual é sua pressão arterial.
- Você toma medicação para pressão arterial.
- Seu nível sanguíneo de colesterol é > 200 mg/dL.
- Você não conhece seu nível de colesterol.
- Você tem um parente consanguíneo próximo que sofreu um ataque cardíaco ou que foi submetido a uma cirurgia cardíaca antes dos 55 anos de idade (pai ou irmão) ou dos 65 anos de idade (mãe ou irmã).
- Você é fisicamente inativo (isto é, você realiza < 30 minutos de atividade física em pelo menos 3 dias por semana).
- Você tem > 9 kg de sobrepeso.

Nenhum dos acima

Se você marcou duas ou mais das afirmações desta seção, você deve consultar seu médico ou outro provedor apropriado de assistência de saúde antes de participar no exercício. Você poderia ser beneficiado ao utilizar uma instituição com uma equipe com qualificação médica para o exercício[†] para orientar seu programa de exercícios.

Você deve ser capaz de exercitar-se com segurança sem consultar seu médico ou outro provedor apropriado de assistência de saúde num programa auto-orientado ou em quase toda instituição que atenda as necessidades de seu programa de exercícios.

*Modificada de American College of Sports Medicine and American Heart Association. ACSM/AHA Joint Position Statement: Recommendations for cardiovascular screening, staffing, and emergency policies at health/fitness facilities. Med Sci Sports Exerc 1998;10:18.

[†]Pessoal de exercício profissionalmente qualificado se refere aos indivíduos devidamente treinados que possuem treinamento acadêmico, conhecimento prático e clínico, perícias e habilidades compatíveis com as credenciais definidas no Apêndice F.