



**FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

**Análise da intensidade de treino em tarefas aeróbias de desenho misto em Natação
Pura Desportiva**

João Manuel Nogueira de Matos Rodrigues

Coimbra, 2013

**FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

**Análise da intensidade de treino em tarefas aeróbias de desenho misto em Natação
Pura Desportiva**

Dissertação de Mestrado com vista à obtenção do grau de Mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens, na especialidade de Ciências do Desporto.

Orientador: Professor Doutor Luís Manuel Pinto Lopes Rama

João Manuel Nogueira de Matos Rodrigues

Coimbra, 2013

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostava de agradecer à minha família pelo apoio incansável durante todo o meu percurso académico até aqui efetuado: À minha mãe e à minha avó que sempre fizeram os possíveis e os impossíveis para que nada me faltasse. Ao meu pai e ao meu tio por todo o apoio, ajudando a perceber o rumo a tomar e facilitando o caminho a percorrer.

Quero agradecer ao meu orientador da tese, Prof. Doutor Luís Rama, pelo tempo dispendido em explicações, ajuda e correções. Por me aturar nas minhas questões redundantes, por me ajudar a encontrar as soluções. Obrigado pela paciência e por tornar esta ideia possível.

Finalmente agradeço à Secção de Natação da Associação Académica de Coimbra por me ter acolhido no estágio curricular, por disponibilizar-se para a realização da recolha de dados e pelo suporte e ensino que prestou enquanto estive em estágio. Gostava de agradecer particularmente ao presidente Miguel Abrantes por me proporcionar esta experiência, ao Miguel Antunes que, tanto como elemento diretivo como treinador, sempre esteve disponível para as minhas dúvidas e questões, ao professor Fausto Pinto Ângelo, orientador no núcleo de estágio, por toda a informação partilhada, pela total disponibilidade de ajuda, pelo exemplo que é enquanto treinador e, como não podia deixar de ser, por todas as boleias também! Por fim queria agradecer a toda a equipa de nadadores com que trabalhei, por demonstrarem um espírito de equipa como há muito já não via, por estarem lá sempre nos bons momentos e saberem dar a volta como equipa nos maus momentos, por serem uma verdadeira família. Como amigo tenho orgulho de fazer parte desta família e como treinador-adjunto ter o privilégio de poder ajudar-vos a atingir os vossos objetivos. Um bem-haja a todos!

Resumo

Introdução: No treino de natação pura desportiva é indispensável a monitorização da intensidade de treino com vista à melhoria do desempenho (Maglischo, 2003). O primeiro objetivo deste estudo é o de analisar as percentagens de velocidade máxima obtida na distância de 15m propostas por Rama (2009) em tarefas que se identificam com as características de treino das zonas aeróbias. As tarefas de treino que englobam intensidades diferentes são chamadas de tarefas mistas e estas são utilizadas frequentemente por treinadores no planeamento do treino. No entanto, o estudo científico deste tipo de tarefas é escasso. O segundo objetivo deste estudo é obter informação sobre tarefas mistas através do comportamento das variáveis velocidade, frequência cardíaca e Índice de Nado.

Metodologia: A amostra utilizada para este estudo foi composta por 20 nadadores juniores e seniores com idades compreendidas entre os 15 e os 20 anos ($17,75 \pm 1,16$ anos) com uma média de 7,5 sessões de treino por semana ($7,5 \pm 1,05$ sessões/semana) e uma média de 10,65 anos de experiência na modalidade de natação ($10,65 \pm 3,33$ anos). A recolha de dados foi efetuada em piscina de 50 metros. O período de recolha de dados correspondeu a um período de preparação direta para uma competição de importância elevada e teve a duração de uma semana. Foi realizado um teste de velocidade máxima de nado na distância de 15m e executadas tarefas mistas em 3 intensidades aeróbias em 3 dias intercalados. Foram registadas tempo, frequência gestual e frequência cardíaca de cada nadador.

Resultados e Discussão: Os resultados relativos às percentagens da velocidade máxima em 15 metros revelaram uma diferença de menos de 2% nas tarefas de A2 e A3 e uma diferença de cerca de 8% nas tarefas de A1 para os valores percentuais propostos por Rama (2009). Os resultados relativos às tarefas mistas revelaram que quando realizadas em 2º lugar na sequência, as tarefas de intensidade de A1 e A2 obtinham velocidades mais elevadas do quando realizadas em 1º e 3º lugar, já na intensidade de A3 as velocidades diminuíam à medida que eram realizadas mais tarde. Relativamente à ordenação nas tarefas, os resultados obtidos na frequência cardíaca e Índice de Nado não apresentaram resultados conclusivos. Foi possível verificar, no entanto, que em

todas as variáveis houve diferenças entre as tarefas de 50 e 100 metros, sendo a velocidade mais alta, a frequência cardíaca mais baixa e o Índice de Nado mais alto nas tarefas de 50 metros relativamente às tarefas de 100 metros.

Conclusão: As percentagens da velocidade máxima relativas a tarefas aeróbias encontradas neste estudo e as propostas na literatura foram bastante similares nas intensidades de A2 e A3 revelando que este método se adequa a uma amostra específica sendo, no entanto, necessários mais estudos para obter informação sobre uma amostra mais alargada. Relativamente à informação recolhida da tarefa mista, foram encontradas diferenças entre as tarefas de 50 e 100 metros em todas as variáveis analisadas, o que era um resultado expectável. Isto indica que estas tarefas têm impactos diferentes a nível fisiológico e cinemático. Ao contrário do que era esperado, quando realizadas numa tarefa mista, as tarefas de A1 e A2 apresentam uma maior velocidade quando realizadas em 2º lugar. Também divergindo das expectativas iniciais, os valores de Índice de Nado foram mais baixos na tarefa de intensidade mais baixa. Não havendo uma resposta clara para estes acontecimentos, é necessária mais investigação nestas duas situações.

Palavras-chave: Natação, intensidade de treino, tarefa aeróbia, tarefa mista, velocidade, frequência cardíaca, Índice de Nado

Abstract

Introduction: In swimming training, training intensity monitoring is indispensable to performance improvement (Maglischo, 2003). The first goal of this study is to analyze the speed percentages suggested by Rama (2009) in aerobic training tasks. The training tasks that have different intensities are called mixed training tasks and are frequently used by coaches in their planning. However, scientific research is scarce in this topic. The second goal of this study is obtain relevant information about mixed training tasks through the analysis of the variables speed, heart rate and stroke index.

Methods: The sample used in this study was composed by 20 swimmers with ages between 15 and 20 years old ($17,75 \pm 1,16$ years) with an average of 7,5 training sessions per week ($7,5 \pm 1,05$ sessions/week) and an average of 10,65 years of experience in swimming ($10,65 \pm 3,33$ years). The data collect happened during a week in the specific preparatory period leading to an important competition and it was done in an olympic size pool. During this week it was performed a 15 meters maximal swimming test and 3 mixed training tasks done in 3 different days. The variables registered were: time, stroke frequency and heart rate.

Results and Discussion: The speed percentages found in this study revealed a difference of less than 2% in the A2 and A3 training intensities and about 8% in the A1 intensity comparatively to the percentages suggested by Rama (2009). The results of the mixed training tasks revealed that when performed in second place, the A1 and A2 intensities had higher speed than when performed in first or third place. The speed in the A3 intensity decreases as that task is done later in the mixed task. The results of the heart rate and stroke index are inconclusive. It was verified that there were differences between 50 and 100 meters tasks in all the variables: speed and stroke index were significantly higher in the 50 meters tasks and heart rate was higher in the 100 meters tasks.

Conclusion: The speed percentages of the aerobic tasks found in this study were very close to the suggested values in the A2 and A3 intensities, suggesting that this intensity control method can be used in a specific sample, although more data needs to be collected to corroborate these findings. The differences found in the 50 and 100 meters tasks were expected and reveal that different distance tasks have different physiological and biomechanical impact. Contrary to the initial expectations, the tasks in A1 and A2 intensities revealed greater speed when realized in second place in the mixed tasks and the stroke index had lower values in the tasks of less intensity. Some of the results were unexpected and inconclusive so more research needs to be done about this subject.

Keywords: Swimming, training intensity, aerobic tasks, mixed tasks, speed, heart rate, stroke index

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract.....	v
Índice de Tabelas	viii
Abreviaturas.....	ix
1. Introdução	1
2. Revisão de Literatura.....	2
2.1. Metabolismo energético	2
2.2. Adaptações ao Treino	5
2.3. Classificação das zonas de intensidade de treino em NPD.....	7
2.4. Monitorização das zonas de intensidade de treino	9
2.5. Pertinência do estudo.....	11
3. Metodologia	12
3.1. Caracterização da amostra	12
3.2. Desenho experimental.....	13
3.3. Análise estatística	14
4. Resultados	15
4.1. Resultados da tarefa mista - Velocidade	15
4.2. Resultados da tarefa mista - Frequência Cardíaca.....	18
4.3. Resultados da tarefa mista - Índice de Nado	20
4.4. Resultados Globais - Velocidade	22
4.5. Resultados Globais – Frequência Cardíaca	23
4.6. Resultados Globais – Índice de Nado	24
4.7. Percentagem de velocidade máxima (15m) em função do parcial e da zona de intensidade.....	24
5. Discussão.....	25
5.1. Análise das percentagens das velocidades das tarefas aeróbias relativamente à velocidade máxima de nado em 15m	25
5.2. Análise da Velocidade	26
5.3. Análise da Frequência Cardíaca.....	27
5.4. Análise do Índice de Nado	27
6. Conclusão	28
7. Referências.....	30

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e intervalo de confiança de 95% das medidas antropométricas e valia de desempenho (Melhor pontuação FINA no ano 2013) da amostra.	12
Tabela 2 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos em velocidade (m/s) na zona de intensidade A1 quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.	16
Tabela 3 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos em velocidade (m/s) na zona de intensidade A2 quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.	17
Tabela 4 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos em velocidade (m/s) na zona de intensidade A3 quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.	17
Tabela 5 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos da frequência cardíaca (bpm) na zona de intensidade A1 quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.	18
Tabela 6 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos da frequência cardíaca (bpm) na zona de intensidade A2 quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.	19
Tabela 7 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos da frequência cardíaca (bpm) na zona de intensidade A3 quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.	19
Tabela 8 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos no Índice de Nado na zona de intensidade A1 quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.	20
Tabela 9 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos no Índice de Nado na zona de intensidade A2 quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.	21
Tabela 10 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos no Índice de Nado na zona de intensidade A3 quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.	22
Tabela 11 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos em velocidade (m/s) no teste de velocidade máxima em 15 metros e nas zonas de intensidade A1, A2 e A3 e nas distâncias de 50 e 100 metros.	23
Tabela 12 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos na frequência cardíaca (bpm) nas zonas de intensidade A1, A2 e A3 e nas distâncias de 50 e 100 metros.	23
Tabela 13 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos no Índice de Nado nas zonas de intensidade A1, A2 e A3 e nas distâncias de 50 e 100 metros.	24
Tabela 14 - Médias percentuais das tarefas aeróbias relativamente à velocidade máxima de nado em 15m tendo em conta a sua sequência de execução.	25
Tabela 15 - Médias percentuais das velocidades das tarefas aeróbias relativamente à velocidade máxima de nado em 15m obtidas no estudo e propostas por Rama (2009).	25

Abreviaturas

ADP – Adenosina Difosfato

ATP – Adenosina Trifosfato

ATPase – Adenosina Trifosfatase

FAD – Flavina adenina dinucleótido

FADH – Flavina adenina dinucleótido hidrogenada

Mmol/L – milimole por litro

NAD⁺ - Nicotinamida adenina dinucleótido

NADH - Nicotinamida adenina dinucleótido hidrogenada

NPD – Natação Pura Desportiva

PCr – Creatina Fosfato

Pi – Fosfato inorgânico

V15 – Teste de velocidade máxima de nado em 15m

VO₂ – consumo de oxigénio

VO₂max – máximo consumo de oxigénio

1. Introdução

No treino de natação pura desportiva é indispensável a monitorização da intensidade de treino para garantir que o estímulo previsto, corresponde na realidade ao objectivado no planeamento do treino tendo como finalidade as adaptações previstas com vista à melhoria do desempenho (Maglischo, 2003).

A monitorização do treino na natação pode ser realizada através de estratégias variadas entre as quais podemos considerar a frequência cardíaca, a lactatemia, a intensidade equivalente a dada percentagem do VO_2 max ou através da percentagem da velocidade máxima numa dada distância. Estes indicadores da intensidade das tarefas de treino podem ser combinadas para calcular o nível de stress (Mujika et al, 1995; Rama, 2009). As variáveis que expressam o impacto interno do estímulo/tarefa no organismo têm sido as mais extensivamente estudadas pois permitem associação entre a resposta fisiológica do organismo e o estímulo que a promove. Os indicadores que expressam as características das tarefas – percentagem da velocidade máxima numa dada distância e índice de stress – não têm sido tão exploradas por não revelarem diretamente o impacto provocado pelo estímulo no organismo, apresentando maior variabilidade pois dependem da capacidade de desempenho em cada momento o que está relacionada com o nível de recuperação relativa dos indivíduos.

No entanto, nem sempre a equipa de treinadores tem acesso a um laboratório ou equipamento para medir rigorosamente marcadores biológicos associados ao desempenho como a concentração de lactato ou o consumo de oxigénio ou, se isso acontecer, não existem condições para estender esta avaliação a um número elevado de atletas por limitações logísticas ou financeiras. Assim, torna-se necessário recorrer a técnicas de controlo de treino acessíveis mas suficientemente rigorosas, que permitam que todos os nadadores possam treinar na intensidade adequada para a melhoria do desempenho. Neste sentido o controlo da carga externa assume particular relevância.

Mujika (1995) propôs a quantificação do índice de stress das tarefas de treino através do volume realizado em zonas de intensidade pré estabelecidas e determinadas

pelo comportamento da curva de acumulação de lactato. Rama (2009) propôs uma estimativa de percentagem de velocidade máxima em 15m em nado contínuo para cada zona de intensidade de treino. No entanto, estas estimativas carecem de testagem extensiva em ambiente de treino para garantir suporte científico.

O primeiro objetivo deste estudo é o de analisar as percentagens de velocidade máxima obtida na distância de 15m propostas por Rama (2009) em tarefas que se identificam com as características de treino das zonas aeróbias: A1, A2 e A3 (Intensidades I, II e III de acordo com as zonas de intensidade propostas neste estudo).

As tarefas de treino que englobam intensidades diferentes são chamadas de tarefas mistas e estas são utilizadas frequentemente por treinadores no planeamento do treino. No entanto, o estudo científico deste tipo de tarefas é escasso. O segundo objetivo deste estudo é obter informação sobre tarefas mistas através do comportamento das variáveis velocidade, frequência cardíaca e Índice de Nado.

2. Revisão de Literatura

2.1. Metabolismo energético

Energia é definida como a capacidade para gerar trabalho. A única fonte de energia do corpo humano para produzir contração muscular é ATP. A energia é armazenada no corpo humano na forma de ATP, PCr, reservas proteicas, hidratos de carbono e lípidos, os quais são usados para reciclar o ATP depois de a sua energia ter sido utilizada para trabalho muscular. Esta reciclagem ocorre através de três sistemas bioquímicos diferentes: metabolismo anaeróbio alático, metabolismo anaeróbio láctico e metabolismo aeróbio (Maglischo, 2003).

O metabolismo anaeróbio alático ou Sistema ATP-PCr é o metabolismo mais simples de produção de energia. Além de armazenar uma pequena quantidade de ATP

diretamente, as células musculares armazenam PCr mas, ao contrário do ATP disponível, a quebra de energia da PCr não é usada diretamente para o trabalho muscular. Em vez disso, recicla rapidamente o ATP fornecendo um Pi ao ADP. A liberação de energia do ATP é catalizada por uma enzima chamada de adenosina trifosfatase (ATPase) que quebra o ATP em ADP e Pi, libertando energia e a quebra do PCr é catalizada pela enzima creatina cinase para o qual é requerida energia. Visto constituir um processo rápido e simples que não precisa de estruturas especiais dentro da célula, não limita a quantidade total de força produzida pelo músculo mas, as fibras musculares humanas contêm apenas PCr suficiente para reciclar ATP durante 10 a 15 segundos pelo que em esforços de maior duração, os músculos têm de depender de outros processos para a formação de ATP (Maglischo, 2003 ; , Wilmore, J., Costill, D. and Kenney, W., 2008).

O metabolismo anaeróbio láctico ou sistema glicolítico é um metabolismo mais complexo mais lento que o anterior na disponibilização de energia para a síntese do ATP. Este é o sistema predominante nos processos energéticos entre os 5 segundos e aproximadamente 2 minutos de um exercício de esforço máximo. Este sistema depende do processo da glicólise que usa como substrato a glicose e o glicogénio que são catalizados por diversas enzimas glicolíticas. Este processo pode ocorrer ou não na presença de oxigénio. O glicogénio é armazenado nos músculos e no fígado e a glicose no sangue circulante. A taxa de produção de ATP através deste processo constitui cerca de metade do sistema ATP-PCr por isso, a força e velocidade produzidos pelos músculos serão também menores. Antes de o glicogénio e a glicose serem usados para produzir energia, estes substratos têm de ser convertidos em compostos mais simples. O glicogénio é convertido por um processo chamado glicogenólise e, ainda que o objetivo da glicólise seja a liberação de ATP, a conversão de uma molécula de glicose requer uma molécula de ATP. A glicólise requer 10 a 12 reações enzimáticas para converter o substrato e produzir toda a energia que se consegue através deste processo. Este sistema energético não produz grandes quantidades de ATP – 3 mol de ATP por cada mol de glicogénio ou 2 mol de ATP por cada mol de glicose – mas as ações combinadas do sistema ATP-PCr e do sistema glicolítico permitem aos músculos produzir força mesmo quando as quantidades de oxigénio são limitadas. Outra limitação deste processo é a

produção de ácido láctico. O produto final da glicólise é o ácido pirúvico e, dependendo da quantidade de oxigénio no músculo, pode ser usado pelo metabolismo aeróbio no caso de haver quantidade suficiente de oxigénio ou, é convertido em ácido láctico caso não haja oxigénio suficiente. O ácido láctico é, portanto, o produto da glicólise anaeróbia mas este ácido é rapidamente dissociado libertando iões de hidrogénio, formando lactato. Num exercício de intensidade máxima que dure entre 1 a 2 minutos, o sistema glicolítico é o sistema de produção de energia predominante e, a acidificação dos músculos provocada pelos processos anaeróbios inibe a conversão de mais glicogénio porque esta acidez dificulta a atividade das enzimas glicolíticas, reduzindo a capacidade das fibras de fixarem o cálcio e impedindo a contração muscular (Maglischo, 2003; Willmore et al, 2008).

Os metabolismos anaeróbios são capazes de regenerar ATP a taxas de produção elevadas mas estão limitados à quantidade de energia que pode ser libertada num determinado espaço de tempo de um exercício intenso, possuindo uma capacidade de produção baixa. Ao invés do metabolismo aeróbio, que possui uma elevada capacidade de produção mas a taxa de produção dessa energia é significativamente mais baixa (Gastin, 2001).

O metabolismo aeróbio ou sistema oxidativo consegue produzir energia quando existe oxigénio suficiente nas mitocôndrias das células musculares. Comparado com os processos anaeróbios, o metabolismo aeróbio é mais complexo, mais lento a produzir energia mas é capaz de produção muito mais energia. O metabolismo aeróbio é o único que consegue utilizar tanto hidratos de carbono, lípidos como proteínas para produzir energia. A produção de ATP através da oxidação envolve os processos da glicólise aeróbia, ciclo de Krebs (ou ciclo do ácido cítrico) e cadeia de transporte de eletrões. A glicólise aeróbia segue o mesmo processo da glicólise anaeróbia até à produção do ácido pirúvico, depois, na presença de quantidade suficiente de oxigénio, o ácido pirúvico em vez de se ligar aos iões de hidrogénio para formar ácido láctico, liga-se a coenzima A para produzir acetil-coenzima A que posteriormente vai entrar no ciclo de Krebs e os iões de hidrogénio serão utilizados na cadeia de transporte de eletrões. Assim que é formada acetil-coenzima A, esta entra no ciclo de Krebs que é regulado por um

elevado número de enzimas e por cada vez que o ciclo é completado – quebra completa da acetil-coenzima A – produz 2 mol de ATP. No final do processo, a acetil co-enzima A produz dióxido de carbono e iões de hidrogénio, estes últimos são utilizados na cadeia de transporte de eletrões. Os iões de hidrogénio produzidos exclusivamente na glicólise ligam-se a NAD^+ e os iões produzidos no ciclo de Krebs ligam-se tanto a NAD^+ como FAD para entrarem no processo da cadeia de transporte de eletrões como NADH e FADH_2 . Na cadeia de transporte de eletrões os átomos de hidrogénio trazidos pelo NADH e pelo FADH_2 são partidos em eletrões e protões por enzimas chamadas citocinas. Os eletrões passam por uma cadeia de reações e a energia libertada por essas reações, liga ADP com Pi para reciclar ATP. No final de cada processo da cadeia sobra apenas um ião hidrogénio, que na presença de mais iões, vai-se ligar a oxigénio para formar água, libertando o NAD^+ e o FAD para se ligarem a mais iões de hidrogénio e continuar o processo de reciclagem do ATP. Este processo é importante porque é o processo primário que atrasa a acidose porque os iões de hidrogénios são os causadores da redução de pH dos músculos (e não o ácido láctico) e, depois de se ligarem ao ácido pirúvico, tornam-se muito mais difíceis de serem metabolizados pelo organismo. Os lípidos são a maior fonte de energia do corpo humano e são usados nos mesmos processos dos hidratos de carbono mas como os lípidos são moléculas de grandes dimensões, passam por um processo chamado de lipólise ou β -oxidação para se partirem em ácidos gordos livres e assim poderem ser transformados em acetil-coenzima A e entrar no ciclo de Krebs (Maglischo, 2003; Willmore et al, 2008).

2.2. Adaptações ao Treino

O desempenho em competição depende de diversos fatores que se agrupam em três grandes classes: técnica, aptidão física e aptidão psicológica (Olbrecht, 2000).

No domínio da aptidão física, o treino tem como objetivo criar adaptações com impacto favorável na disponibilidade e aproveitamento energético potenciando as vias de produção de energia para que estas permitam um melhor desempenho. As adaptações ocorrem de acordo com um dos princípios do treino desportivo, o Princípio da Supercompensação.

Este mecanismo de adaptação do organismo é importante para o desenvolvimento contínuo do processo de treino (Valdivieso & Feal, 2001). Segundo Olbrecht (2000), existem 4 fases que regulam o fenómeno de adaptação do organismo a um estímulo.

A primeira fase processa-se aquando da aplicação da carga de treino e é caracterizada pela diminuição do nível inicial de desempenho de acordo com o volume e intensidade da carga. A segunda fase é a fase pós-carga em que se dá a recuperação do nível de desempenho até ao nível inicial; nesta fase existe a necessidade de treinos de regeneração (baixa intensidade) e é nesta fase que ocorrem as adaptações biológicas que permitem atingir melhorias no desempenho. A terceira fase é também chamada de fase de supercompensação devido ao nível de desempenho se elevar acima do nível inicial decorrente das adaptações que se desencadearam na fase de recuperação. A quarta fase existe quando não é aplicada outra carga até ao final da fase de supercompensação e onde as adaptações são perdidas e o nível de desempenho volta ao nível inicial.

Para diferentes estímulos existirão diferentes adaptações biológicas. Corroborando esta afirmação, Valdivieso & Feal (2001) afirmam que, dependendo dos objetivos do treino (adaptações biológicas pretendidas), existem várias formas de manipular o estímulo de forma a que este permita atingir o objetivo do treino. Essas modificações são determinadas maioritariamente pelo volume e pela intensidade do treino.

2.3. Classificação das zonas de intensidade de treino em NPD

Existem várias formas de classificar zonas de intensidade de treino em natação, estabelecidas através da concentração de lactato no sangue e percentagem do $VO_2\text{max}$ (Neal, 2011). As zonas de intensidade de treino são utilizadas para monitorizar e rentabilizar o processo de treino e consequentemente melhorar o desempenho (Billat, 1996; Jorgić, B., Puletić, M., Okičić, T., & Meškowska, N., 2011; Seiler, S. and Tønnessen, E., 2009). As zonas de intensidade de treino mais usualmente utilizadas pelos treinadores de natação pura desportiva são as propostas por Maglischo (2003) e que serão apresentadas ainda com adaptação sugerida por Valdevieso & Feal (2001):

Intensidade I: Aquecimento e Recuperação;

Intensidade II: Capacidade Aeróbia (A1);

Intensidade III: Limiar Anaeróbio (A2);

Intensidade IV: Potência Aeróbia/Consumo Máximo de Oxigénio (A3);

Intensidade V: Tolerância Láctica (TL);

Intensidade VI: Potência Láctica (PL);

Intensidade VII: Velocidade (Sprint).

Cada uma das zonas de treino acima descritas corresponde a diferentes objectivos de treino. A intensidade I é caracterizada por um tipo de treino de baixa intensidade que envolve respostas fisiológicas: baixas frequência cardíaca, consumo de oxigénio e concentrações de lactato no sangue. Treinar a esta intensidade serve como complemento a outras tarefas numa sessão de treino como o aquecimento ou a recuperação de uma tarefa mais intensa pois, fisiologicamente esta intensidade não apresenta benefícios diretos no desempenho de atletas bem treinados.

A intensidade II é normalmente caracterizada pela concentração de lactato no sangue, quando os valores de lactato se elevam 1 a 1.5 mmol/L acima dos níveis de repouso (Kenney et al, 2011; Neal, 2011). Treinar a esta intensidade melhora o desempenho, estimulando o metabolismo aeróbio a ser mais eficiente (Maglischo, 2003) como, por exemplo, aumentando a rede capilar nos músculos de forma a que oxigénio e

nutrientes cheguem às células em maior quantidade e mais rapidamente, aumentando o número de mitocôndrias nas células para que estas consigam produzir mais energia através da via aeróbia e aumentando o número de enzimas envolvidas no processos aeróbios de modo a agilizar os mesmos. Segundo Wilmore (2008) esta é uma intensidade ideal para a utilização dos lípidos, sob a forma de ácidos gordos, como fonte energética principal do metabolismo, chegando a ser metabolizada três vezes mais quantidade de lípidos do que em repouso.

A intensidade III é também normalmente caracterizada pela concentração de lactato no sangue, no entanto, tem sido largamente discutido o termo utilizado como limiar anaeróbio e este tem mesmo caído em desuso desde já há alguns anos (Billat, 1996). Mas como esta denominação ainda é largamente utilizada na natação, é mantida neste estudo para tornar a esquematização das zonas de intensidade de treino mais simples. Esta intensidade é caracterizada pela taxa de produção de lactato ser igualada à taxa de remoção do lactato do músculo (Neal, 2011) sendo a concentração de lactato a que este limiar ocorre bastante diferente entre atletas dependendo das suas características genéticas, da experiência de treino e mesmo da especificidade da tarefa. Treinar a esta intensidade ajuda a melhorar o desempenho baixando a concentração de lactato no sangue a uma determinada velocidade de treino/competição resultante de uma redução da produção de lactato e/ou uma maior remoção do lactato (Seiler, 2009).

A intensidade IV é caracterizada por respostas fisiológicas máximas do ponto de vista aeróbio como frequência cardíaca máxima e consumo máximo de oxigénio pois representa a máxima produção de energia pelo metabolismo aeróbio (Jorgić et al, 2011). O consumo máximo de oxigénio é então definido como a taxa máxima de energia libertada pelos processos metabólicos celulares que dependem da disponibilidade e envolvimento de oxigénio e pode ser descrito segundo a equação de Fick como: débito cardíaco máximo x diferença máxima arterio-venosa de oxigénio . Assim, treinar a esta intensidade, é limitado primeiramente pelo sistema cardiovascular e, a um grau menor, pela respiração e metabolismo. Os benefícios de treinar a esta intensidade são o aumento do tamanho ventricular, volume sistólico, frequência cardíaca, débito cardíaco, fluxo sanguíneo, ventilação pulmonar e diferença arterio-venosa de oxigénio (Willmore

et al, 2008). Pode ser observado um aumento de 20% a 30% no $VO_2\text{max}$ em sujeitos previamente sedentários que completem um programa de treino de resistência de 8 a 10 semanas (Jorgić et al, 2011).

As intensidades V e VI são caracterizadas ambas por elevadas concentrações de lactato no sangue e nos músculos devido a nesta intensidade o sistema predominante de produção de energia ser o sistema anaeróbio láctico. A diferença entre estas duas intensidades reside no seu objetivo de treino: a intensidade V visa a manutenção do desempenho durante um determinado espaço de tempo mesmo com concentrações elevadas de lactato nos músculos e com pH baixo, ou seja, visa o prolongamento no tempo da utilização do sistema anaeróbio láctico. A intensidade VI tem como objetivo de treino a máxima produção de lactato, ou seja, a potencialização da glicólise anaeróbia e o rápido acesso às reservas de glicogénio.

A intensidade VII é caracterizada pela máxima ativação neuronal e muscular em períodos curtos de atividade de máxima intensidade. O objetivo de treinar a esta intensidade é aumentar a velocidade máxima produzida através da melhoria da coordenação (a nível neuronal) e o aumento das reservas de ATP e PCr nas células (a nível muscular).

2.4. Monitorização das zonas de intensidade de treino

A monitorização da frequência cardíaca, concentração de lactato no sangue, percentagem do $VO_2\text{max}$, percentagem da velocidade máxima numa determinada distância, percentagem de força máxima e índice de stress são métodos para prescrever e controlar a intensidade de exercício (Rama, 2009). Nenhum destes métodos é perfeito pois dependem de diversos fatores internos e externos mas existem claramente métodos mais precisos que outros. Os métodos que controlam a intensidade através da carga interna são mais precisos pois expressam diretamente o impacto do estímulo no organismo, no entanto não estão disponíveis a qualquer sujeito ou equipa pois são necessários recursos materiais e recursos humanos especializados e envolvem

deslocações e custos financeiros. Já os métodos que controlam a intensidade através da carga externa são menos precisos já que não é possível calcular concretamente o impacto de uma determinada tarefa sobre o organismo mas são menos invasivos, têm custos reduzidos e podem ser aplicados a qualquer sujeito.

O controlo da frequência cardíaca na monitorização da intensidade de treino é uma das estratégias mais utilizadas na no treino da NPD. Este controlo é na maioria das vezes realizado empiricamente, utilizando indicadores gerais, propostos para populações indiferenciadas e recorrendo na sua mensuração à palpação manual. No entanto, a resposta da frequência cardíaca à carga de treino é bastante individualizada (Rama, 2009) pelo que prescrever ou controlar toda uma equipa através da mesma zona de frequência cardíaca pode acarretar erros grosseiros.

A análise da concentração de lactato no sangue é um dos métodos mais precisos para definir zonas de treino já que constitui um indicador, embora indirecto, da impacto da carga real do exercício nos músculos. Apesar de ser importante e bastante preciso requer instrumentos específicos, investimento financeiro e tempo fora das sessões de treino para realizar testes rigorosos. Além de que as interpretações dos testes de lactato têm de ser realizadas cuidadosamente (Olbrecht, 2000).

O controlo da percentagem do $VO_2\text{max}$ é, como a análise da concentração de lactato no sangue, um método bastante preciso mas requer ainda mais equipamento e investimento financeiro. Requer muita disponibilidade de tempo na aplicação o que influencia o planeamento do treino, impossibilitando a sua utilização em condições de treino onde haja um grande número de nadadores (Jorgić et al, 2011).

O índice de stress e a percepção de esforço da tarefa são métodos úteis porque são mais fáceis de aplicar, não envolvem custos adicionais e podem ser aplicados a um grande número de sujeitos. No entanto são menos precisos pois dependem da motivação para o cumprimento da intensidade das tarefas e da percepção individual do esforço por parte dos sujeitos (Olbrecht, 2000).

A percentagem de velocidade máxima relativa a uma determinada distância é também usada largamente na natação pois é bastante simples e extremamente útil para os treinadores mas que, devido às diferentes capacidades dos sujeitos, as percentagens estimadas através de uma determinada amostra podem não corresponder às zonas de intensidade de treino previstas num determinado sujeito.

2.5. Pertinência do estudo

Este estudo pretende, numa primeira análise, avaliar numa determinada amostra se as percentagens de velocidade em intensidades aeróbias (A1, A2, A3) em tarefas que utilizam parciais na distância de 50m e 100m, relativas à velocidade de nado em esforço máximo em 15m, correspondem ao proposto por Rama (2009). Numa segunda análise, este estudo pretende avaliar uma tarefa de treino com objetivo de analisar as várias zonas de intensidade aeróbias previamente referidas (A1, A2, A3), numa mesma tarefa (tarefa mista) em função da ordem como são ordenadas na realização da tarefa (A1, A2, A3 ou A2, A3, A1 ou A3, A1, A2).

Esta informação pode revelar-se importante pois pode constituir uma ferramenta útil, simples e de rápida aplicação para treinadores de natação de forma a permitir o controlo da carga externa aplicada nos nadadores e avaliar a eficácia do modelo de organização da tarefa usado.

3. Metodologia

3.1. Caracterização da amostra

A amostra foi constituída por nadadores experientes com conhecimento sobre as exigências de cada zona de intensidade e que empiricamente conseguem avaliar, pela percepção de esforço, as intensidades das tarefas não lhes sendo fornecido qualquer feedback qualitativo sobre o seu desempenho para que a sua percepção relativamente à intensidade não sofresse contaminação.

A amostra utilizada para este estudo foi composta por 20 nadadores juniores e seniores – 8 nadadoras (3 juniores e 5 seniores) e 12 nadadores masculinos (6 juniores e 6 seniores) – com idades compreendidas entre os 15 e os 20 anos ($17,75 \pm 1,16$ anos) com uma média de 7,5 sessões de treino por semana ($7,5 \pm 1,05$ sessões/semana) e uma média de 10,65 anos de experiência na modalidade de natação ($10,65 \pm 3,33$ anos) com um mínimo de 6 anos e um máximo de 16 anos. Em termos de especialidade de distância de competição, 15 competiam em distâncias curtas (50m, 100m e 200m) e 5 competiam em distâncias longas (400m, 800m e 1500m). As características antropométricas e a valia técnica da amostra estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e intervalo de confiança de 95% das medidas antropométricas e valia de desempenho (Melhor pontuação FINA no ano 2013) da amostra.

	Nadadoras Femininas					Nadadores Masculinos				
	Média	DP	Mín	Máx	IC (95%)	Média	DP	Mín	Máx	IC (95%)
Estatura (cm)	164	2,74	161	167	160 - 168	179	5,78	172	189	175-182
Altura Sentado (cm)	85,1	1,93	83	87	82,1 -88,2	93	4,07	88	100	90,2-95,7
Comprimento M.I. (cm)	78,9	0,85	78	80	77,5-80,2	85,5	3,39	81	91,1	83,3-87,8
Envergadura (cm)	167	1,61	165	169	164-169	183	7,91	173	197	178-189
Massa Corporal (Kg)	59,8	6,68	50	66	49,1-70,4	71	6,38	63	85,2	66,7-75,3
Pontos FINA	554	82,7	432	613	423-686	615	63,2	538	719	573-658

3.2. Desenho experimental

A recolha de dados foi efetuada em piscina de 50 metros. O período de recolha de dados correspondeu a um período de preparação direta para uma competição de importância elevada. O período de recolha de dados correspondeu a uma semana de duração em 4 dias intercalados. O primeiro teste a ser realizado foi um teste de velocidade máxima de nado na distância de 15m sendo esta distância regularmente utilizada para a realização de tarefas que visam o desenvolvimento da capacidade de *sprint*. Este teste consiste em realizar uma repetição à intensidade máxima com os nadadores partindo após impulso na parede sem recurso a percurso subaquático. Foi registado o tempo de passagem da cabeça aos 5m e aos 20m. Os tempos foram registados por dois observadores experientes (o primeiro registou os tempos de passagem aos 5m de cada nadador e o segundo registou os tempos de passagem aos 20m de cada nadador). A cronometragem foi manual e o equipamento a utilizar foi constituído por cronómetros Golfinho®. O tempo final foi calculado pela subtração do tempo de passagem aos 20m pelo tempo de passagem aos 5m. O teste foi realizado em linha sendo registado o tempo de um nadador de cada vez. Cada nadador realizou duas tentativas sendo considerada para o estudo a melhor das duas tentativas. O aquecimento realizado para este teste foi idêntico ao realizado para a obtenção das velocidades das tarefas aeróbias. Antes da realização das sessões experimentais foi realizado um teste de variabilidade inter-observador para garantir a fiabilidade dos dados (ICC = 0.99 e erro típico = 0.013s). Os tempos obtidos na recolha foram utilizados para o cálculo da velocidade máxima de nado.

Para obter as velocidades das tarefas aeróbias, foram realizadas três sessões separadas com um dia de intervalo entre cada, em que cada sessão consistiu de um aquecimento pré-definido de 1200m seguido das tarefas de avaliação: 3x(10x50m+5x100m) em que cada tarefa de 10x50m+5x100m era realizada a uma intensidade diferente entre A1, A2 ou A3. Foram realizadas três sessões de forma a haver uma sequência aleatória na realização das tarefas (Primeira sessão: A1, A2, A3; Segunda sessão: A2, A3, A1; Terceira sessão: A3, A1, A2), permitindo assim que os dados, quando tratados para a análise da percentagem da V15 utilizada nos diferentes

momentos, não sejam contaminados pelo fator fadiga acumulada e, quando tratados para o cálculo da velocidade em relação à ordenação das tarefas nas sequências, tenha em consideração o ordenamento das diferentes zonas de intensidade utilizado.

A frequência gestual foi registada manualmente através de um cronómetro Golfinho® na quinta repetição de 50m e na terceira repetição de 100m em cada uma das séries. A frequência cardíaca foi registada através de cardiofrequencímetros Polar S-810, colocando a fita e realizando a medição assim que o nadador chega-se à parede. Nas repetições de 50m apenas foram medidas as repetições pares.

Foi igualmente calculado o valor do índice de nado (IN) tal como proposto por Costill e colaboradores (Costill, D. L., Kovaleski, D., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, J., & King, 1985), enquanto indicador de proficiência técnica. Este indicador é determinado pela equação:

a) $IN = \text{Distância de ciclo (Dc)} \times \text{Velocidade (vel)}$

ou

b) $IN = \left(\frac{Vel^2}{Fg} \right) \times 60$

3.3. Análise estatística

Os resultados obtidos são apresentados através de estatística descritiva, nomeadamente, através de parâmetros de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão, mínimo e máximo). Após a análise da normalidade da distribuição (Shapiro-Wilk test) a análise estatística inferencial dos resultados foi efetuada através do teste ANOVA de medidas repetidas. Sempre que justificável foi utilizado o teste Post-hoc de Tuckey na comparação entre medidas ajustando os graus de liberdade. O nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$. Os resultados foram analisados através da folha de cálculo Microsoft Excel 2010 do software o IBM SPSS Statistics 20.

4. Resultados

Todos os dados recolhidos relativamente ao tempo despendido na realização das tarefas foram convertidos em velocidade sendo calculado o valor percentual da velocidade utilizada na realização das tarefas em cada zona de intensidade relativamente à velocidade em 15 metros. Os dados da frequência cardíaca são apresentados em valor absoluto.

Iniciamos pela apresentação dos resultados relativos à ordenação das tarefas aeróbias na tarefa mista de acordo com a zona de intensidade e distância: Nas tabelas 2, 3 e 4 são apresentados os resultados relativos à velocidade, nas tabelas 5, 6 e 7 são apresentados os resultados relativos à frequência cardíaca e nas tabelas 8, 9 e 10 são apresentados os resultados relativos ao Índice de nado. Depois de apresentados os resultados da ordenação das tarefas, são apresentados os resultados globais de velocidade, frequência cardíaca e índice de nado relativos a cada zona de intensidade considerando o parcial de nado utilizado nas tabelas 11, 12 e 13 respetivamente. Por último são apresentadas as percentagens de velocidade de acordo com as zonas de intensidade e parcial de nado na tabela 14.

Na amostra final apenas foram considerados 15 nadadores (11 masculinos e 4 femininos). Isto deveu-se ao facto de quatro nadadores não terem efetuado o protocolo completo e uma das nadadoras apresentar resultados inconsistentes e não confiáveis.

4.1. Resultados da tarefa mista - Velocidade

Na tabela 2 verifica-se que os valores médios de velocidade para a intensidade de A1 nas distâncias de 50m e 100m são mais elevados quando realizados em 2º lugar na tarefa mista. Os valores da tarefa são mais baixos quando esta é realizada em 1º lugar relativamente a quando é realizada em 2º lugar ($p < 0.05$) na distância de 50m. Existem também diferenças na distância de 100m sendo que os valores de quando a tarefa é realizada em 1º lugar são mais baixos do que quando realizada em 2º lugar ($p < 0.01$) e

são mais altos quando é realizada em 2º lugar do que quando é realizada em 3º lugar ($p < 0.001$).

Tabela 2 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos em **velocidade** (m/s) na zona de intensidade **A1** quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.

Distância	Ordem de realização	Média ± DP	Mín	Máx	p
50m	1º	1,27±0,04	1,19	1,35	* Φ
	2º	1,31±0,08	1,17	1,41	-
	3º	1,28±0,09	1,15	1,39	ns
100m	1º	1,25±0,05	1,15	1,31	**Φ
	2º	1,28±0,07	1,15	1,36	***Ψ
	3º	1,25±0,08	1,14	1,34	-

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$: Φ 1º vs 2º; # 1º vs 3º; Ψ 2º vs 3º

Relativamente aos valores da tabela 2, os valores da tabela 3 apresentam-se mais homogêneos. No entanto, na distância de 50m, a realização da tarefa em 3º lugar apresenta valores superiores quando comparada com a conseguida quando é realizada em 1º e 2º lugar ($p < 0.05$ e $p < 0.01$). Na distância de 100m, verifica-se a velocidade mais elevada quando a tarefa foi realizada em 3º lugar, tal como sucede na distância de 50m, porém não revelou diferenças relativamente a quando foi realizada em 1º e 2º lugar.

Os valores da tabela 4 apresentam médias iguais dentro das respetivas distâncias não havendo diferenças relativamente à sua ordem de realização.

Tabela 3 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos em **velocidade** (m/s) na zona de intensidade **A2** quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.

Distância	Ordem de realização	Média ± DP	Mín	Máx	p
50m	1º	1,34±0,07	1,2	1,42	* #
	2º	1,33±0,05	1,22	1,38	**ψ
	3º	1,36±0,08	1,2	1,48	-
100m	1º	1,32±0,07	1,21	1,42	ns
	2º	1,32±0,06	1,22	1,41	ns
	3º	1,34±0,08	1,2	1,45	ns

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001 : Φ 1º vs 2º; # 1º vs 3º; Ψ 2º vs 3º

Tabela 4 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos em **velocidade** (m/s) na zona de intensidade **A3** quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.

Distância	Ordem de realização	Média ± DP	Mín	Máx	p
50m	1º	1,41±0,10	1,24	1,56	ns
	2º	1,41±0,09	1,26	1,52	ns
	3º	1,41±0,09	1,24	1,54	ns
100m	1º	1,38±0,10	1,21	1,49	ns
	2º	1,38±0,09	1,20	1,49	ns
	3º	1,38±0,09	1,22	1,48	ns

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001 : Φ 1º vs 2º; # 1º vs 3º; Ψ 2º vs 3º

4.2. Resultados da tarefa mista - Frequência Cardíaca

Tabela 5 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos da **frequência cardíaca** (bpm) na zona de intensidade **A1** quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.

Distância	Ordem de realização	Média ± DP	Mín	Máx	p
50m	1º	138±13	117	170	ns
	2º	144±8	133	157	ns
	3º	140±7	129	153	ns
100m	1º	143±9	128	158	ns
	2º	149±7	134	161	ns
	3º	145±6	132	158	ns

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001 : Φ 1º vs 2º; # 1º vs 3º; Ψ 2º vs 3º

Embora as diferenças encontradas não obtenham significado estatístico, os valores apresentados na tabela 5 revelam ser mais elevados quando a tarefa é realizada em 2º lugar na tarefa mista tanto na distância de 50m como 100m tal como os valores da velocidade na mesma zona de intensidade.

Na tabela 6 verifica-se que os valores da frequência cardíaca para a intensidade de A2, tanto na distância de 50m como 100m, são iguais quando a tarefa é realizada em 2º e 3º lugar na tarefa mista, apresentando valores mais baixos quando realizada em 1º lugar (p<0.01 e p<0.001).

Tabela 6 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos da **frequência cardíaca** (bpm) na zona de intensidade **A2** quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.

Distância	Ordem de realização	Média ± DP	Mín	Máx	p
50m	1º	142±7	130	154	**Φ
	2º	151±7	135	163	-
	3º	151±8	140	163	**#
100m	1º	151±9	136	167	***Φ
	2º	161±8	149	178	-
	3º	161±9	146	181	***#

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001 : Φ 1º vs 2º; # 1º vs 3º; Ψ 2º vs 3º

Tabela 7 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos da **frequência cardíaca** (bpm) na zona de intensidade **A3** quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.

Distância	Ordem de realização	Média ± DP	Mín	Máx	p
50m	1º	159±11	140	176	**#
	2º	160±10	142	176	*Ψ
	3º	167±8	154	179	-
100m	1º	168±9	153	180	*#
	2º	170±8	154	181	ns
	3º	174±5	165	187	-

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001 : Φ 1º vs 2º; # 1º vs 3º; Ψ 2º vs 3º

Na tabela 7 apresentam-se os resultados da frequência cardíaca relativamente à intensidade A3 onde os valores vão aumentando à medida que esta tarefa aeróbia é realizada mais tarde na tarefa mista. Relativamente à distância de 50m, existem diferenças entre a realização da tarefa em 1º e 3º lugar ($p<0.01$) e 2º e 3º lugar ($p<0.05$). Na distância de 100m apenas existem diferenças entre a realização da tarefa em 1º e 3º lugar ($p<0.05$).

4.3. Resultados da tarefa mista - Índice de Nado

Relativamente ao Índice de Nado na intensidade de A1, a tabela 8 não apresenta diferenças na ordem de realização no que à distância de 50m diz respeito, sendo os valores mais altos de Índice de Nado atingidos quando a tarefa é realizada em 2º lugar e os mais baixos quando realizada em 1º lugar. Na distância de 100m, os valores de Índice de Nado vão diminuindo à medida que a tarefa de A1 é realizada mais tarde na série mista, apresentando diferenças quando realizada em 1º e em 3º lugar ($p<0.01$).

Tabela 8 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos no **Índice de Nado** na zona de intensidade **A1** quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.

Distância	Ordem de realização	Média ± DP	Mín	Máx	p
50m	1º	3,44±0,41	2,74	3,99	ns
	2º	3,51±0,58	2,57	4,33	ns
	3º	3,50±0,59	2,56	4,46	ns
100m	1º	3,38±0,60	2,48	4,29	**#
	2º	3,32±0,55	2,56	4,11	ns
	3º	3,23±0,48	2,44	3,93	-

* $p<0.05$; ** $p<0.01$; *** $p<0.001$: Φ 1º vs 2º; # 1º vs 3º; Ψ 2º vs 3º

Tabela 9 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos no **Índice de Nado** na zona de intensidade **A2** quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.

Distância	Ordem de realização	Média ± DP	Mín	Máx	p
50m	1º	3,62±0,56	2,70	4,48	ns
	2º	3,62±0,56	2,86	4,39	ns
	3º	3,59±0,55	2,62	4,53	ns
100m	1º	3,50±0,55	2,77	4,42	ns
	2º	3,51±0,55	2,77	4,42	ns
	3º	3,44±0,58	2,64	4,42	ns

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001 : Φ 1º vs 2º; # 1º vs 3º; Ψ 2º vs 3º

Ao contrário dos valores de Índice de Nado na distância de 50m para a intensidade de A1, de acordo com a tabela 9, na intensidade de A2 os valores mais baixos são atingidos quando a tarefa é realizada em 3º lugar, no entanto, não existem diferenças na ordem de realização. Na distância de 100m os valores voltam a ser mais baixos quando a tarefa é realizada em 3º lugar apesar de não existir diferenças.

Na tabela 10 verifica-se que, para a distância de 50m, os valores de Índice de Nado são mais altos quando a tarefa de A3 é realizada em 2º lugar, não havendo porém diferenças. Quanto à distância de 100m, os valores de Índice de Nado vão diminuindo à medida que a tarefa é realizada mais tarde na série mista, não havendo diferenças.

Tabela 10 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos no **Índice de Nado** na zona de intensidade **A3** quando realizada em primeiro, segundo e terceiro lugar na série mista.

Distância	Ordem de realização	Média ± DP	Mín	Máx	p
50m	1º	3,58±0,55	2,64	4,47	ns
	2º	3,66±0,61	2,71	4,78	ns
	3º	3,60±0,64	2,59	4,72	ns
100m	1º	3,45±0,54	2,66	4,47	ns
	2º	3,44±0,59	2,54	4,26	ns
	3º	3,43±0,57	2,61	4,38	ns

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001 : Φ 1º vs 2º; # 1º vs 3º; Ψ 2º vs 3º

4.4. Resultados Globais - Velocidade

Na tabela 11 é possível verificar que os valores médios de velocidade das tarefas aeróbias são mais altos à medida que a intensidade aumenta, apresentando esses valores diferenças entre si (p<0.001), sendo este um resultado determinante na validação do estudo pois significa que os nadadores cumpriram as intensidades pretendidas. Os valores médios de velocidade das tarefas de 100m são mais baixos do que os das tarefas de 50m (p<0.001).

Tabela 11 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos em velocidade (m/s) no teste de velocidade máxima em 15 metros e nas zonas de intensidade A1, A2 e A3 e nas distâncias de 50 e 100 metros.

Distância	Intensidade	Média ± DP	Mín	Máx	p	p (50vs100)
15m	Máximo	1,65±0,16	1,41	1,95	-	-
	A1	1,29±0,06	1,17	1,36	***Φ	
	A2	1,35±0,07	1,21	1,42	***Ψ	
50m	A3	1,41±0,09	1,24	1,54	***#	***
	A1	1,26±0,07	1,14	1,34	***Φ	
	A2	1,33±0,07	1,21	1,42	***Ψ	
100m	A3	1,38±0,09	1,22	1,48	***#	

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001 : Φ A1 vs A2; # A1 vs A3; Ψ A2 vs A3

4.5. Resultados Globais – Frequência Cardíaca

Na tabela 12 é possível verificar que a frequência cardíaca vai aumentando de acordo com a intensidade da tarefa tanto na distância de 50m como 100m. No entanto, na distância de 50m não existe diferença de valores entre as intensidades A1 e A2, sendo os valores apenas diferentes de A1 para A3 (p<0.001) e de A2 para A3 (p<0.001). Na distância de 100m todos os valores apresentam diferenças entre si (p<0.001). Relativamente à diferença entre as distâncias de 50m e 100m, estas apresentam também uma diferença significativa entre si (p<0.001) sendo os valores da distância de 100m mais elevados que os da distância de 50m.

Tabela 12 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos na frequência cardíaca (bpm) nas zonas de intensidade A1, A2 e A3 e nas distâncias de 50 e 100 metros.

Distância	Intensidade	Média ± DP	Mín	Máx	p	p (50vs100)
50m	A1	143±6,99	130	154	***#	
	A2	147±6,24	135	155	***Ψ	
	A3	163±7,94	149	175	-	***
100m	A1	149±5,30	140	159	***Φ	
	A2	155±7,00	145	165	***Ψ	
	A3	172±5,03	162	178	***#	

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001 : Φ A1 vs A2; # A1 vs A3; Ψ A2 vs A3

4.6. Resultados Globais – Índice de Nado

Na tabela 13 é possível verificar que tanto na distância de 50m como na distância de 100m, os valores do Índice de Nado mais baixos na intensidade de A1, apresentando diferenças na distância de 50m relativamente às intensidades de A2 ($p<0.05$) e A3 ($p<0.01$) e na distância de 100m relativamente às intensidades de A2 ($p<0.001$) e A3 ($p<0.01$).

Tabela 13 - Valores médios, desvio padrão, mínimo, máximo e valor da significância (p) da análise comparativa dos resultados obtidos no Índice de Nado nas zonas de intensidade A1, A2 e A3 e nas distâncias de 50 e 100 metros.

Distância	Intensidade	Média ± DP	Mín	Máx	p	p (50vs100)
50m	A1	3,33±0,32	2,64	3,71	*Φ	***
	A2	3,56±0,33	2,90	3,98	-	
	A3	3,62±0,51	2,82	4,59	**#	
100m	A1	3,21±0,34	2,39	3,72	***Φ	***
	A2	3,48±0,36	2,69	3,90	-	
	A3	3,42±0,47	2,59	4,05	**#	

* $p<0.05$; ** $p<0.01$; *** $p<0.001$: Φ A1 vs A2; # A1 vs A3; Ψ A2 vs A3

4.7. Percentagem de velocidade máxima (15m) em função do parcial e da zona de intensidade

Na tabela 14 são apresentadas as percentagens médias da velocidade calculadas a partir dos valores médios de velocidade das tabelas 2, 3 e 4 e da média de velocidade do teste de velocidade em 15 metros. É possível verificar que tanto na intensidade A1 como na intensidade A2, os valores percentuais mais altos são atingidos quando realizados em 2º lugar. Na intensidade A3 os valores vão diminuindo à medida que a tarefa dessa intensidade é realizada mais tarde na tarefa mista.

Tabela 14 - Médias percentuais das tarefas aeróbias relativamente à velocidade máxima de nado em 15m tendo em conta a sua sequência de execução.

Intensidade	50m			100m		
	em 1º	em 2º	em 3º	em 1º	em 2º	em 3º
A1	77,58	79,56	77,87	76,37	78,02	75,95
A2	81,21	82,92	81,46	80,51	81,34	80,47
A3	86,19	86,00	85,87	84,32	83,83	83,70

5. Discussão

5.1. Análise das percentagens das velocidades das tarefas aeróbias relativamente à velocidade máxima de nado em 15m

O primeiro objetivo deste estudo era avaliar, numa determinada amostra, se a percentagem de velocidade em intensidades aeróbias relativamente à velocidade de nado em esforço máximo em 15m, correspondiam ao proposto por Rama (2009). Os dados percentuais obtidos neste estudo (tabela 14) foram confrontados com os dados percentuais propostos e são apresentados na tabela 15.

Tabela 15 - Médias percentuais das velocidades das tarefas aeróbias relativamente à velocidade máxima de nado em 15m obtidas no estudo e propostas por Rama (2009).

Intensidade	Proposto por Rama (2009)	Resultados	
		50m	100m
A1	≤70	78,29	76,76
A2	≈80	81,84	80,76
A3	≈85	86,00	83,93

É possível verificar que nas intensidades de A2 e A3 os valores propostos diferem todos menos de 2% em relação aos valores encontrados na amostra. Os valores da intensidade A2 obtidos no estudo encontram-se ligeiramente acima do valor proposto: +1,84% na distância de 50m e +0,76% na distância de 100m. O valor proposto da

intensidade A3 encontra-se entre os valores de 50m e 100m obtidos no estudo: +1,00% e -1,07% respetivamente. Apenas os valores da intensidade A1 revelaram uma diferença percentual digna de nota, atingindo uma diferença de +8,29% relativamente à percentagem máxima proposta por Rama (2009) para aquela intensidade.

5.2. Análise da Velocidade

Nas velocidades era expectável que as velocidades fossem diminuindo à medida que a tarefa fosse efetuada mais tarde na tarefa mista devido à fadiga levar a uma perda de eficiência fisiológica e biomecânica (Wilmore et al, 2008). No entanto, verificou-se que as velocidades obtidas nas intensidades aeróbias no geral, para a intensidade de A1 e A2, foram mais altas quando realizadas em 2º lugar na tarefa mista. Isto pode dever-se ao facto de as tarefas realizadas em 1º lugar, mesmo podendo ser tarefas mais intensas, não acumularem fadiga suficiente para causar perda de velocidade, e até melhorarem o desempenho servindo como um aquecimento mais específico para estas séries.

No caso da intensidade de A3, a velocidade vai diminuindo à medida que a tarefa é realizada mais tarde na série mista devido a ser uma intensidade onde a fadiga se instala mais precocemente levando a uma impossibilidade de manter a velocidade para um mesmo tipo de esforço.

Relativamente à diferença significativa entre as velocidades nas distâncias de 50m e 100m, esta era uma diferença espectável pois quanto mais extensa for a tarefa, menor é a velocidade de nado que um nadador consegue manter para uma dada intensidade devido à maior frequência de períodos de descanso (Maglischo, 2003).

5.3. Análise da Frequência Cardíaca

Nos resultados apresentados na tabela 12 é possível verificar que existem diferenças entre a frequência cardíaca nas distâncias de 50m e 100m. É assim possível afirmar que a distância parcial das tarefas e os períodos de descanso afetam significativamente a carga interna do treino. Na distância de 100m, que demorou aproximadamente 75 segundos a ser executada nesta amostra, os valores da frequência cardíaca apresentam diferenças entre todas as intensidades, espelhando os resultados globais na distância de 100m obtidos na velocidade.

Na distância de 50m, que demorou aproximadamente 37 segundos a ser executada nesta amostra, os valores da frequência cardíaca já não apresentam todas as diferenças entre si como acontece na variável velocidade para a mesma distância. Os valores de frequência cardíaca entre as intensidades de A1 e A2 não apresentam diferenças entre si. No entanto, os valores destas duas intensidades apresentam diferenças relativamente à intensidade A3. Pode-se presumir que a distância de 50m, mesmo que executada em várias repetições, não é extensa o suficiente, tornando os períodos de descanso demasiado frequentes, para causar um estímulo ideal nas intensidades A1 e A2, sendo necessárias tarefas mais prolongadas no tempo e/ou com um menor período de descanso para promover as adaptações pretendidas (Sweetnam et al, 2003; Maglischo, 2003; Willmore et al, 2008).

5.4. Análise do Índice de Nado

Relativamente ao Índice de Nado é também possível verificar diferenças entre as distâncias de 50m e 100m (tabela 13). Os valores de Índice de Nado apresentam-se mais baixos nas distâncias de 100m e isto pode dever-se ao facto de a tarefa ser mais extensa e isso provocar uma menor eficiência de nado.

Era expectável que o Índice de Nado fosse diminuindo à medida que a intensidade de nado fosse aumentando devido a uma perda de eficiência caracterizada pela fadiga. No entanto, tanto na distância de 50m como 100m a intensidade de A1 apresenta

valores mais baixos em relação às intensidades A2 e A3, o que poderá ser parcialmente explicado pelo facto de os nadadores manterem uma frequência gestual confortável para a velocidade que estão a nadar, não sendo porém tão eficientes como quando as executam nas outras intensidades.

6. Conclusão

Depois de apresentados e discutidos os resultados são apresentadas na conclusão as questões mais importantes deste estudo e são indicadas as limitações do mesmo, assim como indicações para estudos futuros.

Neste estudo foi analisada a aplicação de uma estratégia de quantificação da carga de treino através da percentagem da velocidade máxima obtida em protocolo de repetição máxima de 15 metros, para verificar a pertinência da sua aplicação num ambiente de treino de natação. As percentagens da velocidade máxima relativas a tarefas aeróbias encontradas neste estudo e as propostas na literatura foram bastante similares nas intensidades de A2 e A3 revelando que este método se adequa a uma amostra específica sendo, no entanto, necessários mais estudos para obter informação sobre uma amostra mais alargada.

Relativamente à informação recolhida da tarefa mista, foram encontradas diferenças entre as tarefas de 50 e 100 metros em todos os parâmetros analisados (velocidade, frequência cardíaca e índice de nado), o que era um resultado expectável. Isto indica que estas tarefas têm impactos diferentes a nível fisiológico e cinemático.

Ao contrário do que era esperado, quando realizadas numa tarefa mista, as tarefas de A1 e A2 apresentam uma maior velocidade quando realizadas em 2º lugar. Também divergindo das expectativas iniciais, os valores de Índice de Nado foram mais baixos na tarefa de intensidade mais baixa. Não havendo uma resposta clara para estes acontecimentos, é necessária mais investigação nestas duas situações.

As limitações deste estudo foram, em parte, as variáveis utilizadas e a quantidade da amostra. Para a primeira parte do estudo, a verificação da proposta das percentagens de velocidade, tanto as variáveis como a amostra foram suficientes pois a ideia inicial era exatamente analisar as percentagens de velocidade numa determinada amostra. No entanto, para a segunda parte do estudo, a utilização da velocidade, frequência cardíaca e índice de nado forneceram informações interessantes no estudo de tarefas mistas no treino da natação pura desportiva.

Devido a qualquer um dos temas ser pouco estudado, também a amostra utilizada se revela bastante reduzida exige o prolongamento da experimentação para atingir possibilidade de generalizar os resultados obtidos.

Para estudos futuros relativamente à utilização de percentagens de velocidade máxima em 15 metros é aconselhado um aumento do número da amostra, estudo de outras intensidades de treino, estudo de outras distâncias parciais e totais e estudo da diferença entre velocistas e fundistas. Para estudos futuros relativamente à utilização das tarefas mistas é aconselhado a utilização de outras variáveis de controlo de carga tais como escala de perceção de esforço, medição de lactato no sangue, medição de VO_2 . Ficam por esclarecer as implicações necessárias relativamente a zonas de intensidade superiores.

7. Referências

- Billat, L. V. (1996). *Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training: Recommendations for long-distance running*. International Journal of Sports Medicine, 22, 157-175;
- Costill, D. L., Kovaleski, D., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, J., & King. (1985). *Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events*. International Journal of Sports Medicine, 6, 266-270.
- Gastin, P. (2001). *Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise*. International Journal of Sports Medicine 2001; 31 (10): 725-741;
- Jorgić, B., Puletić, M., Okičić, T., & Meškowska, N. (2011). Importance of maximal oxygen consumption during swimming. Facta universitatis-series: Physical Education and Sport, 9(2), 183-191.
- Kenney WR, Wilmore JH, Costill DL., (2011). "*Physiology of Sports and Exercise*". Champaign: Human Kinetics.
- Maglischo, E. W. (2003). *Part II – Training*, in Swimming Fastest. Champaign: Human Kinetics;
- Mujika, I. et al. (1996). *Modeled responses to training and taper in competitive swimmers*. Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 28, No. 2, pp. 251-258;
- Mujika, I. et al. (1995). *Effects of training on performance in competitive swimming*. Can. J. Appl. Physiol., Vol. 20, No. 4, pp. 395-406;
- Mujika, I. (2009). *Tapering and peaking for optimal performance*. Champaign, IL: Human Kinetics;
- Neal, C. M. (2011). *Training-intensity distribution, physiological adaptation and immune function in endurance athletes* (Doctoral dissertation). University of Stirling, Stirling, Scotland;
- Olbrecht, J. (2000). *The Science of Winning*. Luton: F & G, Partners;
- Rama, L. M. (2009). *Variação de parâmetros fisiológicos, bioquímicos, hormonais e imunitários em nadadores e remadores numa época desportiva* (Doctoral dissertation). University of Coimbra, Coimbra, Portugal;
- Seiler, S. and Tønnessen, E. (2009). *Intervals, Thresholds, and Long Slow Distance: the Role of Intensity and Duration in Endurance Training*. Sports Science 13, 32-53 Retrieved from: sportssci.org/2009/ss.htm;

Sweetenham, B. (2003). *Part II – Workouts and Programs*, in: Championship Swim Training. Champaign: Human Kinetics;

Thanopoulos, V. (2010). *Lactate Comparison Between 100m Freestyle and Tethered Swimming of Equal Duration*, in Biomechanics and Medicine in Swimming XI. Oslo;

Valdivielso, F. and Feal, A. (2001). *Planificación y Control del Entrenamiento de Natación*. Madrid: Editorial Gymnos;

Wilmore, J., Costill, D. and Kenney, W. (2008). *Part I – Exercising Muscle*, in: Physiology of Sport and Exercise. Champaign: Human Kinetics.