

# **A INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO DE FORÇA PARA A MELHORIA DO VO2 MÁXIMO DOS CORREDORES DE RUA**

Vitor Alves Marques

## **Resumo**

Este trabalho teve como objetivo fazer uma análise comparativa do VO<sub>2</sub> de praticantes de corrida de rua, adeptos do treinamento de força. Verificou-se a importância do VO<sub>2</sub> tanto nos seus valores máximos como mínimos na prática de exercício físico, sugerindo a aquisição do hábito dos treinamentos de força para indivíduos participantes do teste. Foram selecionados vinte e quatro indivíduos do sexo masculino, sendo que estes foram divididos entre dois grupos, sendo aqueles que praticavam apenas corrida, e um outro grupo que praticava corrida junto com o treinamento de força. Os resultados mostraram os indivíduos que associaram o treinamento aeróbico com o treinamento de força tiveram um aumento significativo de VO<sub>2</sub>.

Palavras chaves: VO<sub>2</sub>, Treinamento de Força e Corrida

The aim of this study was to make a comparative analysis of VO<sub>2</sub> street runners, adepts of strength training. It was verified the importance of VO<sub>2</sub> in both its maximum and minimum values in physical exercise, suggesting the acquirement of the routine of strength training for individuals participating of the test.

We selected twenty-four men, and these were divided into two groups, those who only ran, and another group that ran and practiced strength training. The results showed that individuals which associated aerobic training with strength training had a significant increase in VO<sub>2</sub>.

Keywords: VO<sub>2</sub>, Strength Training and Running

## **Introdução**

Os indivíduos praticantes de corrida de rua podem apresentar um maior VO<sub>2</sub>, pelo tipo de treino que eles realizam, pois fazem treino de longa duração, assim expandindo a sua capacidade cardiopulmonar e conseqüentemente apresentarem um melhor aproveitamento no consumo médio de Oxigênio (BUCCI, 2005). Outro fator pode ser alimentação, porém, mesmo sendo uma variável não mensurada neste trabalho, não pode ser descartada no processo de compreensão do consumo de oxigênio e sua interface com o acompanhamento do

treinamento de força. Esta situação aponta que as duas atividades CR ( Corrida de Rua) e TF( Treinamento de Força), ampliam os ganhos por parte de seus praticantes, consolidando indivíduos muito mais preparados e condicionados as prática aeróbicas. Já para as pessoas que não realizam corrida de rua, a expectativa é que elas apresentem um nível satisfatório de  $O_2$  (Consumo de Oxigênio), já que elas praticam atividade física, mesmo não sendo aeróbica elas realizam o treino de força o que fazem que a sua frequência cardíaca se encontre normal e um  $VO_2$  dentro do esperado (GAZZONI, 2007).

A justificativa deste estudo é a curiosidade que este tema envolve, em saber se há diferenças significativas de  $VO_2$  de dois grupos distintos de corrida de rua numa academia de Goiânia, sendo que um dos grupos complementa seus treinamentos com o trabalho de força.

Eu como atuo na área de corrida de rua e academia, percebo que os alunos têm pouco conhecimento do que seja o  $VO_2$ , da sua importância e como ele pode auxiliar na montagem do seu treino, por isso muitas das vezes são realizados treinos que não condizem com os seus objetivos, pelo fato de não obter informações suficientes para a montagem do treino

Portanto, se torna relevante e importante este trabalho para a Educação Física, pois os profissionais desta área, atuam constantemente com a realidade desta prática, além de ampliar os conhecimentos sobre os teste de  $VO_2$ , o próprio Consumo de Oxigênio na otimização do treinamento aeróbio, entre outros, possibilitando assim, incentivar também os acadêmicos á pesquisarem sobre o tema.

O teste é de muita relevância para a sociedade a partir dele poderemos mudar os hábitos de vida daquelas pessoas que realizarem o trabalho, além do fato de contribuir com a ampliação da saúde e estilo de vida de praticantes destas modalidades.

O trabalho tem como objetivo á análise comprativa do  $VO_2$  entre praticantes e não praticantes de corrida de rua, adeptos a prática de treinamento de força, compreender o significado do Volume de Oxigênio ( $VO_2$ ), na prática do exercício físico e sua resultante no desempenho ( $VO_2$  máx. e mín.) desta realidade, identificar a prática de treinamento de força como uma possibilidade de ganhos fisiológicos a indivíduos praticantes ou não de atividades aeróbicas (corrida de rua), relacionar o treinamento de força e a corrida de rua, analisar os ganhos no Volume de Oxigênio ( $VO_2$ ) e suas conseqüências pelo treinamento de força.

## **Desenvolvimento**

A principio, a busca pela prática da corrida de rua ocorre por diversos interesses, que envolvem desde a promoção de saúde, a estética, a integração social, a fuga do estresse da vida moderna, a busca de atividades prazerosas ou competitivas. Nos referindo a última

perspectiva, ser competitivamente bem classificado tornou-se um atrativo, visto que isso se associa ao grande número de provas com premiações, dos mais variados valores, em dinheiro ou em bens, patrocínios, prestígio social, ou ainda, o estar em evidência (SALGADO, 2006).

O aumento da esperança de vida é uma das características das sociedades ocidentais hodiernas. Tal fato faz emergir novos problemas sociais e biológicos, entre os quais faz emergir novos problemas sociais e biológicos entre os quais se salienta a qualidade de vida incortonavelmente ligada á saúde (SALGADO, 2006).

A participação popular em corridas de rua, no Brasil, tem aumentado significativamente nos últimos anos, porém os corredores de rua não têm sido objeto de muitos estudos. O interesse científico na literatura internacional não tem se restringido exclusivamente aos corredores de elite, mas também às pessoas com atividade de treinamento moderado, denominados, corredores amadores. Resultados de investigações com corredores de alto nível de longa distância não podem ser inteiramente aplicáveis à grande massa de corredores, que representa 90-95% dos participantes das corridas de rua (PAZIN *et al.*, 2008).

Tem sido sugerido que razões psicológicas e sociais também são importantes para a adesão de adultos em um programa de exercício e estão diretamente relacionadas com: apoio social (família, esposo (a), profissionais da saúde), redução da ansiedade e da depressão (HERBERT; TEAGUE, 1989; MORRIS; SALMON, 1994; MCMURDO; BURNETT, 1992). O conhecimento e a crença dos benefícios que a atividade física promove para a saúde podem motivar inicialmente o indivíduo à atividade física (SHARPE; CONNELL, 1992 ). Contudo, sentimentos de bem-estar e divertimento parecem ser razões fortes para a aderência dos indivíduos em programas de atividade física (MCMURD; RENNIE, 1993).

Embora exista um crescimento do público consciente dos benefícios fisiológicos, psicológicos e sociais da atividade física, estimativas revelam que somente 22% dos adultos americanos estão engajados em algum,tipo de atividade física diariamente, por um tempo mínimo de 30 minutos; sendo que 54% dos adultos americanos exercitam-se esparsamente, e 24% da população americana é completamente sedentária (PATE *et al.*, 1995); observando-se, assim, que a aderência à atividade física, ou seja, a adoção e permanência em uma atividade física regular é difícil de ser mantida por muitos indivíduos.

Em um estudo do tipo exploratório cuja a população considerada foi composta por 604 corredores de rua, com idade entre 20 e 72 anos, que participaram de provas organizadas em Santa Catarina, no ano de 2006. O grupo de corredores deste estudo foi formado por conveniência e composto por 115 homens, sendo 26 corredores do 5º Desafio Praias e Trilhas (Florianópolis) e 89 participantes da 22ª Maratona de Blumenau. O Desafio Praias e Trilhas se

assemelha a uma ultramaratona, sendo uma prova bastante exaustiva e realizada em dois dias consecutivos, na qual o corredor faz 37 km no primeiro dia e 45 km no segundo dia. O percurso é irregular e diversificado, com passagens por praias de areia fofa, trilhas em mata atlântica, costões rochosos a beira-mar, com aclives e declives acentuados, impondo aos participantes uma sobrecarga nos domínios fisiológicos pesado (71,6% da prova) e severo (em 27,4% da prova), ( PAZIN *et al*, 2008).

As variáveis consideradas no estudo foram: a) relacionadas às características demográficas (idade, escolaridade e renda familiar); b) características morfológicas (massa corporal, estatura, índice de massa corporal e perímetro de cintura); c) treinamento (volume e frequência do treinamento semanal, orientação especializada e prática de outra atividade física), d) lesão (variável dependente definida como sendo aquela, que tenha levado à interrupção do treinamento por comprometimento muscular ou osteoarticular, por no mínimo dois dias). Corredores de rua foram definidos operacionalmente como pessoas que participam de corridas de longa distância (corridas rústicas, maratonas, ultramaratonas e provas afins), ( PAZIN *et al*, 2008).

Após um exercício de longa duração, como corridas de fundo, várias mudanças fisiológicas ocorrem no corpo do atleta. Em pessoas treinadas, por exemplo, a frequência cardíaca de repouso tende a ser menor comparada aos indivíduos destreinados. Após a prova as concentrações de lactato são maiores, há um maior fluxo sanguíneo dentro dos músculos e para os treinados o volume sistólico do coração durante o repouso tende a ser maior do que para pessoas destreinadas (KATCH; MCARDLE, 2003).

A capacidade de permanecer em um exercício submáximo prolongado depende da conservação da homeostasia durante ela. Com o treinamento de resistência é gerado uma transição mais rápida do repouso a uma ação metabólica estável, acarretando uma menor dependência dos estoques musculares e hepático de glicogênio (POWERS; HOWLEY, 2004).

Enfim existem muitos trabalhos que envolvem resistência muscular com a corrida de rua, e de que ela é de suma importância na corrida de rua e consequentemente no aumento do  $VO_2$  (Consumo de oxigênio máximo), que é um teste ergospirométrico para otimizar o treino aeróbio do indivíduo, através da verificação da frequência cardíaca máxima e o limiar de lactato.

Também verificamos os fatores positivos na corrida de rua como um esporte que realiza a integração social e qualidade mostrando que a corrida de rua é uma atividade que pode ser realizada por qualquer pessoa, independente do seu nível físico.

Segundo ACSM (American College Sports Medicine), o consumo máximo de oxigênio  $VO_2$  é a medida que mensura a aptidão respiratória, sendo ela o débito cardíaco pela diferença arteriovenosa de oxigênio. Portanto o  $VO_{2máx}$  também expressa a capacidade funcional do coração.

Para Lindstedt e Conley (2002) o  $VO_2$  depende de dois fatores: a quantidade usual das mitocôndrias e a capilarização muscular do transporte. Sendo assim, o resultado final do  $VO_2$  é o aumento da capacidade mitocondrial de utilizar  $O_2$  e da quantidade de capilares no músculo.

Um programa de exercícios regulares produz significativas adaptações no músculo esquelético tornando evidente o aumento da capacidade oxidativa. Uma das maiores implicações na melhora do volume mitocondrial, através das atividades físicas, para a população sedentária, e a melhora na qualidade de vida e para aumentar a sua independência funcional (NAVARRO, SILVA, 2006).

Segundo Bosco *et al.* (2004), afirmam que o exercício físico além dos benefícios fisiológicos como a melhora da função cardiorrespiratória, possui efeitos benéficos a nível psicológico sobre o indivíduo, tais como: diminuição do estresse, diminuição do tabagismo, etc. Levando assim um aumento da qualidade de vida total e funcional.

Para Foss *apud* Bosco (2009) o exercício físico contribui para melhorar a distribuição de oxigênio na relação célula-capilar, em função da redução do hematócrito (aumento do volume sanguíneo) e elevação na plasticidade do eritrócito, ocasionando melhoras na circulação sistêmica. Um programa de exercício físico estruturados e controlados gera ganhos no transporte, captação e utilização de  $O_2$  no sistema cardiovascular.

Segundo Uchida *et al.* (2009) o músculo esquelético é um tecido de uma capacidade incrivelmente adaptativa aos estímulos (estresse), oferecido pelo treinamento físico. Treinamento que concerne em processos contínuos de contrações musculares, que perduram por determinados períodos de tempo. Toda célula tem capacidade de adaptar-se, contanto que tal estímulo não esteja acima das suas potencialidades adaptativas. E isto não é diferente para o treinamento de força, que por sua vez acarreta mudanças tanto no ambiente externo quanto no ambiente interno da fibra muscular.

Dentro das variáveis a serem combinadas para a prescrição do exercício de força podemos citar algumas principais: o número de séries, os intervalos, tipos de exercícios e a ordem dos mesmos dentro do treinamento. Sendo estes dispositivos em diferentes formas para obter diferentes resultados. (NAVARRO; SILVA, 2006).

Tais mecanismos podem ser resumidos em duas características principais do treinamento de musculação: volume e intensidade dos exercícios. Sendo que estas se encontram normalmente dispostas de forma inversamente proporcionais um a outra, ou seja, quanto maior uma menor a outra (NAVARRO, SILVA, 2006).

Neste sentido o volume de treinamento tem sido apontado pela literatura com a variável que acarreta o maior impacto sobre o gasto energético durante a realização da atividade, enquanto a intensidade de exercício atua diretamente sobre o EPOC (NAVARRO, SILVA, 2006).

De acordo com a lei da especificidade, o treinamento de resistência muscular o treinamento contínuo produzem adaptações diferentes ao músculo. Porém um ponto em comum que estas distintas modalidades apresentam, ambas transformam fibras do tipo II b em fibras do tipo do II (NAVARRO, SILVA, 2006).

De acordo com Tanaka e Swensen (1998), o treinamento de resistência para sedentários, eleva o limiar de lactato durante a atividade de corrida, e em indivíduos sedentários e treinados, exercícios de resistência combinados com a corrida melhora a capacidade para a realização de treinamentos contínuos (NAVARRO, SILVA, 2006).

Meirelles e Gomes que o exercício é um real potencializador do gasto energético tanto pelo consumo durante a partida quanto pelo efeito EPOC. Confirmando o Hauser, Benetti e Rabelo explanam em seus estudos realizados com homens e mulheres, que o exercício com pesos aumentam efetivamente o gasto calórico total e ajudam na remoção do percentual de gordura. Neste sentido temos a Position Stand do ACSM, no qual refere que a intensidade do exercício influi na magnitude da mudança no sistema cardiorrespiratório, e que treinos de resistência são indicados para o emagrecimento pois aumenta a massa magra.

Segundo Bunch (1994), propôs um método simples para ensinar a performance aeróbia em 229 indivíduos do sexo masculino e 153 indivíduos do sexo feminino, todos europeus em que o elemento básico foi a velocidade média para a distância de 2000 metros.

Outros estudos a fim de prever o  $VO_{2máx}$ , em diferentes faixas etárias. Carey *et al.* (1974) submeteram 16 indivíduos a quatro avaliações, sendo uma direta realizada na esteira ergométrica, e outras três de campo, seguindo os protocolos de teste de caminhada de Rockport (TCR), teste cicloergométrico de Astrand Ryming (TCAR) e teste de 2,4 quilômetros de corrida (TC 2,4 km), concluindo que é possível a realização do TCR e do TCAR, na predição do  $VO_{2máx}$ .

O estudo mostrou que o fator diretamente ligado a esse aumento é a intensidade do  $VO_2$  máximo utilizada na corrida. Para Foss (2000), atletas melhor condicionados chegam a

valores finais de lactato entre 14 e 16 mmol/l. Estudos mostram que após o exercício concentrações maiores de lactato serão encontradas se houver uma intensidade maior, contudo, também será influenciada pela duração do exercício, onde exercícios de baixa intensidade e menor duração terão menores concentrações de lactato (FOSS, 2010).

Astrand (2006) reporta que atletas moderadamente bem-treinados após uma hora de corrida a 50% do  $VO_2$  máximo conseguem manter o estado de equilíbrio, com a FC quase no mesmo nível que a 5 minutos de exercício. Foss (2010) observou que o limiar de lactato ocorria entre 3 e 5 mmol/l, para a maior parte dos atletas o que corresponde a um valor de  $VO_2$  entre 50% e 90%, todavia o ritmo de exercício, intensidade é mais alto em indivíduos treinados do que destreinados ou menos treinados (SILVA, 2011).

O teste cardiopulmonar é realizado simultaneamente ao TE, independente do ergômetro ou protocolo utilizado. Além da rotineira monitorização eletrocardiográfica e da pressão arterial, sistema de máscara ou bocal interligado a equipamento eletrônico, previamente calibrado, irá permitir a passagem de gases expirados, os quais serão analisados e registrados via impressora, a intervalos de tempo variáveis variáveis. Clip específico impedirá respiração por via nasal (SERRA, 1996).

Tem sido recomendado, pela melhor identificação do limiar anaeróbio e por permitir maiores níveis de  $VO_2$  máximo, os denominados protocolos de rampa 4,5. Caracterizam-se por incrementos de carga em reduzido intervalo de tempo - até mesmo de 6s - idealmente com duração total do exercício entre 8 e 12min 6,7. Tais limites temporais seriam os adequados 8 para que o esforço não viesse a ser interrompido por fadiga muscular láctica precoce ou por esgotamento das reservas de glicogênio. A aplicação de questionários preditores da capacidade aeróbica máxima 9,10 ao indivíduo testado, indicaria qual o  $VO_2$  estimado a ser alcançado aos 10 min de exercício, assim como seu grau de incremento (SERRA, 1996)

## **VO<sub>2</sub>**

A relação entre **frequência** cardíaca pode ser entendida como índice de eficiência do sistema de cardio transporte de oxigênio, pois ela expressa o quanto de oxigênio está sendo consumido pelo organismo para cada batimento cardíaco. Embora situações como anemia, hipoxemia severa e elevados níveis de carboxihemoglobina, fatores que reduzem o conteúdo de  $O_2$  ao nível arterial, possam influir no pulso de  $O_2$ , a importância clínica maior deste índice reside na possibilidade da avaliação não invasiva da função ventricular ao exercício (SERRA, 1996).

Existem vários testes que verificam o  $VO_2$  máximo de um indivíduo, um deles foi realizado por 48 indivíduos com idades entre 15 e 25 anos no grupo feminino e de 21 a 43 anos no masculino. O grupo, após ter assinado o Termo de Consentimento á participar no estudo, foi submetido ao teste de esforço máximo em esteira e em campo (DUARTE, DUARTE, 2001).

Os testes de esforço foram realizados pela manhã, sendo o teste em esteira no Laboratório de Esforço Físico - LAEF e o teste aeróbico de corrida de Vai-e-Vem de 20 m., num ginásio de esportes coberto, do Centro de Desportos, da Universidade Federal de Santa Catarina. Todos os sujeitos responderam a uma anamnese de saúde, para possível detecção de problemas mais sérios de saúde, antes de iniciarem o teste de esforço na esteira. A seguir eram mensurados a massa corporal (kg), estatura (cm) e pressão arterial (PA), seguindo-se então um período de repouso de 20 minutos; na seqüência era mensurada novamente a PA em repouso, era colocado um monitor de frequência cardíaca, da marca Polar Night Vision, para monitoramento dos batimentos cardíacos (FC-bpm) em repouso, no esforço e na recuperação (DUARTE, DUARTE, 2001)

O teste era progressivo, máximo, em esteira rolante marca Funbec (protocolo de Bruce), seguindo as recomendações tanto de Binkhorst et al, quando se estava avaliando as mais jovens, quanto de Howley et al., fazendo-se a medida direta do pico do  $VO_2$  nos critérios para se estabelecer o pico de  $VO_2$  max. Foram os recomendados por Howley et al: quociente respiratório maior que 1,00, frequência cardíaca máxima estimada (220-idade) atingida no teste de esforço e não aumento do  $VO_2$  maior que 150 ml entre os últimos minutos de exaustão do avaliado.

Após 10 dias do teste de esforço na esteira, o avaliado voltava para a realização do teste aeróbico de corrida de Vai-e-Vem de 20 m. Para a realização do teste foram necessários os seguintes itens: local plano de pelo menos 25 metros, toca fitas, fita cassete do teste, 4 cones, fita crepe, cronômetro, placar com número de voltas, folhas de anotação e monitores de frequência cardíaca (DUARTE, DUARTE, 2001)

No primeiro estágio a velocidade é de 8,5 km/h, que corresponde a uma caminhada rápida, sendo acrescida de 0,5 km/h a cada um dos estágios seguintes. Cada estágio tem a duração de aproximadamente 1 minuto. Em cada estágio são realizadas de 7 a 15 idas e vindas de 20 metros. O ajuste de velocidade pela pessoa é facilmente conseguido em 2 ou 3 idas e vindas. Uma distância de 2 m, antes das linhas paralelas, é a área de exclusão (limítrofe) do teste, ou seja, toda pessoa que estiver antes dessa faixa ao som do “bip”, será avisada, para acelerar a corrida, mas se ela não conseguir acompanhar mais o ritmo, será então excluída do

teste, ou seja, o teste termina quando o avaliado não consegue mais seguir o ritmo imposto pela fita (DUARTE, DUARTE, 2001).

Pode-se concluir que o teste aeróbico de corrida de vai-e-vem de 20 m apresentou neste estudo uma validade concorrente aceitável para este grupo de adultos, de ambos os sexos. As diferenças não significantes entre as FCs nos testes de esteira e de campos são evidências concretas de que o estímulo aeróbico foi semelhante em ambas as situações (DUARTE, DUARTE, 2001).

Existe também um outro trabalho feito com adolescentes, na qual eles foram orientados dos cuidados que o teste deveria ter para a realização do teste. Para o monitoramento das variáveis cardiopulmonares, utilizou-se um ergoespirômetro da marca Med Graphics Corporation (MGC), o qual fornecia informações acerca do consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$ ), produção de dióxido de carbono ( $\text{VCO}_2$ ), ventilação pulmonar (VE), equivalentes respiratórios de oxigênio ( $\frac{\text{VE}}{\text{CO}_2}$ ) e gás carbônico ( $\frac{\text{VE}}{\text{CO}_2}$ ) e razão de troca respiratória ( $\text{RER} = \frac{\text{VE}}{\text{CO}_2}$ ). Inicialmente, todos foram submetidos a um eletrocardiograma de repouso (ECG), utilizando as 12 derivações convencionais. As crianças e adolescentes permaneciam em decúbito dorsal por cerca de 5 minutos, em um ambiente tranquilo, com temperatura mantida em torno de 22 °C; a seguir, era feito o registro da atividade elétrica do coração. O local de realização do teste era equipado com equipamentos e fármacos para intercorrências. Os indivíduos eram então encaminhados para a esteira ergométrica (Inbrasport Super ATL) e orientados a respeito do desenvolvimento do teste e critérios para a interrupção. Nesse momento, ajustava-se uma máscara de neoprene, utilizando o tamanho pequeno ou médio de acordo com o tamanho do rosto dos jovens avaliados. A máscara, que permitia a respiração pela boca e pelo nariz, era conectada ao pneumotacômetro (para medida do fluxo de ar e análise dos gases expirados), e havia sempre o cuidado de conferir se não apresentava vazamento nessa conexão (RODRIGUES, PERES, et al, 2006).

Após cerca de 2 minutos de repouso em pé realizando os registros eletrocardiográficos e ventilatórios (fase pré-esforço), iniciava-se o teste. Durante a execução, os indivíduos eram monitorados através do ECG de 12 derivações, para acompanhar a resposta cardíaca e a frequência cardíaca (FC) do esforço. Neste estudo, utilizamos um protocolo de rampa, que progredia de acordo com o  $\text{VO}_2$  predito, em equivalentes metabólicos (MET), comparado com o  $\text{VO}_2$  medido. Dessa forma, para os indivíduos que apresentavam uma resposta mais

lenta de elevação do  $VO_2$  ou para aqueles em que o  $VO_2$  estimado era muito alto, a velocidade máxima era rapidamente atingida (RODRIGUES, PERES *et al*, 2006)

Considerando a idade e as condições físicas de cada adolescente, foi feito um acompanhamento durante o teste, o que permitiu monitorar as condições preditas anteriormente. Quando se atingia a velocidade máxima sem entrar em fadiga, o protocolo automaticamente modificava a carga através de mudanças na inclinação da esteira. O uso de protocolo individualizado, como o de rampa, tem sido relatado como o método mais adequado para se atingir o  $VO_{2máx}$  em crianças. O teste era interrompido se os avaliados sinalizassem (através de gestos pré-combinados) para a fadiga, ou algum desconforto que impedisse a continuidade do teste. Para considerar se o  $VO_2$  atingido era o máximo, pelo menos três dos seguintes critérios deveriam ser observados<sup>20</sup>: a) exaustão ou inabilidade para manter a velocidade requerida; b)  $RER \geq 1,0$ ; c) FC máxima alcançada  $\geq 90\%$  da FC estimada; d) platô do  $VO_{2máx}$ , ou ter atingido valores  $\geq 85\%$  do predito (RODRIGUES, PERES, et al, 2006).

Em um outro estudo comparando a relação do  $VO_2$ , IMC e a flexibilidade. A população de estudo foi constituída por 99 pessoas (60 do sexo feminino e 39 do masculino), com idades entre 30 e 64 anos. Os dados de interesse foram coletados na Pista de Caminhada do Parque Campolim, de Sorocaba/SP, no período de abril a julho de 2002 (CONTE, DOMINGUES e et a, 2003).

Foram realizados os seguintes testes de aptidão física: i) teste de Kline de 1600 metros para estimar o  $VO_{2máx}$ , expresso em ml/kg/min, utilizando monitor de frequência cardíaca da marca Polar® (POWERS; HOWLEY, 2005); ii) peso e estatura para calcular o IMC em kg/m<sup>2</sup>, utilizando balança com régua da marca Filizola® (WHO, 1995), e iii) teste de sentar-e-alcançar, utilizando banco de Well's, para considerar a flexibilidade em centímetros (COSTA, 1996). Vale mencionar que todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Informado e que a pesquisa foi submetida à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências Médicas e Biológicas (CCMB) de Sorocaba–PUC/SP

Finalmente, deve-se mencionar que foram adotados os seguintes padrões comparativos para classificar os indivíduos nas seguintes categorias: i)  $VO_{2máx}$  (Tabela 1) em médio/baixo e alto (POWERS e HOWLEY, 2005); ii) IMC (Tabela 2) médio/baixo e elevado (WHO, 1995) e iii) flexibilidade (Tabela 3) baixa e média/alta (COSTA, 1996). Esse procedimento foi empregado para possibilitar a categorização dos dados disponíveis, permitindo a construção das tabelas-padrão para apresentação de dados epidemiológicos (PEREIRA, 1995), e também para gerar uma análise qualitativa das variáveis de interesse.

Destaca-se, quanto ao IMC, que, embora a classificação da Organização Mundial da Saúde seja em cinco níveis, nesse estudo estratificaram-se os indivíduos bem obesos ( $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$ ) e não obesos ( $IMC < 29 \text{ kg/m}^2$ ), incluindo, assim, pessoas com sobrepeso e com peso adequado no mesmo grupo (não obesos) (CONTE, DOMINGUES e et al, 2003).

De fato, de acordo com a posição oficial do American College of Sports Medicine e do American Dietetic Association, a contribuição das reservas de gordura para a produção de energia, durante a realização do exercício, é maior quando a atividade física é moderada, aproximadamente 50% do consumo máximo de oxigênio (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2000). Outros estudos, como de Warrington *et al.* (2001), também mostram que, quando comparados homens obesos com magros, se exercitando a 50% do  $VO_{2\text{máx}}$ , durante 60 minutos, os obesos utilizaram significativamente mais ácidos graxos para prover suas demandas energéticas.

Embora seja reconhecido que não existe uma relação biológica linear entre a flexibilidade e a capacidade aeróbia, a presente investigação procurou identificar os possíveis riscos de os indivíduos com baixo  $VO_{2\text{máx}}$  apresentarem flexibilidade reduzida, ou seja, quantificar as evidências fisiológicas de que o simples fato de caminhar o suficiente para melhorar o consumo máximo de oxigênio pode promover benefícios adicionais ao sistema locomotor. Isso se explica devido ao fato de a flexibilidade ser uma estrutura dinâmica e condicionada à capacidade do sistema bioenergético, possibilitando o aumento da capacidade mecânica dos músculos, permitindo economia de energia durante esforços em diferentes intensidades (AZENHA, 2002)

Em uma pesquisa relacionada o  $VO_2$ , foram feitos pré teste antes do início das atividades e um pós-teste 12 semanas após o pré-teste, tendo em vista o objetivo de avaliar os efeitos das atividades aquáticas sobre o  $VO_{2\text{máx}}$  predito e sobre a qualidade de vida e correlação entre eles. O GE entre o pré-teste e o pós-teste foi submetido a atividades físicas aquáticas e o GC entre o pré-teste e o pós-teste não foi submetido a nenhum tipo de atividade física específica, sendo este fato confirmado no pós-teste (AIDAR, CARNEIRO *et al* 2006)

As atividades foram desenvolvidas duas vezes por semana, as terças e quintas-feiras, em aulas com duração de 45 minutos. Os alunos tiveram a opção de fazer os exercícios no período de 07:00 às 19:00 horas. As atividades foram compostas de aquecimento fora da água como caminhadas e em ambiente aquático, com exercícios de caminhada dentro da piscina, deslocamentos laterais, exercícios com apetrechos e natação propriamente dita (AIDAR, CARNEIRO, *et al* 2006).

Em um estudo feito com mulheres saudáveis que foi a partir da coleta de dados no Laboratório de Performance Humana (LAPEH - UFV), além de uma pista oficial de 400 m de atletismo. Cada um dos indivíduos foi submetido à realização de quatro testes distintos de esforço máximo. Não houve uma ordem pré determinada para aplicação dos testes, sendo feita de forma totalmente aleatória.

A FC foi registrada por meio de monitores cardíacos da marca Polar® S 610i, e a pressão arterial (PA) monitorada com um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio da marca Tycos® e um estetoscópio da marca Wan Méd®. A FC<sub>máx</sub> prevista foi calculada por meio da equação de Tanaka *et al* (MAKKAI *et al*, 2008).

O volume de treinamento é uma medida da quantidade total de trabalho (Joules) realizado em uma sessão de treinamento em uma semana, um mês ou em qualquer outro período de treinamento (FLECK; KRAMMER, 1997).

Sobre a periodização Fleck e Krammer diz que a periodização é a variação no volume de treinamento e na intensidade sendo extramamente importante para melhorar os ganhos de força.

O treinamento de força é uma modalidade de exercícios resistidos onde o indivíduo realiza movimentos musculares contra uma força de oposição, como por exemplo, os exercícios com pesos. Já o treinamento de endurance ou aeróbio consiste na realização de exercícios que predominantemente necessitam do oxigênio para a produção de energia, tais como corrida, ciclismo e remo. Estes exercícios são fundamentais para aprimorar as capacidades pulmonar e cardiovascular (VINAGRE, CAMPOS *et al*, 2004).

Ainda não está claro quanto à interação ou não destas duas atividades de naturezas distintas, ou seja, se o treinamento aeróbio e de força, visando a hipertrofia muscular, devem ou não ser realizados na mesma sessão de treinamento. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético (VINAGRE, CAMPOS *et al*, 2004).

Durante um período contínuo e prolongado de treinamento aeróbio, ocorrem modificações quanto ao tipo e características das fibras musculares. As fibras de contração lenta (tipo I) tornam-se 7% a 22% maiores que as de contração rápida (tipo IIb). A proporção de fibras musculares do tipo I aumenta com o treinamento de endurance crônico. Maratonistas de elite, por exemplo, podem ter 95% de fibras musculares tipo lentas. Em contrapartida, o ganho adicional de força verificado com o início de um programa de treinamento de força deve-se à ativação neural, em fibras do tipo IIa, IIb, e até mesmo nas fibras do tipo I. No

treinamento de força, a proporção de fibras musculares tipo II aumenta significativamente. Há um decréscimo de fibras musculares tipo I, bem como da isoforma da miosina de cadeia pesada IIB e das isoformas híbridas, a favor do aumento da proporção de fibras IIA (VINAGRE, CAMPOS e et all, 2004).

O treinamento de força intenso aumenta a síntese protéica, resultando em aumento de proteínas contráteis e hipertrofia muscular. Já o estresse oxidativo, promovido pelo treinamento de endurance, causa um estímulo adverso ao treinamento de força, degradando as proteínas miofibrilares. Esse tipo de treinamento resulta em aumento da atividade das enzimas oxidativas musculares, elevação no número, tamanho, tipo de mitocôndrias, vascularização e VO<sub>2</sub> máx (VINAGRE, CAMPOS et all, 2004).

O condicionamento aeróbio eleva tanto o número de capilares por fibra quanto o número de capilares de determinada área transversa do músculo, conseqüentemente, eleva as trocas gasosas e a utilização de substratos pelo tecido muscular. Há aumento da mioglobina com o treinamento aeróbio (75% a 80%), do número e tamanho de mitocôndrias (15%), bem como da atividade de enzimas oxidativas. Já no treinamento de hipertrofia, anaeróbio, há grande produção de lactato, aumento da atividade das enzimas glicolíticas, que são estimuladas entre trinta segundos e um minuto de treino, elevação das proteínas contráteis e produção de força máxima (VINAGRE, CAMPOS e et all, 2004).

Há também estímulo na síntese de testosterona, importante hormônio anabólico, além de estimular o hormônio do crescimento (GH), principalmente em situações onde a produção de lactato estiver elevada.

Os exercícios de força aumentam a concentração de testosterona, o mesmo não ocorre com o cortisol. É importante lembrar também que o horário de treinamento pode influenciar o anabolismo muscular. Nindl et al (2001) observaram uma menor concentração de testosterona em indivíduos que realizaram o treinamento de força no período final da tarde. Tal fato foi acompanhado por uma maior concentração de cortisol, confirmando a secreção pulsátil e variável destes hormônios durante o dia (VINAGRE, CAMPOS e et all, 2004).

Um volume maior de treinamento, como é o caso do treinamento concomitante, pode resultar em *overtraining* comparado com as duas modalidades praticadas separadamente. É sugerido que este excesso de treinamento diminui os ganhos de força muscular.

A fadiga acumulada, resultante do componente de endurance no treinamento concomitante, comprometeria a habilidade do músculo em exercer tensão adequada durante o treinamento de força. Tal fadiga seria responsável pela alteração na propagação de um

potencial de ação adequado ao longo do nervo motor e fibras musculares (VINAGRE, CAMPOS e et all, 2004).

### **Conclusão**

Portanto, concluímos com este trabalho, que o treino de força em conjunto com o treinamento aeróbio produz ganhos significativos nos valores de VO<sub>2</sub>. Mas podemos considerar também, que os indivíduos que realizaram somente treinamento aeróbio também apresentaram melhoras no seu VO<sub>2</sub>.

Analisando a literatura, podemos concluir que a corrida em conjunto com o treinamento de força é uma ótima forma de prevenção de lesões e de potencializar a performance na corrida

Enfim, este trabalho foi de suma importância para a sociedade acadêmica, pois existem poucos trabalhos relacionados ao Consumo Máximo de Oxigênio (VO<sub>2</sub>), e este trabalho pode fazer um estudo mais aprofundado sobre o assunto.

### **REFERÊNCIAS**

AIDAR, Filipe Jose; CARNEIRO, André; ANTONIO, Reis; VICTOR, Silva Novaes da Giovanni; PAINS, Rodrigo **A práticas de atividades físicas e a relação da qualidade de vida com o VO<sub>2</sub>máx.** *Motricidade 2. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – Portugal.*

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS AND MEDICINE. **Nutrition and athletic performance.** *Medicine and Science of Sports and Exercise*, v. 32, n. 12, p. 2.130-2.145, 2000.

ARAÚJO, F.; ARAÚJO, M. V. M.; LATORRE, M. R. D. O.; MANSUR, A. J. Perfil lipídico de indivíduos sem cardiopatia com sobrepeso e obesidade. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v.84, n.5, p.405-409, 2005. <http://www.arquivosonline.com.br/2005/8405/84050010.pdf> Acesso em: 20 jul. 2008.

ASTRAND, Per- Olof; RODAHL, Kaare. **Tratado e fisiologia do exercício.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana:, 1980.

AZENHA, A. **Flexibilidade na prevenção e pós-lesão no desporto.** *Jornal de Reabilitação e Traumatologia no Desporto*, n. 8, p. 28-34, 2002.

BOSCO R, DERMACHI A, REBELO F, PEREIRA V, CARVALHO T. **O efeito de um programa de exercicio fisico aerobico combinado com exercicio de resistencia muscular localizada na melhora da circulacao sistematica e local: um estudo de caso.** *Rev Bras Med Esporte* 2004;10:56-62.

BINKHORST, R.A.; SARIS, W.H.M.; NOORDELOOS, A.M.; van't HOF, M.A. and HAAN, A.F.J. (1986). **Maximal oxygen consumption of children (6 to18 years) predicted from maximal and submaximal values in treadmill and bicycle tests.** In J. RUTENFRANS, R. MOCELLIN and F.KLIMT, *Children and Exercise XII. Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois.*

BUCCI, M. et al. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. **Rev. bras. Ciência e Movimento.** 2005; 13(1): 17-28.

BUNC, V.; HELLER, J. Comparison of two methods of noninvasive anaerobic threshold determination in middleaged men. **Sports Medicine Training and Rehabilitation, Berkshire, v. 3, p. 87 – 94, 1992.**

CAREY P *et al.* Comparassion uptake during maximal work on the running ergometer. **Med Sci Sports,** 1974.

CONTE, Marcelo; DOMINGUES, SP de Tarso; GODOI, Vladimir de Juliano; MÁS, Élio Fernandes; VAZATTA, Roberto; TEIXEIRA, Luis Felipe Milano . **Interação entre o VO2 Máx, Índice de Massa Corporea e Flexibilidade.** *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte. Ano 2, n. 2, 2003.*

CORPORE. **Corredores Paulistas Reunidos.** Disponível em: <[http://www.corpore.org.br/corr\\_estatisticas.asp](http://www.corpore.org.br/corr_estatisticas.asp)>. Acesso em: 27 Abr. 2012.

COSTA, R. F. **Avaliação física.** São Paulo: Artcolor, 1996.

Cureton KJ, Sloniger MA, O'bannon JP, Black DM, McCormack WP. **A generalized equation for prediction of VO2peak from 1-mile run/walk performance.** *Med Sci Sports Exerc* 1995;3:445-51.

DUARTE, Maria de Fátima da Silva; DUARTE, Carlos Roberto. Validade do teste aeróbico de corrida de vai-e-vem de 20 metros. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento.** Julho, 2001.

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William, J.; **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular.** Porto Alegre: Artmed, 1999.

FONTOURA, Andrea S. *et al.* **Guia Prático de Avaliação Física.** São Paulo: Phorte, 2009.

FOSS, Merle L.; KETEYIAN, Fox – **Bases fisiológicas do exercício e do esporte.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

GIL, CARLOS, A: **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1987.

GAZZONI, C., **Limiar Anaeróbico: Visão Geral,** 2007. Disponível em: <[www.educa.caofisica.org](http://www.educa.caofisica.org)>. Acesso em: 13 nov 2010.

GUNTHER, Hartmut., **Pesquisa Qualitativa versus pesquisa quantitativa é a questão.** 2006. Disponível em <<http://www.scielo.br>>. Acessado em 22 out 2011.

HERBERT, L.; TEAGUE, M. L. Exercise adherence and older adults: a theoretical perspective. **Activities, Adaptation and Aging**, *New York*, v.13, n.1, p.91-105, 1989. [http://dx.doi.org/10.1300/J016v13n01\\_09](http://dx.doi.org/10.1300/J016v13n01_09)

HESPAHA, Raimundo; VIVACQUA, Ricardo: **Ergometria em Cardiologia**. São Paulo: Médica e Científica, 1998.

HOWLEY, E.T.; BASSETT Jr., D.R. and WELCH, H.G. (1995). **Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary**. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(9): 1292-1301.

KATCH, Frank, I; McARDLE, D. **Nutrição, Exercício e Saúde**. São Paulo: Medsi, 1996.

LEAL JUNIOR, E.C.P. *et al.*, Estudo Comparativo do consumo de oxigênio e limiar anaeróbico em um teste de esforço progressivo em atletas profissionais de futsal e futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. V. 12, n. 16.

LINDSTEDT SL, CONLEY KE. **Human aerobic performance: too much ado about limits to VO2**. *J Exp Biol* 2002; 204(18):3195- 99.

MAKKAI, Lawrens Fabrício Cardozo *et al.* Análises Comparativas de testes laboratoriais de esteira para determinar a frequência cardíaca máxima e o consumo de oxigênio máximo em mulheres saudáveis. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*. V. 7, n. 2, maio/agosto, 2008.

MARSHEREDJIAN, Fabio *et al.*, **Estudo Comparativo de métodos para a predição do consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbico em atletas** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf>>. Acessado em: 24 out 2011.

MAUGHAN, Ron *et al.* **Bioquímica do Exercício e Treinamento**. São Paulo: Manole, 2000.

McMURDO, M. E. T.; BURNETT, L. Randomized controlled trial of exercise in the elderly. **Gerontology**, Basel, v.38, p.292-298, 1992. Disponível em: [http://bmj.bmjournals.com/cgi/content/full/309/695\\_8/872](http://bmj.bmjournals.com/cgi/content/full/309/695_8/872) Acesso em: 24 abr. 2012.

MITCHELL, J. Clyde. A questão da quantificação na antropologia social. In: FELDMAMBIANCO, Bela (org.). **Antropologia das sociedades contemporâneas**. São Paulo: Global, p.77-126, 1987.

NAVARRO, Antônio Coppi; SILVA, Roberto Pache. O treinamento de resistência com pesos em circuito de intensidade moderada melhora a capacidade respiratória e diminui a gordura corporal. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**. V. 5, n. 1, janeiro/março, 2006.

PAZIN, Joris; DUARTE *et al.* **Corredores de Rua: Características Demográficas, Treinamento e Prevalências de Lesões**. *Revista Brasileira de Cineantropia e Desenvolvimento Humano*. Janeiro, 2008.

PATE, R. R. *et al.* A recommendation from the centers for disease control and prevention and the American College of Sports Medicine. **The Journal of The American Medical Association (JAMA)**, v.273, n.5, p.402-407, 1995. Disponível em: <http://jama.amaassn.org/cgi/content/abstract/273/5/402> Acesso em 22 maio. 2012

PORTELA, Girlene Lima; **Pesquisa Quantitativa ou Qualitativa? Eis á questão; Abordagens metodológicas** Departamento de Letras e Artes da Universidade Estadual de Feira de Santana; 2004

POWERS, Scott K.; HOWLEY, Edward T.. **Fisiologia do Exercício: teoria e aplicação ao condicionamento.** 5ª ed. São Paulo: Manole;, 2005.

PEREIRA, M. G. **Epidemiologia: teoria e prática.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995

RODRIGUES, Anabel. N et al. Valores de Consumo máximo determinados pelo teste cardiopulmonar em adolescente: uma proposta de classificação. **Jornal de Pediatria.** V. 86, n. 6, Porto Alegre, novembro/dezembro, 2006.

ROLF, C.; ANDERSSON, G.; WESTBLAD, P.; SALTIN, B. **Aerobic and anaerobic work capacities and leg muscle characteristics in elite orienteers.** *Scand J Med Sci Sports*, v. 7, n. 1, p. 20-4, 1997.

RUNNER'S WORLD, **Corredores de rua.** Disponível em <www.corredores.com>. Acessado em: 14/11/2011.

SALGADO, J.V.V. *et al.* Corrida de rua: Análise do Número de Provas e de Praticantes. **Revista da Faculdade de Educação Física.** UNICAMP, v. 4, n.1,2006.

SAMULSKI D. **Psicologia do esporte.** São Paulo: Manole; 2002.

SANTOS, José Augusto Rodrigues dos Santos; SILVA, José Lopes Domingos; MARQUES, Filipe. VO<sub>2</sub>Máx de atletas veteranos. Estudo Comparativo entre especialistas de orientação, corrida de fundo e sedentários. **Ação e Movimento**, janeiro/fevereiro, 2006.

Silva LG, Pontes CS. **Teste de caminhada de seis minutos para cardiopatas sob a optica do fi sioterapeuta.** *Inter fi sio 2006* [online]. [citado 2800 Out 12]. Disponível em: URL: <http://www.interfisio.com.br/index.asp?fi d=271 &ac=6>

SCHAAN, B.; HARZHEIM, E.; GUS, I. Perfil de risco cardíaco no diabetes mellitus e na glicemia de jejum alterada. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.38, n.4, p.529-36, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v38n4/21082.pdf> Acesso em: 21 abr. 2012.

SHARPE, P.; CONNELL, C. Exercise beliefs and behaviors among older employees: a health promotion trial. **The Gerontologist**, Washington, v.32, n.4, p.444-449, 1992. Disponível em: <http://gerontologist.gerontologyjournals.org/cgi/content/abstract/32/4/444>. Acesso em: 17 abr. 2012

SERRA, Salvador. Considerações sobre ergoespirometria. **Instituto Estadual de Crdiologia Aloysio de Castro.** Rio de Janeiro, 1996.

SILVA, Oswaldo Barbosa e; FILHO, Dario C. Sobral.Uma nova Proposta para Orientar a Velocidade. **Prontocor – Hospital do Coração e Atlético.** Recife, 2002.

SILVA, Thiago Gomes da. **Acúmulo de lactato e performance em corridas de dez quilômetros.** Disponível em: <repositorio.roca.ufpr.edu.br/jspui/handle/1/4>. Acessado em: 02 mai 2012.

TANAKA H, SWENSEN T. **Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross-training?** *Sports Med* 1998;3:191-200.

TOUBEKIS, A. G.; TSAMI, A.P.; TOKMAKIDIS, S. P. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 27, no. 2, p. 117-123, 2006.

Triviños, Augusto, N, S: **Enfoque Matriciais em Ciências Sociais.** São Paulo: Editora Atlas, 1987.

TRUCCOLO, Adriana Barni; MADURO, Paula Bertaso Andreatta; FEIJÓ, Eduardo Aguirre. Fatores Motivacionais de adesão a grupos de corrida. **Motriz. Revista de Educação Física. UNESP**, v. 14, n. 2, 2008.

UCHIDA MC, CHARRO MA, BACURAU RFP, NAVARRO F, PONTES JUNIOR FL. **Manual de musculacao: uma abordagem teorico-pratica ao treinamento de forca.** São Paulo: Phorte; 2003.

WARRINGTON, G.; RYAN, C.; MURRAY, F.; DUFFY, P.; KIRWAN, J. P. **Physiological and metabolic characteristics of elite tug of war athletes.** *British Journal Sports Medicine*, v. 35, n. 6, p. 396-401, 2001.

WEINBERG, R. S.; GOULD, D. **Fundamentos da psicologia do esporte e do exercício.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

WEINECK, J. **Atividade física e esporte para quê?.** São Paulo: Manole, 2003.

WHO Experte Committee. **Physical status: the use and interpretation of anthropometry.** WHO Technical Report Series. Geneva, n. 854, 1995



