

THIAGO NÍKOLAS DE CARVALHO FERREIRA

**RELAÇÃO DO INTERCEPTO-Y DA FUNÇÃO DA POTÊNCIA CRÍTICA
COM O DESEMPENHO NA NATAÇÃO**

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do Curso Especialização em *Personal Training*, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Orientador: Prof. Dra. Karin Ayumi Matshushigue.

**CURITIBA
200**

RESUMO

A capacidade anaeróbia é determinante em provas de natação como as provas de 50 m, 100 m e 200 m. O teste de Wingate é, atualmente, o protocolo mais aceito e utilizado na determinação da potência e também da capacidade anaeróbia, por outro lado, mesmo quando realizado em ciclo ergômetro de membros superiores é pouco específico à característica do nado. A Capacidade de Trabalho Anaeróbio (CTA), determinada através do teste de Potência Crítica (Monod e Scherrer, 1965), tem tido a sua validade analisada em comparação ao teste de Wingate e ao desempenho em diferentes modalidades de predominância anaeróbia. Desse modo, o objetivo deste estudo foi analisar a relação entre a CTA e o desempenho em nado de curta distância. Participaram deste estudo 10 nadadores com média de idade de $19 \pm 3,43$ anos, integrantes de um programa de treinamento de no mínimo cinco sessões por semana, com experiência de no mínimo um ano de treinamento, sem restrição quanto à prova específica do atleta. Os nadadores realizaram quatro testes divididos em duas etapas, sendo que a primeira etapa consistiu na execução de três tiros em estilo crawl (100 m, 200 m e 400 m), realizados no menor tempo possível, respeitando um intervalo mínimo de 24h entre cada tiro, para a determinação da Potência Crítica (PC) e da CTA, de acordo com protocolo proposto por Overend et al (1992) em Kokubun (1996). A segunda etapa foi a realização de um tiro em velocidade máxima, de no mínimo 50m (T50) até a exaustão para a determinação de desempenho anaeróbio, sendo obtido a Distância Total percorrida (DT), o Tempo Total até a exaustão (TT), a Velocidade Média nos primeiros 50 m (V50) e a velocidade Média Total (VT). Foi realizada a análise de correlação de Pearson e adotado o nível de significância de 5%. O valor médio (desvio padrão) encontrado para CTA foi de 23,78 (4,04) m, os valores de desempenho encontrados foram de 38,01 (4,49) s para TT; 1,62 (0,11) m/s para VT; e 30,42 (1,70) s para Tempo50. A análise de correlação apresentou os seguintes resultados: $r = 0,39$ ($p = 0,27$) para a relação entre CTA e TT; $r = -0,41$ ($p = 0,24$) entre CTA e VT e $r = -0,37$ ($p = 0,29$) entre CTA e Tempo50. Por outro lado, foi observada correlação significativa entre a Potência Crítica e as variáveis de desempenho no nado, a qual será objeto de estudo futuro para explicar esta relação. Pode-se concluir nesta pesquisa que a CTA não é um bom parâmetro para estimar a capacidade anaeróbia em nadadores.

Palavras-chave: Intercepto-y, Capacidade Anaeróbia e Natação.

SUMÁRIO

CAPA.....	I
FOLHA DE ROSTO.....	II
SUMÁRIO.....	III
1. INTRODUÇÃO.....	V
1.1 Justificativa.....	VIII
1.2 Problema.....	VIII
1.3 Objetivo Geral.....	VIII
1.4 Objetivos Específicos.....	VIII
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	IX
2.1 Energia.....	IX
2.3 Metabolismo Anaeróbio e Capacidade Anaeróbia.....	X
2.4 Potência Crítica.....	XIV
2.5 Intercepto-y.....	XVI
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	XX
3.1 Delineamento da Pesquisa.....	XX
3.2 População e Amostra.....	XX
3.3 Procedimentos de Coleta.....	XXI
3.4 Tratamento dos Dados e Estatística.....	XXIII
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	XXIV
5. CONCLUSÕES.....	XXX
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	XXXI
ANEXOS.....	XXXIV

1. INTRODUÇÃO

A velocidade de um nadador é afetada quando a velocidade de reciclagem de ATP não acompanha o consumo. Essa velocidade de ressíntese pode ser afetada por diferentes fatores de acordo com o metabolismo predominante, (Maughan, 2000). Para os diversos esportes, a característica das provas tais como distância, duração e velocidade determinam a predominância energética.

O sistema anaeróbio alático é predominante em boa parte das provas de velocidade, pois seu processo metabólico corresponde à rápida reciclagem de ATP por meio da Creatina Fosfato. Esta reciclagem é necessária em decorrência da alta velocidade imposta pelo atleta.

No sistema anaeróbio láctico (sistema glicolítico) as enzimas têm um papel importante, pois regulam a velocidade de reciclagem do ATP para que esta ocorra em taxas elevadas, no entanto, pouco inferior à taxa de reciclagem do sistema alático, (Maughan, 2000). No entanto a grande contribuição do sistema glicolítico no fornecimento de energia tem como resultado final a alta concentração de ácido láctico. Decorrente deste processo tem-se como resultado a diminuição do pH sanguíneo seguido de acidose muscular. Portanto, estes são os mecanismos que afetam a manutenção da velocidade. Esta acidose, descrita acima, faz com que o atleta fique incapacitado de realizar um tiro na mesma velocidade e com o mesmo vigor que vinha executando antes, originando a fadiga causada pelo acúmulo de ácido láctico. Segundo Maglischo (1999) em velocidades elevadas, o acúmulo de ácido láctico irá diminuir o pH muscular em menos de 60 segundos. Isso aponta que

distâncias de até 100 metros constituem as provas de resistência de velocidade na natação com contribuição do metabolismo glicolítico.

A prova de 50 metros nado livre é a mais rápida da natação, é onde se exige a maior velocidade dos nadadores. A predominância metabólica desta prova é de aproximadamente 50% metabolismo anaeróbio alático, 48% anaeróbio láctico e 2% metabolismo aeróbio, por Maglischo (1999). Dessa forma, as causas encontradas para a diminuição da velocidade (fadiga) nesta prova estão relacionadas a quedas na taxa de ressíntese do ATP através do metabolismo alático e glicolítico. Tais quedas ocorrem pelas diminuições das reservas de CP (creatina fosfato), diminuições das reservas de glicogênio e acidose relacionada ao acúmulo do ácido láctico.

Portanto, os fatores citados anteriormente determinam a manutenção da velocidade em provas de curta duração na natação, determinando a capacidade anaeróbia. Logicamente que com uma excelente capacidade anaeróbia o atleta pode manter a intensidade da prova elevada por mais tempo, tempo este regulado pela manutenção da taxa de ressíntese de ATP através dos metabolismos anaeróbios (Matsushigue et al., 2003).

Por fim, podemos concluir que o desempenho em provas de 50 e 100 metros na natação, depende de uma boa capacidade anaeróbia do atleta.

Os métodos disponíveis para mensurar esta capacidade anaeróbia são poucos e não muito desenvolvidos. As variáveis potência média e índice de fadiga do teste de Wingate em cicloergômetro têm sido amplamente utilizadas para determinação da capacidade anaeróbia, no entanto, esse teste não é específico à natação.

Dessa Forma Papoti *et al* (2005) explica que o teste de potência crítica proposto por Monod e Scherrer (1965) apud Papoti *et al* (2005) e validado por Moritani *et al* (1981) *apud* Nakamura (2004), vem sendo estudado por diversos autores e muito utilizado por se tratar de um método não invasivo, de baixo custo e fornecedor de indicadores de capacidade aeróbia e supostamente anaeróbia. Uma importante vantagem deste teste é a possibilidade de realização com o próprio gesto desportivo em questão, a natação.

Neste teste, a variável Potência Crítica (PC) ou velocidade crítica tem sido considerada um preditor da capacidade aeróbia, enquanto que a variável intercepto-*y* da relação entre tempo mínimo e distância de nado tem sido estudado como avaliador da capacidade anaeróbia (Jenkins e Quigley, 1991) e denominado como Capacidade de Trabalho Anaeróbio (CTA). Para Wakayoshi *et al.* (1992 apud PAPOTI *et al.* 2005, p.4) este teste através da medida de PC e da CTA torna-se um bom parâmetro para determinar o desempenho de nadadores de alto rendimento.

Entretanto em pesquisas de Toussaint *et al.* (1998) e Dekerle *et al.* (2002) apud Papoti (2005) não se encontrou associação entre a CTA e performances anaeróbias, demonstrando a necessidade de mais pesquisas que investiguem a CTA como determinante de desempenho para as diferentes modalidades, em especial a natação.

1.1 JUSTIFICATIVA

A necessidade de mais pesquisas que investiguem a CTA como determinante de desempenho Anaeróbio para as diferentes modalidades, em especial a natação.

1.2 PROBLEMA

Qual é a relação entre a CTA e variáveis de desempenho anaeróbio ?

1.3 OBJETIVO GERAL

Analisar a relação entre a Capacidade de trabalho anaeróbio (CTA) determinada pela função da Potência crítica e o desempenho em nado de curta distância.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar a relação entre o Intercepto-y (CTA) da função da Potência Crítica e as variáveis do teste T50 como (TT), (VT), (V50) e (DT).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Energia

“O ato de nadar em toda extensão de uma piscina é possibilitado pelas contrações musculares, e somente pode ser realizada através da liberação de energia armazenada no corpo.” (MAGLISCHO, 1999, p. 16). A energia proporciona ao corpo força para realizar os movimentos esportivos ou do cotidiano e é definida como sendo a capacidade de gerar trabalho. Quando ingerimos alimentos, assimilamos e armazenamos estes em forma de energia para que possamos utilizar mais tarde.

Esta energia que consumimos e armazenamos através dos alimentos é responsável pela produção de ATP, que será transformada então em energia mecânica e assim gerar trabalho. A capacidade de um nadador manter certo ritmo em provas é para McArdle (1992) determinado pela capacidade do corpo em liberar energia química e transformá-la em contração muscular. Pode-se dizer então que para manter uma boa velocidade o corpo está sujeito a disponibilidade de energia, sendo essa a sua capacidade energética.

A energia é armazenada no corpo como adenosina trifosfato (ATP), creatina fosfato (CP), carboidratos, gorduras e proteínas. O ATP é a única fonte de energia no corpo que pode ser empregada para a contração muscular. Portanto, todas as outras formas de armazenamento antes de serem utilizadas sofrem transformações originando sempre o ATP.

Os processos de fornecimento e armazenamento de energia pelo corpo são conhecidos como metabolismos energéticos e devido as suas características são estabelecidos como anaeróbio e aeróbio. O metabolismo anaeróbio se divide em dois tipos: láctico e alático. Estes possuem características para provas de velocidade, sendo o sistema anaeróbico alático responsável pelo fornecimento de energia para atividades de altíssima intensidade e de curtíssima duração, já o sistema anaeróbico láctico é responsável pelo fornecimento de energia a atividades intensas e com duração pouco mais longa Maughan et al. (2000).

2.2 Metabolismo Anaeróbio e Capacidade Anaeróbia

A capacidade do sistema anaeróbio está relacionada ao fornecimento de energia para atividades de alta intensidade e curta duração e para a manutenção desta velocidade. Desse modo pode ser definida como a capacidade do indivíduo em produzir e utilizar certa quantidade de energia no sistema anaeróbio mantendo a velocidade e suportando o acúmulo de subprodutos.

A economia de energia neste sistema é fundamental, esta economia é determinada por uma boa técnica que resulta em boa eficiência mecânica, tendo assim, economia de energia durante provas de natação por exemplo. Conseqüentemente esta economia energética pode aumentar a capacidade do sistema (ALMEIDA et al. 2003). Para provas de 50 metros onde a velocidade é elevadíssima, a freqüência de braçadas será, portanto elevada, a técnica como exposto acima é um fator crucial para um bom desempenho, esta eficiência mecânica é citada por Caputo et al. (2000), como um bom preditor de desempenho em distâncias curtas.

A capacidade de diferenciar entre os dois processos de funcionamento do sistema anaeróbio tem grande importância para se entender seus respectivos papéis na natação, pois de acordo com Fox (1991) estes são os principais sistemas metabólicos predominantes numa prova de velocidade.

Durante um percurso a ser realizado com alta intensidade e de curtíssima duração, como os tiros de 25 metros e a parte inicial das provas de 50 metros, o nadador executa alta potência em um pequeno intervalo de tempo, com isso se despende grande quantidade de ATP a ser utilizada e reciclada em pouco tempo, para tanto a creatina fosfato (CP) é a responsável pela rapidez na reciclagem do ATP a partir de sua hidrólise, esse mecanismo segundo Maglischo (1999), faz com que a velocidade e a força da contração muscular se mantenham e desta forma o metabolismo anaeróbio alático é classificado como o sistema de maior potência, pois realiza a ressíntese de ATP com maior velocidade.

A capacidade deste sistema depende de alguns fatores determinantes como a concentração inicial de CP e a taxa de ressíntese de CP (MATSUSHIGUE et al. 2003).

Em estudos relatados por Maughan et al. (2000) e Matsushigue et al. (2003) afirmam que a exaustão durante contrações musculares máximas ocorre devido a depleção de CP, e que esta taxa de declínio é dependente da intensidade do esforço. No entanto, esta fadiga pode ser retardada se o atleta possuir uma reserva inicial maior de CP, ou uma maior capacidade de regenerar CP através do sistema oxidativo.

Existem ainda as afirmações de que o treinamento possa ser um fator que leve ao aumento das concentrações de ATP e CP de repouso, porém esta informação não está cientificamente concluída (MATSUSHIGUE et al. 2003) e

preconizada por Maglischo (1999) como sendo de benefício duvidoso, pois mesmo supondo que estes agentes portadores de energia aumentem com o treinamento, este aumento é considerado desprezível, melhorando o tempo de nado em apenas poucos centésimos. Outra explicação mais concreta a respeito de treinamento, onde se aponta que para um aumento da capacidade anaeróbia alática seria fundamental a melhora na capacidade de ressíntese de CP e não o aumento da concentração inicial de CP. (MATSUSHIGUE et al. 2003).

Os apontamentos citados acima supõem que um nadador bem treinado poderia manter a velocidade utilizando um sistema muito potente por um período maior, retardando os processos de fadiga e ainda atrasando uma possível predominância do sistema láctico.

A princípio o mecanismo anaeróbio alático se mantém predominante, segundo Maglischo (1999), por aproximadamente 10 a 15 segundos, tempo este que de acordo com Colwin (2000) corresponde a um pouco mais de 25 metros, isto acontece devido a utilização, quase por completo das reservas de CP. A partir disto inicia-se então a predominância de outro processo metabólico para a reposição de ATP que possui também uma alta taxa de reposição de ATP sendo este conhecido como sistema anaeróbio láctico. No entanto a predominância deste sistema resulta em menor velocidade de nado, uma vez que a sua potência metabólica é menor que a do sistema alático.

O sistema anaeróbio láctico é conhecido também como sistema glicolítico e funciona com muita rapidez podendo fornecer uma ressíntese de ATP com velocidade pouco inferior ao sistema ATP-CP, e é descrito por Colwin (2000) como sendo um sistema dependente da energia em forma de açúcar (glicose), armazenada nos músculos, conhecida como glicogênio muscular. Este sistema

trabalha a partir da depleção do glicogênio e da glicose num processo conhecido como glicólise, fornecendo a energia necessária para a reposição de ATP, (McARDLE, 1992).

Existem fatores relacionados à capacidade de funcionamento deste sistema, alguns fatores são semelhantes ao sistema alático, como por exemplo, a disponibilidade de substrato energético, neste caso, o glicogênio presente no músculo e a capacidade de remoção e tamponamento de produtos finais do sistema.

Como relacionado acima, é através destes fatores que se define o tempo de funcionamento do sistema anaeróbico láctico, que de acordo com Maglischo (1999), Coulsilman (1988) apud Colwin (2000) predomina por aproximadamente 60 segundos. Dentro deste tempo se classificam as provas de velocidade na natação, sendo a parte final das provas de 50 metros com predominância de quase 50% metabolismo anaeróbio láctico e distâncias de até 100 metros com predominâncias de 70% do metabolismo láctico.

As enzimas possuem um papel significativo neste sistema, pois são responsáveis pela regulação da velocidade de produção de ácido láctico e íons hidrogênio (H) (Maughan, 2000). Acredita-se que atletas que apresentam uma capacidade superior de remover ou tamponar estas substâncias seriam capazes de manter atividades de alta intensidade por mais tempo. Esta capacidade de tamponamento é descrita por Maughan (2000), como sendo responsável por regular a acidose e os níveis normais de H⁺ e assim permitir que um atleta nade com alta intensidade por mais tempo. A acidose citada por Maughan (2000) é descrita em pesquisas de Sahlin; Heriksson (1984) e Tezch (1980) apud Kokubun (1996) onde relatam que a fadiga está relacionada ao ácido láctico produtor de aproximadamente 85% de íons hidrogênio, este segundo Booth e Thomason (1991)

apud Kokubun (1996) causa a diminuição de pH intramuscular e a diminuição das atividades glicolíticas, resultando em acidose metabólica e indução à fadiga, tendo como consequência a queda na intensidade e uma possível piora no tempo final de prova (WASSERMAN e McLLORY, 1964 apud KOKUBUN, 1996).

Dessa forma, pode-se dizer que a capacidade de manter a velocidade de nado numa prova de 50 metros na natação está vinculada a depleção de CP, resultando na diminuição da contribuição do sistema alático e o aumento da contribuição do sistema glicolítico, o qual conduz a menor velocidade de ressíntese de ATP e ao aumento de hidrogênio livres.

2.3 Potência Crítica

Em avaliações do metabolismo aeróbio muito se fala sobre o uso do lactato sangüíneo para estimar o limiar anaeróbio (Lan). Este, Lan, tem sido estudado por diversos pesquisadores e é descrito como sendo a execução de um exercício na maior velocidade possível sem o aumento da concentração sangüínea de ácido láctico (OYONO-ENGUELLES et al. 1990 apud KOKUBUN, 1996). Este é considerado um ótimo preditor de desempenho aeróbio, sabe-se, no entanto, que a velocidade de limiar anaeróbio pode ser mantida por aproximadamente 50 minutos (STEGMANN e KINDERMANN 1982 apud KOKUBUN, 1996) ou por distâncias entre 2.000 a 4.000 metros (MAGLISCHO, 1999), sem que o acúmulo de ácido láctico ultrapasse os 4 mmol/l proposto por Stegmann e Kindermann (1989) apud Maglischo (1999), porém este valor de 4 mM foi pré fixado por Mader, Heck e Hollmann apud Ribeiro et al, (2004) como uma aproximação da localização do limiar anaeróbio, não

sendo definida, portanto, com exatidão. O teste de sangue para obter dados de lactato é o mais utilizado como determinante do limiar anaeróbio, porém outras metodologias podem ser utilizadas de forma indireta como preditoras do limiar anaeróbio.

Uma vez que o acesso à análise do lactato para a determinação do Lan nem sempre é possível devido ao alto custo dos instrumentos utilizados, tem-se notado uma busca por novos métodos de identificação. Muito se comenta sobre técnicas não invasivas, dentre estas a metodologia existente e amplamente utilizada atualmente na natação é a velocidade crítica conhecida também como Potência Crítica (DENADAI et al. 1997). A Potência Crítica é definida por Monod e Scherrer (1965) apud Almeida et al. (2002) como sendo a velocidade de nado que pode ser mantida por tempo indeterminado sem que ocorra exaustão. Moritani et al. (1981) apud Almeida (2002) validaram o conceito determinando a potência crítica através da relação entre trabalho mecânico total realizado (W) e o tempo até a exaustão (T_{LIM}) em cinco testes máximos em cicloergômetro e foi matematicamente descrita por regressão linear através da equação ($W = a + b \times T_{LIM}$) onde a inclinação da reta (b) representa a potência crítica e (a) representa o Intercepto- y que é definido como o trabalho máximo que pode ser realizado correspondendo a reserva energética do músculo, ou seja, a capacidade de trabalho anaeróbio (CTA).

Desta forma, a Potência Crítica foi conduzida aos processos de validação e seus resultados foram positivos (WAKAYOSHI et al, 1992 apud ALMEIDA et al. 2002). Alguns estudos recentes têm tentado mostrar esta possível relação entre a potência crítica e indicadores da capacidade aeróbia como o limiar anaeróbio. Alguns resultados encontrados por Denadai et al. (1997); Almeida et al. (2002) e Kokubun (1996), apontaram grande correlação entre a potência crítica e o limiar

anaeróbio, o limiar ventilatório, a velocidade máxima de 400 metros (crawl) e com o VO_2 máximo na natação. Em estudo realizado por Hill (1993) onde se teve como objetivo encontrar também uma possível correlação de potência crítica com estimadores do limiar anaeróbio obteve-se um resultado positivo, encontrando correlação com o limiar de fadiga, limiar ventilatório, limiar anaeróbio de lactato e com o $VO_{2máx}$. Outros autores determinaram a potência crítica em cicloergômetro e identificaram uma correlação entre a potência crítica e o lactato sanguíneo (POOLE, WARD, GARDNER e WHIPP apud KOKUBUN, 1996).

Dessa forma, os diversos estudos têm apontado que a Potência crítica é um teste validado, não invasivo e de baixo custo para a determinação do limiar anaeróbio (Lan).

2.4. Intercepto-y

Os métodos existentes para avaliar o sistema anaeróbio em sua grande maioria são testes indiretos e não distinguem os metabolismos anaeróbios. Estes testes são classificados como testes de potência e de capacidade anaeróbia. Para os testes onde se analisa a potência anaeróbia são utilizadas como variáveis somente as ações mecânicas, e a medida deste é o pico de potência ou o tempo para a ocorrência do pico de potência, assim caracterizando a potência anaeróbia máxima do atleta. Outro enfoque é dado para os testes de capacidade anaeróbia onde se analisa tanto variáveis mecânicas quanto as metabólicas (concentração de substratos, déficit de O_2 e lactato sanguíneo) (MATSUSHIGUE et al. 2003).

Testes como o teste de Wingate ou Quebec 90s apresentam resultados válidos para a determinação da capacidade anaeróbia, contudo o tempo total de

duração dos testes se torna um ponto fraco, podendo ser muito curto para esgotar o estoque anaeróbio e assim estimar a capacidade anaeróbia (Fox, 1991)

No entanto, durante estes testes supõe-se que os estoques energéticos não se esgotem completamente, considerando apenas a diminuição da potência um indicativo de fadiga. Acredita-se que o ciclo ergômetro Wingate até o presente momento seja a forma de análise mais correta, no entanto, esta forma de avaliação mesmo que utilizada em ciclo ergômetro de membros superiores não é específico a natação.

O protocolo de Potência Crítica, como citado antes, vem sendo utilizado em várias pesquisas relacionadas à natação como um estimador da capacidade de trabalho anaeróbio (CTA) e do limiar anaeróbio (Lan). Como descrito anteriormente, a CTA é determinada matematicamente pela relação linear entre o trabalho mecânico e tempo de exaustão. Dessa forma, a CTA corresponde ao coeficiente linear, ou seja, o intercepto-y (ponto onde corta o eixo Y) desta função linear, ajustada para cada indivíduo sobre os dados de distância determinada e tempo em que esta distância foi percorrida.

Esta variável foi utilizada por Monod e Scherrer, (1965) apud Almeida (2004) e tem como função estimar a capacidade de trabalho anaeróbio, que se define como sendo a possibilidade de produção anaeróbia de ATP muscular até a exaustão. Em outras palavras a capacidade de trabalho anaeróbio (intercepto-y) é utilizada por Nakamura (2004) como sendo a quantidade máxima de trabalho gerado a partir das reservas intramusculares de fosfagênios de alta energia e da glicólise anaeróbia. Esta variável definida acima por diversos autores vem sendo pesquisada a respeito de sua validade e possível correlação com a capacidade anaeróbia.

Em pesquisa realizada com nadadores treinados, a CTA não encontrou correlação significativa entre aptidão anaeróbia (determinada por um protocolo de nado atado padronizado por Papoti et al. (2003)) apud Papoti et al. (2005) e desempenho em distâncias de 100 a 600 m (PAPOTI et al, 2005). Outros estudos realizados por Gulielmo e Denadai (1998), não apresentaram correlação entre a CTA de nadadores e a potência média determinada durante esforços máximos de 30 segundos em ergômetro de braço, da mesma forma, Soares et al. (2003) apud Papoti (2005), não encontrou correlação entre a CTA e a potência média no “swim bench” ou banco de nado (uma espécie de ergômetro onde o atleta nada sem sair do lugar puxando elásticos) durante esforço máximo de 45 segundos em nadadores. Entre a máxima distância anaeróbia em nadadores (distância na qual a velocidade máxima de nado pode ser mantida) e a CTA também não encontrou correlação significativa (DEKERLE, 2002 apud PAPOTI, 2005). Bullbulian et al. (1996) apud Papoti et al. (2005) não encontrou associação entre a CTA e a capacidade anaeróbia determinada pelo teste de Wingate, apesar deste ser um teste tido como padrão. Toussaint et al. (1998) não obteve bons resultados correlacionando a CTA com avaliações feitas no swim flume. Hill e Smith (1994) esclarecem em suas pesquisas dizendo que a CTA é um parâmetro instável para se mensurar a capacidade anaeróbia não apresentando correlação com a aptidão anaeróbia. Todos estes autores concluíram que a CTA (intercepto-y) não é um bom preditor da capacidade anaeróbia de nadadores e sugerem a não utilização deste parâmetro.

Outra corrente de estudos relaciona a CTA como bom parâmetro para se avaliar o desempenho anaeróbio, em estudos feitos em canoístas por Nakamura et al. (2004) encontrou-se uma equivalência entre a CTA e o máximo acumulado déficit de oxigênio (MAOD), concluindo que a CTA pode ser uma medida válida para definir

a aptidão anaeróbia. Outra evidência adicional relatada em pesquisa de Jenkins e Quigley (1991) feita com acadêmicos de educação física onde encontraram correlação entre o Intercepto-y e performances anaeróbias no teste de Wingate, demonstrando que o Intercepto-y pode ser um representante de aptidão e performances anaeróbias. Concordando com esta idéia, Hill (1993) conclui que a CTA está relacionada com aptidões anaeróbias de 30 segundos, com intensos trabalhos intermitentes e com máximo acúmulo de déficit de oxigênio, por último Nebelsick-Gullet et al. (1988) e Vandewalle et al. (1989) ao contrário do exposto por Bullbulian et al. (1996) apud Papoti (2005) observaram uma correlação significativa entre a capacidade de trabalho anaeróbio (CTA) e a medida de capacidade anaeróbia determinada no teste de Wingate.

Pelo exposto acima o que se encontra a respeito da CTA (Intercepto-y) são grandes divergências sobre sua validade na determinação da capacidade anaeróbia e poucas pesquisas feitas com nadadores que avaliam a relação de desempenho com a natação de fato.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Delineamento da Pesquisa

Esta pesquisa se caracteriza como sendo descritiva correlacional por examinar o relacionamento entre certas variáveis de performance. (THOMAS e NELSON. 2002, p.35).

3.2 População e Amostra

Foram avaliados 10 nadadores com média de idades $19,5 \pm 3,10$ anos, com experiência em competição de no mínimo um ano e integrantes de um programa de treinamento de no mínimo cinco vezes por semana. Não houve restrição quanto à prova competitiva praticada pelo participante.

3.3 Instrumentos e Procedimentos

A bateria de testes ocorreu em duas etapas, sendo a primeira para a determinação da Capacidade de Trabalho Anaeróbio (CTA) através do Teste de Potência Crítica (TPC) proposto por Monod e Scherrer (1965) e validado por Moritani et al. (1981), apud Almeida et al. (2002). A segunda etapa correspondeu à

realização de um tiro de no mínimo 50 m. Este tiro foi realizado em velocidade máxima até a exaustão, com o objetivo de obter dados de desempenho anaeróbio (capacidade do indivíduo em sustentar a atividade em velocidade máxima). A aplicação dos instrumentos teve como objetivo geral analisar a relação entre a Capacidade de trabalho anaeróbio (CTA), determinada pela função da Potência crítica, e o desempenho em nado de curta distância.

3.4 Procedimentos de Coleta

Após a assinatura do Consentimento informado os sujeitos foram submetidos a quatro testes divididos em duas etapas de avaliações, onde na primeira etapa cada sujeito realizou em nado crawl as distâncias de 100, 200 e 400m em intensidade máxima, com um intervalo de no mínimo 24h entre cada tiro. A segunda etapa contou com a realização de um tiro em estilo crawl de no mínimo de 50m em velocidade máxima (T50). O Intercepto-y (CTA) correspondeu matematicamente ao coeficiente linear determinado pela relação entre distância e tempo de exaustão, enquanto que a Potência Crítica (PC) correspondeu ao coeficiente angular da função linear determinado pela relação entre distância e tempo de exaustão para cada atleta de acordo com o protocolo de Overend et al (1992) apud Kokubun (1996). Esta forma de avaliação está representada pela Figura 1.

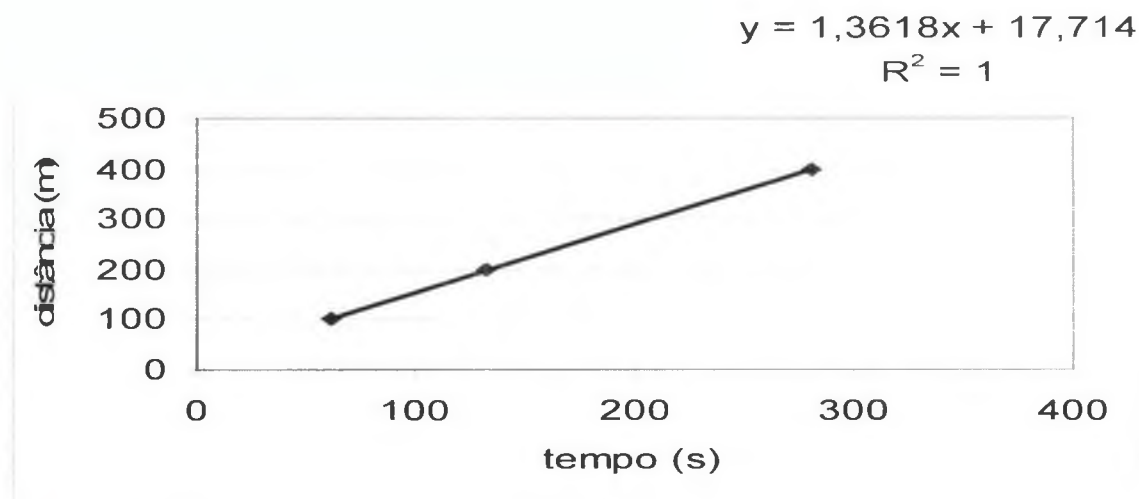


Figura 1 – Representa o ajuste linear sobre os pontos do Teste de Potência Crítica (TPC) do sujeito 1 para a determinação das variáveis PC e CTA, sendo o valor 1,3618 m/s considerado a variável de PC e 17,714 m a CTA para este sujeito.

Todos os testes foram realizados em piscina de 25 metros com uma temperatura média da água em $28^{\circ} \pm 1$. Cones foram utilizados para demarcar a piscina de cinco em cinco metros e uma câmera filmadora em distância pré-estipulada filmou integralmente a piscina de 25 metros. Dessa forma com a análise das filmagens, da fita VHS em vídeo cassete, foram determinadas as variáveis de desempenho anaeróbio (T50), sendo estas a Velocidade Média nos 50 metros iniciais (V50), a Velocidade Total (VT), que seria a velocidade encontrada ao final do teste T50, a Distância a Mais (DM) que corresponde à distância percorrida pelo atleta após ter cumprido os 50 metros iniciais, a Distância Total (DT), sendo à distância a qual o atleta foi capaz de realizar durante o teste até a exaustão, o Tempo nos 50m (Tempo 50m), encontrado ao final dos 50 metros iniciais e o Tempo Total (TT), adquirido ao final do T50.

Nas imagens onde não houve nitidez foram utilizadas as informações observadas e anotadas no instante do teste.

3.5 Tratamento dos Dados e Estatística

Foi utilizada para o tratamento estatístico a correlação de Pearson, para a análise da relação entre as variáveis determinadas no TPC (CTA) e as variáveis de desempenho obtidas no T50 (V50, VT e DT). Em todos os casos o nível de significância foi pré-fixado em $p < 0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O modelo conhecido como Potência Crítica (PC) que propõe a existência de dois parâmetros bioenergéticos relacionados ao desempenho, um aeróbio e outro anaeróbio, sendo a Potência Crítica representada pela a máxima potência que o atleta pode manter a custa do sistema aeróbio e a CTA, definida como a quantidade máxima de trabalho gerado de forma anaeróbia. (NAKAMURA et al. 2004). Estes avaliados no estudo.

Dessa maneira os dados obtidos no teste de Potência Crítica (100, 200 e 400m) foram submetidos à regressão linear para se estimar a Potência Crítica e a CTA (Intercepto-y); enquanto que as variáveis de desempenho anaeróbio foram obtidas no teste T50m. Na tabela 1 estão respectivamente expostos as médias e desvios padrões de todas as variáveis obtidas no TPC e no T50.

TABELA 1 – Valores médios e desvio padrão das principais variáveis determinadas nas duas etapas de avaliação (TPC e T50).

	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Potência Crítica (m/s)	1,26	0,08
CTA (m)	23,78	4,04
Tempo 50m – T50 (s)	30,42	1,70
Velocidade 50 m – T50 (m/s)	1,64	0,09
Tempo Total – T50 (s)	38,01	4,49
Velocidade Total – T50 (m/s)	1,62	0,11
Distância Total – T50 (m)	61,50	4,22
Distância a Mais (m)	11,50	4,22

Os valores médios de CTA apresentados neste estudo assemelham-se aos encontrados por Papoti et al. (2005) em pesquisa feita com nadadores treinados ($25,07 \pm 4,22$ m). Outra evidência encontrada é no estudo feito com nadadores por Kokubum (1996) onde o valor médio de CTA encontrado é de $15,73 \pm 6,74$ m e o valor médio de PC $1,267 \pm 0,117$ m/s, sendo este (PC) o valor encontrado que mais se aproxima a esta pesquisa. Uma possível justificativa para o valor inferior de CTA observado neste estudo em relação ao encontrado por Kokubum (1996) é de que o número de sujeitos utilizado foi maior do que nesta pesquisa, contava ainda com nadadores de ambos os sexos e a determinação da PC e CTA realizada em fases de treinamento distintas.

A análise de correlação feita entre os valores de Potência Crítica e desempenho anaeróbio encontrado no T50 demonstrou relação significativa entre as variáveis, Potência Crítica (PC) e Velocidade Média de 50 metros (V50), PC e Velocidade Total no teste T50 (VT), PC e Tempo de 50 metros (Tempo 50m), e PC e Tempo Total no teste T50 (TT), estes dados estão expostos na Tabela 2.

A PC vem sendo utilizada como um indicador de capacidade aeróbia, porém este não é o objetivo deste estudo e sim encontrar evidências que indiquem a CTA como um bom indicador de capacidade anaeróbia.

Desta forma a relação entre os valores de CTA e valores de desempenho anaeróbios obtidos no T50 não apresentaram correlação significativa com nenhuma variável analisada, estas foram CTA e Tempo 50m, CTA e TT e CTA e VT. Todos estes valores, entre outros, estão descritos na Tabela 2.

TABELA 2 - Relação das variáveis de Potência Crítica (PC) e Capacidade de Trabalho Anaeróbio (CTA) com as variáveis de desempenho anaeróbio obtidas pelo T50.

<i>Variáveis do T50</i>	<i>Potência Crítica</i>	<i>CTA</i>
Velocidade no 50m (m/s)	$r = 0,79 *$ $p = 0,007$	$r = -0,33$ $p = 0,357$
Velocidade Total (m/s)	$r = 0,71 *$ $p = 0,023$	$r = -0,41$ $p = 0,243$
Tempo 50 m (m/s)	$r = -0,81 *$ $p = 0,005$	$r = 0,37$ $p = 0,296$
Tempo Total (s)	$r = -0,64 *$ $p = 0,045$	$r = 0,39$ $p = 0,268$
Distância Total (m)	$r = -0,289$ $p = 0,418$	$r = 0,146$ $p = 0,687$

Nas figuras 2, 3 e 4 estão representadas as relações entre as variáveis de desempenho anaeróbio e CTA.

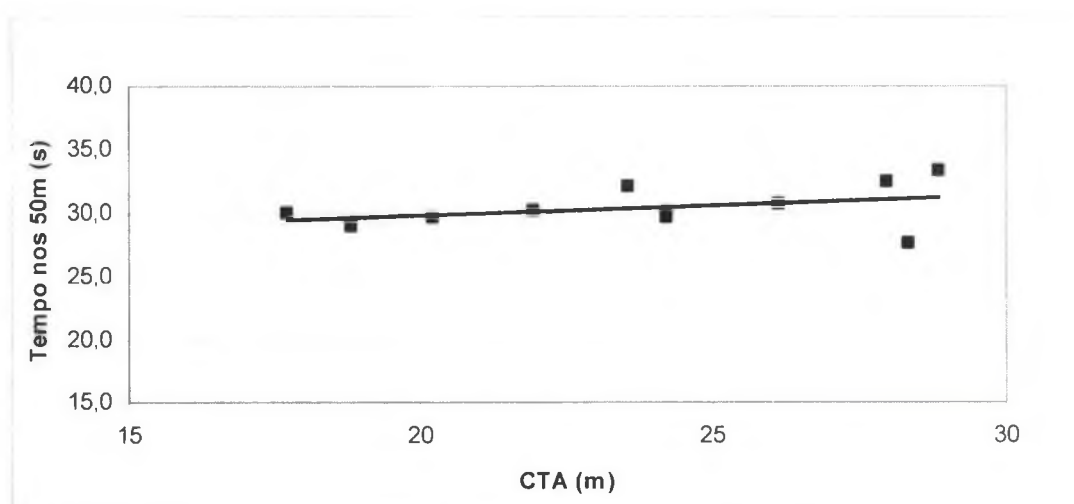


Figura 2 – Relação entre valores de CTA e valores de Tempo nos 50m iniciais do T50 ($p > 0,005$).

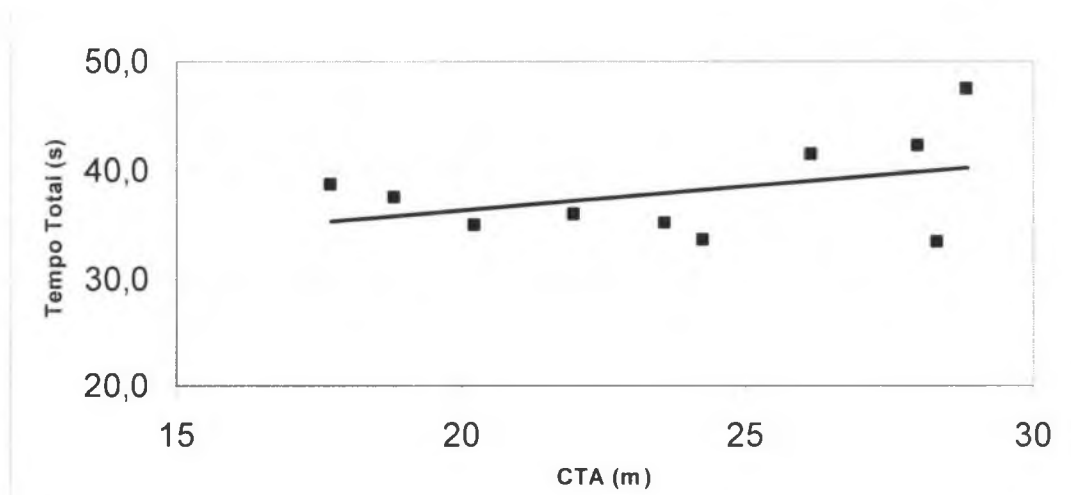


Figura 3 – Relação entre valores de CTA e valores de Tempo Total no T50 (TT) ($p > 0,005$).

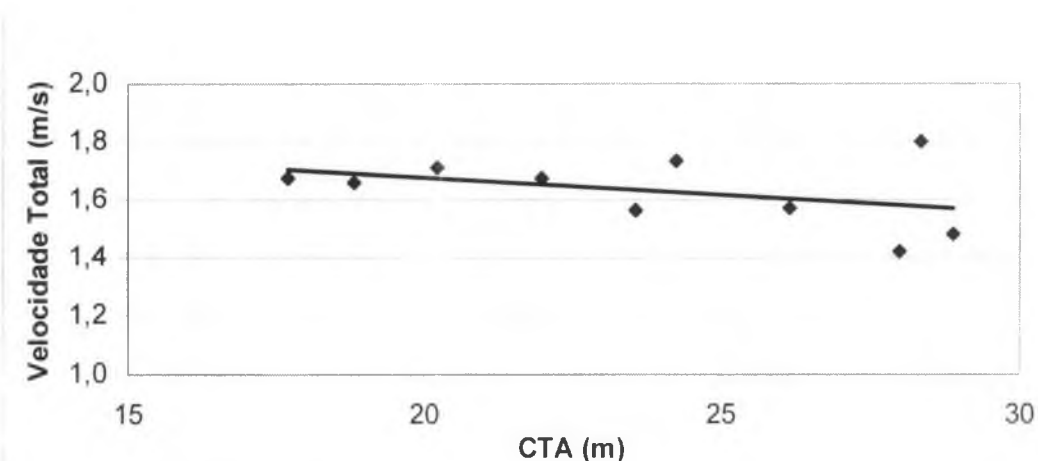


Figura 4 – Relação entre valores de CTA e valores de Velocidade Total no T50 (VT) ($p > 0,005$).

Como resultado do exposto os valores de CTA e desempenho anaeróbio não encontraram correlação entre si, estes resultados são uma evidência adicional, a pesquisa feita em nadadores treinados por Papoti et al. (2005) onde não se encontrou correlação entre a CTA e aptidão anaeróbia e desempenho em distâncias de 100 a 600 metros, outro estudo feito em nadadores por Guielmo e Denadai (1998) assim como os resultados aqui apresentados, também não se

observou correlação entre CTA de nadadores e a potência média determinada durante esforços máximos de 30 segundos em ergômetro de braço, da mesma forma, Soares et al. (2003) apud Papoti (2005), não encontrou correlação entre a CTA e a potência média no “swim bench” ou banco de nado, durante esforço máximo de 45 segundos em nadadores, Toussaint et al. (1998) da mesma forma não obteve bons resultados correlacionando a CTA de nadadores com avaliações feitas no “swim flume” (nado atado), outra pesquisa envolvendo a CTA realizada por Bullbulian et al. (1996) apud Papoti (2005) não encontrou associação entre a CTA e a capacidade anaeróbia determinada pelo teste de Wingate, apesar deste ser um teste tido como padrão.

Desta forma os resultados apresentados concordam com Hill e Smith (1994) que esclarecem em suas pesquisas dizendo que a CTA é um parâmetro instável para se mensurar a capacidade anaeróbia não apresentando correlação com aptidões anaeróbias. Outra evidência seriam os valores de p , que se encontraram muito distantes do nível de significância.

Os resultados apresentados nesta pesquisa podem ter sido influenciados por alguns fatores limitantes, tais como a forma de avaliação do desempenho anaeróbio, por uma série de fatores não se pôde obter os dados através de variáveis mais precisas como a potência média ou o índice de fadiga.

Desta forma os valores de desempenho anaeróbio utilizados foram somente de trabalho total. No entanto, para esta pesquisa a variável mostrou-se um índice aceitável, pois fatores como a velocidade (V_{50}) e a distância (DT), que poderiam alterar seus valores não apresentaram correlação entre si.

Assim sendo os valores finais da análise de correlação entre CTA e desempenho anaeróbio (Tempo no 50m, Tempo Total (TT) e Velocidade Total (VT), encontrados no T50, apresentam resultados transparentes.

5. CONCLUSÕES

Como foram demonstrados, apesar dos fatores limitantes, os resultados do presente estudo não evidenciaram uma possível correlação entre os valores de CTA e os valores de desempenho anaeróbio encontrado pelo teste T50, além disso, a ausência de correlação significativa entre ambos indica que os resultados encontrados neste estudo estão de acordo com autores como Papoti et al. (2005), Soares et al. (2003) apud Papoti (2005), Toussaint et al. (1998), Bullbulian et al. (1996) apud Papoti (2005) e Hill e Smith (1994) que não sugerem a CTA como um estimador de desempenho anaeróbio. Para estes autores a determinação do desempenho anaeróbio por meio da CTA (Intercepto-y) utilizado neste estudo se caracteriza por ser um método muito suscetível a erros, por fim, os resultados expostos neste estudo contribuem como uma evidência adicional apresentando a CTA como não sendo um bom parâmetro para estimar o desempenho anaeróbio na natação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. G. Força Crítica em Nado Atado: Relações Com o Lactato Sangüíneo e Consumo de Oxigênio. **Revista Brasileira da Ciência do Movimento**. V.24, n.1, p.47-59. 2002.

CAPUTO, F. et al. Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performance. **Revista Brasileira da Ciência do Movimento**. V.8, n.3, p.7-13. 2000.

COLWIN, C. M. **Nadando para o século XXI**. São Paulo. Manole. 2000.

DENADAI, B. S; GRECO, C. C; DONEGA, M. R. Comparação Entre a Velocidade de Limiar Anaeróbio e a Velocidade Crítica em Nadadores com Idade de 10 a 15 Anos. **Revista Paulista de Educação Física**. V.11, n.2, p. 128-33. 1997.

FOX, E. D. Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos. Rio de Janeiro. Guanabara-koogan. 1991.

GULIELMO, L. G. A; DENADAI, S. B. Avaliação da capacidade aeróbia e anaeróbia de nadadores: correlação dos testes de laboratório por meio do ergômetro de braço com os testes de campo realizados na piscina. **Mestrado em Ciências da Motricidade Humana**. UNESP. 1998.

HILL, D. W. The Critical Power Concept. **Sport Medicine**. V.16, n.4, p237-54, 1993.

HILL. D. W; SMITH, J.C. A Comparison Of Methods Of Estimating Anaerobic Work Capacity. **Ergonomics**. V.36, n12, p.1495-1500, 1994.

JENKINS, D.G.; QUIGLEY, B.M. The y-intercept Of The Criticai Power Function As A Measure Of Work Capacity. **Ergonomics**, v.34, n.1, p.13-22. 1991.

KOKUBUN, E. Velocidade Crítica Como Estimador do Limiar Anaeróbico na Natação. **Revista Paulista de Educação Física**. São Paulo. Ano I. v10. p,5-20. 1996.

MAGLISCHO, E. W. **Nadando Ainda Mais Rápido**. São Paulo. Manole. 1999.

MATSUSHIGUE, K.A. LIMA, J. R. P. KISS, M. A. P. D. M. Bases Biológicas de Testes Funcionais. **Esporte e Exercício: Avaliação e Prescrição**. São Paulo. Roca, 2003.

McARDLE, W. D. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. São Paulo. Manole. 1992.

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

NAKAMURA, F.Y. Estimativa do Custo Energético e Contribuição das Diferentes Vias Metabólicas na Canoagem de Velocidade. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. V.10, n.2, p1-8, 2004.

NEBELSICK-GULLET, L.J. et al. A Comparison Between Methods Of Measuring Anaerobic Work Capacity. **Ergonomics**. v31, n10, p.1413-19. 1988.

PAPOTI, M. et al. Utilização do Intercepto-y na Avaliação da Aptidão Anaeróbica e Predição da Performance de Nadadores Treinados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.11. n.2. 2005.

RIBEIRO, F. L. P. et al. Limiar anaeróbico em natação: Comparação entre diferentes protocolos. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. V.18, n.2, p.201-12. 2004.

THOMAS, J. R; NELSON, J. K. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. São Paulo. Artmed, 2002

TOUSSAINT, H.M.et al. Simulated Front Crawl Swimming Performance Related To Critical Speed And Critical. **Medicine And Science In Sports And Exercise**. v30, p.144-51. 1998.

VANDEWALLE, H. et al. Comparison Between a 30-s All-Out Test And a Time-Work Tes On a Cycle Ergometer. **European Journal Of Applied Physiology**. v58, p.375-81. 1989.

ANEXOS

ANEXO A

CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, _____ portador do RG _____, concordo em ser voluntário no Projeto "Relação do intercepto-y da função da potencia crítica com o desempenho na natação".

Este projeto tem por objetivo avaliar a resposta da capacidade de trabalho anaeróbico como um determinante de desempenho de nadadores.

Estou ciente que:**1. Participarei das seguintes situações:**

- a) Teste de intensidade máxima onde nadarei as seguintes distâncias: 100, 200 e 400 metros.
- b) Teste de intensidade máxima onde nadarei no mínimo 50 metros e executarei a virada olímpica e continuarei nadando na mesma intensidade até que me ocorra fadiga.
- c) Os testes terão um intervalo de no mínimo três horas entre cada um.
- d) Para o teste de "50 metros" serei filmado apenas para fins científicos.

2. Serão obtidos nos testes:

- a) Valores de desempenho anaeróbico em nado de curta duração.
- b) Valores de CTA, capacidade de trabalho anaeróbica.
- c) Valores de Potência Crítica (similar ao Limiar Anaeróbico).

3. São meus direitos:

- a) Que todas as sessões de testes sejam realizadas por acadêmicos supervisionados por profissionais qualificados e experientes.
- b) Que se a qualquer momento, eu experimentar desconforto não usual, será permitida a descontinuidade da atividade durante a avaliação, como também, poderei desistir dos demais processos de avaliação a qualquer momento, sem obrigação de explicação à equipe de avaliadores.
- c) A não divulgação de informações pessoais, assim como de imagens que apresentem identificação pessoal, em qualquer veículo de divulgação;
- d) Obter os resultados pessoais e utiliza-los para proveito próprio.

4. Os riscos são:

- a) Sensação de fadiga pela exigência física das atividades;
- b) Dor tardia pelo esforço;
- c) Desconforto ao pedalar;

5. Os dados obtidos, bem como imagens, serão utilizados para publicação e apresentação em congressos científicos e/ou artigos científicos, sem a identificação pessoal.

Avaliado (para maiores de 18 anos): _____

Avaliador Responsável: _____

Data: _____

Telefone para contato: 3271-1561 (Secretaria do Curso de Educação Física - profa. Karin).

ANEXO B

TABELA 3 – Valores de desempenho anaeróbio, de todos os sujeitos, obtidos no teste T50.

<i>Sujeitos</i>	<i>Tempo</i> <i>50m (s)</i>	<i>Tempo</i> <i>Total (s)</i>	<i>Velocidade</i> <i>50m (m/s)</i>	<i>Velocidade</i> <i>Total (m/s)</i>	<i>Distancia</i> <i>Total (m)</i>	<i>Distância a</i> <i>mais (m)</i>
1	29,92	38,76	1,67	1,67	65	5
2	30,20	35,89	1,65	1,67	60	10
3	29,68	35,00	1,68	1,71	60	10
4	28,91	37,44	1,72	1,65	62	12
5	32,39	42,28	1,54	1,41	60	10
6	30,64	41,47	1,63	1,56	65	15
7	32,05	35,15	1,56	1,56	55	5
8	27,56	33,35	1,81	1,79	60	10
9	33,20	47,32	1,50	1,47	70	20
10	29,74	33,45	1,68	1,73	58	8

ANEXO C

Valores de CTA e Potência Crítica representados pelas figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

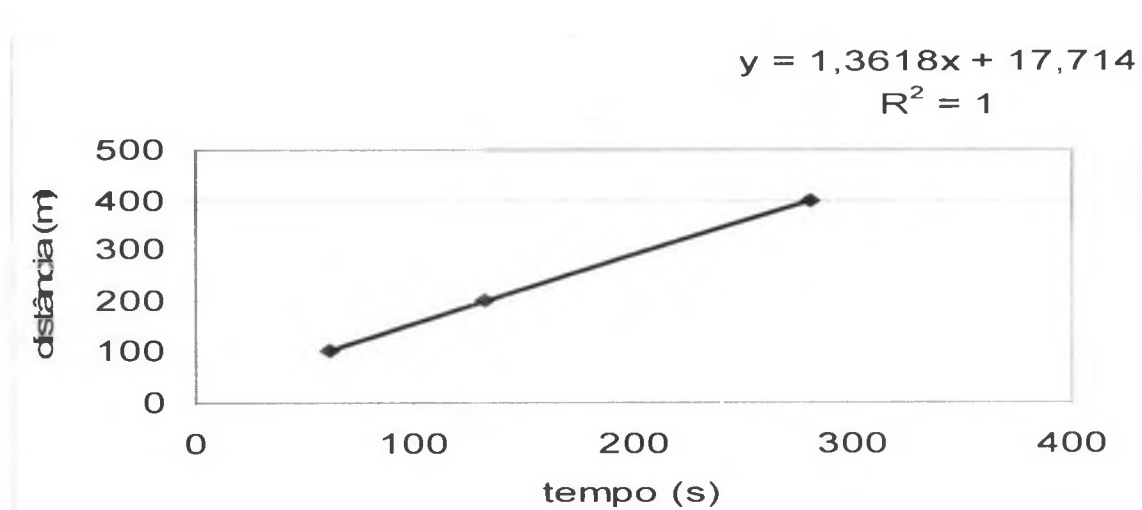


Figura 4 – Gráfico do sujeito 1.

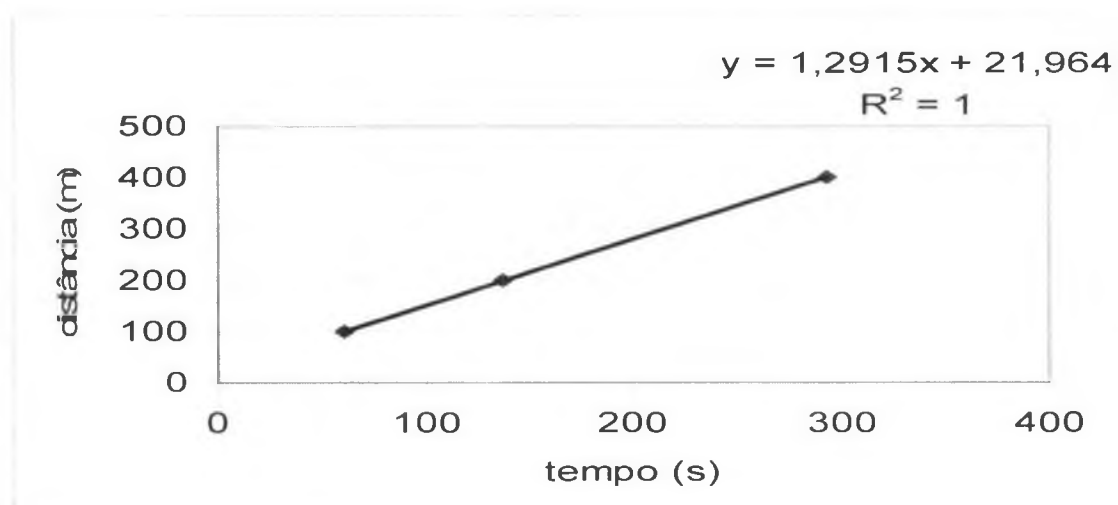


Figura 5 – Gráfico do sujeito 2.

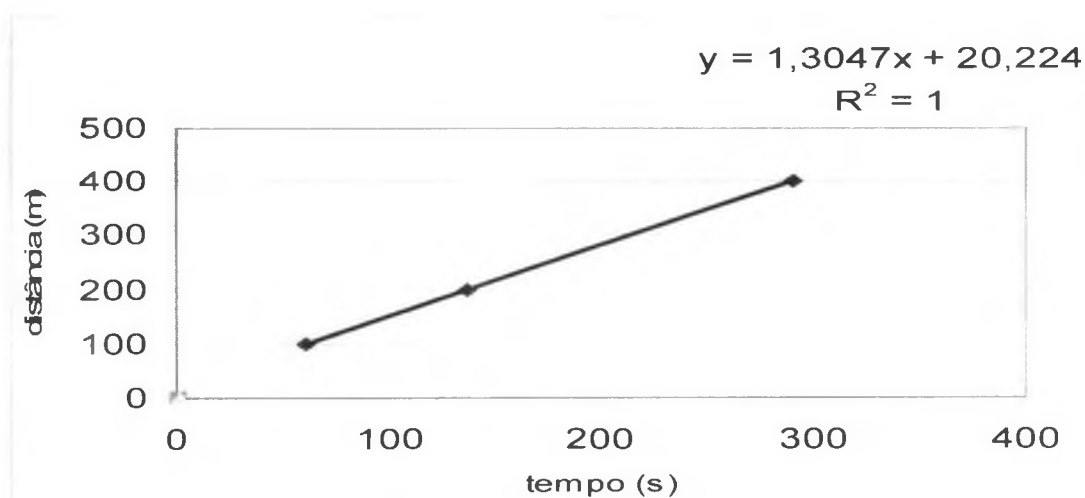


Figura 6 – Gráfico do sujeito 3.

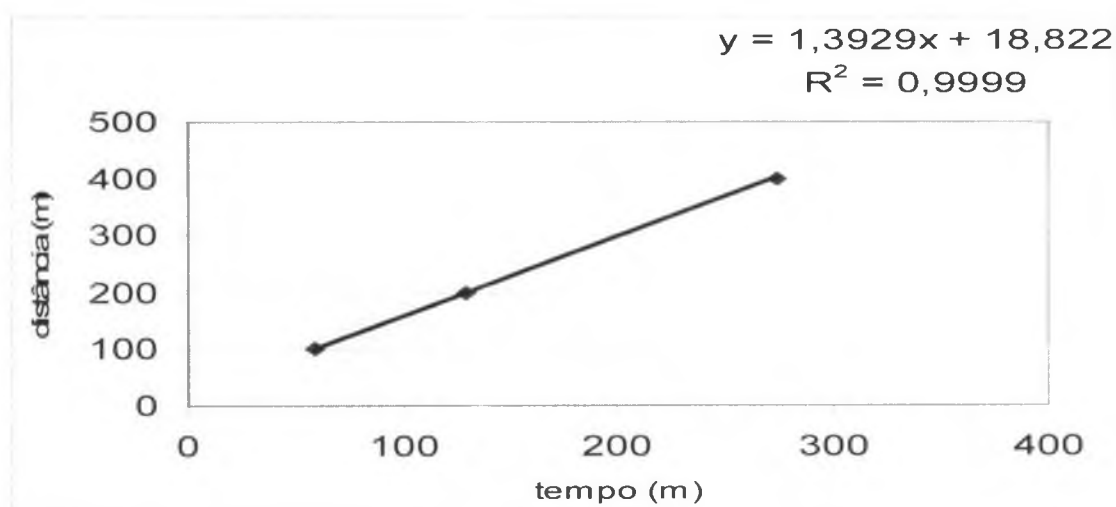


Figura 7 – Gráfico do sujeito 4.

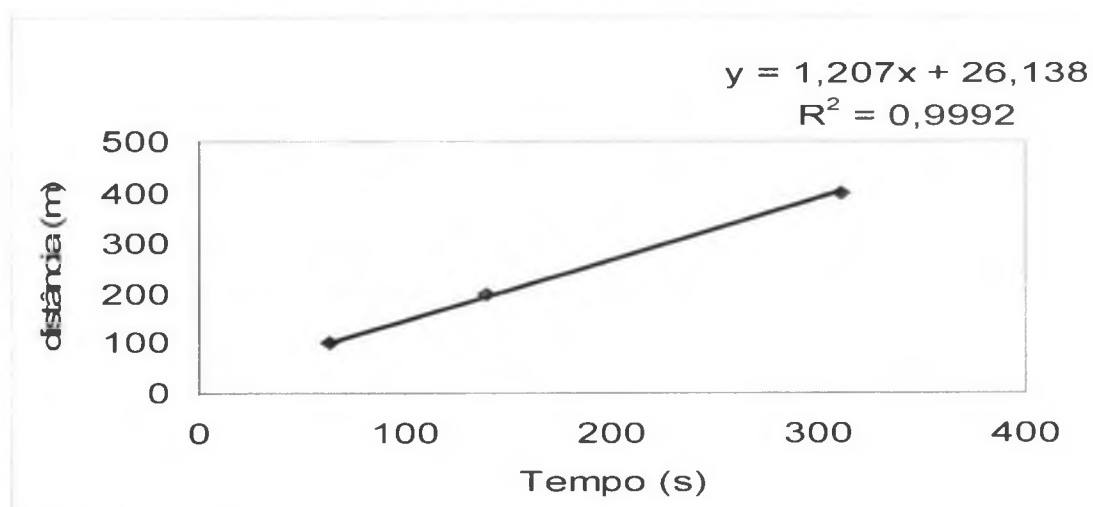


Figura 8 – Gráfico do sujeito 5.

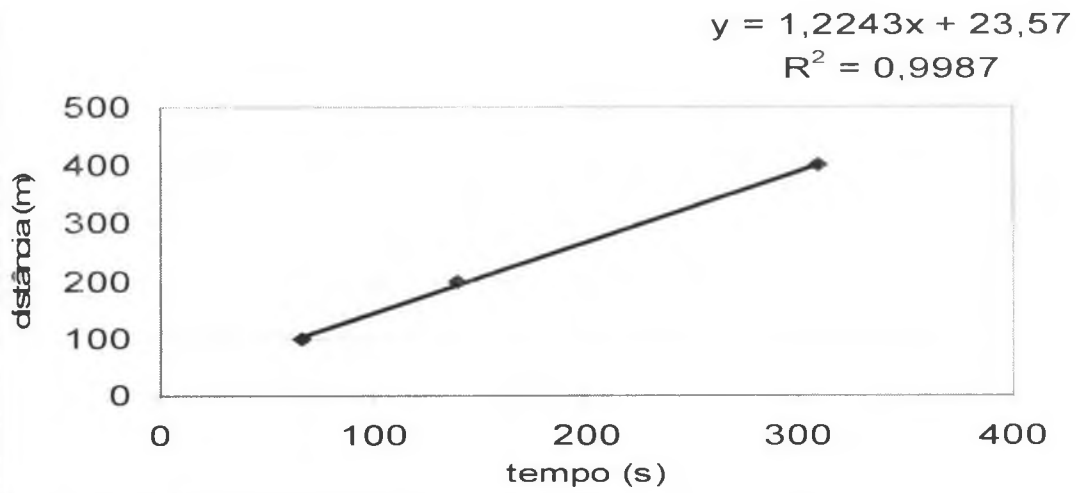


Figura 9 – Gráfico do sujeito 6.

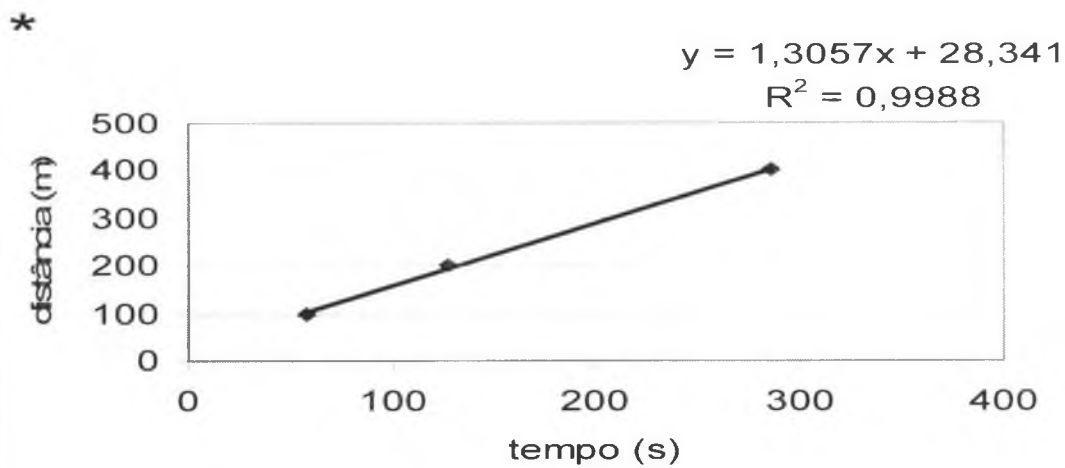


Figura 10 – Gráfico do sujeito 7.

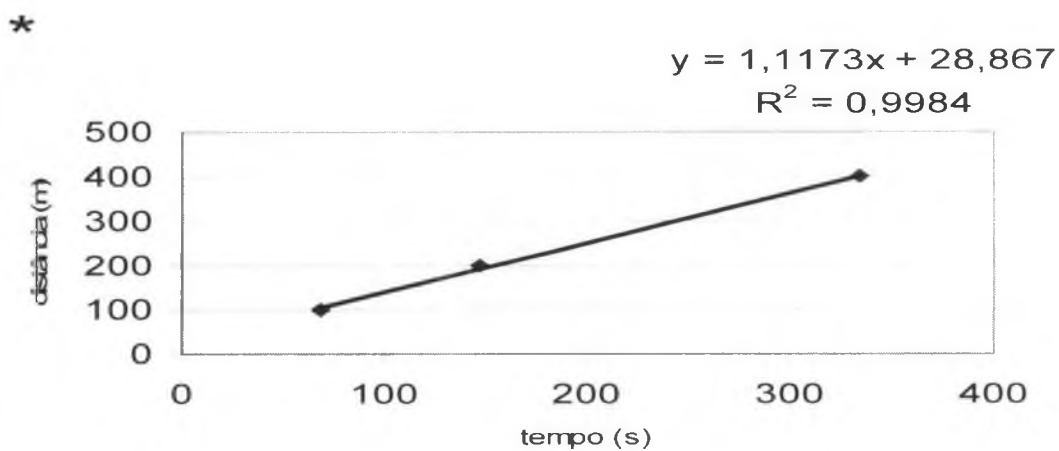


Figura 11– Gráfico do sujeito 8.

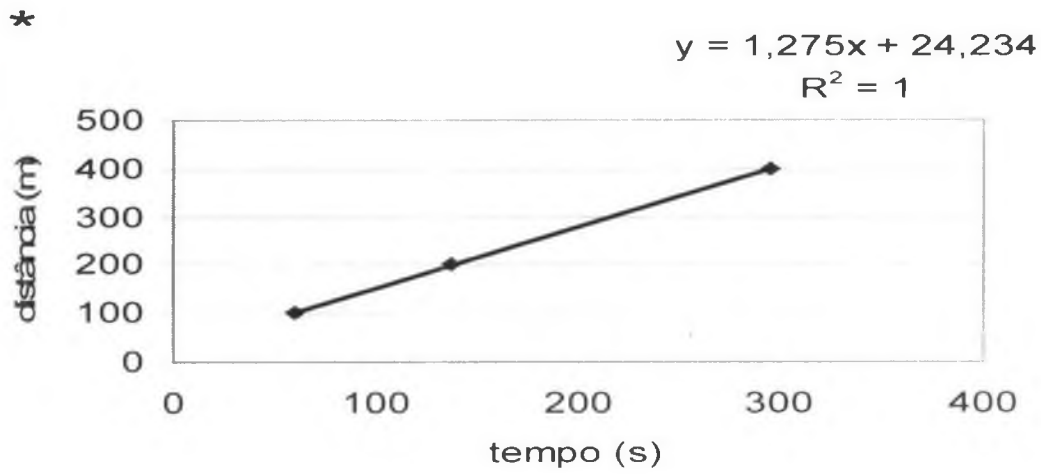


Figura 12– Gráfico do sujeito 9.

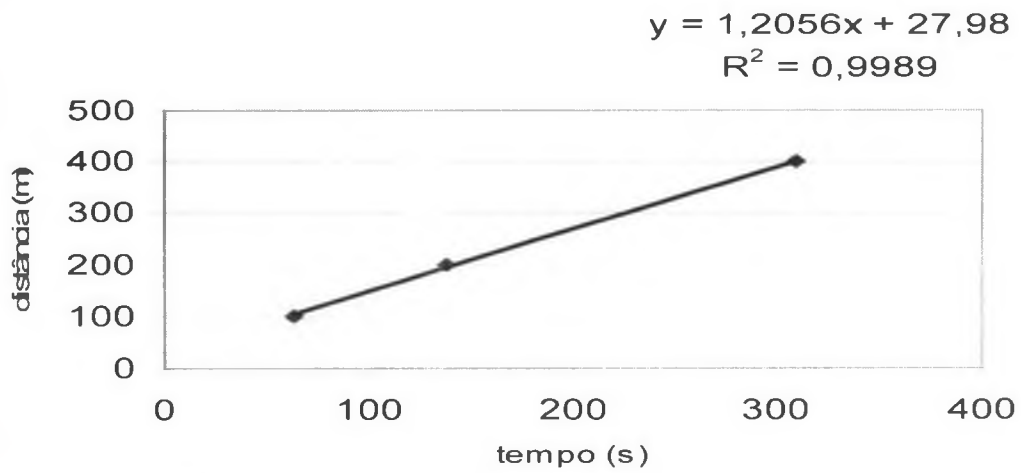


Figura 13– Gráfico do sujeito 10.