

Análise do dispêndio energético e
intensidade de esforço de uma aula de
Indoor Cycle: estudo realizado numa aula
coreografada de RPM®.

Monografia realizada no âmbito da disciplina
de Seminário do 5º ano da licenciatura em
Desporto e Educação Física, na área de
Recreação e Lazer, da Faculdade de
Desporto da Universidade do Porto

Orientador: Prof. Doutor José Carlos Ribeiro
Tiago Matias Leite

Porto, 2006

Leite, T. (2006). Análise do dispêndio energético e intensidade de esforço de uma aula de *Indoor Cycle*: estudo realizado numa aula coreografada de RPM®.

Aos meus Pais Ilda e Mário e à minha irmã
Joana pela presença e importância que têm
na minha vida

Agradecimentos

Estando a findar uma etapa muito importante na minha formação, e no momento que procedo aos retoques finais deste texto, aproveito este espaço para agradecer a todos os quantos contribuíram e me ajudaram a crescer durante estes cinco anos de formação, e muito especificamente àqueles que contribuíram para a realização e concretização deste estudo.

Ao Professor Doutor José Carlos Ribeiro, pela orientação prestada durante toda a realização deste trabalho, pelos seus conhecimentos e pela sua tão particular e amável boa disposição.

Ao Professor Doutor José Oliveira pelo apoio prestado e pela sua amabilidade.

Ao Coordenadores dos Ginásios Holmes Place, Solinca Porto Palácio Hotel pela aceitação e apoio na realização deste projecto. À Ana Vieira e ao Tó Zé.

Um especial obrigado ao Michele pela disponibilidade e por nos ter tratado tão bem nas várias visitas ao Club.

Um agradecimento a todos os professores das sessões de RPM por nos terem concedido a recolha de dados nas suas aulas

Um agradecimento muito sincero e especial à Sílvia, ao Paulo, ao Mário, à Ana, ao Ivo, ao Pedro e ao Jorge, por terem aceite prestar este contributo para o desenvolvimento da modalidade.

A todos aqueles que contribuíram pela minha paixão pelo *Indoor Cycle*, aos meus alunos, e um agradecimento especial ao Paulo pela sua amizade.

Não queria findar este momento sem esquecer aqueles amigos que estiveram, estão e estarão sempre comigo, a quem chamo irmãos.

Índice Geral do Trabalho

Agradecimentos	V
Índice de Conteúdos	VII
Índice de Figuras	XI
Índice de Quadros	XIII
Resumo	XVII
Abstract	XIX
Résumé	XXI
Lista de Abreviaturas	XXIII

Índice de Conteúdos

1. Introdução	25
2. Revisão da Literatura	31
2.1 Indoor Cycle	33
2.1.1- Perspectiva Histórica	33
2.1.2- Caracterização da modalidade	35
2.1.3- Estrutura da Modalidade	36
2.1.4- Principais Benefícios	39
2.1.5- Caracterização da intensidade de esforço	40
2.2 Avaliação da resistência Aeróbia	44
2.2.1- Consumo Máximo de Oxigénio (VO_{2max})	45
2.2.2- Limiar Anaeróbio (LAn)	48
2.2.3 - Frequência Cardíaca	50
2.3 Análise e medição dos consumos energéticos	55
2.3.1 – Calorimetria	56
2.3.1.1 - Calorimetria Directa	56
2.3.1.2 - Calorimetria Indirecta	57
2.3.2 - Equivalência Calórica de oxigénio: razão da troca respiratória (R) ou quociente respiratório	59

2.3.2.1 - QR para os HC	60
2.3.2.2 - QR para os Lipidos	60
2.3.2.3 - QR para as Proteínas	61
2.3.2.4 - QR para um consumo misto	61
3. Objectivos e Hipóteses	65
- Objectivos	67
- Hipóteses	67
4. Material e Métodos	69
4.1 - Caracterização da Amostra	71
4.2 - Caracterização do instrumento	71
4.3 - Caracterização da Aula de RPM®	72
4.4 - Procedimentos Experimentais	73
4.5 - Procedimentos Estatísticos	74
5. Apresentação dos Resultados	75
6. Discussão	91
7. Conclusões	99
8. Limitações e Sugestões do Estudo	103
9. Bibliografia	107

Índice de Figuras

Figura 1 Valores médios da FC durante uma sessão de RPM® nos 8 indivíduos.

Figura 2 Perfil da percentagem da $FC_{t_{max}}$ ao longo de uma sessão de RPM®, no indivíduo que apresenta valores de percentagem de FC mais baixos. As linhas a cor laranja representam a zona alvo de treino (60-90%) proposta pelo ACSM (1998).

Figura 3 Perfil da percentagem da $FC_{t_{max}}$ ao longo de uma sessão de RPM®, no indivíduo que apresenta valores de percentagem de FC mais elevados. As linhas a cor laranja representam a zona alvo de treino (60-90%) proposta pelo ACSM (1998).

Figura 4 Perfil da variação da degradação energética ao longo de uma sessão de RPM®, no indivíduo que apresenta taxas de consumo de HC mais baixas, e taxas de consumo de Gorduras mais elevadas.

Figura 5 Perfil da variação da degradação energética ao longo de uma sessão de RPM®, no indivíduo que apresenta taxas de consumo de HC mais elevadas, e taxas de consumo de Gorduras mais baixas.

Índice de Quadros

Quadro 1 E escala de Borg 15 e 10 graduações (Borg, 1970,1985,1994,1998; ACSM, 2005).

Quadro 2 Correlação directa entre o grau de esforço percebido e os parâmetros fisiológicos (FC e VO_{2max}) (Pollock & Wilmore, 1993; cit. Mello, 2004).

Quadro 3 Adaptação da Escala RPE de Borg para praticantes de IC (Mello, 2004).

Quadro 4 Relação entre a percentagem da FC_{max} e o VO_{2max} (Pollock & Wilmore, 1990; cit. Barata, 1997).

Quadro 5 Sugestões das zonas alvo de treino (Polar, 2001).

Quadro 6 Classificação do nível de intensidade, baseada em actividade física de duração até 60 min (ACSM, 1998).

Quadro 7 Percentagem de Hidratos de Carbono e de Gorduras Metabolizados determinados pelo QR não proteico, adaptado Robergs & Roberts, 1997.

Quadro 8 Valores médios, máximos, mínimos e desvio padrão para as variáveis Idade, Peso, Altura e FCt_{max} (ACSM e Tanaka).

Quadro 9 Caracterização da aula de RPM®.

Quadro 10 Valores da FC médios e a respectiva percentagem da FC_{max} segundo o ACSM (1998) e Tanaka et al. (2001), numa sessão de RPM®, em cada sujeito da amostra.

Quadro 11 Valores médios da FC e a respectiva percentagem da $FC_{t_{max}}$ segundo o ACSM (1998) e Tanaka et al. (2001), na fase de Aquecimento de uma sessão RPM®.

Quadro 12 Valores médios da FC e a respectiva percentagem da $FC_{t_{max}}$ segundo o ACSM (1998) e Tanaka et al. (2001), na fase Fundamental de uma sessão de RPM®.

Quadro 13 Valores médios da FC e a respectiva percentagem da FC_{max} segundo o ACSM (1998) e Tanaka et al. (2001), na fase de Recuperação de uma aula de RPM®.

Quadro 14 Variação da $FC_{méd}$, da percentagem $FC_{t_{max}}$ e do VO_2 nas diferentes fases da sessão de RPM® em função de um $p < 0.05$.

Quadro 15 Valores absolutos e estatística descritiva relativos ao dispêndio energético na sessão de RPM®.

Quadro 16 Valores absolutos e estatística descritiva relativos ao dispêndio energético na fase de Aquecimento de uma aula de RPM®.

Quadro 17 Valores absolutos e estatística descritiva relativos ao dispêndio energético na fase Fundamental de uma aula de RPM®.

Quadro 18 Valores absolutos e estatística descritiva relativos ao dispêndio energético na fase de Recuperação de uma aula de RPM®.

Quadro 19 Variação do dispêndio energético nas diferentes fases na sessão de RPM® com um $p < 0.05$.

Quadro 20 Valores absolutos e estatística descritiva do QRnp e dos substratos energéticos deplecionados numa sessão de RPM®.

Quadro 21 Valores absolutos e estatística descritiva do QRnp e dos substratos energéticos deplecionados na fase de Aquecimento numa sessão de RPM®.

Quadro 22 Valores absolutos e estatística descritiva do QRnp e dos substratos energéticos deplecionados na fase Fundamental numa sessão de RPM®.

Quadro 23 Valores absolutos e estatística descritiva do QRnp e dos substratos energéticos deplecionados na fase de Recuperação numa sessão de RPM®.

Quadro 24 Variação do QRnp, da % Gorduras e HC nas diferentes fases da sessão de RPM® com um $p < 0.05$.

Quadro 25 Estimativa de Classificação da Intensidade do esforço para adultos saudáveis (adaptado de Pate et al., 1995).

Quadro 26 Valores do Dispendio energético total em vários estudos realizados em IC.

Resumo

O *Indoor Cycle*, surgiu no final da década de 80 como uma nova alternativa de actividade cardiovascular dentro dos ginásios e tem aumentado significativamente a adesão por parte dos participantes, o que evidencia a sua crescente popularidade. Contudo, devido á grande intensidade de esforço que a modalidade exige, esta apresenta algumas limitações no que respeita ao controlo da intensidade de exercitação dos participantes.

Torna-se então fundamental um conhecimento aprofundado desta modalidade no que se refere aos seus aspectos fisiológicos para se poder prestar um serviço de qualidade aos utentes dos ginásios.

Neste sentido, foi nosso propósito na realização deste estudo caracterizar a intensidade de esforço e quantificar os gastos energéticos numa aula de *Indoor Cycle*, mais propriamente numa sessão de Raw Power in Motion (RPM®), utilizando os parâmetros fisiológicos Frequência Cardíaca (FC), Consumo de Oxigénio (VO_2) e Quociente Respiratório (QR).

Foram observados 8 sujeitos, 7 masculinos e 1 feminino, com idades compreendidas entre os 23 e 34 anos de idade (26 ± 4), durante uma aula de RPM® dividida em três partes: Aquecimento (9 min), Fundamental (32 min) e Recuperação (4min). Os testes foram realizados em dois ginásios do grande Porto.

O instrumento utilizado foi o COSMED K4b², um aparelho de oximetria directa que nos permitiu recolher os dados da Frequência Cardíaca (FC), Consumo de Oxigénio (VO_2), Quociente Respiratório não proteico (QR_{np}), da % de Gorduras e de Hidratos de Carbono consumidos, e dos consumos energéticos totais da sessão de RPM®.

Os resultados obtidos permitiram constatar que a intensidade média de uma aula de RPM® se encontra dentro dos intervalos propostos para o desenvolvimento da capacidade cardiovascular, apresentando valores médios de $85 \pm 5\%$ da $FC_{t_{max}}$. O dispêndio energético médio de uma sessão de RPM® ronda as 541 Kcal, o QR_{np} médio estimado para a mesma sessão foi de 1.06 ± 0.04 , enquanto a taxa de consumo de Gorduras obteve valores médios na ordem dos $6.4 \pm 4.4\%$ e a taxa de consumo de HC $91.5 \pm 4.1\%$.

Concluimos que aulas de RPM® são sessões de actividade física de intensidade elevada, onde a grande maioria da energia solicitada é proveniente de um recrutamento intenso da Glicose.

PALAVRAS CHAVE: Indoor Cycle, Intensidade de Esforço, Dispêndio Energético

Abstract

Indoor Cycle is a new gymnasium exercise that was born in the eighties of the last century and its utilization as an alternative cardio-vascular activity has been increasing popularity among urban citizens. However, the majority of the exercises oblige high levels of intensity of strength, imposing restrictions to participants. On account of that, studies of this modality, concerning the knowledge of its physiologic aspects, should be carried out in order to increase the quality of services offered by the academies.

Being so, characterization of the intensity of strength, through the quantification of the energetic consumption during one session of Indoor Cycle, in its version of Raw Power Motion (RPM®), is the main target of this study.

Having in mind this objective, data of Heart Rate (FC), Oxygen Consumption (VO_2), ratio between the produced CO_2 and the Oxygen Consumption (QRnp), fat and carbon hydrates consumption, collected from a sample of 8 persons, 7 males and 1 female, with ages between 23 and 34 (26 ± 4) during one gym session of 45 minutes, is reported. The session was planned as having 3 parts: a heating phase of 9 minutes in the beginning, a main part lasting 32 minutes referred as Fundamental and a final part known as Recovery for cooling down during the last 4 minutes.

For data acquisition, an equipment of oximetry, model COSMED K4b², was used.

Results obtained allow understanding that the average intensity of a session of RPM falls into the interval of Heart Rate referred as adequate for the development of the cardio-vascular capability. In fact, average values of $85 \pm 5\%$ of %Heart Rate, 1.06 ± 0.04 for QRnp and energy consumption of 541 kcal, coming $6.4 \pm 4.4\%$ from fat degradation and $91.5 \pm$ from carbon hydrates depletion, was obtained during one session of RPM®.

As a main conclusion, the work stresses that RPM® gym sessions imply high levels of corporal intensity where the majority of energy requirements comes from body carbon hydrate reserves.

KEY WORDS: Indoor Cycle, Intensity of strength, Energy consumption

Résumé

Le *Indoor Cycle* est apparu à la fin des années 80 comme une nouvelle alternative de l'activité cardiovasculaire dans les gymnases dans l'adhésion a augmenté significativement ce qui rend évident sa croissante popularité. Mais à cause de la fort intensité d'effort que cette modalité exige, elle présente quelques limitations en ce qui concerne le contrôle de l'intensité de la pratique de la part des participants.

C'est, donc, fondamental avoir connaissance de cette modalité en ce qui concerne des aspects physiologiques pour pouvoir rendre un service de qualité aux usants des gymnases.

Cela a été notre intention pendant la réalisation de cette étude – caractériser l' intensité de l'effort et calcules les dépenses énergétique pendant une classe de *Indoor Cycle*, plus particulièrement au cours d'une séance de *Raw Power in Motion* (RPM®), en utilisant les paramètres physiologiques Fréquence Cardiaque (FC), Consommation d' oxygène (VO_2) et Quotient Respiratoire (QR).

Huit individus ont été observé, sept du sexe masculin et un du sexe féminin, avec des âges compris entre 23 et 24 ans (26 ± 4), pendant une classe de RPM® divisée en trois moments : Echauffement (9 min), Fondamental (32 min) e Récupération (4 min). Les tests ont été réalisé dans deux gymnases de Porto (et périphérie).

L'instrument utilisé a été le COSMED K4b², en appareil de oxymétrie direct qui nous a permis de recueillir les donnés de la Fréquence Cardiaque (FC), du débit d'oxygène (VO_2), du Quotient Respiratoire non protéique (QRnp), du pourcentage de graisse et d'hydrate de carbone consommé et des débits d'énergie complets de la séance de RPM®.

Les résultats obtenus ont permis constater que l'intensité moyenne d'une classe de RPM® se trouve dans les limites proposées pour le développement de la capacité cardiovasculaire, en présentant des résultats moyens de $85 \pm 5\%$ de $FC_{t_{max}}$. En moyenne, la dépense d'énergie d'une séance de RPM® est calculées vers 541 Kcal, le QRnp moyen est calculé, pour la même séance, de 1.06 ± 0.4 , alors que le rapport de consommation de graisse a obtenu des valeurs moyens, vers $6.4 \pm 4.4\%$ et celle de HC $91.5 \pm 4.1\%$.

En conclusion, les classes de RPM® sont des séances d'activités physique de grande intensité dont la plupart de l'énergie demandes vient d'un recrutement de la glucose

MOT CLÉ: Indoor Cycle, Intensité de l'effort, Dépenses énergétique

Abreviaturas

ACSM – American College of Sport medicine

ADP – Adenosina Difosfato

AG – Ácidos Gordos

ATP – Adenosina Trifosfato

Bpm – Batimentos por minuto

CO₂ – Dióxido de Carbono

CP – Fosfocreatina

FC – Frequência Cardíaca

FC_{max} – Frequência Cardíaca Máxima

FCt_{max} – Frequência Cardíaca Teórica Máxima

HC – Hidratos de Carbono

IC – Indoor Cycle

LAn – Limiar Anaeróbio

min – minutos

O₂ – Oxigénio

Pi – Fosfatos Inorgânicos

Q – Debito Cardíaco

QR – Quociente Respiratório

QRnp – Quociente Respiratório não proteico

R – Razão da Troca Respiratória

RPM® – Raw Power in Motion

rpm – Rotações por minuto

VO₂ – Consumo de Oxigénio

VO_{2max} – Consumo Máximo de Oxigénio

VCO_2 – Volume de Dióxido de Carbono produzido

VO_{2R} – Consumo de Oxigénio de Reserva

1. Introdução

1- Introdução

A Sociedade Contemporânea está dominada pela tecnologia e pelas alterações por ela provocadas. A sua característica mais acentuada é o termo que melhor a define é a mudança.

Alterações desencadeadas pelo rápido desenvolvimento tecnológico e científico modificam de uma forma acentuada um conjunto de valores, atitudes e comportamentos, estando inerentes a este entendimento as actividades físicas e corporais, que se vão moldando conforme as orientações distintas da própria sociedade (Mota, 1997).

O Desporto tem vindo a alcançar uma valorização social e cultural anteriormente inimaginável. Entre todos os valores que perfazem o fascínio da oferta e da procura do Desporto, destacam-se as suas promessas de saúde e bem-estar, e as suas funções de recuperação do stress do dia a dia (Bento, 1991).

Esta sociedade hodierna tem evoluído na procura de qualidade de vida dos seus membros, na busca do seu bem-estar, e que, pragmaticamente se traduz na existência de um estilo de vida activo. Paulatinamente, o paradigma de um “estilo de vida activo” começa a estabelecer uma relação sólida com a qualidade de vida do sujeito, na qual a actividade física se assume como uma componente fundamental, a valorizar e a integrar no quotidiano (Mota, 1992a; Mota, 2002).

A propósito, Bouchard et al. (1990) afirmam que a modificação do estilo de vida no que diz respeito a uma participação física regular, pode alcançar melhorias significativas na qualidade de vida e na sua longevidade.

Nas duas últimas décadas, a cultura da imagem corporal passou a ser uma preocupação individual e colectiva do nosso tempo, onde o culto do corpo se assume como um elemento fundamental da vida humana (Garganta, 2000).

Nesta perspectiva, a busca de uma melhor qualidade de vida, acompanhada por uma valorização crescente do tempo livre e da actividade física, tem induzido à criação de espaços para a prática desportiva. O incremento generalizado dos clubes e ginásios nos últimos anos surge como

expressão da tomada de consciência social da necessidade da valorização da saúde física, social, mental e espiritual (Mota, 1992b; Mota, 1997; Baptista, 2002).

Neste sentido, é de realçar o papel desempenhado pelos ginásios e pelas suas actividades, que apesar do seu carácter recreacional, surgem como um meio através do qual as populações vão revitalizando, de um modo francamente mais saudável, a sua maneira de estar na vida.

O leque de actividades que estas organizações apresentam aos seus clientes é extremamente diversificado, que através de uma exigência específica e uma intensidade e complexidade de esforço personalizada tentam ir ao encontro das necessidades e capacidades físicas dos seus clientes (Pereira, 1999).

Neste contexto, torna-se vital para os profissionais desta área conhecer as exigências fisiológicas das diferentes modalidades, para que estes possam intervir de forma consciente, correcta e ajustada, junto de quem procura esses serviços.

O Spinning®, programa original de *Indoor Cycle*, surgiu no final da década de 80 como uma nova alternativa de actividade cardiovascular dentro dos ginásios e tem aumentado a sua adesão significativamente, o que evidencia a sua crescente popularidade (Mello et al., 2000). É uma actividade ministrada por um profissional de Educação Física, para um grupo de indivíduos que variam em idade, sexo e aptidão física, com um auxílio de uma bicicleta estacionária, onde é possível efectuar um treino aeróbio ou anaeróbio conforme a necessidade do praticante (Deschamps & Filho, 2005).

No entanto, actualmente ainda se conhece pouco sobre o comportamento de alguns parâmetros fisiológicos que são essenciais para o controle da intensidade de esforço na aula como, por exemplo, a frequência cardíaca e o consumo de oxigénio, propiciando insegurança aos praticantes e, principalmente aos profissionais que dia a dia lidam com esta actividade (Mello et al., 2003).

Entre as várias razões que justificam a realização deste estudo, destacam-se os reduzidos estudos nesta área e por outro lado, a falta de formação específica de muitos dos instrutores desta modalidade.

Torna-se então fundamental um conhecimento aprofundado desta modalidade no que se refere aos seus aspectos fisiológicos para se poder prestar um serviço de qualidade aos utentes dos ginásios.

Foi então nesta base que nos propusemos em realizar um estudo que tem como finalidade caracterizar a intensidade de esforço e quantificar os gastos energéticos numa aula de *Indoor Cycle*, mais propriamente numa sessão de Raw Power in Motion (RPM®), utilizando os parâmetros fisiológicos Frequência Cardíaca (FC) e Consumo de Oxigénio (VO₂).

São vários os motivos que justificam a realização desta pesquisa, entre os quais destacamos o facto de a modalidade em Portugal se encontrar em franca expansão, mas onde está constantemente a ser ignorado o controlo da intensidade e do esforço do treino dos seus participantes, para além da escassez de investigação no domínio desta actividade.

Desta forma, pretendemos dar o nosso humilde contributo para que as aulas de *Indoor Cycle* possam efectivamente tornar-se cada vez mais como um meio promotor de saúde e de bem-estar físico e psicológico, para além de prestar um serviço com cada vez mais qualidade aos praticantes desta modalidade.

2. Revisão da Literatura

2- Revisão da Literatura

2.1 Indoor Cycle

2.1.1 Perspectiva Histórica

Desde o século passado, o ciclismo tem-se manifestado tanto como um desporto de competição, como uma actividade física de lazer, ganhando popularidade como desporto preferido e praticado por todos (Carmichel & Burke, 2004).

O número de praticantes de ciclismo nas suas mais diversas formas sofreu um aumento de cerca de 42% entre os anos 1987 e 1994, tendo sido esse aumento acompanhado por um incremento do uso de bicicletas estacionárias (Mello, 2004).

De facto, a expressiva expansão que a prática de exercício físico aeróbio experimentou, no último quarto de século, levou uma considerável massa populacional à prática de actividades *outdoor* e *indoor* (Mello, 2004), surgindo as academias como locais especializados para a prática deste tipo de actividades, mais especificamente no caso das actividades *indoor* (Baptista, 2002).

Com o desenvolvimento das academias e da própria indústria do Fitness aparece no mercado uma ampla série de equipamentos, nomeadamente bicicletas ergométricas, que elevaram a adesão das pessoas aos programas de condicionamento físico (Mello, 2004).

Assim, começa a criar-se nas próprias academias condições para a realização de actividades que até aí só se poderiam realizar em ambientes *outdoor*, desenvolvendo actividades *indoor* que suscitassem nos praticantes o mesmo grau de entusiasmo e motivação que as actividades *outdoor*, procurando manter as actividades *indoor* ao mesmo nível das actividades *outdoor*.

Fazendo uma breve referência à bicicleta estacionária, esta tem sido utilizada de forma obscura por ciclistas de estrada e de montanha, como

programa de treino fora de temporada, ausência de condições climatéricas e geográficas favoráveis (Baptista 2002).

Com intuito de resolver este problema, na década de 80 o ciclista Jonathan Goldberg, desenvolveu uma actividade que se denominou Spinning, que consistia numa rotina guiada por um professor, numa bicicleta com características especiais, criando um exercício de baixo impacto mas altamente eficiente (Mello, 2004).

Com o objectivo de se preparar para a prova “*Race Across América*” Jonathan Goldberg, impedido de realizar um programa de treino eficaz por questões climatéricas resolveu implementar um programa de treino de ciclismo *indoor*, com uma bicicleta devidamente modificada, que lhe permitisse realizar os mesmos movimentos que efectuava na estrada (Frobose & Waffenschmidt, 2002).

Motivado pelo êxito adquirido, Goldberg resolveu partilhar o seu treino com outras pessoas e adaptou o seu programa às características físicas dos ginásios, tentando suprimir as grandes necessidades de prática de actividade física em ambientes restritos (Mello et al., 2002).

Desta forma, em 1989, Goldberg lançou para a indústria do Fitness o seu programa JG Spinning®, que apareceu como um programa adaptado às necessidades dos ginásios para realização de actividades físicas em ambientes restritos (Goldberg, 1999).

O ciclismo *indoor*, ou vulgarmente conhecido como *Indoor Cycle* (IC), tem sido utilizado desde a década de 80 como método de treino de ciclistas profissionais (Nogueira & Santos, 2000, cit. Mello, 2004). Com o aparecimento do Spinning®, surgiu finalmente uma actividade *indoor*, que congregou as vantagens do ciclismo estacionário, com as motivações presentes nas actividades *outdoor*, e com os desafios proporcionados pelos desportos de aventura (Mello, 2004).

Actualmente o Indoor Cycle surge como uma actividade que ocupa um lugar de destaque no seio das actividades de Fitness, sendo de referir que entre 1997 e 2002, o número de academias que passaram a oferecer no seu rol de actividades o IC, sofreu um aumento de 24% (Lofshult, 2003).

No desenvolvimento desta revisão, e através dos diversos artigos e documentos consultados, Jonathan Goldberg surge como o pioneiro do IC, lançando para o mercado uma modalidade devidamente patenteada denominada Spinning®. Esta foi a primeira aula estruturada de IC.

Nos últimos anos, conforme refere Baptista (2002), tem-se assistido a uma proliferação acentuada de diversificados programas de IC, na grande maioria dos casos associados a fabricantes de bicicletas, onde passamos a citar o TrebiSpin, o RPM®, o Cycle Reebok, o Precision Cycle, o Schwinn Cycling, etc.

2.1.2 Caracterização da Modalidade

Como já foi referido anteriormente, o recurso à utilização de aparelhos, como passadeiras, bicicletas entre outras, nos ginásios tornou-se obrigatório, uma vez que inúmeros estudos provaram que o seu uso estava directamente relacionado com a aquisição de benefícios na aptidão aeróbia, na redução de gordura corporal e na diminuição da probabilidade de obtenção de riscos e doenças cardiovasculares (Mello, 2004).

A aula de IC aparece com uma estrutura análoga às outras actividades de grupo, incluindo na sua génese uma fase inicial dedicada ao aquecimento, uma fase fundamental e uma fase final de relaxamento (Baptista, 2002). O público-alvo desta actividade é bastante heterogéneo, abarcando diferentes faixas etárias e diferentes níveis de condicionamento físico (Macedo & Osieeki, 2000, cit. Mello, 2004).

A propósito, Goldberg (1999) salienta que o programa JG Spinning® é para todos, de qualquer idade, em qualquer nível de aptidão.

Os programas de IC apareceram nas academias como novas alternativas de actividades aeróbias, onde, através de um treino contínuo ou intervalado, visam a melhoria do sistema cardiovascular, o aumento da força muscular, bem como apelam a um equilibrado desenvolvimento da aparência física e saúde mental (Baptista, 2002; Mello, 2004).

Para o criador da modalidade, o programa JG Spinning® é um programa de treino que utiliza algumas técnicas de psicologia desportiva, motivação e as mais completas e confiáveis técnicas de ciclismo disponíveis (Goldberg, 1999).

O trabalho realizado durante as aulas de IC é variável em termos de intensidades. Estas intensidades são alteradas variando a carga, através de um manípulo incorporado na bicicleta e variando a cadência da pedalada, consoante a frequência cardíaca pretendida para aquela faixa da aula (Kang et al., 2005).

Segundo os mesmos autores, esta constante mudança de intensidades, surge como uma réplica do trabalho efectuado *outdoor*, que acompanhado por música e em muitos casos por imagens, surge como uma excelente forma de aliciar mais praticantes.

Na realidade, esta modalidade simula manobras próprias do ciclismo quer de estrada, quer de montanha. Mello et al., (2000), refere que estas aulas reproduzem a experiência cinestésica de pedalar em ambientes abertos, onde são utilizadas diferentes visualizações no sentido de recriar uma estrada virtual. Os exercícios efectuados recorrem a diferentes tipos de percursos como subidas, descidas e planos, sempre acompanhados com música e algumas “coreografias”, tentando fundamentalmente ir ao encontro da diversão do praticante (Lopez, 2003).

2.1.3 Estrutura da Modalidade

O IC baseia-se no simples movimento de pedalar, estando os seus programas assentes na prática já existente para o ciclismo (Burke, 1986, cit. por Baptista, 2002).

O programa original JG Spinning® simula dois tipos de terreno, o plano e a subida na montanha. Em terreno plano pretende-se que o atleta aplique uma resistência suave a moderada. Por outro lado as subidas são simuladas aplicando cargas mais elevadas (Goldberg, 1999).

A este respeito Mello (2004), salienta que as estratégias utilizadas durante uma aula de IC são combinações entre duas posições, sentada ou em pé.

Como referenciado por diversos autores, as aulas estão divididas em aquecimento, parte fundamental e relaxamento.

No aquecimento, a técnica base “recta sentado” é a utilizada, em paralelo com baixas resistências e rotações (SCHWINN® Fitness Academy, 2002). Esta fase é composta por exercícios que elevam a frequência cardíaca e preparam o organismo para a actividade (López, 2003).

A parte fundamental da aula divide-se em períodos de maior ou menor intensidade, doseada pelas rotações/minuto (rpm) e pela resistência aplicada na bicicleta (Baptista, 2002). Segundo López (2003), nesta fase podemos efectuar um trabalho eminentemente cardiovascular, ou um trabalho de força e tonificação muscular.

Após o treino é fundamental que a circulação sanguínea e o metabolismo voltem aos níveis de repouso de forma gradual. O retorno à calma consiste em pedalar a cadências moderadas e com baixa resistências (SCHWINN® Fitness Academy, 2002).

No ciclismo as cadências podem variar entre as 60 e as 120 rpm, estando as cadências baixas (60-80 rpm) direccionadas para o trabalho de força, incutindo ao praticante uma pedalada com cargas muito altas. Por outro lado, as cadências altas (80-120 rpm) estão mais vocacionadas para o trabalho de velocidade, utilizando-se assim cargas mais suaves e moderadas (Burke, 1995; Van Soest & Caius, 2000; cit. Mello, 2004).

O controlo da intensidade nas aulas de IC é extremamente complexa, uma vez que é utilizada a percepção subjectiva dos praticantes para aumento da intensidade (Mello, 2004).

Para reduzirmos esta subjectividade eminente, podemos utilizar a Escala de Esforço Percebido de Borg (RPE, Rating of Perceived Exertion), que se baseia na utilização de uma escala de apreciação subjectiva (Garganta, 2002) onde se pretende obter estimativas da dificuldade em respirar, do esforço local e da fadiga muscular. Importa referir que o mais importante nesta escala é a sensação interna de esforço, tensão e fadiga, e não a dificuldade e complexidade do exercício (Borg, 1989; cit. Powers & Howley, 2000).

Quadro 1. E escala de Borg 15 e 10 graduações (Borg, 1970,1985,1994,1998; cit. ACSM, 2005).

Escala Original		Escala de 10*	
6	Sem nenhum esforço	0	Sem Nenhum esforço
7	Extremamente leve	0,5	Muito, muito fraco
8		1	Muito Fraco
9	Muito Leve	2	Fraco (Leve)
10		3	Moderado
11	Leve	4	Algo Pesado
12		5	Forte (Pesado)
13	Um pouco intenso	6	
14		7	
15	Intenso (Pesado)	8	Muito Pesado
16		9	
17	Muito Intenso	10	Muito, muito forte (Quase Máximo)
18			Máximo
19	Extremamente Intenso		
20	Máximo Esforço		

Pollock & Wilmore (1993; cit. Mello, 2004) correlacionaram o grau de esforço percebido com os parâmetros fisiológicos, frequência cardíaca, ventilação pulmonar e lactato sanguíneo, e apresentaram os seguintes valores:

Quadro 2. Correlação directa entre o grau de esforço percebido e os parâmetros fisiológicos (FC e VO_{2max}) (Pollock & Wilmore, 1993; cit. Mello, 2004)

FC Máx.	VO_{2max} ou FC _{max.} reserva	RPE Borg	Intensidade
< 35%	< 30%	< 10	Muito Leve
35-59%	30-49%	10-11	Leve
60-79%	50-74%	12-13	Moderada
80-89%	75-84%	14-16	Intensa
> 90%	> 85%	>16	Muito Intensa

Numa tentativa de simplificar a compreensão e percepção do esforço dos praticantes de IC, Mello (2004) adaptou a Escala de RPE de Borg.

Quadro 3 Adaptação da Escala RPE de Borg para praticantes de IC (Mello, 2004).

Nível	Intensidade
1	Leve
2	Um pouco Intenso
3	Intenso
4	Muito Intenso

Assim, a escala de Borg tem sido utilizada numa perspectiva de avaliação e controle da intensidade de exercício físico, durante o trabalho aeróbio, envolvendo grande massas musculares e utilizando medidas mensuráveis para determinar a sensação subjectiva de esforço (Nunes, 2003).

2.1.4 Principais Benefícios

Como já foi referido, a implementação dos programas de IC no seio das academias e ginásios é bastante recente. Actualmente os estudos realizados nesta área são poucos e pouco específicos.

Em contrapartida, são muitos os investigadores que comprovam e investigam os vários benefícios do ciclismo *outdoor*, quer de estrada, quer de montanha.

Uma opinião partilhada por diversos investigadores da área sugere que os benefícios obtidos da prática de IC são os mesmos da prática de ciclismo *outdoor*, ainda que estas actividades apresentem um carácter diferente na sua estrutura (Burke & Carmichel, 2004).

Os mesmos autores referem que o ciclismo surge como um exercício de carácter eminentemente aeróbio que, graças à eficácia da bicicleta, aparece como uma das melhores formas de desenvolver o sistema cárdio-respiratório e muscular, exercendo também óptimo efeito sobre o nosso espírito.

Os nossos corpos foram desenhados para estar em constante movimento. Para que possamos estar em forma e mantermo-nos saudáveis desenvolvendo um estilo de vida activo. Assim, uma das vantagens a salientar da prática do ciclismo é de que esta actividade permite-nos um acesso equilibrado a uma boa condição física (Burke, 1993).

O Ciclismo é uma actividade aeróbica para todo o corpo, de baixo impacto que pode ajudar a fortalecer o coração, a baixar a pressão arterial sanguínea, “queimar” gordura extra, tonificar o corpo, alcançar rendimentos de elevados e reduzir o stress (Burke, 1993).

Esta modalidade é tão efectiva e provoca os mesmos benefícios que a corrida e a marcha, tonificando os grandes músculos da parte inferior do corpo, proporcionando os estímulos aeróbios necessários ao desenvolvimento do sistema cardiovascular (Burke & Carmichel, 2004).

Neste sentido a Les Mills International (2005), fazendo referência ao seu programa específico de IC, o RPM®, define como principais benefícios o seu carácter altamente motivador e intenso, sem barreiras de coordenação, com movimentos sem impacto, que intervém fortemente na degradação de gorduras, óptimo exercício de tonificação muscular e de treino cardiovascular e de resistência muscular extremamente eficiente.

2.1.5 Caracterização da intensidade de esforço

O conceito de energia é vulgarmente utilizado para definir a capacidade de realizar trabalho, estando esta, directamente relacionada com a capacidade em produzir energia. A produção de movimento no organismo humano está directamente dependente da conversão de energia química em energia mecânica (Earl & Baechle, 2004).

A energia está armazenada nos alimentos sob a forma de hidratos de carbono, gorduras e proteínas. As suas ligações moleculares são relativamente fracas, e produzem pouca energia quando corrompidas. Em vez disso, quando a energia química proveniente dos alimentos é libertada no interior das células ela é armazenada sob a forma de um composto altamente energético denominado Adenosina Trifosfato (ATP) (Wilmore & Costill, 1999). Sem um adequado suplemento de ATP, a actividade e crescimento muscular não seriam possíveis.

O ATP consiste na Adenosina (uma molécula de adenina unida a uma molécula de ribose), combinada com três grupos fosfatos inorgânicos (Pi).

Quando por meio de uma reacção de catabolismo os grupos fosfatos são removidos é libertada uma grande quantidade de energia que potencia várias reacções no corpo humano, incluindo a contracção muscular, para produção de movimento (Wilmore & Costill, 1999; Earl & Baechle, 2004).

O processo de armazenamento de energia através da formação de ATP a partir de outras fontes é denominado fosfoliração. Este processo ocorre quando um grupo de Pi se adiciona a um composto de baixa energia (Adenosina Difosfato - ADP), convertendo-o em ATP. Quando essas reacções se desenrolam com recurso ao Oxigénio, fazem parte do metabolismo aeróbio (Wilmore & Costill, 1999).

Existem então três sistemas no corpo humano capazes de produzir ATP: (a) Sistema dos Fosfagénios; (b) Glicólise; (c) Sistema Oxidativo.

A grande função dos 3 sistemas energéticos é, precisamente, formar ATP para a contracção muscular, uma vez que o musculo esquelético é incapaz de utilizar directamente a energia proveniente da degradação dos grandes compostos energéticos provenientes da alimentação, como a glucose, os ácidos gordos ou os aminoácidos (Santos, 2004).

Desta forma, a contribuição dos diferentes sistemas energéticos está directamente relacionada com o tipo de esforço, isto é, com a duração e a intensidade da actividade (McArdle et al., 1992).

Os dois primeiros sistemas energéticos são designados de anaeróbios, o que significa que a produção de energia não está dependente da utilização de oxigénio. Já a produção de energia no sistema oxidativo decorre na mitocôndria e só é possível mediante a utilização de oxigénio, razão pela qual se denomina este tipo de sistema aeróbio (Santos, 2004).

O mecanismo mais simples e imediato de restabelecimento do ATP muscular, é o Sistema dos Fosfagénios ou ATP/CP, que decompõe quimicamente a Fosfocreatina (CP) nas células musculares. Este sistema envolve a doação de um grupo fosfato (Pi) por parte da CP, e a ligação energética deste Pi com a ADP para formar ATP (Power & Howley, 2000). Segundo Santos (2004), vários autores sugerem que as reservas de ATP e CP podem apenas sustentar as necessidades energéticas durante os sprints de

intensidade máxima até 15s. No entanto, dados recentes, sugerem que a importância do sistema aláctico se situa para além dos 15s, tendo sido sugerido que continua a ser o principal sistema energético mesmo para esforços máximos com uma duração até 30s.

Outro mecanismo capaz de responder rapidamente às necessidades energéticas da fibra muscular, ainda independente de oxigénio, é o mecanismo da degradação da glicose/glicogénio muscular, o qual é designado vulgarmente por Sistema ou Via Glicolítica (Guyton & Hall, 1997, cit. Cardoso, 2002). Como resposta a esforços de intensidade elevada com uma duração entre 30s e 1 min., o organismo apela a um sistema energético claramente distinto, caracterizado por uma grande produção e acumulação de ácido láctico (Santos, 2004).

A glicólise ocorre no sarcoplasma da célula muscular, é um processo bastante mais complexo que o ATP-CP, pois requer um conjunto de 12 reacções enzimáticas complexas. Este processo na sua globalidade converte uma molécula de glicose em duas moléculas de ácido láctico, formando paralelamente duas moléculas de ATP (Power & Howley, 2000).

Por último, a fibra muscular tem a capacidade de sintetizar moléculas de ATP, no entanto, nas reacções metabólicas complementares é necessário o recurso ao oxigénio. Este metabolismo é vulgarmente denominado como aeróbio ou oxidativo (Cardoso, 2002).

A produção de ATP em esforços de intensidade média, com duração superior a 2 min é assegurada pela oxidação mitocondrial dos HC, e dos ácidos gordos (AG), sendo pouco significativo o contributo energético proveniente da oxidação das proteínas (Aminoácidos) (Santos, 2004).

O tecido adiposo é a nossa maior fonte de energia em situações de repouso, durante exercícios de baixa intensidade ou de duração prolongada. Os AG livres são mobilizados na forma de triglicerídeos e postos em circulação para posteriormente serem oxidados (Kanaley et al., 2001).

A produção aeróbia da molécula de ATP ocorre no interior da mitocôndria e envolve a interacção de duas vias metabólicas, o Ciclo de Krebs e a Cadeia de Transporte de Electrões (Powers e Howley, 2000).

Ao contrário da produção anaeróbia, de ATP, o sistema oxidativo possui uma enorme capacidade de produção de energia e, por essa razão, o metabolismo aeróbio é o principal mecanismo de produção de energia durante os eventos de longa duração (Wilmore & Costill, 1999).

Apesar de existirem diferenças bastante acentuadas entre os 3 sistemas energéticos em termos de capacidade e de potência, todos eles participam eficientemente na ressíntese da molécula de ATP e na resposta às diversas necessidades energéticas do trabalho muscular (Cardoso, 2002).

Segundo Baptista (2002), estudos sobre caracterização do esforço em IC são praticamente inexistentes, o que torna complicado uma qualquer definição bem sustentada sobre qual a fonte energética utilizada ao longo de uma sessão. Apesar disso, tendo consciência da duração habitual de uma aula podemos empiricamente constatar que o esforço é eminentemente aeróbio.

Num estudo realizado numa aula de JG Spinning®, a versão original do IC, com recurso a diversificadas técnicas e estratégias, verificou-se uma promoção e solicitação significativa da capacidade aeróbia, estando os valores de intensidade enquadrados com os valores propostos pelo American College of Sport Medicine (ACSM) para o desenvolvimento da capacidade aeróbia (Mello, 1999; cit. Baptista, 2002).

Num estudo efectuado por Mello et al. (2003) com 15 praticantes de IC do género masculino, a autora verificou que a energia utilizada durante uma aula é quase exclusivamente resultante da degradação da glicólise gerando-se a partir de cada litro de O₂ consumido 5,05 Kcal.

A propósito, López (2003) afirma que durante uma aula de 50 minutos de IC o dispêndio energético pode localizar-se entre as 500 e 1000 calorias, estando dependentes da condição física de cada sujeito e da estrutura e intensidade da sessão.

Baptista (2002), concluiu que o IC não apresenta um carácter exclusivamente aeróbio, mostrando que foi possível distinguir dois regimes energéticos claramente distintos.

2.2 Avaliação da Resistência Aeróbia

A avaliação da resistência aeróbia ou cardiorespiratória, tem sido considerada como um dos parâmetros basilares na avaliação da aptidão física, não só por reflectir a capacidade do sistema oxidativo em produzir energia aeróbia a uma taxa elevada, mas também porque representa o limite máximo de tolerância ao esforço aeróbio (Brooks et al., 2000).

A performance aeróbia está dependente da potência e da capacidade aeróbia, que se define como a capacidade em manter uma determinada intensidade de exercício durante um longo período de tempo com reduzida acumulação de lactato no sangue (Santos et al., 1997), isto é, o tempo durante o qual um sujeito é capaz de manter um determinado esforço (Rodrigues, 1998).

A capacidade aeróbia surge como uma aptidão para realizar tarefas físicas de carácter dinâmico, que envolvem uma parte substancial da massa muscular, com intensidade moderada alta, por prolongados períodos de tempo e provém da funcionalidade dos sistemas respiratório, cardiovascular e muscular (Garganta, 2002).

A escolha dos indicadores mais apropriados para a avaliação e prescrição do exercício deve ser sustentada pelas próprias características e particularidades de cada actividade. Quando se pretende avaliar exercícios de intensidade máxima, os investigadores procuram utilizar indicadores e métodos que apresentem elevada validade, provando que realmente o exercício foi máximo (Baptista, 2002).

A capacidade e a potência aeróbia estão dependentes das quantidades de oxigénio disponível no músculo-esquelético. Com o incremento da disponibilidade de oxigénio para o exercício, ocorrem melhorias no desempenho e a sua quantificação é, habitualmente, efectuada através da avaliação do Consumo Máximo de Oxigénio (VO_{2max}) e do Limiar Anaeróbio (LAn) (Santos, 1995).

O VO_{2max} , é considerado, pela grande maioria dos investigadores do exercício, como a melhor mensuração laboratorial objectiva da capacidade de

resistência cárdio-respiratória (Powers et al., 2000; Wilmore & Costill, 1999; Brooks et al., 2000; ACSM, 2005), no entanto tanto o VO_{2max} como o LAn são considerados referências fundamentais na avaliação do metabolismo aeróbio.

2.2.1 Consumo Máximo de Oxigénio (VO_{2max})

A possibilidade Humana de desenvolver esforços prolongados, está directamente relacionada com a potência do metabolismo oxidativo, cujo conceito chave é o Consumo Máximo de Oxigénio (VO_{2max}), apresentando a sua presença um valor inquestionável em questões de performance no exercício físico (Santos, 2002).

O VO_{2max} é definido como a quantidade máxima de oxigénio captado pelo organismo, que por sua vez vai ser utilizado pelos tecidos musculares (Montoye et al., 1996).

Este conceito está estritamente relacionado com o conceito de potência máxima aeróbia, que representa a capacidade de produzir energia aeróbia a uma taxa elevada (Bangsbo, 1993). Deve ser entendido como a capacidade máxima de utilização e transporte de oxigénio (Powers et al., 2000).

O transporte e a libertação de oxigénio são importantes funções partilhadas pelos sistemas cardiovascular e respiratório e são denominadas colectivamente como sistema de transporte de oxigénio (Wilmore & Costill, 1999).

Para Ekblom (1986; cit. Santos, 2002) o VO_{2max} corresponde ao mais alto pico de consumo de oxigénio (O_2) que um indivíduo pode obter durante um exercício dinâmico, solicitando grandes massas musculares.

Num teste de exercício progressivo, a captação de O_2 aumenta como uma função linear relativamente à taxa de trabalho até ao ponto em que o VO_{2max} seja atingido. Quando isto ocorre, um incremento na taxa de trabalho, não acarreta um aumento na captação e transporte de O_2 .

Para McArdle et al. (1994) o volume máximo de consumo de oxigénio representa uma boa aproximação da capacidade do indivíduo em ressintetizar aeróbicamente ATP.

Neste sentido, o $\text{VO}_{2\text{max}}$ representa o “tecto fisiológico”, ou “plateau” da capacidade do sistema de transporte de oxigénio em distribuir O_2 aos músculos que se encontram em processo de contracção (Powers & Howley, 2000; Baptista, 2002).

O $\text{VO}_{2\text{max}}$ define então a capacidade máxima aeróbia e reproduz um valor numérico, valor pelo qual indicamos o nível da capacidade física aeróbia de um determinado sujeito. Intensidades de exercício acima do $\text{VO}_{2\text{max}}$ devem recrutar a energia às fontes metabólicas anaeróbias, iniciando o processo de degradação de glicose para formação de ATP, que rapidamente e subsequentemente aumentam a produção de ácido láctico e produz fadiga (McArdle et al., 1994; Rowland, 1996).

O $\text{VO}_{2\text{max}}$ está directamente interrelacionado com o Débito Cardíaco (Q) ($\text{L sangue} \cdot \text{min}^{-1}$), com a diferença artério-venosa (ml O_2 por L sangue) (ACSM, 2005), reflectindo neste sentido, entre outros aspectos, a performance do coração e dos pulmões, bem como da eficiência da distribuição do fluxo sanguíneo (Mota, 1989).

O débito cardíaco (volume de ejeção X frequência cardíaca) indica-nos a quantidade de sangue que deixa o coração, por minuto, transportando oxigénio. A diferença arteriovenosa de O_2 diz respeito à diferença entre o conteúdo de O_2 no sangue arterial e o conteúdo de O_2 do sangue venoso, dando informações referentes às quantidades de oxigénio extraído pelos tecidos (Wilmore & Costill, 1999)

A conjugação de todos estes factores determina o $\text{VO}_{2\text{max}}$ que é expresso pela denominada equação de Fick (Wilmore & Costill, 1999; Santos, 2002):

$$\text{VO}_{2\text{max}} = Q_{\text{max}} \times (a-v) \text{O}_{2\text{max}}$$

Existem no entanto outros critérios que os investigadores utilizam para encontrar o $\text{VO}_{2\text{max}}$. De entre os quais podemos citar as concentrações de lactato nos primeiros cinco minutos de recuperação $> 8 \text{ mmole} \cdot \text{L}^{-1}$, um quociente respiratório (QR) > 1.00 , frequência cardíaca (FC) $> 85\%$ da frequência cardíaca máxima para a idade, sendo o último critério o menos

rigoroso por questões bem conhecidas na determinação da frequência cardíaca teórica máxima para uma determinada idade (Maud e Foster, 1995).

Brooks et al. (1996), define as seguintes condições protocolares para a determinação do VO_{2max} : (a) o exercício deve envolver pelo menos 50% da massa muscular total, devendo ser contínuo e realizado durante um período prolongado; (b) os resultados devem ser independentes da motivação ou dos *skills* motores; (c) no nível mais elevado da capacidade de exercício, deve ser atingido um plateau de VO_2 , mas o sujeito deve ser capaz de continuar o exercício até atingir uma intensidade superior; (d) as avaliações devem ser efectuadas sob condições experimentais estandardizadas, evitando os ambientes em que o testado esteja sujeito a stress sob a forma de calor excessivo, humidade, poluição ou altitude.

A avaliação do VO_2 durante a execução de um protocolo de teste de exercício máximo, proporciona com exactidão a determinação da capacidade aeróbia, apesar da sua medida estar sujeita ao uso de material extremamente sofisticado e a sua utilização só ser possível recorrendo a pessoal especializado (Maud & Foster, 1995).

Apesar de o VO_{2max} ser considerado um método de controlo directo, válido e fiável (ACSM, 2005), tem as suas limitações no que se refere à previsão do desempenho durante o exercício.

Por esta razão, é extremamente importante rever alguns critérios na identificação do VO_{2max} , nomeadamente um critério que me parece bastante importante e pertinente neste estudo, e que se relaciona com a quantidade de massa muscular envolvida.

Como já foi salientado anteriormente, um exercício para que possa ser alvo de avaliação para encontrar o VO_{2max} , deverá solicitar pelo menos 50% do total de massa muscular do corpo, deve ser contínuo e manter-se por um período prolongado (Brooks et al, 2000).

Neste sentido, os mesmos autores referem que normalmente o VO_{2max} é avaliado num cicloergómetro, salientando diversos estudos que testes de VO_{2max} em bicicletas ergométricas apresentam resultados inferiores entre 10-15% ao resultados obtidos numa passadeira, mostrando que as habilidades

técnicas, a capacidade de potência muscular e a massa corporal afectam os resultados obtidos.

2.2.2 Limiar Anaeróbico (LAn)

Alguns conceitos no campo das ciências do desporto têm suscitado um debate sobre o conceito de Limiar Anaeróbio. Os esforços resultantes das imensas investigações para caracterizar o limiar de intensidade resultaram num imenso conjunto de conceitos, muito por causa de uma ausência de standardização metodológica, mas também como resultado de uma falta de consenso sobre a base teórica do conceito em si mesmo (Svedhal & MacIntosh, 2003).

Actualmente, acredita-se que a maioria da produção de ATP utilizada para fornecimento de energia à contracção muscular nos momentos iniciais de um exercício progressivo, é originária de fontes aeróbias. Paralelamente, à medida que a intensidade de exercício aumenta, as concentrações de ácido láctico, sofrem um crescimento exponencial. Em indivíduos não treinados este acontecimento ocorre entre os 50-60% do VO_{2max} , enquanto em indivíduos treinados o mesmo ocorre em taxas de trabalho mais elevadas, 65-80% do VO_{2max} (Powers & Howley, 2000).

Para muitos, e durante muito tempo o VO_{2max} foi considerado como o melhor meio para avaliar a capacidade de resistência, no entanto, posteriormente assumiu-se como um critério insuficiente para a avaliação da resistência de média e longa duração (Santos, 2002).

Durante um exercício de intensidade progressiva, poucas são as mudanças observadas no lactato sanguíneo, enquanto a intensidade de exercício não excede os 50-60% do VO_{2max} . No entanto, para além destes valores, os níveis de lactato aumentam exponencialmente até níveis máximos. O ponto em que o lactato começa a aumentar foi denominado de Limiar Anaeróbio (LAn) (Rowland, 1996).

Muitos estudos demonstraram que o LAn é um bom critério para mensurar a *performance*, e a consequente capacidade de trabalho aeróbio, e em muitos casos muito mais precisa que o VO_{2max} (Antonutto & Di Prampero, 1995).

Actualmente, Santos (2004) refere que existem dois tipos distintos de resposta metabólica ao exercício dinâmico de longa duração: (a) a resposta a uma carga em que as necessidades energéticas são supridas totalmente à custa do metabolismo oxidativo, caracterizado por uma baixa concentração de ácido láctico, resultante do equilíbrio entre a sua produção e remoção; (b) a resposta a uma carga que, para suprir as necessidades energéticas, recorre à formação adicional de ácido láctico, o que conduz à sua acumulação progressiva e à inevitável fadiga.

Em exercício, no momento em que decorre a transição entre os respectivos estados metabólicos, verifica-se um aumento sistémico do ácido láctico sanguíneo (Powers & Howley, 2000). A esse período de transição designa-se de LAn e corresponde à intensidade máxima de exercício em que ocorre um equilíbrio entre a produção e a remoção de ácido láctico (Santos, 2004).

O LAn corresponde a uma intensidade de exercício crítica, a partir do qual qualquer incremento na carga, por mais pequeno que seja provoca a transição do metabolismo puramente oxidativo, para o parcialmente anaeróbio, com o concomitante aumento progressivo de lactatemia (Powers & Howley, 2000; Wilmore & Costill, 1999; Santos, 2002; Santos, 2004).

Por sua vez, Billat (1996) refere que o LAn é indicado por um incremento linear do lactato sanguíneo, definido por um ponto de inflexão na curva de acumulação de ácido láctico durante o exercício progressivo em relação à velocidade e ao tempo. Esta acumulação de lactato com o aumento da velocidade pode ser atribuída a desequilíbrios entre o nível de produção e remoção deste metabolito.

No entanto, o ponto de inflecção do lactato sanguíneo, assim definido por Brooks et al. (2000) para descrever o aumento exponencial de ácido láctico no sangue, não fornece por si só informações sobre o metabolismo anaeróbico,

reflecte sim o equilíbrio entre o lactato que entra e o que sai para a corrente sanguínea.

Rowland (1996) sugere que o LAn aparece como o momento, durante um teste de exercício progressivo, em que o incremento dos níveis de lactato no sangue começam a acelerar.

Assim, podemos concluir que o conceito LAn pode então ser definido como uma intensidade de exercício, envolvendo uma massa muscular considerável, em que os consumos de oxigénio não podem suportar as solicitações energéticas requeridas pelos tecidos musculares (Svedhal & MacIntosh, 2003).

Os mesmos autores, na tentativa de contribuírem para um melhor esclarecimento deste conceito, referiram que, se a intensidade de exercício associada ao LAn é identificada pela determinação da intensidade máxima à qual o lactato sanguíneo se mantém em equilíbrio, então o termo MaxLass (Maximal Lactate Steady State) é a forma mais apropriada de se referir àquela intensidade de exercício. O MaxLass é então a carga constante mais elevada que se poderá ser tolerada com uma lactatemia estabilizada.

O LAn tem vindo a ser utilizado para (1) estabelecer uma FC alvo para o treino aeróbio e para o exercício de reabilitação; (2) para estabelecer a capacidade física aeróbia em sujeitos incapazes de tolerar exercícios máximos; (3) distinguir patologias fisiológicas que limitam a realização de exercício; (4) construir as linhas orientadoras de treino para atletas de alto rendimento; (5) encontrar a capacidade individual para de exercitar de forma aeróbica, sem que se recorra ao metabolismo anaeróbio (Rowland, 1996).

2.2.3 Frequência Cardíaca

O sistema cardiovascular é um circuito vascular contínuo, altamente dependente de uma bomba, chamada coração. Este é dotado de um sistema especializado que gera impulsos rítmicos capazes de promover a contracção ritmada do músculo cardíaco, e a condução desses impulsos rapidamente para todo o coração (McArdle et al., 1992).

O coração é um músculo do corpo humano, cuja contracção se processa de modo involuntário. O número de contracções/batimentos que este órgão realiza por unidade de tempo (geralmente minutos) é designado por Frequência Cardíaca (FC) (Robergs & Roberts, 1996).

FC assume-se como um dos parâmetros cardiovasculares mais simples e informativos e, reflecte a intensidade do esforço que o coração deve fazer para satisfazer as necessidades do corpo quando está sujeito a uma determinada actividade (Wilmore & Costill, 2001). A FC está destinada a adaptar o ritmo de circulação do sangue às necessidades energéticas do organismo, como acontece por exemplo quando fazemos desporto. O seu controlo é executado pelo sistema nervoso simpático e parassimpático (Soares, 1996).

Como já foi referido anteriormente, apesar do VO_{2max} ser considerado um método de controlo directo, válido e fiável, em alguns casos, é de difícil aplicação prática nas academias, dado que pressupõe avaliação laboratorial e definições de intensidade de exercício só possíveis de controlar através da espirometria (ACSM, 2006).

Desta forma, nestes locais a FC tem sido considerada um indicador de grande utilidade e de fácil aplicação a um grande número de praticantes e com baixos custos financeiros, usualmente utilizada na prescrição e controlo do exercício com o objectivo de manter ou desenvolver a aptidão cardiorespiratória (Espinheira, 1999; Baptista, 2002; Nunes, 2003; Villalba, 2005). Pode ainda ser utilizada no controlo de treino e na avaliação da capacidade individual para realizar trabalho (Soares, 1987).

A FC de repouso pode variar entre os 60-80 batimentos por minuto (bpm), no entanto em indivíduos sedentários os valores podem ultrapassar os 100 bpm. Com o treino a tendência da FC de repouso é baixar, podendo-se encontrar atletas de elite com frequências que oscilam entre os 28 e 40 bpm. Normalmente a FC decresce com a idade e são muitas as variáveis que contribuem para a sua flutuabilidade. (Wilmore & Costill, 2001).

Apesar de ser considerada uma variável frequentemente utilizada como parâmetro de avaliação da capacidade de realizar, na sua utilização, os resultados obtidos devem ser analisados em função de um conjunto mas vasto

de informações, como o tipo de tarefa realizada, a massa muscular solicitada, o estado emocional, hora do dia, etc (Soares, 1988).

No entanto existem outros factores que, são descritos na literatura, e que condicionam drasticamente o comportamento da FC. De entre os quais podemos citar: (a) idade; (b) sexo; (c) condição física/treino; (d) massa muscular solicitada; (e) tipo de exercício; (f) estado emocional; (g) factores ambientais, tais como temperatura e humidade; (h) posição corporal; (i) nível de hidratação; (j) hora do dia (Soares, 1988; Brooks et al., 2000; Wilmore & Costill, 2001; Carvalho, 2005)

Quando iniciamos um exercício, a FC sofre um incremento proporcional ao aumento de intensidade até um ponto de esgotamento. Conforme nos vamos aproximando desse mesmo ponto, a FC começa a nivelar-se, indicando que nos estamos a aproximar de um valor máximo.

A FC máxima (FC_{max}) avaliada é o valor da FC mais alto que somos capazes de alcançar durante um esforço total até ao ponto de esgotamento completo e tende a diminuir com a idade (Soares, 1988; Wilmore & Costill, 2001). É considerado um valor de referência em medicina clínica e fisiologia. A percentagem da FC_{max} é usada para prescrever a intensidade de exercício em programas prevenção ou de reabilitação física (Tanaka et al., 2001).

Uma estimativa da frequência cardíaca teórica máxima (FCt_{max}) pode-se obter facilmente subtraindo 220 pela idade. No entanto, este método é sujeito a um erro considerável, pois os seus valores podem variar num intervalo superior aos 10 bpm (Brooks et al., 2000).

A validade da inferência da FCt_{max} através do cálculo 220-idade, não apresentou validade estabilizada em estudos que incluíam um número considerável de indivíduos com mais de 60 anos (Tanaka et al., 2001).

Neste sentido, num estudo realizado, Tanaka et al. (2001) propuseram a seguinte equação para fazer uma previsão da FCt_{max} através da idade em adultos saudáveis, independente da condição física e do género: $FCt_{max} = 208 - 0.7 (\text{idade})$. O erro padrão de estimativa proposto pelo autor é de 7 bpm.

Determinar o ritmo a que funciona o músculo cardíaco representa então, uma referência eficaz e fiável das reacções fisiológicas que ocorrem com os

atletas. Por este motivo, a monitorização da FC assume-se como um dos procedimentos mais frequentemente utilizados para determinar a intensidade de esforço durante a prática desportiva (Neta, 2005).

Outra das vantagens da monitorização da FC está relacionada com a sua relação directa com o VO_2 . Provavelmente, esta deve ser a principal razão pela qual a sua avaliação surge como o principal método para avaliar a resposta do organismo a uma determinada carga (Buckley, 1999).

Em determinadas condições de exercício sub-máximo realizado em condições de equilíbrio (*steady-state*), a curva do aumento do VO_2 (que expressa a intensidade de esforço) correlaciona-se significativamente com a FC para todos os níveis de intensidade sub-máxima (Barata, 1997; Brooks et al., 2000). Assim verifica-se que, quando um desportista realiza um trabalho físico a uma intensidade compreendida entre 120 e 180 bpm, a relação entre a FC, o $\text{VO}_{2\text{max}}$ e o lactato sanguíneo é linear (Nunes, 2003), tal como é apresentado no quadro seguinte.

Quadro 4. Relação entre a percentagem da FC_{max} e o $\text{VO}_{2\text{max}}$ (Pollock & Wilmore, 1990; cit. Barata, 1997).

% FC_{max}	% $\text{VO}_{2\text{max}}$
<35%	<30%
35% a 59%	30% a 49%
60% a 79%	50% a 74%
80% a 89%	75% a 84%
>90%	>85%
100%	100%

Se a avaliação da capacidade aeróbia é importante para determinar o nível de cada indivíduo, o conhecimento e a determinação da intensidade de treino é fundamental.

Relativamente às propostas de intensidade de treino podemos constatar que existem inúmeras sugestões. Grande parte delas foram pensadas para a utilização dos valores da FC, no entanto, é possível sugerir um conjunto de intensidades de treino tendo em conta os valores de $\text{VO}_{2\text{max}}$ como indicador de esforço (Garganta, 2002).

Neste mesmo sentido, o ACSM (1998) tem como linhas orientadoras para o treino cardiovascular um tipo de actividades que envolvam grandes grupos musculares por um período de tempo prolongado e intensidades entre os 55/65% - 90% da $FC_{t_{max}}$, ou 40/50% - 85% do consumo máximo de oxigénio de reserva (VO_{2R}) ou FC_{max} de reserva¹, dependendo da condição inicial do praticante.

As frequências e as zonas alvo de treino são calculadas como % FC_{Max} , dependem da condição física do indivíduo e do objectivo do trabalho. A Polar (2001) apresenta uma sugestão das zonas alvo de treino e correlaciona-as com uma série de objectivos.

Quadro 5. Sugestões das zonas alvo de treino (Polar, 2001).

Intensidade	Objectivo Especifico
Baixa intensidade (50-60% FC_{max})	▪ Garantir a mobilidade; ▪ Pode melhorar a aptidão física em indivíduos em muito pobre condição;
Intensidade Leve a Moderada (60-70% FC_{max})	▪ O treino nesta zona é recomendado para efeitos de saúde e controle de peso; ▪ Aumento da capacidade cardiovascular dos músculos; ▪ Aumenta a resistência; ▪ Melhora a capacidade do músculo cardíaco como bomba de circulação;
Intensidade Moderada a Forte (70-85% FC_{max})	▪ Incrementos de aptidão cardiovascular para pessoas que treinam com regularidade; ▪ Aumento da resistência;
Intensidade Forte a Máxima (85-100% FC_{max})	▪ O treino nesta zona é "duro" e provoca respiração pesada e ofegante, músculos cansados e fadiga; ▪ Neste nível o exercício passa a anaeróbio causando acumulação de ácido láctico; ▪ Aumenta a tolerância muscular ao ácido láctico; ▪ Treinar nesta intensidade é eficaz em atletas que desejam aumentar as capacidades em desempenhos máximos;

¹ A FC_{max} de reserva e o VO_{2} reserva são calculados através da diferença entre a $FC_{t_{max}}$ e a FC de repouso, e através do VO_{2max} e de repouso respectivamente (ACSM, 1998).

Uma outra classificação mais específica em termos de intensidades é proposta pelo ACSM (1998) e está apresentada no quadro seguinte.

Quadro 6. Classificação do nível de intensidade, baseada em actividade física de duração até 60 min (ACSM, 1998).

Intensidade Relativa de actividades de <i>endurance</i>		
Intensidade	VO _{2res} (%) / FC _{res} (%)	FC _{Max} (%)
Muito Leve	< 20	< 35
Leve	20-39	35-54
Moderada	40-59	55-69
Forte	60-84	70-84
Muito Forte	>85	>90
*Máxima	90	100

Considerando uma proposta de Garganta (2002), o desenvolvimento do treino cardiovascular pode ser desenvolvido através de diferentes zonas de intensidade ou de treino. Desta forma, (a) entre os 50-60% da FC_{t_{max}} pretende-se promover a saúde cardiovascular; (b) entre os 60-70% da FC_{t_{max}} deplecionar gorduras; (c) entre os 70-80% da FC_{t_{max}} desenvolver o treino aeróbio, melhorando a aptidão física numa perspectiva de saúde; (d) entre os 80-90% da FC_{t_{max}} melhorar a capacidade de resistência; (e) entre os 90-100% da FC_{t_{max}} melhorar a aptidão física numa perspectiva de *performance*.

2.3 Análise e medição dos consumos energéticos

Os organismos vivos estão submetidos às leis da física, e neste sentido, todos os animais obedecem às leis da termodinâmica, onde nenhuma energia se cria, nem se perde, mas unicamente se transforma.

Assim, o equilíbrio termodinâmico ocorre entre o meio e os animais de uma forma equilibrada, sem que haja a mínima hipótese de perda energética (Marchini et al., 2005).

O conceito de termogénese define-se como a energia gasta para a realização de trabalho ou produção de calor celular, que poderá ser influenciada pela temperatura, dieta e ou actividade física, entre outros (Marchini et al., 2005).

O conhecimento da energia dispendida nas diversas actividades físicas é importante em vários domínios da prescrição de exercício, como controlo de peso corporal, reabilitação e treino de alto nível. Para além destas informações, a determinação do dispêndio energético permite-nos conhecer a relação entre a participação relativa dos processos de produção aeróbia e anaeróbia de energia, bem como o tipo de combustível utilizado (Tavares et al., 2002).

Para Marchini et al. (2005), a calorimetria surge como um método que permite estudar os componentes energéticos do organismo. No entanto, para tal, é necessário ter em conta os principais componentes do consumo energético diário como a taxa metabólica basal, o efeito térmico do alimento e a termogénese da actividade física.

A renovação energética nas fibras esqueléticas não pode ser avaliada directamente, no entanto, podem ser utilizados diversos métodos laboratoriais que nos permitem calcular a taxa e a quantidade de energia dispendida quando o organismo se encontra tanto em repouso como em exercício.

2.3.1 Calorimetria

2.3.1.1 Calorimetria Directa

A primeira lei da termodinâmica determina que, quando a energia mecânica é transformada em energia térmica, ou a energia térmica em energia mecânica, a relação das duas energias é uma relação constante. Logo, é indiscutível que o dispêndio de uma quantidade fixa de energia resultará sempre na produção da mesma quantidade de calor (princípio da conservação da energia) (Fox et al., 1991; Marchini et al., 2005).

Em experiências realizada por Max Rubner, em finais do século XIX, ficou comprovado de maneira inequívoca que, a energia produzida através do

metabolismo dos nutrientes é igual ao calor produzido pelo corpo. Assim podemos concluir que a energia gasta por um indivíduo que realiza qualquer tipo de trabalho é exactamente igual à energia libertada através do metabolismo do corpo (Fox et al., 1991), uma vez que no decorrer da degradação dos nutrientes, apenas 40% são convertidos em energia, sendo os restantes 60% convertidos sob a forma de calor (Brooks et al., 2000).

Então, a quantidade de calor pode ser mensurada de forma directa (calorimetria directa), através de uma câmara do tamanho de um pequeno quarto, onde os gases são analisados para determinar, indirectamente, o metabolismo dos alimentos e, directamente a dissipação de calor (evaporação, radiação e condução) pelo aumento da temperatura da água circundante à câmara. Cada aumento de 1 grau Celsius por quilograma de água, equivale a 1 Kcal de energia (Fox et al. 1991; McArdle et al., 1994; Marchini et al., 2005).

2.3.1.2 Calorimetria Indirecta

A calorimetria indirecta das trocas gasosas a nível alveolar tem sido usada como um meio de conhecimento e investigação do metabolismo muscular (Riley et al., 1996).

Na vertente desportiva a calorimetria indirecta assume-se como um importante instrumento com várias aplicações práticas de onde podemos destacar: (a) estimativa adequada do aporte calórico a ser administrado; (b) determinação do substrato utilizado durante uma determinada Actividade Física; (c) estimativa da performance aeróbia pela determinação do VO_{2max} ; (d) determinar o ponto de limiar anaeróbio (Marchini et al., 2005).

Uma vez que a quantidade de O_2 consumido em repouso ou ao realizar um trabalho, quando enunciada em equivalentes calóricos, é igual ao calor produzido pelo corpo, podemos admitir que a avaliação do consumo de O_2 constitui uma medição indirecta da energia dispendida (Fox et al., 1991).

Desta forma, efectuando medições dos consumos de O_2 é possível obter uma estimativa indirecta dos gastos energéticos de forma minuciosa, e comparando-a com a calorimetria directa é relativamente mais simples, e muito

mais acessível em termos de manutenção, gastos e pessoal especializado (McArdle et al., 1994).

O metabolismo da glicose e das gorduras está dependente da disponibilidade de O_2 e produz CO_2 e água. Sabendo que a quantidade de O_2 e CO_2 trocados nos pulmões é normalmente equivalente às trocas gasosas ocorridas a nível celular, podemos estimar que o gasto calórico pode ser estimado através da medição dos gases respiratórios. Este método de estimação do gasto energético é denominado por calorimetria indirecta (Wilmore & Costill, 1999; Santos, 2004).

Num circuito aberto de espirometria, técnica usualmente utilizada para medir os consumos de oxigénio no decorrer do exercício físico, as alterações nas percentagens de O_2 e CO_2 expirados, são comparadas com as concentrações dos mesmos gases inspirados, e a sua análise reflecte o funcionamento do metabolismo energético (McArdle et al., 1994).

Os diferentes tipos de nutrientes têm quantidades específicas de O_2 consumido e CO_2 produzido. Portanto a calorimetria indirecta usa o volume de ar expirado, a percentagem de oxigénio consumido e a percentagem de dióxido de carbono produzido. O cálculo destes valores permite o conhecimento do fornecimento calórico dos nutrientes e a participação deles no processo de oxidação (Marchini et al., 2005).

Assim se obtivermos uma avaliação exacta dos litros de O_2 consumido e o volume de CO_2 produzido durante a realização de uma dada tarefa física, poderemos conhecer a mistura de alimentos que está sendo utilizada e, conseqüentemente, atribuir o valor calórico a cada litro de O_2 consumido (Fox et al., 1991)

Para Garganta (2002), este é o teste mais fiável para estimar a potência máxima aeróbia, podendo ser efectuado quer em tapete rolante ou em cicloergómetro.

2.3.2 Equivalência calórica do oxigénio: razão de troca respiratória (R) ou Quociente respiratório (QR)

A mistura dos substratos utilizados durante o exercício depende da intensidade e duração do esforço, assim como da preparação física e nutricional do indivíduo (McArdle et al., 1994).

Durante a realização de exercícios de baixa intensidade, com consumos de O_2 na ordem dos 40-50%, a energia requerida resulta primeiramente da oxidação dos AG livres do plasma. À medida que a intensidade do exercício aumenta, o suplemento adicional de energia é obtido através da degradação do glicogénio muscular, da glucose sanguínea, e dos triglicerídeos intramusculares. Em exercícios máximos, a oxidação lipídica decresce, enquanto a oxidação máxima dos HC ocorre a 100% do VO_{2max} (Treuth et al., 1996).

As estimativas do VO_2 e da produção de dióxido de carbono permitem determinar qual o substrato energético que está a ser oxidado numa determinada actividade (Marchini et al, 2005).

Neste sentido existem técnicas não invasivas utilizadas para estimar a percentagem de utilização dos diferentes substratos energéticos (Glicose, Lipídeos e Proteínas) durante o exercício. Essa técnica correlaciona o débito de dióxido de carbono (VCO_2) e o volume de oxigénio consumido (VO_2) e é denominada por Razão de Troca Respiratória (R) ou Quociente Respiratório (QR) e reflecte os processos celulares (Fox et al., 1991; Powers & Howley, 2000; Marchini et al., 2005).

O QR representa a razão entre a produção de CO_2 (VCO_2) e o consumo de O_2 (VO_2). A respectiva razão varia conforme as percentagens de lipídeos ou de HC que estão a ser utilizados (Riley et al., 1996; Brooks et al., 2000).

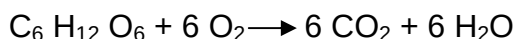
Por causa das inerentes diferenças químicas existentes entre a composição dos HC, lipídeos e proteínas, são necessários também diferentes consumos de O_2 para oxidar completamente os carbonos e os átomos de hidrogénio, produzindo como resultado CO_2 e água. Desta forma, através do

VO₂ consumido e do VCO₂ produzido, podemos encontrar uma razão que nos indica qual o substrato que está a ser oxidado (McArdle et al., 1992).

Em resumo, o QR é importante porque, quando a produção de CO₂ provém unicamente do metabolismo celular, e se assume que não existem modificações no catabolismo das proteínas durante o exercício, o valor do QR reflecte com precisão a proporção de gorduras e de HC catabolizados para a produção de energia, permitindo-nos calcular os gastos energéticos durante o exercício (Robergs & Roberts, 1997).

2.3.2.1 QR para os HC

No momento em que os HC são oxidados, como a proporção de O₂ e H₂ é igual à da água, o O₂ exterior é necessário somente para oxidar o carbono. Consequentemente, durante o processo completo de oxidação de uma molécula de glucose, 6 moléculas de CO₂ são produzidas e seis moléculas de O₂ são consumidas (Tavares et al., 2002).

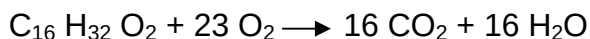


$$\text{QR} = 6\text{CO}_2 / 6\text{O}_2 = 1.00$$

Uma vez que nesta equação o número de moléculas de O₂ consumidas e o número de moléculas de CO₂ produzidas é o mesmo, QR para os HC é 1.00 (Fox et al., 1991; McArdle et al., 1994; Brooks et al., 2000).

2.3.2.2 QR para os Lipídios

No caso das gorduras, uma vez que existe uma maior proporção de Hidrogénio, é necessária uma quantidade suplementar de O₂ exterior para a produção de CO₂ (Tavares et al., 2002). A equação é referente à degradação do ácido palmítico.



$$\text{QR} = 16 \text{CO}_2 / 23 \text{O}_2 = 0.696$$

Usualmente, o valor de QR considerado para os Lipídios é 0.70 (Fox et al., 1991; McArdle et al., 1994; Brooks et al., 2000).

2.3.2.3 QR para as Proteínas

No caso específico das proteínas, o QR é muito próximo de 0.8, mas como as quantidades deste nutriente são muito pequenas, podem ser negligenciadas (Tavares et al., 2002).

Ao contrário dos lipídios e dos HC, desde muito cedo ficou demonstrado que as proteínas não desempenham um importante papel no *turnover* energético para contracção muscular (Horton & Terjung, 1988).

Em exercícios de duração inferior a 1 hora, a contribuição das proteínas para a produção de energia não excede os 2%, no entanto o seu papel como fonte de substrato pode aumentar discretamente podendo contribuir em situações finais com 5 a 15% de energia para o trabalho (Powers & Howley, 2000).

2.3.2.4 QR para um consumo misto

Resultados de estudos efectuados em calorimetria indirecta, indicaram em repouso a maioria da energia utilizada (60%) é proveniente da oxidação dos lipídios, sendo o restante resultante da degradação da glicose (35%) e aproximadamente 5% da degradação das proteínas. No entanto, após o início do exercício, verifica-se uma diminuição na contribuição dos lipídios e um incremento na contribuição dos hidratos de carbono (Brooks et al., 1996).

Não podemos falar de actividades exclusivamente aeróbias ou anaeróbias, nem tão pouco dizer que existem exercícios dependentes exclusivamente do consumo de gorduras ou de HC. Toda a actividade física é

abastecida por uma mistura metabólica, com maior ou menor contribuição de determinados nutrientes, conforme a respectiva intensidade de esforço, a duração, o nível de treino e o regime alimentar do atleta (Tavares et al., 2002; Zehnder et al., 2005).

As gorduras são os substratos energéticos predominantes para consumos energéticos de baixa intensidade ($< 30\% \text{ VO}_{2\text{max}}$), enquanto os HC são os substratos dominantes no exercício de alta intensidade ($>70\%$ do $\text{VO}_{2\text{max}}$) (Powers & Howley, 2000).

O equilíbrio da utilização entre os HC e lipídios durante o exercício é explicado pelo conceito de *Crossover*.

Este conceito é explicado por Brooks & Mercier (1994), mostrando que, paralelamente ao aumento de intensidade do exercício, ocorre um aumento progressivo do metabolismo dos HC e uma diminuição do metabolismo das gorduras. Quando a intensidade do trabalho aeróbio ultrapassa os valores 60-65% do $\text{VO}_{2\text{max}}$, o facto sugere que a partir desse mesmo ponto, o metabolismo da glicose passa a ter um maior contributo na produção de energia do que o metabolismo das gorduras.

Usualmente, e em grande número de exercícios, o combustível utilizado para a produção de energia sugere uma utilização de lipídios e de HC em simultâneo e, nesses casos o valor de QR situa-se entre os 0.70 e 1.00 (Brooks et al., 2000).

Na maioria dos casos, um QR de 0.82 sugere um metabolismo misto de carboidratos e gorduras, sendo os HC responsáveis por 40% e os lipídios por 60% da produção de energia (McArdle et al., 1996).

O quadro 5 faz referência exactamente a essa mistura dos substratos energéticos determinados através do QR.

Quadro 7. Percentagem de Hidratos de Carbono e de Gorduras Metabolizados determinados pelo QR não proteico, adaptado Robergs & Roberts, 1997.

QR	% Kcals HC	% Kcals Gorduras
1,00	100.00	0.0
0.95	84.00	16.00
0,9	67.50	32.50
0.85	50.70	49.30
0.80	33.40	66.60
0.75	15.60	84.40
0.707	0.0	100.00

3. Objectivos e Hipóteses

3. Objectivos e Hipóteses

- Objectivo Geral do Estudo

- Este estudo tem como principal objectivo caracterizar a intensidade de esforço e analisar os substratos energéticos recrutados durante uma aula de *Indoor Cycle* (RPM®), utilizando como indicadores fisiológicos consumo de oxigénio (VO_2) e a frequência cardíaca (FC);

- Objectivos específicos do Estudo

- Identificar quais os substratos energéticos utilizados numa aula coreografada de *Indoor Cycle* (RPM®);
- Quantificar o gasto energético durante uma aula de *Indoor Cycle* (RPM®);
- Caracterizar as aulas de *Indoor Cycle* do ponto de vista da intensidade de esforço utilizando o parâmetro fisiológico FC;

- Hipóteses

As hipóteses formuladas foram as seguintes:

- Hipótese 1: Grande maioria da energia utilizada durante uma aula de RPM® é proveniente do metabolismo dos Hidratos de Carbono;
- Hipótese 2: Uma vez que se trata de um trabalho de incidência cardiovascular, a faixa de intensidade expressa percentagem FC_{max} situa-se dentro dos valores propostos pelo ACSM (1998).

4. Material e Métodos

4. Material e Métodos

4.1 Caracterização da Amostra

Quadro 8 Valores médios, máximos, mínimos e desvio padrão para as variáveis Idade, Peso, Altura e $FC_{t_{max}}$ (ACSM e Tanaka).

Sujeito	Idade (Anos)	Peso (Kg)	Altura (cm)	Fctmax	
				ACSM	Tanaka
1	34	75	172	186	184.2
2	24	61	175	196	191.2
3	28	71	167	192	188.4
4	24	75	179	196	191.2
5	23	68	169	197	191.9
6	28	79	178	192	188.4
7	26	81	182	194	188.8
8	23	76	178	197	191.9
Méd. $\pm$ dp	26 $\pm$ 4	73 $\pm$ 6	175 $\pm$ 5	194 $\pm$ 4	190 $\pm$ 3
Min-Máx	23-34	61-81	167-182	186-197	184.2-191.9

A amostra foi constituída por 8 indivíduos praticantes assíduos de IC, dos quais 7 são do sexo masculino e 1 do sexo Feminino, com idades compreendidas entre os 23 e os 34 anos, com um valor $\bar{x} \pm dp = 26 \pm 4$ anos.

Todos os participantes foram informados dos objectivos e procedimentos a realizar ao longo do estudo.

As avaliações foram efectuadas no Holmes Place Boavista e no Health and Fitness Club Solinca Hotel Porto Palácio entre os dias 14 e 24 de Novembro de 2006.

Os dados foram retirados de 4 professores diferentes.

4.2 Caracterização do Instrumento

O instrumento utilizado na realização deste estudo para a medição dos consumos energéticos foi um aparelho de oximetria directa que analisa as trocas gasosas a nível pulmonar. O referido instrumento utilizado foi o COSMED K4b².

A estimação dos consumos de oxigénio é comumente inferida pela medição indirecta dos custos energéticos que, normalmente, requerem um laboratório com equipamento sofisticado. No entanto a medição dos consumos de O_2 fora de laboratório é importante para se entender os custos energéticos durante as diversas formas e intensidades de actividade física (Duffield et al., 2004).

A tecnologia do COSMED K4b² permite a exploração das respostas fisiológicas em campo, durante eventos breves, ou registando as hipóteses durante longos períodos de tempo. O COSMED K4b² mede precisamente 30 parâmetros fisiológicos incluindo o VO_2 , VCO_2 , frequência cardíaca e ventilatória. Com o auxílio a um Programa PC WindowsTM é possível apurar o limiar anaeróbio, o gasto energético e a sua relação com os substratos utilizados e custos de O_2 inerentes.

O COSMED K4b² é constituído por uma unidade principal e cabos necessários, duas turbinas, 3 mascarar (P/M/G – Adulto), 3 baterias recarregáveis, 2 linhas de amostragem, 1 fita Polar, 2 suportes para a cabeça e uma armadura adulto.

O COSMED K4b² obteve elevados níveis de precisão de resultados para as medidas de VO_2 , VCO_2 e QR, quando comparado com CPX Medical Graphics Metabolic, para além dos inúmeros artigos que comprovam a precisão do K4b² (Duffield et al., 2004).

4.3 Caracterização da aula de RPM®

Como protocolo de avaliação utilizamos uma aula coreografada de RPM®, que teve a duração de 50min.

A referida aula é constituída por 9 faixas musicais. A primeira e segunda faixas são referentes ao aquecimento (cerca de 9 min), as 6 faixas seguintes fazem parte da parte fundamental da aula (cerca de 32min), e as restantes 2 faixas de retorno à calma e alongamento, respectivamente (cerca de 9min).

Durante o desenrolar da aula, a cadência e a resistência eram alteradas pelo praticante de acordo com as indicações dirigidas pelo professor. As

alterações de carga foram efectuadas pelo próprio praticante através de um manípulo controlador da resistência da própria bicicleta e, por sua vez, a alteração das cadências esteve dependente do ritmo musical (bpm) da faixa correspondente. O praticante alterou a sua posição em pé ou sentado conforme indicações do instrutor.

A descrição mais pormenorizada da aula está devidamente exposta no quadro seguinte.

Quadro 9. Caracterização da aula de RPM

	Faixa 1	Faixa 2	Faixa 3	Faixa 4	Faixa 5	Faixa 6	Faixa 7	Faixa 8	Faixa 9
Técnicas Utilizadas	Seated Recovery	Seated Recovery	Seated Recovery	Seated Recovery	Seated Recovery	Seated Recovery	Seated Recovery	Seated Recovery	
	Ride Easy	Ride Easy	Seated Climb	Ride Easy	Ride Easy	Ride Easy	Seated Climb	Ride Easy	
		Racing	Satandig Climb	Racing	Standing Attack	Racing	Standing Climb		
			Standing Recovery	Standing Climb	Racing	Aero Racing	Standing Recovery		
					Aero Racing				
Rotações por Minuto	110	127	71	137	85	139	69		
Objectivo	Aquecimento muscular	Incrementos intervalados de velocidade e resistência - Recta	Trabalho de Força - Montanha intervalada com recuperação	Faixa de Recuperação	Trabalho de Resistência - Treino intervalado na recta sentado e em pé	Trabalho de velocidade - Sprints intervalados	Trabalho de Força - Montanha sentado e em pé	Recuperação respiratória e muscular	Alongamentos Muscular

4.4 Procedimentos Experimentais

Cada indivíduo foi testado numa aula de IC (RPM®) com a duração de 50 min, por 2 investigadores.

Previamente foi realizada uma anamnese e avaliação antropométrica, utilizando as medidas lineares (estatura) e de massa (peso em Kg).

Antes de iniciar propriamente a avaliação existem um conjunto de procedimentos essenciais de ajuste e calibração do instrumento (COSMED K4b2).

Assim, em primeiro lugar fizemos uma análise do ar da sala onde se iria realizar a avaliação, analisamos o ar da garrafa de referência calibramos a turbina e finalizamos com o *delay*, que se refere à calibração do tempo que o volume de ar expirado demora até ser analisado pela máquina.

O passo seguinte foi referente ao ajuste da máscara ao sujeito avaliado, a colocação do cardio-frequencímetro e a respectiva calibração da máquina com os seus dados pessoais.

Não foi necessário instruir os participantes no que se refere ao ajuste da bicicleta nem à estrutura da aula uma vez que todos eles são praticantes assíduos de IC.

Após finalizadas todas estas etapas, a aula iniciou e todos os dados foram enviados por telemetria para um computador que armazenou todos os dados.

Como este estudo tem como base uma análise dos gastos calóricos e dos diferentes substratos em cada uma das fases da aula, decidimos analisar todas as faixas da aula onde o sujeito se mantivesse a pedalar. Uma vez que na faixa dos alongamentos é realizada com o sujeito fora da bicicleta decidimos retirar esses mesmos dados da amostra.

Desta forma analisamos os dados relativos ao Aquecimento (1ª e 2ª Faixas), parte fundamental (3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª Faixas) e por fim a parte final referente à recuperação (8ª Faixa), para além de uma análise global da mesma.

4.5 Procedimentos Estatísticos

No tratamento estatístico dos dados, recorreu-se a uma análise descritiva, com a determinação da média, do desvio padrão, do valor mínimo e máximo para todos os valores considerados.

Para a análise dos dados recorreremos a três softwares: o “COSMED K4b²” e o “Exel” para Windows XP e o “SPSS” (versão 10.0).

Os dados foram exportados do software “COSMED K4b²” para o “Exel” e “SPSS” onde foram realizadas todas as análises estatísticas e representações gráficas.

Foram realizados os testes não paramétricos de Kruskal-Wallis para amostras independentes. O nível de significância utilizado foi de mantido em 5%.

5. Apresentação dos Resultados

5. Apresentação Resultados

Os resultados do estudo empírico relativo à aula de RPM® podem ser observados nos seguintes quadros, e referem-se essencialmente ao segmento aeróbio da aula, que teve uma duração média de 45 minutos.

Relativamente à variável percentagem da $FC_{t_{max}}$, ela é calculada segundo o ACSM (1998) e segundo Tanaka et al. (2001).

A forma como os resultados serão apresentados consiste na descrição das variáveis de estudo durante o decorrer da aula de RPM®.

5.1 Caracterização da Intensidade de esforço

5.1.1 Frequência Cardíaca (FC)

Mediante uma análise descritiva dos dados, podemos verificar que durante a aula de RPM® as FC médias dos participantes foram de 164 ± 10 bpm (Quadro 10).

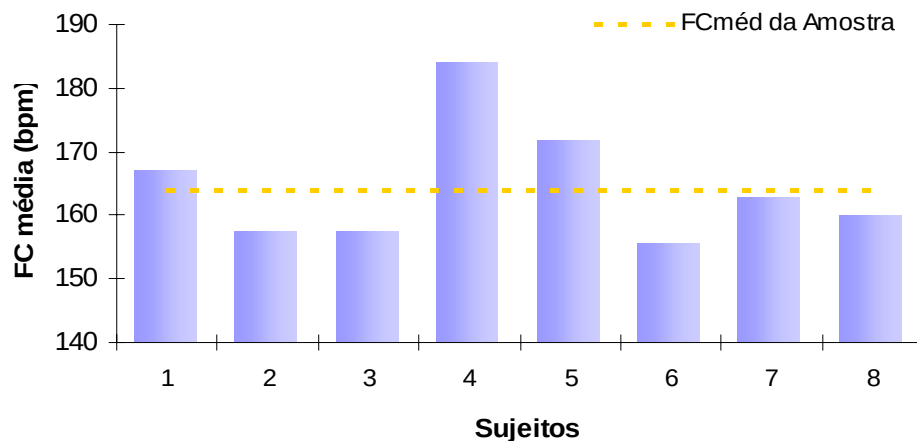
A % da $FC_{t_{max}}$ variou entre os 79 e 94% (ACSM, 1998) e obteve valores médios de $85 \pm 5\%$ e $87 \pm 5\%$ segundo o ACSM (1998) e Tanaka et al. (2001), respectivamente. Esta percentagem média é representativa dos treinos intervalados de elevada intensidade, característicos das aulas de IC.

Quadro 10 Valores da FC médios e a respectiva percentagem da $FC_{t_{max}}$ segundo o ACSM (1998) e Tanaka et al. (2001), numa sessão de RPM®, em cada sujeito da amostra.

Sujeito	FCméd.	% $FC_{t_{max}}$ média	
		ACSM	Tanaka(2001)
1	166.97	89.77	90.65
2	157.30	80.26	82.27
3	157.18	81.86	83.43
4	184.06	93.91	96.27
5	171.77	89.46	91.17
6	155.38	78.87	80.97
7	162.54	83.78	85.63
8	159.90	81.17	83.32
Méd. $\pm$ dp	164 ± 10	85 ± 5	87 ± 5
Min-Máx	155-184	79-94	81-96

A variação inter individual da FC pode ser observada na Figura 1.

Figura 1 Valores médios da FC durante uma sessão de RPM® nos 8 indivíduos.



A título meramente ilustrativo, passamos a apresentar o perfil dos valores da % da FC_{max} , segundo o ACSM durante uma sessão de RPM®, nos dois indivíduos que apresentaram os valores extremos (Figura 2 e 3).

Figura 2 Perfil da percentagem da $FC_{i_{max}}$ ao longo de uma sessão de RPM®, no indivíduo que apresenta valores de percentagem de FC mais baixos. As linhas a cor laranja representam a zona alvo de treino (60-90%) proposta pelo ACSM (1998).

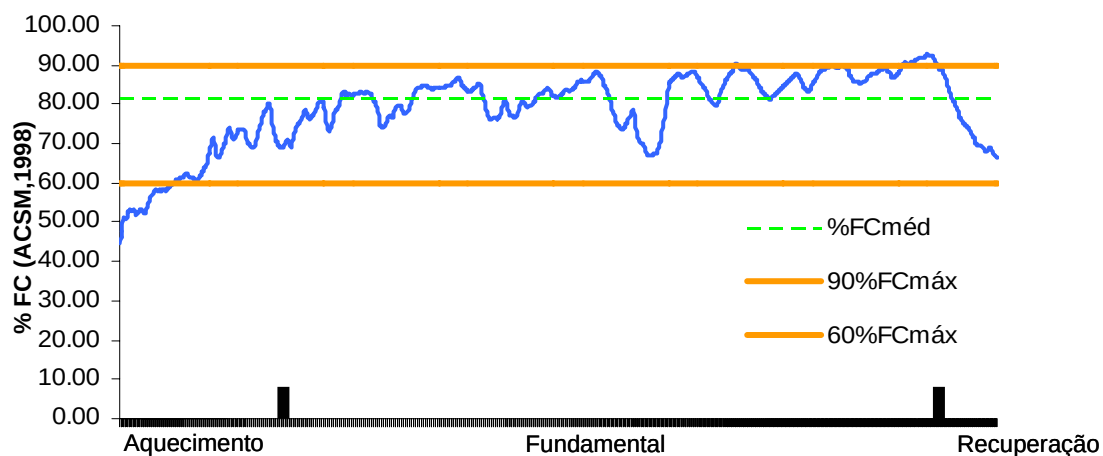
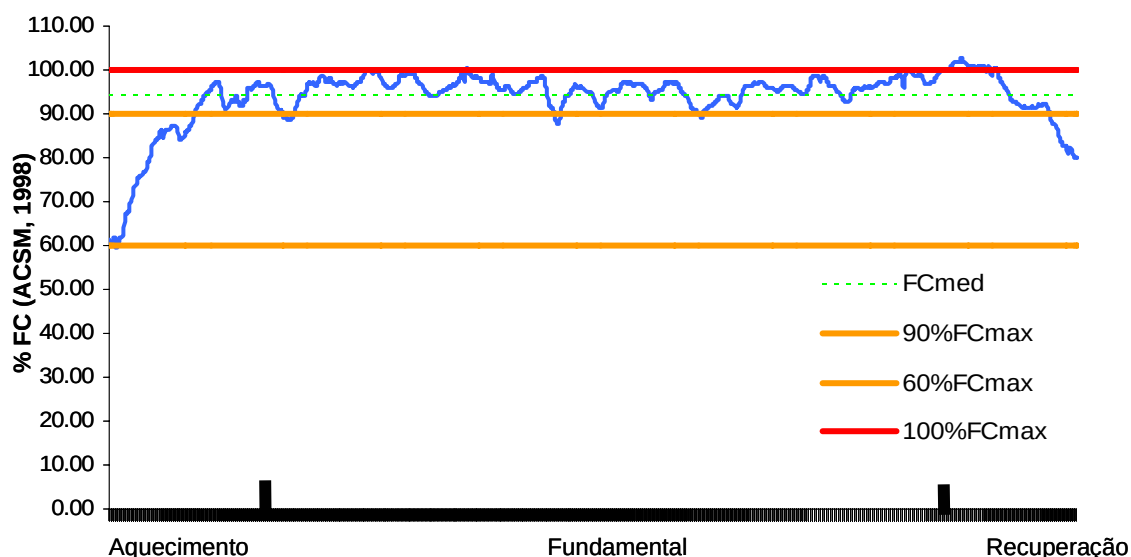


Figura 3 Perfil da percentagem da $FC_{t_{max}}$ ao longo de uma sessão de RPM®, no indivíduo que apresenta valores de percentagem de FC mais elevados. As linhas a cor laranja representam a zona alvo de treino (60-90%) proposta pelo ACSM (1998).



O primeiro caso apresenta uma variação da FC ao longo da sessão dentro dos intervalos propostos pelo ACSM (entre os 60 e os 90% da $FC_{t_{max}}$) na quase totalidade do tempo da aula. Note-se um momento final da fase Fundamental da aula em que os valores sobem acima dos 90%. O momento corresponde ao momento de maior intensidade da aula onde os praticantes efectuem uma subida com muita carga.

Pode-se verificar ao longo de toda a aula aumentos e decréscimos sucessivos na percentagem FC, o que realça o carácter de treino intervalado da aula de RPM®, onde períodos de maior intensidade são intercalados com períodos de recuperação.

No segundo caso, na grande maioria do tempo da sessão os valores da percentagem da $FC_{t_{max}}$ situam-se acima do limite máximo proposto pelo ACSM (90% da $FC_{t_{max}}$), obtendo como valores médios 93% da $FC_{t_{max}}$. Neste caso específico, na fase mais intensa da aula os valores percentuais ultrapassaram em alguns momentos a barreira dos 100%. Nesses momentos a FC ultrapassou o seu limite teórico, o que faz realçar de algum modo o carácter máximo, ainda que momentâneo desta actividade.

Apresentação dos Resultados

Os resultados apresentados pela FC_{méd} mostram que os valores foram elevados durante as 3 fases distintas da aula (Quadros 11,12 e 13).

Quadro 11 Valores médios da FC e a respectiva percentagem da FC_{t_{max}} segundo o ACSM (1998) e Tanaka et al. (2001), na fase de Aquecimento de uma sessão RPM®.

Sujeito	FC _{méd}	% FC _{t_{max}} média	
		ACSM	Tanaka et al.
1	156.00	83.97	84.79
2	129.94	66.3	67.96
3	133.05	69.3	70.62
4	168.28	85.86	88.01
5	165.82	86.36	88.01
6	125.23	63.57	65.26
7	134.96	69.57	71.11
8	148.46	75.36	77.36
Méd. ± dp	145±16	75±9	77±9
Min-Máx	125-168	64-86	65-88

Quadro 12 Valores médios da FC e a respectiva percentagem da FC_{t_{max}} segundo o ACSM (1998) e Tanaka et al. (2001), na fase Fundamental de uma sessão de RPM®.

Sujeito	FC _{méd}	% FC _{t_{max}} média	
		ACSM	Tanaka et al.
1	172.24	92.60	93.51
2	165.17	84.27	86.38
3	164.47	85.66	87.30
4	188.51	96.18	98.59
5	174.46	90.87	92.60
6	162.67	82.57	84.77
7	168.72	86.97	88.89
8	162.94	82.71	84.91
Méd. ± dp	170±9	88±5	90±5
Min-Máx	163-189	83-96	85-99

Quadro 13 Valores médios da FC e a respectiva percentagem da FC_{t_{max}} segundo o ACSM (1998) e Tanaka et al. (2001), na fase de Recuperação de uma aula de RPM®.

Sujeito	FC _{méd}	% FC _{t_{max}} média	
		ACSM	Tanaka et al.
1	141.95	76.32	77.06
2	145.14	74.05	75.91
3	148.97	77.59	79.07
4	176.30	89.95	92.21
5	154.76	80.60	82.14
6	151.07	76.69	78.72
7	156.67	80.76	82.55
8	158.79	80.60	82.75
Méd. ± dp	154±10	80±5	81±5
Min-Máx	141-176	74-90	76-92

Durante a fase de Aquecimento a FC_{méd} oscilou entre os valores de 141 e 176 e apresentou como valor médio 145±16 bpm (Quadro 11). Por outro lado a percentagem da FC_{t_{max}} apresentou como valores médios 80±5 e 81±5, segundo o ACSM (1998) e Tanaka et al. (2001), respectivamente.

Na fase Fundamental da aula, como seria de esperar, os valores da FC_{méd} subiram consideravelmente assim como a respectiva percentagem da FC_{t_{max}} (Quadro 12).

Neste contexto, o valor médio da FC foi de 170±9, enquanto a percentagem da FC_{t_{max}} variaram entre 85 e 99%, assumindo-se a média percentual para este intervalo de 90±5, calculado pela fórmula de Tanaka (2001).

Na fase final, como se esperaria, os valores de todas as variáveis voltaram a decrescer (Quadro 13), não baixando tanto como seria de prever, atingindo valores consideravelmente mais baixos que na fase Fundamental.

Nesta fase a FC_{méd} atingiu os 154±10 bpm e a percentagem da FC_{t_{max}} média foi, segundo a fórmula do ACSM (1998), de 80±5%.

Como seria de esperar, a fase Fundamental é aquela que obtém quer os valores absolutos, quer os percentuais mais elevados durante a aula, logo a seguir a Recuperação e por fim o Aquecimento, com os valores mais baixos em termos de FC.

Os resultados (Quadro 14) sugerem que existem diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes fases da aula relativamente à FC_{méd}, e a ambas as percentagem da FC_{t_{max}} ($p < 0.05$). Estes resultados demonstram a presença de zonas alvo específicas de treino em cada fase da aula, baseadas na Frequência Cardíaca.

Quadro 14 Variação da FC_{méd}, da percentagem FC_{t_{max}} e do VO₂ nas diferentes fases da sessão de RPM® em função de um $p < 0.05$.

Variáveis	Aquecimento ($\bar{x} \pm dp$)	Fundamental ($\bar{x} \pm dp$)	Recuperação ($\bar{x} \pm dp$)	p
FC _{méd}	145±16	170±9	154±10	0.008
% FC _{t_{max}} (Tanaka)	77±9	90±5	81±5	0.008
% FC _{t_{max}} (ACSM)	75±9	88±5	80±5	0.01
VO ₂ (l.min ⁻¹)	2.17±0.49	2.49±0.49	1.38±0.28	0.001

Uma vez que não foi realizado neste estudo uma prova de esforço máximo, não utilizamos a variável percentagem do VO_{2_{max}} para caracterizar o

esforço da sessão de RPM®. No entanto, podemos verificar que existem diferenças significativamente estatísticas ($p < 0.05$) entre os diferentes valores de VO_2 nas diferentes fases da aula, o que vem realçar a veracidade e fiabilidade das constatações anteriores.

5.1.2 Dispêndio energético

Relativamente ao dispêndio energético podemos verificar que não existe uma grande variabilidade nos valores médios dos 8 sujeitos (Quadro 15).

Quadro 15 Valores absolutos e estatística descritiva relativos ao dispêndio energético na sessão de RPM®.

Sujeito	Kcal.min ⁻¹	Kcal Total (45 min)
1	13.57	610.65
2	9.56	430.2
3	11.11	499.95
4	12.81	576.45
5	10.06	452.7
6	13.97	628.65
7	14.37	646.65
8	10.77	484.65
Méd. ± dp	12±2	541±84
Min-Máx	10-14	430-647

Desta forma aferimos como valor médio para o dispêndio energético 12±2 Kcal.min⁻¹.

Quando as Kcal.min⁻¹ são multiplicadas por 45 minutos de aula, dão-nos uma estimativa das Kcal totais consumidas durante a aula.

Os valores indicam um intervalo de dispêndio energético considerável para o tipo de actividade, apresentando como valores extremos 430 e 647Kcal. Desta forma, podemos verificar que uma sessão de RPM® possui uma intensidade de esforço elevada e com um dispêndio energético total bruto de 541±84 Kcal/sessão.

Apresentação dos Resultados

Os resultados do consumo calórico não se apresentam muito dispersos, mostrando que na globalidade dos casos os indivíduos durante a aula obtêm um dispêndio considerável em termos de Kcal.

Quando analisamos o dispêndio energético referente às diferentes fases da aula podemos verificar que todas elas apresentarem valores relativamente elevados quando relativizados a Kcal.min⁻¹ (Quadros 16, 17 e 18).

Quadro 16 Valores absolutos e estatística descritiva relativos ao dispêndio energético na fase de Aquecimento de uma aula de RPM®.

Sujeito	Kcal.min ⁻¹	Kcal Total (9 min)
1	15.39	138.51
2	7.5	67.5
3	10.34	93.06
4	11.42	102.78
5	10.81	97.29
6	9.49	85.41
7	14.25	128.25
8	9.67	87.03
Méd. ± dp	11±2	100±23
Min-Máx	8-15	68-139

Quadro 17 Valores absolutos e estatística descritiva relativos ao dispêndio energético na fase Fundamental de uma aula de RPM®.

Sujeito	Kcal.min ⁻¹	Kcal Total (32 min)
1	13.97	447.04
2	10.5	336
3	11.77	376.64
4	13.66	437.12
5	10.31	329.92
6	15.42	493.44
7	14.83	474.56
8	11.3	361.6
Méd. ± dp	12±2	407±64
Min-Máx	10-15	329-493

Quadro 18 Valores absolutos e estatística descritiva relativos ao dispêndio energético na fase de Recuperação de uma aula de RPM®

Sujeito	Kcal.min ⁻¹	Kcal Total (4 min)
1	6.11	24.44
2	5.99	23.96
3	6.54	26.16
4	7.88	31.52
5	4.9	19.6
6	9.42	37.68
7	8.29	33.16
8	8.16	32.64
Méd. ± dp	7±2	29±6
Min-Máx	5-9	20-38

O Aquecimento ($\bar{x} \pm dp = 11 \pm 2$) apresenta valores médios muito semelhantes relativamente à fase Fundamental ($\bar{x} \pm dp = 12 \pm 2$). A fase de Recuperação apresenta valores médios consideravelmente mais baixos

($\bar{x} \pm dp = 7 \pm 2$), o que sugere uma diminuição considerável na intensidade da aula.

Na análise das diferentes fases da aula não faz sentido comparar os valores absolutos uma vez que os tempos de cada fase não são semelhantes.

Assim, podemos referir que na fase de Aquecimento os indivíduos efectuaram um consumo médio de 100 ± 23 Kcal, na fase Fundamental 407 ± 64 Kcal, e na fase de Recuperação o consumo médio foi de 29 ± 6 Kcal.

Os resultados sugerem que existem diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.05$) entre as diferentes fases da aula no que se refere ao dispêndio energético ($\text{Kcal} \cdot \text{min}^{-1}$). Estes resultados vêm de certa forma confirmar os valores superiores no consumo calórico entre as fases de Aquecimento e Fundamental, relativamente à fase de Recuperação.

Quadro 19 Variação do dispêndio energético nas diferentes fases na sessão de RPM® com um $p < 0.05$.

Sessão de RPM®	Aquecimento ($\bar{x} \pm dp$)	Fundamental ($\bar{x} \pm dp$)	Recuperação ($\bar{x} \pm dp$)	p
Kcal.min-1	11 ± 2	$12 \pm$	7 ± 2	0.003

5.2 Quociente Respiratório não proteico e depleção de substratos energéticos

O Quociente Respiratório (QR) varia de acordo com o substrato utilizado para a produção de energia. De acordo com os resultados ($\bar{x} \pm dp = 1.06 \pm 0.04$, $n=8$) a energia utilizada numa sessão de RPM® é quase exclusivamente proveniente da degradação dos Hidratos de Carbono (Quadro 20).

Quadro 20 Valores absolutos e estatística descritiva do QRnp e dos substratos energéticos deplecionados numa sessão de RPM®.

Sujeito	QRnp	% Gorduras	% HC
1	1.02	12.62	85.48
2	1.09	1.5	95.88
3	1.11	3.81	93.93
4	1.06	5.89	92.2
5	1.1	3.53	93.95
6	1	13.17	84.99
7	1.06	7	91.29
8	1.04	3.36	94.41
Méd.± dp	1.06±0.04	6.4±4.4	91.5±4.1
Min-Máx	1.0-1.11	1.5-13.2	85.0-96.0

Estes resultados são comprovados quando analisamos o percentual de Gordura e de HC para uma sessão de RPM®.

A interpretação dos dados do quadro 20 indica que em média, numa sessão de RPM®, a taxa de consumo de Gorduras é cerca de 6.4±4.4%, enquanto a taxa de consumo de HC ronda os valores de 91±4.1%. Os valores de degradação de gorduras são demasiadamente baixos para uma aula que é “vendida” como uma aula de perda de gordura corporal, apesar dos valores do dispêndio energético serem bastante elevados.

As intensidades elevadas verificadas ao longo de toda a aula justificam plenamente os valores obtidos.

A título meramente ilustrativo, passamos a apresentar o perfil dos valores da % de degradação de Gorduras e de HC ao longo de uma sessão de RPM®, nos indivíduos que apresentaram os valores extremos (Figuras 4 e 5).

Apresentação dos Resultados

Figura 4 Perfil da variação da degradação energética ao longo de uma sessão de RPM®, no indivíduo que apresenta taxas de consumo de HC mais baixas, e taxas de consumo de Gorduras mais elevadas.

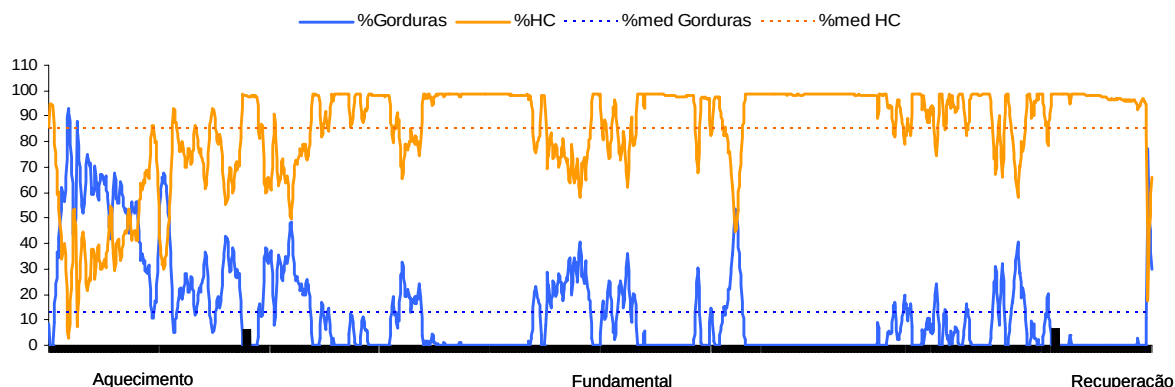
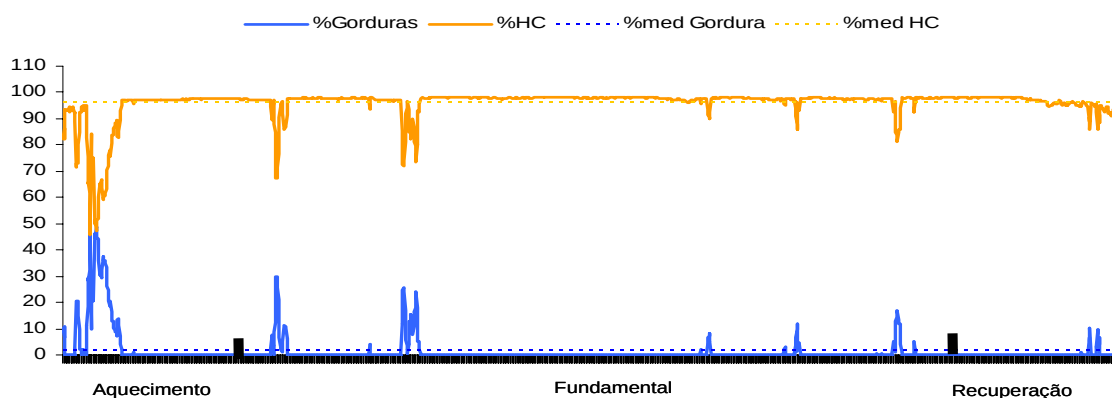


Figura 5 Perfil da variação da degradação energética ao longo de uma sessão de RPM®, no indivíduo que apresenta taxas de consumo de HC mais elevadas, e taxas de consumo de Gorduras mais baixas.



Em ambas as representações gráficas podemos verificar as utilizações dos diferentes substratos energéticos (Gordura e HC) ao longo de uma sessão de RPM®.

De forma sucinta, à medida que o QR ultrapassa os valores de 0.7, a taxa de consumo de Gorduras vai diminuindo e a taxa de consumo de HC vai aumentando até atingir a taxa máxima num QR=1. Desta forma, à medida que a depleção de um determinado substrato aumenta ou diminui, o outro tem exactamente o comportamento inverso.

Como é facilmente constatável as representações diferem à vista e são de dois casos diametralmente opostos.

No primeiro caso (Figura 4), o valor médio para a degradação das gorduras foi de 13% e o dos HC foi 84%, enquanto que no segundo caso a degradação de Gorduras obteve valores médios na ordem dos 1.5% e os HC obtiveram valores médios de 95% (Figura 5).

Estas diferenças de valores são nítidas quando analisamos as variações das linhas do gráfico.

Enquanto no primeiro caso as linhas são mais inconstantes e se cruzam em alguns pontos, no segundo caso as linhas mantêm-se muito mais estáveis em segmentos contínuos da aula, mantendo-se a linha dos HC bem em cima e das Gorduras bem em baixo.

As zonas em que os substratos se encontram mais instáveis normalmente são zonas de recuperação ou de intensidade médias. Quando se mantêm estáveis, são zonas de alta intensidade. Neste caso específico as zonas estáveis correspondem sempre a degradações de HC na ordem dos 90% e de degradação de gorduras na ordem dos 0%.

A análise dos quadros 21, 22, 23, dá-nos uma ideia da variação do QRnp e dos percentuais de Gordura e HC ao longo das diferentes fases, numa sessão de RPM®.

Quadro 21 Valores absolutos e estatística descritiva do QRnp e dos substratos energéticos deplecionados na fase de Aquecimento numa sessão de RPM®.

Sujeito	QRnp	% Gordura	%HC
1	1.12	8.15	90.22
2	1.04	5.45	91.15
3	1.05	14.26	83.08
4	1.13	9.91	87.87
5	1.2	2.76	94.96
6	0.88	40.69	56.6
7	0.99	20.06	78.21
8	1.01	5.18	92.37
Méd. ± dp	1.05±0.1	13.3±11.9	84.3±12.4
Min. Máx	0.88-1.2	2.8-40.7	56.6-95.0

Quadro 22 Valores absolutos e estatística descritiva do QRnp e dos substratos energéticos deplecionados na fase Fundamental numa sessão de RPM®.

Sujeito	QRnp	% Gordura	%HC
1	0.99	13.97	84.31
2	1.1	0.71	97.07
3	1.13	1.27	96.74
4	1.05	4.27	94.02
5	1.09	3.12	94.55
6	1.02	7.84	90.63
7	1.07	4.78	93.61
8	1.05	3.03	94.87
Méd. ± dp	1.06±0.04	4.8±4.3	93.2±4.1
Min. Máx	0.99-1.13	0.7-14.0	84.3-97.1

Quadro 23 Valores absolutos e estatística descritiva do QRnp e dos substratos energéticos deplecionados na fase de Recuperação numa sessão de RPM®.

Sujeito	QRnp	% G	%HC
1	1.1	10.34	85.37
2	1.15	0.65	95.06
3	1.15	1.16	95.01
4	1.02	12.3	84.54
5	1.02	10.78	83.59
6	1.1	3.25	93.75
7	1.25	0	96.99
8	1.06	1.06	95.1
Méd. ± dp	1.11±0.08	4.9±5.24	91.18±5.6
Min. Máx	1.02-1.25	0.00-12.3	83.6-97.0

Em todas as fases da aula verificamos a presença de um QRnp bastante elevado, sempre superior a 1, o que nos indica uma forte degradação de HC em todas as fases da aula (Aquecimento $\bar{x} \pm dp = 1.05 \pm 0.1$; Fundamental $\bar{x} \pm dp = 1.06 \pm 0.04$; Recuperação $\bar{x} \pm dp = 1.11 \pm 0.08$).

Quando efectuamos uma análise mais pormenorizada em termos percentuais da utilização dos diferentes substratos energéticos ao longo da sessão, verificamos algumas diferenças mais notórias em termos de consumos.

Assim, apesar dos valores dos QRnp na fase de Aquecimento ($\bar{x} \pm dp = 1.05 \pm 0.01$) e da fase Fundamental ($\bar{x} \pm dp = 1.06 \pm 0.04$) serem bastante semelhantes, a % de Gordura e HC consumidos nessas fases da aula são bastante diferentes.

No Aquecimento podemos verificar valores médios superiores de degradação de Gorduras ($\bar{x} \pm dp = 13.3 \pm 11.9$) comparativamente com a fase Fundamental ($\bar{x} \pm dp = 4.8 \pm 4.3$) e de Recuperação ($\bar{x} \pm dp = 4.9 \pm 5.24$), apesar da grande dispersão dos valores obtidos.

Relativamente aos valores do QRnp, à % Gorduras e à % de HC não se verificaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.05$) entre as diferentes fases da aula (Quadro 24).

Apresentação dos Resultados

Quadro 24 Variação do QRnp, da % Gorduras e HC nas diferentes fases da sessão de RPM® com um $p < 0.05$.

Sessão de RPM®	Aquecimento ($\bar{x} \pm dp$)	Fundamental ($\bar{x} \pm dp$)	Recuperação ($\bar{x} \pm dp$)	p
QRnp	1.05±0.1	1.06±0.04	1.11±0.08	0.363
%Gorduras	13.3±11.9	4.8±4.3	4.9±5.24	0.086
% HC	84±12.4	93.2±4.1	91.18±5.6	0.85

6. Discussão

6. Discussão

O presente capítulo tem como finalidade interpretar e discutir os resultados apresentados no capítulo anterior, relacionando-os com as investigações e literaturas já existentes e consultadas.

No entanto, é importante, antes de iniciar-mos esta discussão dos resultados salientar algumas condicionantes que consideramos fundamentais:

1. As pesquisas que incidem sobre a caracterização da intensidade de esforço e dispêndio energético no IC e/ou RPM® são ainda escassas, e são mais escassas ainda aquelas que utilizam a oximetria directa para analisar e verificar esses objectivos;
2. Na grande maioria dos trabalhos as amostras são de reduzida dimensão, o que coloca sérios entraves à sua possibilidade de generalização, bem como à precisão das estimativas e dos valores médios;

A discussão dos resultados será efectuada em duas fases: em primeiro lugar, serão interpretados as variáveis referentes à caracterização do esforço e, de seguida, serão analisadas as variáveis referentes ao dispêndio energético e às diferentes taxas de consumo dos diferentes substratos energéticos.

Um dos propósitos da realização deste trabalho é verificar e identificar o nível das exigências fisiológicas que o IC/RPM® coloca aos seus praticantes. Neste domínio, é generalizado o uso da FC como indicador de esforço, essencialmente por nos permitir verificar se a amostra se encontra dentro das respectivas zonas alvo.

Os resultados da % da FC_{max} médios (85 ± 5) obtidos durante a realização de uma aula de RPM®, confirmaram a nossa hipótese H1, pois permitiram constatar que estes se encontram entre os valores propostos pelo ACSM (1995) para o desenvolvimento da capacidade cardiovascular ($55/65 - 90\%$ da $F_{Ct_{max}}$), trabalhando numa zona de segurança. Esta instituição utiliza a formula $220 - \text{Idade}$ para calcular o limite máximo da FC. No entanto quando utilizando a

fórmula $220 - 0.7 * (\text{Idade})$ (Tanaka, 2001) os valores médios obtidos da $\%FC_{\max}$ (87 ± 5) também se encontram dentro da referida zona alvo de treino.

É de salientar neste estudo, os valores médios para a variável $\%FC_{\max}$ se situaram muito perto dos limites superiores da zona alvo e muito longe do limite inferior.

Num estudo realizado durante uma sessão de RPM®, onde foi utilizado igualmente o instrumento COSMED K4b², os resultados médios obtidos em torno da percentagem da $FC_{\max}$ foram de aproximadamente 85% (Raposo, 2005).

Os resultados apresentados por Garganta et al. (2005a) sugerem que as sessões de RPM® são realizadas a uma intensidade média nos homens de 87% e nas mulheres de 87%. Por outro lado, num estudo efectuado pela Les Mills a % da $FC_{\max}$ situou-se em torno dos 78% (Lythe & Pfitzinger; 2000).

Numa tentativa de validação criterial da Escala de Borg Adaptada como indicador da intensidade do exercício em aulas de IC, foi constatada uma % da $FC_{\max}$ de 86,7% (Teixeira & Pereira, 2005).

No âmbito do nosso estudo, podemos verificar que os resultados por nós apresentados relativamente à $\%FC_{\max}$ média da sessão de RPM® (~ 85 e 87%), são muito semelhantes aos valores obtidos noutros estudos com a mesma natureza, o que sugere uma maior consistência e fiabilidade dos resultados.

Em contrapartida, quando o padrão de aula muda, e deixamos de observar aulas de RPM® e passamos a observar aulas do programa original de IC, JGSpinning®, as respostas e resultados observados modificam-se, e verifica-se uma intensidade média por sessão (68 ± 4 da $FC_{\max}$) inferior àquela por nós registada (Kang et al., 2005), o que nos faz querer que o protocolo se JGSpinning® difere do RPM®.

Com base nos dados por nós obtidos, e como objectivo primordial deste estudo, a caracterização do esforço na aula de RPM® pode ser observada segundo várias perspectivas.

Partindo de uma sugestão efectuada pela Polar (2001) para a determinação das zonas alvo de treino, podemos classificar a sessão de

RPM®, como uma modalidade de intensidade “Forte – Máxima” pois os valores de percentagem de FC_{max} encontrados situam-se entre os 85-100%. Segundo esta instituição e com base nos valores observados podemos inferir que as sessões de RPM® têm características de um treino eminentemente anaeróbio, possibilitando ao praticante aumentar a sua capacidade de tolerância ao ácido láctico, para além de exercerem um papel notório na elevação das capacidades em desempenhos máximos.

Com base nos dados por nós recolhidos, e seguindo as orientações do ACSM (1998), as sessões de RPM® são realizadas a uma intensidade “Muito Forte”, pois os valores máximos em termos de % FC_{max} situam-se entre os valores 85-90%. A este propósito, e mediante uma análise mais profunda e mais individualizada, podemos referir que em diferentes momentos da aula esta assume-se mesmo como uma actividade de intensidades “Máximas” pois atinge valores percentuais entre os 90 e os 100%.

Partindo do pressuposto que as sessões de RPM® são representativas do treino cardiovascular, estas podem ser encaradas como sessões especializadas para o desenvolvimento específico da capacidade de resistência pois os seus valores situam-se entre os 80-90% (Garganta, 2002).

Apesar da FC ser o parâmetro fisiológico mais utilizado para na caracterização do esforço, o dispêndio energético é também considerado um dos indicadores mais utilizados na caracterização da actividade física.

Neste sentido, e tendo como referência uma classificação da intensidade de esforço proposta por Pate et al. (2005), propomos analisar a intensidade de esforço das aulas de RPM® com base no dispêndio energético.

Quadro 25 Estimativa de Classificação da Intensidade do esforço para adultos saudáveis (adaptado de Pate et al., 1995).

Intensidade	Gasto Calórico (Kca.min-1)
Ligeira	<4.0
Moderada	4.0 a 7.0
Elevada	>7.0

Os resultados como seriam de prever situam e caracterizam a aula de RPM® como uma actividade de intensidade Elevada uma vez que os valores médios de consumo calórico por minuto rondam as $12 \pm 2 \text{ Kcal.min}^{-1}$. Outros estudos efectuados apontam dispêndios energéticos semelhantes em aulas de RPM® onde os valores médios por aula rondam as 13 Kcal.min^{-1} (Lythe & Pfitzinger; 2000; Raposo, 2005).

Por outro lado foram encontrados estudos que, de certa forma modificam um pouco esta análise por nós efectuada.

Garganta et al. (2005a) e Garganta et al. (2005b) verificaram valores médios de consumos calóricos sensivelmente mais baixos ($5/6 \text{ Kcal.min}^{-1}$), valores esses que segundo as tabelas de referência de Pate et al. (2005) caracterizavam a sessão de RPM® como uma aula de intensidade Moderada.

A nossa justificação para estas diferenças encontradas está assente em dois pontos distinto: (a) na grande maioria dos estudos analisados verificamos que os indivíduos do sexo feminino têm um dispêndio energético sensivelmente inferior aos indivíduos do sexo masculino (Lythe & Pfitzinger; 2000; Mello et al., 2000; Motta & Uchida, 2002). Uma vez que a nossa amostra contou unicamente com a presença de um indivíduo do sexo feminino, esta pode ser uma das razões pelas quais os consumos calóricos em termos de Kcal.min^{-1} são mais elevados. Outra das justificações (b) prende-se com a estrutura da própria aula. O objectivo primordial deste trabalho pretende efectuar uma análise da modalidade de IC, onde o protocolo de RPM® foi escolhido, no entanto os resultados referentes à ultima faixa, faixa de alongamentos, foram retirados uma vez que achamos que não fazia sentido analisar uma faixa da sessão onde os objectivos são claramente distintos das restantes fases da aula. Desta forma pretendemos efectuar uma análise única e exclusivamente do trabalho cardiovascular realizado durante a aula.

O segundo propósito desta investigação será analisar a sessão de IC/RPM® do ponto de vista dos consumos energéticos e da utilização dos diferentes substratos.

O QR varia de acordo com o substrato utilizado para produção de energia (Wilmore & Costill, 2001), permitindo-nos calcular os gastos energéticos durante o exercício (Robergs & Roberts, 1997).

De acordo com os dados apresentados ($QR=1.06\pm0.04$), a energia utilizada numa aula de RPM® é exclusivamente proveniente do metabolismo da Glicose. Estes dados são corroborados quando fazemos uma análise específica em função das taxas de utilização de cada substrato.

Neste campo conseguimos verificar que o percentual de utilização dos HC (91.5 ± 4.1) é muito superior ao percentual de depleção de Gorduras (6.4 ± 4.49), provando que numa sessão de RPM® a energia solicitada é produzida com base num recrutamento intenso da glicose. Estes resultados confirmam a nossa hipótese H2.

Os estudos de seguida apresentados confirmam as tendências por nós verificadas, no entanto, apresentam valores ligeiramente diferentes. De uma forma global apresentam taxas de consumo de Gorduras superiores e taxas de consumo de HC inferiores.

Em sessões de RPM® analisadas por Raposo (2005), os valores médios do QR foram ligeiramente inferiores (0.937 ± 0.056), indicando que durante essas mesmas sessões houve em média uma maior taxa de consumo de Gorduras, que representou cerca de 20% da taxa de produção de energia.

Paralelamente, em estudos apresentados por Lythe & Pfitzinger (2000), os autores apresentam valores das taxas de consumo de gorduras semelhantes (18.2%) em sessões normalizadas de RPM®, e paralelamente taxas de consumos de HC inferiores (81.2%).

A propósito, na tentativa de caracterizar a taxa de depleção de substratos energéticos numa aula de IC, Motta & Ushida (2002) concluíram que o gasto energético numa sessão com 60 minutos de duração, foi predominantemente às custas de HC, que representou cerca de 84% nos Homens e 68% para as Mulheres.

Mello et al. (2003), num estudo realizado em sessões padronizadas de IC verificou um QR na ordem dos 1.1 ± 0.1 , permitindo-lhe confirmar que “ a

energia utilizada numa aula de ciclismo *indoor* é exclusivamente produzida através da glicose”.

Quando analisamos o dispêndio energético total da aula verificamos que os resultados médios apontam para valores bem elevados (541 ± 84), que vão de acordo com toda a bibliografia consultada (Quadro 26).

Quadro 26 Valores do Dispêndio energético total em vários estudos realizados em IC.

Autor (Data)	n	Protocolo de aula utilizado	Dispêndio energético total (Kcal)	Método utilizado para quantificar o dispêndio energético
Lythe & Pfitzinger (2000)	6	RPM®	582	VO ₂
Mello et al. (2000)	10	JGSpinning®	498	VO ₂
Lima et al. (2002; cit Mello, 2004)		JGSpinning®	458	Sem conhecimento
Garganta et al. (2005a)	105	RPM®	391	FC
Garganta et al. (2005b)	30	RPM®	~330	FC
O nosso estudo (2006)	8	RPM®	541	VO ₂

Uma análise global destes resultados permite-nos constatar que mesmo existindo valores de taxas de consumo de Gorduras relativamente baixas quando referenciadas com as taxas de consumo de HC, os valores elevados em termos de dispêndio energético total, fazem-nos sugerir a eficiência da actividade na perda de peso, e confirmam a sua efectividade no desenvolvimento da aptidão cárdio respiratória e do treino anaeróbio (Mello et al., 2000).

7. Conclusões

7. Conclusões

Os dados referentes à análise da FC permitiram-nos concluir que as aulas de RPM® se situam dentro da zona alvo proposta pelo ACSM (85% da $FC_{t_{max}}$) para o desenvolvimento do sistema cardiorespiratório.

Os mesmos valores obtidos em termos de percentagem da FC_{max} evidenciaram que as sessões de RPM® são sessões de actividade física de intensidade “muito forte”, atingindo mesmo, em alguns momentos da aula uma intensidade “máxima”.

Os dados relativos ao consumo energético, obtidos durante uma sessão de RPM® foram muito elevados (541 ± 84), resultados esses que corroboram as conclusões proferidas anteriormente, no que se refere à intensidade da aula.

Uma última conclusão respeitante à utilização dos diferentes substratos energéticos durante uma sessão de RPM® sugere que a grande maioria da energia solicitada é proveniente de um recrutamento intenso dos Hidratos de Carbono e não de Gordura, como seria de esperar para este tipo de aula.

8. Limitações e Sugestões do Estudo

8. Limitações e Sugestões do Estudo

Uma das limitações do estudo prendeu-se com a amostra, que para um estudo deste género consideramos reduzida, para além do reduzido número de indivíduos do sexo feminino.

Sugerimos que em estudos futuros, os testes realizados sejam precedidos de uma prova de esforço máximo, no sentido de podermos efectuar uma caracterização de esforço da modalidade, não só em termos de FC mas também em função dos Consumos de Oxigénio.

Para além disso seria deveras interessante analisar os consumos de oxigénio na hora após o exercício, verificando se o trabalho efectuado na aula teria alguma influência sobre o metabolismo dos praticantes nos momentos posteriores à aula.

9. Bibliografia

9. Bibliografia

ACSM - American College of Sports Medicine (1998). The recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults. Med. Sci. Sports Exerc., 22: 265-274.

ACSM's - American College of Sports Medicine (2006). Guidelines For Exercise Testing and Prescription. Seventh Edition. American College of Sport Medicine. Philadelphia.

Antonuto, G.; Di Prampero, P. (1995). The concept of lactate threshold. Journal Of Sports Medicine and Physical Fitness, 35(1): 5-11.

Bangsbo, J; Petersen, A; Michalsik, L. (1993). Accumulated O₂ deficit during intense exercise and muscle characteristics of elite athletes. Int. J. Sports Med., 14: 207-213.

Baptista, M. (2002). Caracterização da intensidade do esforço numa modalidade de Academia: Um estudo efectuado em Indoor Cycling. Tese de Mestrado. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto.

Barata, T. (1997). Actividade Física e Medicina Moderna. Europress. Odivelas.

Bento, J. (1991). Desporto, Saude, Vida: Em Defesa do Desporto. Colecção Horizonte de Cultura Física. Livros Horizonte. Lisboa.

Billat, J. (1996). "Use of Blood Lactate Measurements for Prediction of Exercise Performance and Control of Training. Sport Med., 22(3):157-175.

Bouchard, C.; Shephard, R.; Stephens, T.; Sutton, J; McPherson, B.f (1990). Exercise, Fitness And Health: A Consensus Of Current Knowledge. Human Kinetics. Champaign, Illinois.

Brooks, G.; Mercier, J. (1994). Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. J. Appl Physiology 76(6): 2253-2261.

Brooks, G.; Fahey, T.; White, T.; Baldwin, K.; (1996). Exercise Physiology: Human Bioenergetics and its Applications. Mayfield Publishing. Mountain View.

Brooks, G.; Fahey, T.; White, T.; Baldwin, K.; (2000). Exercise Physiology: Human Bioenergetics and its Applications. Mayfield Publishing. Mountain View

Buckley, J.; Holmes, J.; Mapp, G. (1999). Exercise on Prescription: Cardiovascular Activity for Health. Reed Educational and Professional Publishing. Oxford.

Burke, E. (1993). Ciclismo de Precision (6ª Edição.1998 ed.). Colorado: Polar Electro OY

Burke, E. (1998). Precision Heart Rate Training. Colorado: Human Kinetics.

Cardoso, C. (2002): Comparação entre testes triangulares contínuo e intervalado para avaliação do VO₂máximo. Tese de mestrado. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto.

Carmichel, C; Burke, E. (2004). Bicicleta: Salud y Ejercicio (3ª Edição). Barcelona: Editorial Paidotribo.

Carvalho, M. (2005). Estudo do comportamento da Frequência Cardíaca e análise dos elementos técnicos em exercícios de conjuntos de Ginástica Rítmica. Tese de Mestrado. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto.

Deschamps, S.; Filho, L. (2005). Motivos e benefícios psicológicos que levam os indivíduos dos sexos masculino e feminino a praticarem o ciclismo indoor. *Revista Brasileira Ciências e Movimento*, 13(2): 27-32.

Duffield, R.; Dawson, B.; Pinnington, H.; Wong, P. (2004). Accuracy and reliability of Cosmed K4b² portable gas analysis system. *J. Sci. Med. Sport* 7(1): 11-22.

Earl, R.; Baechle, T. (2004). *Essentials of Personal Training*. Human Kinetics. Champaign. Illinois.

Espinheira, S. (1999). Avaliação da Intensidade do Esforço em Aula de Step com Ritmos Musicais Diferentes (BPM). Monografia de Licenciatura. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto.

Falseti, H. (1999). Resposta da Frequência Cardíaca e Queima calórica durante uma aula Johnny G Spinning. In *Spinning Instructor Manual*: Mad Dogg Athletics, Inc.

Faria, V. (2005). Relação entre o Limiar Anaeróbio Metabólico e o Ventilatório nas técnicas de Costas e Bruços. Monografia de Licenciatura. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto.

Fox, E.; Bowers, R.; Foss, M. (1991). *Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos*. Quarta Edição. Editora Guanabara Koogan. Rio de Janeiro.

Frobose, I.; Waffenschmidt, S. (2002). Spinning: Manual de Entrenamiento. Editorial Hispano Europea. Barcelona.

Garganta, R. (2000). Caracterização do esforço e efeitos induzidos pela prática de actividades de academia na Aptidão Física e no Auto-Conceito Físico: Estudo realizado em adultos jovens do sexo feminino praticantes de Ginástica Aeróbica, Musculação e Cardiofitness. Dissertação apresentada às provas de Doutoramento no ramo das Ciências do Desporto. Universidade do Porto. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física.

Garganta, R. (2002). Guia Prático de Avaliação Física em Ginásios, Academias e Health Clubs. Lisboa: A. Manz Produções.

Garganta, R.; Roig, J.; Tempo, R. (2005a). Caracterização do esforço e elaboração de uma estratégia para a determinação de zonas alvo de treino em RPM®. Prémio Ciência. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto

Garganta, R.; Sapage, I.; Maia, J. (2005b). Caracterização dos BODY TRAINING SYSTEMS relativamente à frequência cardíaca e ao gasto calórico. Prémio Ciência. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto.

Goldberg, J (1999). Spinning Instructor Manual. Venice: Mad Dogg Athletics, Inc.

Horton, E.; Terjung, R. (1988). Exercise, Nutrition, and Energy Metabolism. Macmillan Publishing Company. New York.

Janssen, P. (2001). Lactate Threshold Training. Human Kinetics. Champaign.

Kanaley, J.; Weatherup-Dentes, M.; Alvarado, C.; Whitehead, G. (2001). Substrate oxidation during acute exercise and with exercise training in lean and obese women. *Eur. J. Appl. Physiology*, 85: 68-73.

Kang, J.; Chaloupka, E.; Mastrangelo, M.; Hoffman, J.; Ratamess, N.; O'Connor, E. (2005). Metabolic and Perceptual Responses during Spinning® Cycle Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 37(5): 853-850.

Les Mills International (2005). RPM®: Instructor Manual.

Lofshult, D. (2003). Indoor cycling is still on a roll. (Trends). *IDEA Health & Fitness Source*, 21 (i4): 17-20.

Lythe, J; Pfitzinger, P. (2000). Caloric Expenditure and Aerobis Demand of Bodystep, Bodyattack, Bodycombat and RPM®. Department of Sport and Exercise Science, University of Aukland, Unisports Center for Sports Performance.

López, R. (2003). Spinning: una actividad completa sobre la bicicleta. *Efdeportes Revista Digital*: 9. Disponível em www.efedeportes.com

Marchini, J. ; Fett, C.; Fett, W.; Suen, V. (2005). Calorimetria: Aplicações práticas e Considerações Críticas. *Fitness & Performance Journal*, 4(2): 91-96.

McArdle, W.; Katch, F.; Katch, V. (1992). *Fisiologia Del Ejercicio: Energia, Nutricion Y Rendimiento Humano*. Alianza editorial, S. A.. Madrid.

McArdle, W.; Katch, F.; Katch, V. (1994). *Essentials of Exercise Physiology*. Lea &Febiger. Malvern, Pennsylvania.

Maud, J.; Foster, C. (1995). *Physiological Assessment of Human Fitness*. Human Kinetics. Champaign. Illinois

Mello, D.; Carvalho, G.; Dantas, E.(2000). Alterações Fisiológicas na Aula de Spinning. 8º Congresso de Educação Física e Ciências do Desporto dos Países de Língua Portuguesa. Portugal.

Mello, D.; Dantas, E.; Novaes, J.; Albergaria, M. (2003). Alterações Fisiológicas no Ciclismo Indoor. Fitness Performance Journal, 2: 30-40.

Mello, D. (2004). Ciclismo Indoor. Editora Sprint. Rio de Janeiro.

Mota, J. (1989). Estudo Descritivo e Comparativo da Influência da Actividade Física na Modificação de Alguns Parâmetros Morfo-Funcionais em alunos do 5º. e 6º. Anos de Escolaridade. Dissertação apresentada às provas de aptidão científica e de capacidade pedagógica. Instituto Superior de Educação Física – Universidade do Porto.

Mota, J. (1992a). O valor da actividade física para uma educação de estilos de vida. Comunicação apresentada ao II Congresso A Escola Cultural e os Valores. Évora.

Mota, J. (1992b). A escola a Educação Física e a Educação da Saúde. Horizonte, 8 (48): 208-212.

Mota, J. (1997). Actividade Física no Lazer: Reflexões sobre a sua prática. Livros Horizonte. Lisboa.

Mota, J.; Sallis, J. (2002). Actividade Física e Saúde: Factores de Influência de Actividade Física nas Crianças e Adolescentes. Campo das Letras. Porto.

Montoye, H.; Kemper, H.; Saris, W.; Washburn, R. (1996). Measuring Physical Activity and Energy Expenditure. Human Kinetics. Champaign. Illinois.

Motta, V.; Uchida, M. (2002). Gasto energético, utilização de substratos e predominância metabólica em alunos praticantes de ciclismo *indoor*. Anais do XXV Simpósio Internacional de Ciências do Desporto. São Paulo.

Neta, P. (2005). Avaliação da Intensidade do Esforço em Basquetebol: Um Estudo Comparativo entre o Treino e o Jogo a partir dos Valores da Frequência Cardíaca. Tese de Mestrado. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto.

Nunes, M. (2003). Caracterização do Esforço Agudo de Indivíduos Idosos em Aulas de Hidroginástica com Diferentes Níveis de Água. Tese de Mestrado. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto.

Pate, R. et al. (1995). Physical Activities and Public Health – A Recommendation from Centers for Disease Control and Prevention and American College of Sports Medicine. JAMA, 273: 402-407.

Pereira, P. (1999). Avaliação e Comparação do Esforço Numa Aula de Aeróbica com uma Aula de Step. Monografia de Licenciatura. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto.

Peronnet F, Massicotte D. (1991). Table of nonprotein respiratory quotient: An update. Canadian Journal of Sport Sciences: 16(1): 23-29.

Polar (2001). Information about Own Zone feature. Disponível em www.polar.fi/research/articlelibrary.

Powers, S.; Howley, E. (2000). Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho. Terceira Edição. Editora Manole. São Paulo.

Raposo, F. (2005). O Efeito da duração da sessão de Raw Power in Motion no excesso de consumo de oxigénio pós-esforço. Comparação entre sessão reduzida vs sessão completa. Tese de mestrado. Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana – Universidade de Lisboa.

Riley, M.; Wasserman, K.; Fu, P.; Cooper, C. (1996). Muscle substrate utilization from alveolar gas exchange in trained cyclists. *J. Appl. Physiology*, 72: 341-348.

Robergs, R.; Roberts, S. (1997). *Exercise Physiology: Exercise, Performance and Clinical Applications*. Mosby – Year Book, Inc. St. Louis. Missouri.

Rodrigues, J. (1998): Validade do YO-YO- INTERMITENT ENDURANCE TEST na avaliação da Potencia Máxima Aeróbia. Tese de Mestrado. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto.

Rowland, T. (1996). *Development exercise physiology*. Human Kinetics. Champaign. Illinois.

Santos, P. (1995): Controlo do treino em corredores de meio-fundo e fundo: Avaliação da capacidade aeróbia com base no limiar láctico das 4mmol/l determinado em testes de terreno. Dissertação apresentada às provas de Doutoramento no ramo das Ciências do Desporto. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto.

Santos,P; Janeira, M.; Maia, J.; Muria, A.; Prista, A. (1997). Validade do teste de Cooper na avaliação da capacidade aeróbia em futebolistas de elite. *Revista Horizonte*, 13 (77): 29-32.

Santos, P.; Santos, J. (2002). Investigação aplicada em atletismo: Um contributo da FCDEF.UP para o desenvolvimento do meio-fundo e fundo. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Santos, P. (2004). Fisiologia do Exercício: Fisiologia e Bioenergética do Músculo Esquelético (Vol I). A. Manz Produções. São Paulo.

Schwinn Fitness Academy (2002). Instructor Manual. Switzerland.

Soares, J. (1987). A Frequência Cardíaca em Andebolistas jovens: Defesa individual e defesa à zona. Revista Horizonte, IV (22): 125-127.

Soares, J. (1988). Abordagem Fisiológica do Esforço Intermitente. Programa Especial de treino, centrado no esforço do guarda-redes da Andebol, para aumentar a capacidade muscular utilizando um modelo animal. Dissertação apresentada às provas de Doutoramento no ramo das Ciências do Desporto. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto.

Soares, S. (1996): Ginásticas de Academia. Repercussões da Variação da Altura do Step na Resposta Fisiológica Aguda ao Esforço. Tese de mestrado. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto.

Svedahl, K.; MacIntosh, B. (2003). Anaerobic Threshold; The Concept and Methods of Measurement. Canadian Journal App. Physiology, 28(2): 299- 323.

Tanaka, H.; Monahan, D.; Seals, D. (2001). Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. Journal of the American College of Cardiology, 37(1): 153-156.

Tavares, C.; Raposo, F.; Marques, R. (2002). Prescrição de Exercício em Health Club. Lisboa: A. Manz Produções.

Treuth, M.; Hunter, G.; Williams, M. (1996). Effects of exercise intensity on 24-h energy expenditure and substrate oxidation. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 28(9): 1138-1143.

Villalba, C. (2005). Manual de Ciclo Indoor. Editorial Paidotribo. Barcelona.

Wilmore, J.; Costill, D. (1999). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics. Champaign. Illinois.

Wilmore, J.; Costill, D. (2001). *Fisiologia del Esfuerzo y del Deporte*. Cuarta Edición. Editorial Paidotribo. Barcelona.

Wilmore, J.; Costill, D. (2001). *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. Segunda Edição. Editora Manole. São Paulo.

Zehender, M.; Ith, M.; Kreis, R.; Saris, W.; Boutellier, U.; Boesch, C. (2005). Gender-Specific Usage of Intramyocellular Lipids and Glycogen during Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 37(9):1517-1524.