

**Análise das curvas médias de
potência, força e velocidade obtidas
durante um teste máximo de 30s no
Swim bench. Comparação entre
nadadores saudáveis e nadadores
com lesão na articulação do ombro**

Anabela Nunes Pinho

Porto, 2007



**Análise das curvas médias de potência, força e velocidade
obtidas durante um teste máximo de 30s no *Swim bench*.
Comparação entre nadadores saudáveis e nadadores com
lesão na articulação do ombro**

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

Orientador: Prof. Doutor João Paulo Vilas-Boas

Co-orientador: Prof. Doutor Leandro Machado

Anabela Pinho

Porto, 2007

Pinho, A. (2007). Análise das curvas médias de potência, força e velocidade obtidas durante um teste máximo de 30s no *Swim bench*. Comparação entre nadadores saudáveis e nadadores com lesão na articulação do ombro. Porto: A. Pinho. Dissertação de Licenciatura. Apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

NATAÇÃO, LESÃO NA ARTICULAÇÃO DO OMBRO, TÉCNICA DE CROL, *SWIM BENCH*

AGRADECIMENTOS

Na realização deste trabalho, contei com a colaboração, ajuda e incentivo de várias pessoas, às quais gostaria de manifestar o meu agradecimento:

Ao Professor Doutor João Paulo Vilas-Boas, por todo o apoio que deu, especialmente durante estes últimos 3 anos.

Ao Professor Doutor Leandro Machado, pela disponibilidade, ajuda, e paciência.

Ao Mestre Ricardo e à Mestre Susana Soares pela colaboração na recolha dos dados.

Ao Miguel por tudo aquilo que me ensinou e me continua a ensinar, espero poder contar sempre contigo.

Aos nadadores da amostra por estarem sempre disponíveis para me ajudarem na recolha dos dados.

À Professora Doutora Filipa Sousa por ser uma maravilhosa e inigualável pessoa.

Aos meus pais. As minhas irmãs, especialmente a Sandra, por tudo!!!

À Fífa por ser a minha melhor amiga, a irmã de uma vida.

À Iara e à Maria, por toda a cumplicidade e amizade.

A todos aqueles que me confortaram e me fizeram sorrir nos momentos mais difíceis. Obrigado por me compreenderem e me apoiarem!!!

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos.....	III
Índice geral.....	IV
Índice de figuras.....	VI
Índice de quadros.....	XII
Resumo.....	XV
Abstract.....	XVII
Résumé.....	XVIII
Lista de abreviaturas.....	XIX
1. Introdução.....	1
2. Revisão Bibliográfica.....	2
2.1. A técnica de Crol.....	2
2.1.1.Descrição da técnica de crol.....	2
2.1.2. Acção dos membros superiores	3
2.1.3. Sincronização da acção dos membros superiores	9
2.1.4. Acção dos membros inferiores.....	9
2.1.5.Sincronização dos membros superiores e inferiores.....	12
2.1.6. Respiração.....	14
2.2. Características do <i>swim bench</i>	16
2.2.1. Revisão de estudos efectuados no <i>swim bench</i>	18
2.3. A articulação do ombro.....	23
2.3.1. Anatomia funcional da articulação do ombro.....	23
2.3.2. Conceito de lesão.....	29
2.3.3. Lesões típicas do nadador na articulação do ombro.....	31
3. Objectivos e hipóteses	37
4. Material e métodos.	39
4.1. Caracterização da amostra	37
4.2. Procedimentos.....	39
4.2.1. Procedimento experimental e instrumentos.....	41
4.2.2. Procedimento biomecânico.....	42

4.2.3. Procedimento estatístico.....	48
5. Apresentação dos resultados.....	49
5.1. Grupo de nadadores saudáveis.....	49
5.2. Grupo de nadadores com patologia.....	59
5.3. Comparação entre o grupo dos nadadores saudáveis e o grupo de nadadores com patologia.....	71
6. Discussão dos resultados.....	85
7. Conclusões.....	89
8. Referências bibliográficas.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Entrada na técnica de crol. (Adaptado de Hannula, 1995)	3
Figura 2. Acção lateral interior na técnica de crol. (Adaptado de Hannula, 1995)	5
Figura 3. Acção ascendente na técnica de crol. (Adaptado de Hannula, 1995)	6
Figura 4. Recuperação na técnica de crol. (Adaptado de Hannula, 1995)	8
Figura 5. Fase ascendente na técnica de crol	10
Figura 6. Fase descendente na técnica de crol	11
Figura 7. Sincronização da acção dos membros superiores e membros inferiores na técnica de crol	12
Figura 8. Respiração na técnica de crol	15
Figura 9. Representação do <i>swim bench</i>	16
Figura 10. Representação da simulação da técnica de nado em <i>swim bench</i>	17
Figura 11. Representação do ombro (adaptado de Netter, 2000)	23
Figura 12. Representação esquemática dos movimentos de flexão e extensão (adaptado de Putz e Pabst, 1995)	25
Figura 13. Representação esquemática dos movimentos de abdução e adução (adaptado de Putz e Pabst, 1995)	25
Figura 14. Representação esquemática dos movimentos de rotação interna e rotação externa (adaptado de Putz e Pabst, 1995)	26
Figura 15. Representação esquemática do sistema passivo de estabilização da articulação escapulo-umeral	27
Figura 16. Representações esquemáticas da inserção dos diferentes grupos musculares, responsáveis pela estabilização activa a articulação do ombro	28
Figura 17. Articulação do ombro (adaptado de Netter, 2000)	33
Figura 18. Articulação do ombro (adaptado de Netter, 2000)	34
Figura 19. Tendinite da coifa dos rotadores (adaptado Sobotta, 2000)	35
Figura 20. Articulação do ombro (adaptado de Netter, 2000)	35

Figura 21. Brusite subacromial do ombro (adaptado de Sobotta, 2000)	35
Figura 22. Identificação de todas as braçadas do MS direito efectuadas, durante 30s de nado simulado, no <i>swim bench</i> .	42
Figura 23. Identificação do início e do fim de cada braçada do MS direito, durante 30s de nado simulado no <i>swim bench</i> .	43
Figura 24. Identificação do início e fim de cada braçadas do MS direito, com remoção da fase de recuperação, durante 30s de nado simulado no <i>swim bench</i> .	43
Figura 25. Identificação do início e fim de cada braçadas do MS esquerdo, com remoção da fase de recuperação, durante 30s de nado simulado no <i>swim bench</i>	44
Figura 26. Velocidade separada por braçadas, em ambos os MS, durante 30s de nado simulado no <i>swim bench</i>	44
Figura 27. Identificação da velocidade media das 10 braçadas iniciais e finais de ambos os MS, durante 30s de nado simulado no <i>swim bench</i>	45
Figura 28. Identificação da força durante cada braçada do MS direito, durante 30s de nado simulado no <i>swim bench</i>	45
Figura 29. Identificação da força durante cada braçada através dos dados filtrados e rectificados no MS direito, durante 30s de nado simulado no <i>swim bench</i>	46
Figura 30. Identificação da força no início e fim de cada braçadas através dos dados filtrados e rectificados para ambos os MS, durante 30s de nado simulado no <i>swim bench</i>	46
Figura 31. Identificação da força media no início e fim de cada braçadas através dos dados filtrados e rectificados de ambos os MS, durante 30s de nado simulado no <i>swim bench</i>	47
Figura 32. Identificação da potência em ambos os MS, durante 30s de nado simulado no <i>swim bench</i> .	47
Figura 33. Identificação da média das dez braçadas iniciais e finais, de ambos os MS, durante 30s de nado simulado no <i>swim bench</i>	48

Figura 34. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a potência dos MS nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género masculino.	50
Figura 35. Diagrama de dispersão que representa a relação entre força dos MS, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género masculino.	52
Figura 36. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a velocidade dos MS, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género masculino.	53
Figura 37. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a potência dos MS, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género feminino.	55
Figura 38. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a força dos MS, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género feminino.	56
Figura 39. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a velocidade dos MS, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género feminino.	57
Figura 40. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a potência do MS lesionado com o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género masculino.	59
Figura 41. Diagrama de dispersão que representa a relação da potência inicial com a potência final do MS lesionado, e do MS não lesionado, nos nadadores do género masculino	60
Figura 42: Diagrama de dispersão que representa a relação entre a força do MS lesionado com o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género masculino.	61
Figura 43: Diagrama de dispersão que representa a relação da força inicial com a força final do MS lesionado, e do MS não lesionado, nos nadadores do género masculino.	62

Figura 44: Diagrama de dispersão que representa a relação entre a velocidade do MS lesionado com o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género masculino.	63
Figura 45: Diagrama de dispersão que representa a relação da velocidade inicial com a velocidade final do MS lesionado, e do MS não lesionado, nos nadadores do género masculino	64
Figura 46: Diagrama de dispersão que representa a relação entre a potência do MS lesionado com o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género feminino	65
Figura 47: Diagrama de dispersão que representa a relação da potência inicial com a potência final do MS lesionado, e do MS não lesionado, nos nadadores do género feminino.	66
Figura 48. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a força do MS lesionado com o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género feminino.	67
Figura 49. Diagrama de dispersão que representa a relação da força inicial com a força final do MS lesionado, e do MS não lesionado, nos nadadores do género feminino.	68
Figura 50. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a velocidade do MS lesionado com o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género feminino.	69
Figura 51. Diagrama de dispersão que representa a relação da velocidade inicial com a velocidade final do MS lesionado, e do MS não lesionado, nos nadadores do género feminino.	70
Figura 52. Comparação da potência do MS direito do grupo de nadadores saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadores com patologia, nas 10 braçadas iniciais e nas 10 braçadas finais, em nadadores	71

do género masculino.

- Figura 53.** Comparação da força do MS direito do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadores com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género masculino. **73**
- Figura 54.** Comparação da velocidade do MS direito do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadores com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género masculino. **74**
- Figura 55.** Comparação da potência do MS esquerdo do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadores com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género masculino. **75**
- Figura 56.** Comparação da força do MS esquerdo do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadores com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género masculino. **76**
- Figura 57.** Comparação da velocidade do MS esquerdo do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadores com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género masculino. **77**
- Figura 58.** Comparação da potência do MS direito do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadoras com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género feminino. **78**
- Figura 59.** Comparação força do MS direito do grupo de nadadoras **79**

saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadoras com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género feminino.

Figura 60. Comparação da velocidade do MS direito do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadoras com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género feminino. **80**

Figura 61. Comparação da potência do MS esquerdo do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadoras com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género feminino. **81**

Figura 62. Comparação força do MS esquerdo do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadoras com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género feminino **82**

Figura 63. Comparação da potência do MS esquerdo do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadoras com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género feminino. **83**

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Caracterização da amostra. Valores médios e respectivos desvios-padrão da idade e da antropometria. Tipo de respiração utilizado pelos nadadores, na técnica de crol	40
Quadro 2. Caracterização da amostra. Incidência da lesão e tipo de respiração utilizado pelo grupo de nadadores com patologia, na técnica de crol	40
Quadro 3. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.	51
Quadro 4. Média, desvio padrão e valor de prova das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.	52
Quadro 5. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.	52
Quadro 6. Média, desvio padrão e valor de prova das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.	53
Quadro 7. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.	54
Quadro 8. Média, desvio padrão e valor de prova das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.	54
Quadro 9. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.	55
Quadro 10. Média, desvio padrão e valor de prova das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.	55

Quadro 11. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo	56
Quadro 12. Média, desvio padrão e valor de prova das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.	57
Quadro 13. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.	58
Quadro 14. Média, desvio padrão e valor de prova das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.	58
Quadro 15. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência entre as 10 braçadas iniciais e as 10 braçadas finais, entre o MS lesionado e o MS não lesionado.	59
Quadro 16. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência do MS lesionado e do MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais e nas 10 braçadas finais.	60
Quadro 17. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, no MS lesionado e no MS não lesionado.	61
Quadro 18. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força do MS lesionado e do MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais e nas 10 braçadas finais.	62
Quadro 19. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, entre o MS lesionado e o MS não lesionado.	63
Quadro 20. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS lesionado e no MS não lesionado.	64
Quadro 21. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas	65

finais, entre o MS lesionado e o MS não lesionado.

- Quadro 22.** Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS lesionado e do MS não lesionado. **66**
- Quadro 23.** Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, entre o MS lesionado e o MS não lesionado **67**
- Quadro 24.** Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, dos MS lesionado e do MS não lesionado. **68**
- Quadro 25.** Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS lesionado e no MS não lesionado. **69**
- Quadro 26.** Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade entre as 10 braçadas iniciais e as 10 braçadas finais no MS lesionado e MS não lesionado. **70**
- Quadro 27.** Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia. **72**
- Quadro 28.** Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia. **73**
- Quadro 29.** Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia. **74**
- Quadro 30.** Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia. **75**

Quadro 31. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia.	76
Quadro 32. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia.	77
Quadro 33. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia.	78
Quadro 34. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia.	79
Quadro 35. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia.	80
Quadro 36. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia.	81
Quadro 37. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia.	82
Quadro 38. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia.	84

RESUMO

O objectivo deste estudo foi comparar o nível de simetria de movimentos dos membros superiores (MS) entre nadadores saudáveis e nadadores com patologia na articulação do ombro, através das curvas médias de força, velocidade e potência, obtidas no *Swim bench*, num teste máximo de 30s. Para isso, contamos com a participação de 26 nadadores saudáveis (11 femininos, com idades 16.92 ± 2.43 anos, e 15 masculinos, com idades 18.18 ± 2.35 anos) e 19 nadadores com patologia na articulação do ombro (7 femininos, com idades 17.42 ± 1.49 , e 12 masculinos, com idades 18.27 ± 0.44). Os nadadores foram submetidos a um prévio aquecimento. Posteriormente passaram à realização de três pré-testes de 10s, no *Swim bench*, com intervalos de 30min, para apurar qual o nível máximo de resistência do nadador e para se calibrar o *Swim bench* e rectificar o teste.

Como principais resultados, verificámos que os valores médios de velocidade, força e potência nas 10 braçadas iniciais são superiores aos valores obtidos nas 10 braçadas finais, nos dois grupos da amostra. Foi verificada simetria de movimentos entre os MS, em ambos os géneros e nos dois grupos da amostra.

A diferença dos resultados por nós encontrados pode dever-se ao facto dos nadadores com patologia sintomática na articulação do ombro serem em número reduzido ($n=6$), inseridos num grupo de 13 nadadores em que a patologia já não é sintomática.

A ocorrência de patologia do ombro, no passado e no presente, se considerada indiferenciadamente (nadadores sintomáticos e assintomáticos), não afecta os valores de força, velocidade e potência e simetria contralateral dos parâmetros, em teste máximo de 30s realizado em *Swim bench*.

A patologia do ombro, se considerada indiferenciadamente, afecta os valores da força, velocidade e potência do início e final, durante o teste máximo de 30s em *Swim bench*, relativamente a nadadores lesionados.

Palavras-chave: Natação, Lesão na articulação do ombro, Técnica de crol, *Swim bench*

ABSTRACT

The objective of this survey was to compare the movement symmetry of the upper limbs (UL) of healthy swimmers and of swimmers with shoulder joint pathology, by means of average curves of power, strength and speed obtained in the swim bench, in a maximal test of 30s. The participants in this survey were 26 healthy swimmers (11 females, aged 16.92 ± 2.43 years, and 15 males, aged 18.18 ± 2.35 years) and 19 swimmers with shoulder joint pathology (7 females aged 17.42 ± 1.49 , and 12 males aged 18.27 ± 0.44).

The swimmers did the previous warm up exercise, and then they did three tests of 10s in the swim bench, with 30- minute intervals in between to obtain the average level of the swimmer's power and to calibrate the swim bench accordingly.

Our main conclusions show that the average values of speed, strength and power for the first ten strokes are higher than the values obtained for the final ten strokes, in both groups of this survey. The symmetry of movements was verified in the UL in both genders and in both groups of this survey.

The contradiction of the results verified by us may be due to the small number of swimmers ($n=6$) with symptomatic pathology of the shoulder, among a group of 13 swimmers whose pathology is not symptomatic.

The incidence of the shoulder pathology, in the past and present, if considered indifferently, does not affect the parameter values of strength, speed, power and contralateral symmetry in a maximal test of 30s done in the swim bench. The shoulder pathology, if considered indifferently, does not affect the values of strength, speed and power of the start and finish during a maximum test of 30s done in the Swim bench, when compared to lesioned swimmers.

Keywords: Swimming, Shoulder pathology, Crawl technique, Swim bench.

RÉSUMÉ

Le but de cette étude a été celui de comparer le niveau de symétrie des mouvements des membres supérieurs (MS) entre les nageurs sains et les nageurs avec pathologie de l'articulation de l'épaule, analysant les courbes moyennes de force, vitesse et puissance, obtenues au *Swim bench*, dans un test maximum de 30s. Pour cela, nous avons eu la collaboration de 26 nageurs sains (11 féminins, âgés de 16.92 ± 2.43 ans, et 15 masculins, âgés de 18.18 ± 2.35 ans) et 19 nageurs avec pathologie de l'articulation de l'épaule (7 féminins, âgés de 17.42 ± 1.49 , et 12 masculins, âgés de 18.27 ± 0.44). Les nageurs ont été soumis à un chauffage préalable. Postérieurement, ils ont subi trois tests de 10s au *Swim bench*, avec intervalles de 30min, pour déterminer le niveau moyen de puissance du nageur et pour étalonner le *Swim bench* en fonction de celle-ci.

Comme principaux résultats nous vérifions que les valeurs moyennes de vitesse, force et puissance dans les premières 10 brassées sont supérieures aux valeurs moyennes obtenues dans les 10 brassées finales, chez les deux groupes de l'échantillon. On a vérifié la symétrie de mouvements entre les MS chez les deux genres et les deux groupes de l'échantillon.

La contradiction des résultats que nous avons trouvés peut être due au nombre réduit ($n=6$) de nageurs avec pathologie symptomatique dans l'articulation de l'épaule, insérés dans un groupe de 13 nageurs où la pathologie n'est plus symptomatique.

L'occurrence de pathologie de l'épaule, dans le passé ainsi qu'au présent, si l'on considère indifféremment, n'affecte pas les valeurs de force, vitesse et puissance et symétrie contre-latérale des paramètres, en test maximum de 30s réalisé au *Swim bench*. La pathologie de l'épaule, si l'on considère indifféremment, n'affecte pas les valeurs de force, vitesse et puissance du début et final, pendant un test maximum de 30s au *Swim bench*, relativement à des nageurs blessés.

Mots-clés : Natation, Lésion de l'articulation de l'épaule, Technique de crawl, *Swim bench*.

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

cm – centímetro

dp – desvio padrão

J – Joules

kg – quilograma

m – metro

Max – máximo

Méd – média

MI – Membros inferiores

min - minutos

MS – Membros superiores

N – Newtons

n – número

NPD – Natação Pura Desportiva

° – Graus

P – valor de prova

R^2 – coeficiente de determinação

REC – Recuperação

s – Segundo

TM – Trajecto motor

W – Watt

1. Introdução

A investigação científica adquiriu elevada importância na percepção do fenómeno desportivo, contribuindo para o conhecimento dos factores que envolvem o rendimento desportivo.

Em Natação Pura Desportiva (NPD), o objectivo é sempre a maior velocidade com o menor dispêndio possível de energia (Chatard *et al.*, 1990), o que implica uma maior eficiência propulsiva e um menor arrasto (Vilas-Boas, 1997). A elaboração de trabalhos científicos tem por objectivo tentar otimizar os resultados desportivos para atingir níveis de excelência. A importância da avaliação da técnica de nado com procedimentos rigorosos e fiáveis reside na obtenção de informações transponíveis para o contexto real desta pratica.

Em NPD, a acção dos MS é a maior responsável pela propulsão do corpo. Os movimentos executados, cíclicos e repetitivos, realizados acima da cabeça, tornam a articulação do ombro mais susceptível a lesão. A prevalência elevada de lesões no ombro torna relevante a avaliação da sua influência nas capacidades físicas do nadador.

Assim sendo, propomo-nos analisar e comparar resultados obtidos num grupo de nadadores saudáveis e num grupo de nadadores com patologia nesta articulação, através da análise das curvas médias de potência, força e velocidade obtidas durante um teste máximo de 30s no *Swim bench*. O *Swim bench* é um instrumento de medida, validado para o treino em seco, onde os movimentos se assemelham aos realizados durante o nado na fase sub aquática, na técnica de crol.

Começaremos por realizar uma breve revisão da literatura, pretendendo agrupar conhecimentos concernentes aos principais aspectos em estudo. Após a apresentação dos objectivos e das hipóteses do trabalho, realizaremos a caracterização da amostra e da metodologia utilizada na recolha e tratamento dos dados deste estudo. Posteriormente, cumprir-se-á a apresentação dos resultados e respectiva discussão, confrontando-os com resultados mencionados literatura. Por fim, sintetizaremos as principais conclusões do estudo.

2. Revisão da literatura

A revisão da literatura começa por retratar alguns dos parâmetros fundamentais para uma melhor compreensão do objectivo do estudo. Para isso, começaremos por realizar a descrição da técnica de Crol, uma vez que o nosso estudo é realizado no *Swim bench* que nos fornece informações relativas a algumas das fases dos MS, na técnica de crol. Posteriormente, faremos o enquadramento de alguns dos estudos já realizados com este ergómetro. Será apresentada uma possível definição de lesão desportiva, a descrição da articulação do ombro e de algumas das patologias que afectam mais frequentemente esta articulação, nos nadadores.

2.1. Técnica de Crol

Segundo Alves (1997), o Crol pode ser definido como uma técnica de nado ventral, alternada e simétrica, na qual as acções motoras realizadas pelos MS e MI tendem a assegurar uma propulsão contínua.

De acordo com Holmér (1974), a alternância verificada nesta técnica torna-a mais eficiente do ponto de vista mecânico, por reduzir as variações intracíclicas da velocidade e da posição corporal, originando trajectos subaquáticos melhor orientados.

2.1.1 Descrição da técnica de Crol

A técnica de Crol é apresentada neste trabalho, pela acção dos MS (entrada, deslize, agarre, acção descendente, acção lateral interior, acção ascendente, saída e recuperação), a sincronização da acção dos MS, a acção dos MI (acção descendente, acção ascendente e movimento lateral), a sincronização da acção dos MS com os MI, a posição do corpo (alinhamento horizontal, alinhamento lateral e rotação do corpo), a respiração e a sincronização da acção dos MS por ciclo de respiração.

2.1.2 Acção dos Membros Superiores

De acordo com Hay (1986), podemos dividir a acção dos MS em duas fases fundamentais: trajecto motor (TM) e Recuperação (REC).

Maglisho (2003) referencia o TM subaquático ao corpo (entrada, apoio, tracção e puxada) e a um ponto fixo (entrada, acção descendente, acção lateral interior e acção ascendente), que descrevemos de seguida.

A duração de cada acção difere de nadador para nadador e está fortemente correlacionada com a antropometria e com a técnica de nado (Chatard *et al.*, 1990). Segundo Schleihau (1986) e Maglisho (2003), são possíveis diversas combinações na duração relativa de cada acção. Os resultados de Rouard *et al.* (1996) apenas confirmam uma longa fase inicial, correspondente à entrada e deslize.

Entrada

A primeira fase da técnica de Crol consiste na entrada da mão na água. Costill *et al.* (1992) sugerem que a entrada da mão na água deve realizar-se num ponto situado entre o prolongamento do eixo longitudinal do corpo e a projecção do ombro correspondente ao MS que realiza a entrada na água, de forma a minimizar o arrasto de onda e permitir a execução das acções posteriores. No momento da entrada (Alves, 1997), o cotovelo deve estar ligeiramente flectido e mais elevado que a mão, estando a superfície palmar orientada para fora, formando um ângulo de 30° a 40° com a horizontal.

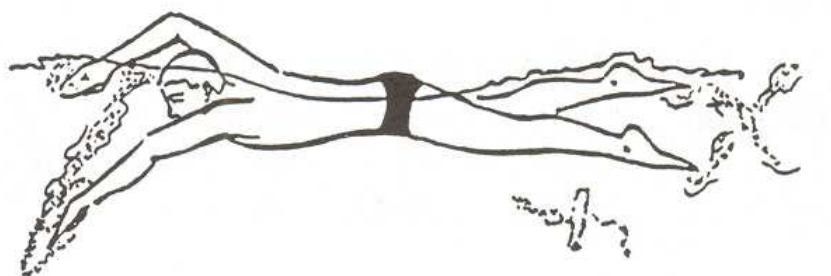


Figura 1. Entrada na técnica de crol. (Adaptado de Hannula, 1995).

Deslize

Após a entrada, o nadador deverá efectuar a extensão do cotovelo e adiantar o ombro do mesmo lado, deslocando a mão para a frente, ao mesmo tempo que o MS é totalmente imerso (Colwin, 1992).

Segundo Vilas-Boas (1991), a superfície palmar da mão do nadador deve orientar-se para baixo, após a entrada, realizando um trajecto horizontal, no prolongamento do ombro. O deslize deve ser sincronizado, promovendo que um MS se aproxime de uma extensão completa enquanto o contralateral termina a fase propulsiva (Maglischo, 2003).

Agarre

Para Alves (1996), o agarre é a acção que permite o início da fase propulsiva do TM, iniciando-se quando termina o deslize.

Segundo Alves (1996), o pulso flecte aproximadamente a 40°, com a superfície palmar orientada para baixo, para fora e para trás. O ângulo de ataque varia entre os 30° e os 40°, nos planos sagital e frontal, nos sentidos descendente e para fora, tendo como referência o corpo do nadador (Vilas-Boas, 1997). Esta flexão do pulso tem como finalidade a estabilização da mão na água, permitindo a s propulsão do corpo.

Acção Descendente

Apesar de pouco propulsiva (Maglischo, 2003), esta fase é de extrema importância para a fase seguinte.

O cotovelo começa a flectir-se gradualmente, sendo a mão estabilizada no sentido antero-posterior, relativamente a um referencial fixo, ao mesmo tempo que o corpo se desloca para a frente relativamente à mão (Vilas-Boas, 1991). A flexão progressiva do cotovelo permite uma ampliação da componente ascensional na acção lateral interior (Alves, 1996). O cotovelo deve permanecer alto, acelerando a mão para baixo e não para trás. A acção descendente termina no ponto mais profundo da sua trajectória, aproximadamente entre os 40 e os 60cm de profundidade.

Acção Lateral Interior

Esta acção propulsiva inicia-se quando a mão atinge o ponto mais profundo da sua trajectória. A mão orienta-se para dentro, para cima e para trás, através de uma, mais ou menos súbita, mudança de direcção, com um ângulo de aproximadamente 20° a 40° (Vilas-Boas, 1991). A orientação acima descrita é conseguida fundamentalmente através de um movimento de rotação externa do antebraço, cujo ângulo de orientação deverá rondar os 0°. Se esta mudança de direcção for progressiva e pouco brusca, procurando manter a estabilidade do escoamento, existe produção de propulsão através da força ascensional. Se esta mudança de direcção for rápida e brusca, existe produção de propulsão pelo mecanismo de projecção de vórtices.

Este trajecto é conseguido graças à flexão do cotovelo num ângulo de aproximadamente 90°, devendo permanecer numa posição alta, por cima da mão, até ao final desta acção.

Esta fase estende-se desde o ponto mais profundo do TM até ao momento em que a mão atinge o plano sagital médio (Colwin, 1992). Segundo Maglischo (1993), a fase de deslocamento para dentro e para cima é mais longa quando coincide com o tempo inspiratório e menos longa quando o nadador não inspira no decurso da braçada em que aquela está incluída.



Figura 2. Acção lateral interior na técnica de crol. (Adaptada de Hannula, 1995).

A distância que a mão percorre por baixo do corpo depende do afastamento da mão na acção descendente e da habilidade para manter um ângulo de ataque efectivo durante a acção lateral interior. No entanto, é possível encontrar três tipos de acção lateral interior nos diferentes nadadores: deslocar a mão até à linha média do corpo; deslocar para além da linha média do corpo; ou completarem esta fase algures entre o ponto exterior ao ombro e a linha média do tronco, sendo mais frequente a primeira (Maglischo, 2003).

Acção Ascendente

Representa o movimento propulsivo final da braçada de Crol (Maglischo, 2003). Nesta fase, a superfície palmar desloca-se para cima e para fora, sendo o trajecto motor realizado numa direcção oblíqua relativamente à direcção de nado, através da rotação interna do MS. Posteriormente, a progressiva extensão do pulso permite que a superfície palmar da mão se oriente para trás, para fora e ligeiramente para cima.

Durante esta última fase, assiste-se a um aumento contínuo da velocidade da mão, em simultâneo com a extensão progressiva do cotovelo, sem que esta seja completa. O deslocamento para cima e para fora do TM termina com a mão imersa, colocada próximo da coxa (Vilas-Boas, 1991).



Figura 3. Acção ascendente na técnica de crol. (Adaptada de Hannula, 1995).

Muitos autores, referem que a velocidade da mão é máxima no final desta acção. A rotação do corpo no fim da braçada parece aumentar a velocidade da mão, gerando-se mais força (Schleihauf *et al.*, 1988).

A alta produção de força de arrasto propulsivo durante todas as fases, com a excepção da etapa final, pode ser explicada pela posição da mão nesta fase (Rutemiller, 1995), que termina antes da mão atingir a superfície.

Saída e Recuperação (Rec)

A primeira zona anatómica a emergir é o cotovelo. Posteriormente, o nadador inicia a flexão do MS para iniciar o movimento para a frente, enquanto a mão está submersa (Maglischo, 2003). Quando a mão se aproxima da coxa, a rotação interna daquela favorece o deslize para fora da água com o mínimo de resistência, cortando a superfície pelo dedo mínimo, (Alves, 1997).

Na recuperação, durante a trajectória aérea, verifica-se o deslocamento do MS da posição final do TM para a posição inicial de um novo trajecto propulsivo (Maglischo, 2003). Caracteriza-se pelo deslocamento do MS para cima e para a frente, através de meio movimento de circundação do ombro, até se iniciar a fase de entrada (Hay, 1986).

Costill *et al.* (1992) e Vilas Boas, (1991), sugerem dois tipos de recuperação: uma com o cotovelo elevado e flectido e outra com balanceamento da mão. O primeiro tipo é o mais utilizado porque o MS recupera através de uma rotação lateral diminuída, provocando o mínimo de turbulência. Esta recuperação inicia-se pela emersão do braço e do cotovelo, ainda ligeiramente flectido. A referida acção continua com a emersão do antebraço e, posteriormente, da mão, coincidindo com o aumento da flexão do cotovelo e o deslocamento do MS passa a ser mais orientado de trás para a frente e, de forma menos evidente, de baixo para cima. Por este motivo, na fase terminal do percurso aquático da mão ou fase de recuperação aquática da mão, esta orienta-se predominantemente para cima e para a frente (Vilas-Boas, 1991). Segundo este autor, depois de ultrapassado o plano transversal que contém a cintura escapular, inicia-se a segunda fase da recuperação do

MS. Nesta, o MS continua o seu deslocamento de trás para a frente, mas agora também de cima para baixo e ligeiramente de fora para dentro, ao mesmo tempo que o cotovelo é progressivamente estendido, até que a recuperação termine com a realização da entrada.

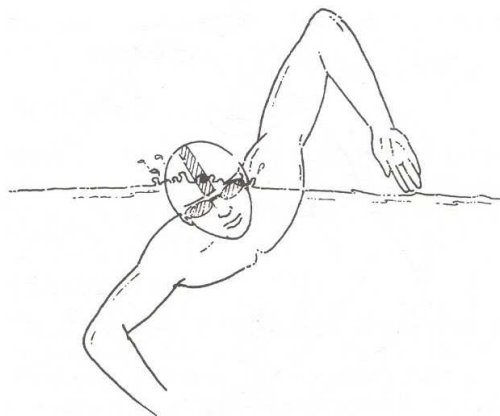


Figura 4. Recuperação na técnica de crol. (Adaptada de Hannula, 1995).

Por sua vez, no segundo tipo, com balanceamento da mão, a extensão do cotovelo, no início da recuperação, parece decorrer da tracção recta no decurso da última fase do seu percurso subaquático (Vilas-Boas, 1991). O cotovelo não se encontra flectido ou em completa extensão (Vilas-Boas, 1991), o que resulta num maior dispêndio de energia devido a ser necessária uma maior tensão muscular para mantê-lo em extensão, durante a sua emersão.

Para além das recuperações descritas, é frequentemente observado um outro tipo de recuperação, normalmente designado como recuperação lateral (Counsilman, 1968). O MS mantém-se estendido, ou quase completamente estendido, ao longo de todo o percurso de recuperação. Vilas-Boas (1991) considera que a principal causa responsável por este tipo de recuperação parece ser a insuficiente rotação do corpo sobre o eixo longitudinal, facto que impõe a impossibilidade de se realizar uma pronunciada flexão do cotovelo sem que a mão toque a superfície da água.

2.1.3 Sincronização da Acção dos Membros Superiores

De acordo com Maglischo (2003), a melhor sincronização das acções dos MS é aquela que permite a criação de força propulsiva efectiva mais contínua e, conseqüentemente, melhorando o rendimento obtido para uma dada distância de nado. Verifica-se a existência de três tipos de sincronização: sobreposta, semi-sobreposta e alternada (Vilas-Boas, 1991). Na sincronização sobreposta um MS, após a entrada, permanece em extensão até à entrada do outro, iniciando apenas neste momento o trajecto subaquático (Alves, 1997). Segundo a literatura, este é um nado muito descontínuo devido à existência de um pequeno período de tempo em que não se produz força propulsiva, tendo como principal inconveniente a travagem do corpo (Vilas-Boas, 1991). Na sincronização semi-sobreposta, quando ocorre a entrada de um MS o outro inicia a acção lateral interior, existindo uma fase de deslize bem vincada (Alves, 1997). Segundo o mesmo autor, a falta mais comum na sincronização da acção dos MS é executar a recuperação de um MS antes da mão do outro lado ter iniciado a acção descendente, pois provoca um deslize exagerado, impedindo a continuidade das acções motoras.

A sincronização alternada, considerada como sendo a mais contínua, ocorre quando a entrada de um MS acontece enquanto o outro executa a acção ascendente (Alves, 1997), na qual se sucedem as acções dos dois MS sem que se verifique a fase de extensão durante o agarre, iniciando-se a fase de deslocamento para baixo e para fora, imediatamente depois da entrada da mão na água (Counsilman, 1977).

2.1.4. Acção dos Membros Inferiores

O batimento dos MI em Crol tem uma função mais estabilizadora da posição do corpo na água do que propulsora. Uma vez que se trata de uma técnica alternada, a função equilibradora é fundamental quer ao nível do alinhamento lateral, quer ao nível do alinhamento horizontal, através da manutenção dos MI e da anca numa posição relativamente alta na água,

reduzindo assim o arrasto oposto ao deslocamento do nadador (Makarenko, 2001).

A acção dos MI deve ser realizada sem interrupções, culminando numa acção alternada, sendo o movimento de cada membro composto por três acções: uma ascendente; uma descendente e uma lateral (Vilas-Boas, 1991).

Fase Ascendente

Esta é considerada uma fase pouco propulsiva. Tem início no final do tempo descendente, altura em que o MI se encontra em extensão completa e o pé na posição mais profunda do ciclo da pernada, devendo este estar em posição natural (Alves, 1997).

A acção ascendente termina quando o pé se aproxima da superfície da água, altura que o MI flexa ao nível da anca para dar início ao movimento descendente (Maglischo, 2003).

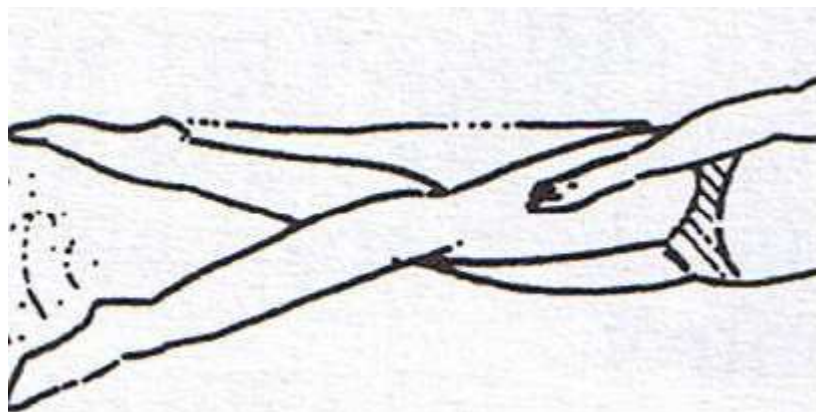


Figura 5. Fase ascendente na técnica de crol. (Adaptada de Hannula, 1995).

Fase Descendente

Esta fase é identificada como sendo um movimento de “chicotada” que parte de uma posição com o MI em extensão para uma flexão do joelho de 30 a 40°, até uma profundidade de, aproximadamente, 25 centímetros, dando-se, de seguida, uma forte extensão do joelho (Alves, 1997).

De acordo com Vilas-Boas (1991), o pé deve encontrar-se em flexão plantar e em inversão, sendo a superfície plantar orientada para cima, para dentro e depois, ligeiramente para trás.



Figura 6. Fase descendente na técnica de crol. (Adaptada de Hannula, 1995).

Movimento lateral dos MI

Segundo Makarenko (2001), são os movimentos laterais dos MI que promovem a estabilização do corpo quando se realiza a rotação do mesmo. Para facilitar a rotação do corpo e o alinhamento lateral, uma perna deve realizar um batimento na direcção da rotação do corpo e a outra efectuar o batimento na direcção oposta. Para assegurar uma estabilidade do corpo e uma força propulsiva elevada, a amplitude do batimento não deverá ser muito superficial.

2.1.5. Sincronização da acção dos MS e os MI

De acordo com Vilas-Boas, (1991), encontramos quatro tipos de sincronização: (i) seis batimentos por ciclo dos MS; (ii) quatro batimentos por ciclo dos MS; (iii) dois batimentos por ciclo dos MS; (iv) dois batimentos cruzados por ciclo dos MS. No entanto, Maglischo (2003) acrescenta um quinto tipo de sincronismo, o qual designa quatro batimentos cruzados dos MI por ciclo dos MS. Na perspectiva deste mesmo autor, os seis batimentos por ciclo é mais utilizado entre os nadadores de classe mundial. Os dois batimentos por ciclo é utilizados principalmente por fundistas, enquanto que os quatro batimentos por ciclo, embora não seja tão utilizado, é adoptado por vários

nadadores.

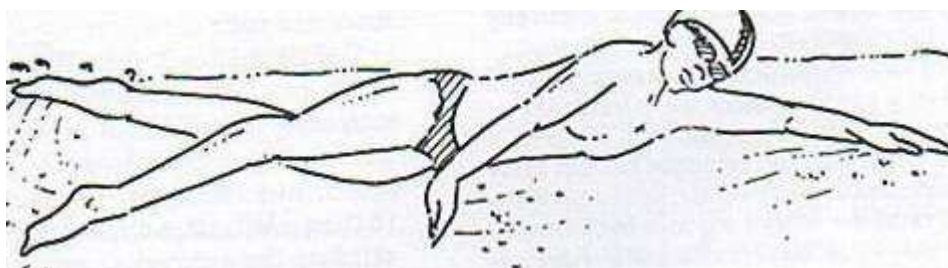


Figura 7. Sincronização da acção dos MS e MI na técnica de crol. (Adaptada de Hannula, 1995).

Sincronização de seis batimentos por ciclo

Nesta sincronização, encontramos três batimentos por braçada. A acção descendente do MS esquerdo corresponde à acção descendente do MI esquerdo e a acção ascendente do MI direito; a acção lateral interior do MS esquerdo corresponde à acção descendente do MI direito e à acção ascendente do MI esquerdo; a acção ascendente do MS esquerdo corresponde à acção descendente do MI esquerdo e acção ascendente do MI direito; e vice-versa para o MS direito (Maglischo, 2003).

De acordo com o autor citado, será esta marcada coincidência entre as acções dos MS e MI o elemento determinante da superioridade da sincronização de seis batimentos.

Sincronização de quatro batimentos por ciclo

Maglischo (2003) indica que esta sincronização é considerada por muitos autores como sendo uma sincronização de seis batimentos por ciclo mal executada, em que há o desaparecimento de dois batimentos durante um ciclo de nado, podendo ser considerada como uma combinação entre esta variante e a de dois batimentos por ciclo.

No trajecto de uma mão executam-se três batimentos e na outra mão executa-se apenas um, que coincide com a realização da inspiração, talvez devido a uma acção lateral interior do MS menos pronunciada desse lado (Alves, 1997).

Sincronização de quatro batimentos cruzados por ciclo

Pode ser considerada uma variante da sincronização descrita anteriormente (Alves, 1997). A diferença encontrada entre esta última e o tipo de sincronismo descrito nos quatro batimentos cruzados por ciclo ocorre durante a realização da acção ascendente do lado em que os três batimentos de MI são realizados. Apesar de nesta fase os MI permanecerem imóveis, neste tipo de sincronização os nadadores realizam o cruzamento dos MI da mesma forma que o realizam na sincronização de dois batimentos cruzados dos MI por ciclo de MS. Eles só serão descruzados no momento da acção descendente do MI durante a realização da acção lateral interior e da acção ascendente dos MS do mesmo lado.

Sincronização de dois batimentos por ciclo

O nadador executa duas acções dos MI por cada ciclo de MS (Maglischo, 2003). Esta variante requer um menor custo energético para velocidades submáximas, devido à menor massa muscular em funcionamento durante as acções segmentares de reduzida eficiência mecânica o que pode explicar o porquê da sua preferência em nadadores de longa distância. Dentro deste tipo de sincronização é possível distinguir dois tipos de batimentos: verticais e cruzados (Maglischo, 2003).

Sincronização de dois batimentos cruzados por ciclo

Este tipo de sincronização pode aparecer como solução de compromisso entre a sincronização de dois batimentos verticais e a sincronização de seis batimentos (Maglischo, 2003).

Segundo o mesmo autor, esta variante é caracterizada por quatro batimentos por ciclo de braçada, dois batimentos principais, sendo estes mais pronunciados e dois batimentos secundários. Os dois primeiros batimentos são realizados durante a acção lateral interior e a acção ascendente da braçada correspondente, na sequência descrita para os dois batimentos por ciclo verticais. Neste tipo os MI ficam activos sendo que o MI mais profundo, realiza o batimento para cima e para dentro e o MI que se encontra mais à superfície

realiza o batimento para baixo e para fora, fazendo com que se cruzem a meio das suas trajectórias. Neste momento, a acção descendente é completada e, ao realizar o batimento mais pronunciado durante a acção lateral interior e a acção ascendente, os MI descruzam-se. O cruzamento parcial dos batimentos ocorre durante a acção descendente de cada MS. O MI que cruza por cima do outro MI é sempre o do mesmo lado do MS que exerce a braçada. Por fim, o autor acrescenta que este tipo de sincronização é favorável para os nadadores que realizam a recuperação lateral do MS, uma vez que a acção de cruzar os MI parece compensar a oscilação da anca na mesma direcção do movimento de recuperação do MS.

2.1.6. Respiração

A inspiração executa-se através da rotação lateral da cabeça, coincidindo com o final da acção lateral interior, a acção ascendente e início da recuperação aérea do MS correspondente ao lado para onde o nadador inspira (Maglischo, 2003). Assim, durante a respiração, a cabeça roda e inclina-se ligeiramente no momento do apoio do MS do lado oposto. Aquando da rotação da cabeça verifica-se a emersão do ombro do mesmo lado para o qual se vai realizar a inspiração, permitindo assim a emersão da boca e do nariz abaixo do nível médio da água, na base da onda produzida pela cabeça. Inicia-se então a inspiração, que deve ser rápida, forte, activa e predominantemente bucal (Vilas-Boas, 1991). Este autor afirma que o nadador deve inspirar durante a primeira metade da recuperação e tornar a colocar a face na água na segunda metade da mesma. Uma vez terminada a fase inspiratória, deve haver uma nova rotação da cabeça em sentido oposto ao anterior, sendo também este movimento acompanhado pela rotação do corpo no mesmo sentido sobre o eixo longitudinal, iniciando-se com a segunda fase de recuperação do MS. A expiração deve iniciar-se logo que a face seja imersa.



Figura 8. Respiração na técnica de crol. (Adaptada de Hannula, 1995).

Sincronização da Acção dos MS e a Respiração

Existem dois tipos de sincronização da acção dos MS com o ciclo respiratório, denominados por respiração unilateral e bilateral, ou alternada (Vilas-Boas, 1991). No primeiro tipo de sincronização, o nadador realiza a inspiração sempre para o mesmo lado, com um número par de braçadas entre as inspirações. No segundo tipo de sincronização, o nadador realiza a inspiração alternadamente para o lado direito e para o lado esquerdo, com um número ímpar de braçadas entre duas inspirações sucessivas. Maglischo (2003) afirma que a respiração bilateral deve ser favorecida, uma vez que evita a assimetria corporal e permite ao nadador olhar para os adversários colocados de ambos os lados.

2.2. Características do *swim bench*

O *swim bench* é um dispositivo de resistência “semi-acomodada”, que pretende reproduzir a acção dos MS realizada em natação. Segundo Isern (1999), o *swim bench* constitui-se como o meio de treino em seco que mais fielmente reproduz a braçada subaquática, daí a importância da sua utilização no processo de treino. Este aparelho permite um controlo efectivo da potência e volume de trabalho, no processo de execução de exercícios de carácter isocinético (Platonov e Fessenko, 1994), assumindo-se que proporciona uma velocidade de deslocamento do MS constante, durante todo o movimento.

O *swim bench* é formado por um dispositivos de resistência isocinética, um transdutor com microprocessador e dois puxadores acoplados a remos de mão, ver figura 9.

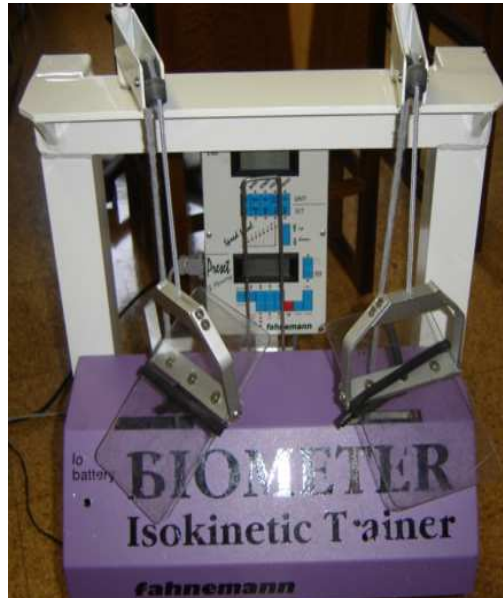


Figura 9. Representação do *swim bench*.

Durante uma situação de nado simulado, o nadador adota uma posição corporal idêntica à do nado livre, puxando os remos de mão simultaneamente ou de forma alternada. Cada nadador deve ser instruído para executar a braçada de uma maneira semelhante à realizada na piscina, mantendo o comprimento máximo de braçada (Swaine e Zenker, 1996).

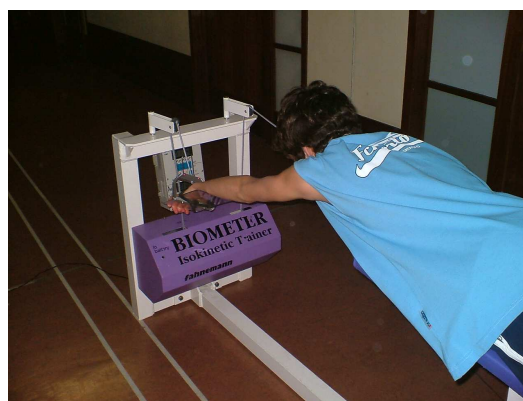


Figura 10. Representação da simulação da técnica de nado em *swim bench*.

A resistência à aplicação de tensão reflecte-se na velocidade dos

puxadores, a qual vai aumentando até ao máximo pré-estabelecido, designado por velocidade máxima da braçada. A unidade de resistência oferece nove níveis de velocidade máxima da braçada numa escala contínua (Swaine e Zenker, 1996) e decrescente (o nível 1 oferece a maior resistência e o nível 9 a menor resistência).

Os transdutores, ligados ao chassis do *swim bench*, permitem a medição da força de tensão, da distância e da duração de braçada. Usando estas variáveis, o microprocessador calcula a Força (N), o Trabalho (J) e a Potência (W) da braçada. Estes são calibrados através da aplicação de pesos padronizados nos puxadores (Swaine e Zenker, 1996).

Neste teste no *swim bench*, são avaliados parâmetros biomecânicos de algumas das fases do movimento subaquático dos MS na técnica de Crol, nomeadamente a fase de agarre, acção descendente, acção lateral interior, acção ascendente.

Potts (2002) salvaguarda a existência de limitações na inferência dos resultados obtidos no *swim bench* para comportamento no meio aquático. Reily (1988) indica que existem algumas limitações na utilização do *swim bench*, pelo facto dos MI estarem inactivos, os ombros não apresentarem uma rotação tão extensa como teriam na piscina e, ainda, a produção de força estar diminuída devido aos maiores períodos de inactividade, durante o ciclo da braçada simulada. Thomas (1984) salienta que, apesar da braçada envolver um padrão único integrado de acção neuromuscular e articular, a posição corporal e os movimentos durante o exercício no *swim bench* sugerem que este pode activar, de forma efectiva, a musculatura do tronco usada na técnica de crol. Contudo, a posição corporal no *swim bench* e os padrões de movimento, específico e limitado, dos MS e ombros, estimulam uma menor quantidade de massa muscular, quando comparada com a técnica de nado propriamente dita.

Para além das desvantagens acima referidas, mencionamos o facto do *swim bench* só possuir um elemento de resistência, partilhado pelos dois MS. Os valores obtidos são, então, referentes a uma “força”, que resulta da soma das forças exercidas pelos dois MS, sendo difícil separar a força dos MS.

2.2.1. Revisão de estudos efectuados no *swim bench*

Ao longo das últimas décadas, vários autores utilizaram o *swim bench* para efectuar diversos estudos.

O *swim bench* foi utilizado por Sharp *et al.* (1982), que pretendiam comparar a potência medida neste aparelho com a velocidade de nado em sprint de crol. Os autores encontraram uma elevada correlação positiva ($r=0,93$) entre 45s de esforço máximo isocinético e 25m de nado à velocidade máxima. Verificaram um aumento da força dos nadadores que realizaram exercícios com o *swim bench*, apesar deste não mimetizar exactamente a acção dos MS dentro de água.

Yancher *et al.* (1983) estudaram a relação da potência e velocidade nos nadadores usando o *swim bench*. Verificaram que os programas de treino que enfatizem uma combinação de técnica de braçada e força, como o *swim bench*, são eficientes para o treino da velocidade.

Swaine e Reilly (1983) utilizaram o *swim bench* para investigar a importância da frequência de braçada escolhida pelo nadador na obtenção da velocidade máxima, na técnica no crol. A velocidade máxima não foi correlacionada significativamente com o VO₂max ou com o pico de VO₂max. Os resultados confirmaram que a livre escolha da frequência da braçada produz aumentos da performance na natação, para atingir a máxima velocidade e os valores mais altos de VO₂max, com técnica de nado simulada.

Gergley *et al.* (1984) estudaram a especificidade do treino aeróbio dos MS na velocidade durante a natação e na corrida e verificou que o exercício no *swim bench* permite a activação de uma porção considerável da musculatura envolvida na natação e permite uma melhoria do treino aeróbio.

Costill *et al.* (1986) desenvolveram um estudo para avaliar a contribuição da força para a velocidade no crol (25 jardas). Submeteram uma amostra de 5 nadadores a um programa de treino da força, com a finalidade de avaliar se as melhorias na velocidade de nado acompanhavam os ganhos de força. Verificaram que os nadadores aumentaram a sua força, em média, 28%,

enquanto que a velocidade de nado melhorou 3,6%. Concluíram que a força dos MS, medida no *swim bench* é um meio sensível e fiável de estudo da força muscular e é determinante do rendimento em crol.

Bulgakova *et al.* (1987), elaboraram um estudo comparativo de um grupo de nadadores que realizava treino de força em seco em *swim bench* e outro que realizava treino de força na água, através de nado amarrado e elásticos. Após um período de treino de 6 meses, verificaram que o grupo do treino na água apresentava tanto velocidades de nado como níveis técnicos superiores. Assim, concluíram que o uso deste aparelho pode ser prejudicial para nadadores jovens, tendo um impacto negativo na técnica de nado e não beneficiando a performance.

Reilly *et al.* (1988) aplicaram o Wingate Anaerobic Arm Test (WAAT) para avaliar jovens nadadoras no *swim bench* e verificaram que o pico de potência no banco se relacionava mais significativamente com a performance no sprint que o pico de potência dos MS no WAAT. Os autores demonstraram a importância da força muscular dos MS na velocidade de nado, referindo que o treino em seco pode apresentar algum benefício. No entanto, apontaram a necessidade de estabelecer um paralelismo entre o *swim bench* e a natação, para realização de predições da performance.

Smith *et al.* (1992) pretenderam quantificar e comparar respostas fisiológicas agudas (adaptações metabólicas e cardio-respiratórias) num protocolo de treino intervalado, utilizando o tubo cirúrgico e o *swim bench*. Apesar de terem sido obtidas respostas fisiológicas significativas em ambos os dispositivos, no *swim bench* obtiveram melhores respostas em todas as medidas de tempo em todos os índices. A diferença da natureza das cargas e consequente recrutamento e sincronização das unidades motoras característico de cada exercício foi apontada como explicação para as diferenças encontradas.

Tanaka (1993) dividiu uma equipa de natação em dois grupos, que realizaram ambos o mesmo treino em água, uma vez por dia. Um dos grupos foi ainda submetido a um treino específico de força no *Swim bench*, 3 vezes por semana, durante 8 semanas. Concluíram que, embora este grupo tenha

aumentado a força, os aumentos da potência e da performance de nado não foram superiores aos registados no grupo controlo. Referem a existência de uma falta de transferência positiva entre os ganhos de força em seco e as forças propulsivas, sugerindo que se poderá dever à natureza não específica do meio.

Bradshaw e Hoyle (1993) referem que a principal fonte de erro dos estudos em *swim bench* é o facto de este não reproduzir exactamente a técnica de nado. Encontraram uma correlação positiva entre a potência corporal superior medida em *swim bench* e o sprint em crol, só com braçada. O sprint com técnica completa não se correlacionou significativamente com a potência medida no *swim bench*. Estes autores expõem que a mecânica da braçada é diferente neste aparelho, com uma fase de recuperação dos MS mais curta, que tende a minimizar o trajecto em “S” da braçada convencional. Por outro lado, não existem garantias que as técnicas na água e no banco gerem a mesma quantidade de potência, verificando-se que a técnica utilizada no *swim bench* para produzir valores mais elevados de potência é menos eficiente na água.

A validade do uso deste aparelho para a realização de testes que avaliem as diferentes capacidades dos nadadores foi demonstrada por Swaine (1994). Este autor realizou um estudo para determinação da resposta fisiológica à simulação de nado no *swim bench* e a sua relação com a performance em natação de meia distância, numa amostra composta por 9 nadadores de alto nível. Comparando os parâmetros fisiológicos obtidos na simulação de crol só com acção dos MS e a performance em 400m, o autor concluiu que esta pode ser predita com precisão utilizando as medidas do *swim bench* e a frequência de braçada. O *swim bench* foi utilizado por Swaine e Reilley (1996) como ergómetro no estudo de respostas cardiopulmonares durante o exercício, para medição da força de tensão, distância e duração da força através dos transdutores. E concluíram que através da manipulação da intensidade do exercício os dados cardiopulmonares obtidos são credíveis.

Swaine (1997) estudou a resposta ao exercício após lesões, comparando a força dos MS dos nadadores, durante a recuperação de uma lesão, utilizando

testes de 30s no *swim bench*. E verificou que existiam diferenças bilaterais de força entre os MS, pelo menos até 8 semanas após o recomeço do treino.

Swaine *et al.* (1999) pretenderam observar a relação entre produção de potência devido à acção dos MS durante a braçada e do batimento dos MI, durante o nado amarrado e o crol simulado em *swim bench*, tendo verificado que a produção de potência no nado simulado foi consideravelmente mais elevada que no nado amarrado, existindo uma forte correlação entre os dois.

Vilas-Boas (1986) realizou um estudo da especificidade dos meios auxiliares de treino da nataação, tendo concluído que no *swim bench*, a tensão constante imposta pelo dispositivo não permite a reprodução do perfil de resistência oposta à mobilização segmentar em nataação. Este autor afirma, contudo, que os dispositivos isocinéticos permitem uma maior aproximação do movimento de nado, devendo ser considerados instrumentos indispensáveis na fase final do processo de convergência que é a preparação de força em nataação.

Takahashi *et al.* (1992) validaram um teste em *swim bench* para a avaliação do potencial anaeróbio, tendo encontrado correlações positivas significativas entre o défice de oxigénio e o obtido nos testes no *swim bench*. Concluíram que os resultados sugeriam que um teste de esforço máximo de 45s no *swim bench* pode ser utilizado como uma medida precisa do perfil anaeróbico do nadador.

Ogita *et al.* (1995) usaram o *swim bench* para estabelecer uma comparação entre o consumo máximo de oxigénio durante o exercício neste aparelho e durante o nado. Os seus resultados sugerem que os grupos musculares activos no *swim bench* são diferentes e usados em menor extensão que na braçada. O stress máximo do sistema cardio-respiratório também é menor.

Morton (1997) aplicou o *swim bench* no estudo da efectividade do treino anaeróbio, concluindo que o aumento das capacidades do sistema de energia anaeróbica e a performance em exercícios de elevada intensidade e curta duração pode ser conseguida em cinco semanas de treino de alta intensidade sem prejuízo da capacidade aeróbica. Também Troup (1999) considera que a

realização de testes de 45s de esforço máximo em *swim bench* pode indicar a capacidade anaeróbia do nadador.

Konstantaki *et al.* (1997) estudaram a relação entre a concentração de lactato sanguíneo e o ritmo cardíaco em resposta ao exercício no *swim bench* e no pólo aquático feminino. Konstantaki *et al.* (1998) definiram o *swim bench* como um utensílio válido para a avaliação da performance do nadador e do jogador de pólo-aquático.

Costill (2002) chama a atenção de que, apesar do teste em *swim bench* medir a força dos músculos utilizados em nado, este teste não considera as forças que são aplicadas na água durante o nado.

Cardone *et al.* (1998) estudou os valores do pico de força concêntrica isocinética obtida no *swim bench*. No ombro de nadadores, em abdução, adução e rotação externa e interna, não verificando diferenças significativas entre o MS esquerdo e direito, mas sim entre géneros e nível de competição.

McArdle e Reilly (1992) usaram o *swim bench* no estudo do efeito das alterações dos parâmetros de braçada normal na técnica de Crol.

Camillieri (2005) realizou um estudo epidemiológico no *Swim bench* da incidência de lesões do ombro em nadadores de elite italianos, com posterior avaliação da eficiência de exercícios de prevenção, concluindo que o MS dominante, principalmente na técnica de crol, é o mais frequentemente afectado e que a constante aplicação de exercícios de prevenção diminui a incidência das patologias do ombro.

Potts *et al.* (2002) realizaram a comparação da simetria da força dos MS durante o exercício no *swim bench* até à exaustão. Os resultados mostraram que o MS esquerdo apresenta valores superiores de força comparativamente ao MS direito na realização deste teste.

2.3. A articulação do ombro

2.3.1. Anatomia funcional da articulação do ombro

O ombro é a articulação proximal do MS. O complexo articular do ombro é formado por cinco articulações que se dividem em dois grupos, sendo o primeiro constituído pelas articulações escápulo-umeral e subdeltoidiana e o segundo pelas articulações escapulo-torácica, acrômio-clavicular e esterno-costoclavicular. As cinco articulações funcionam em simultâneo, em proporções variáveis de um grupo para o outro (Kapandji, 2000). Cada uma das cinco articulações possui amplitudes e movimentos específicos, sendo limitados pelas suas estruturas ósseas, ligamentares, capsulares e tendinosas (Hall, 2000). Este complexo articular possibilita diferentes acções, mantendo relações de interdependência e procurando alcançar elevada mobilidade com estabilidade (Souza, 2001).



Figura 11. Representação do ombro (adaptado Netter, 2000)

Este equilíbrio é necessariamente difícil, devido ao antagonismo e a diversidade de movimentos (Jobe, 1990).

A articulação subdeltoidiana não é uma articulação verdadeira do ponto de vista anatómico, mas sim do ponto de vista fisiológico, pois possui duas superfícies articulares deslizantes. Esta articulação está mecanicamente ligada à articulação escápulo-umeral, sendo que qualquer movimento desta última produz movimento na articulação subdeltoidiana (Villafranca, 2001).

A articulação escápulo-umeral, considerada a mais importante do complexo articular do ombro, é uma articulação verdadeira, no sentido anatómico e é formada pela cabeça do úmero, grande e esférica, e pela fossa glenóide da escápula, relativamente rasa (Kapandji, 2000). Devido às superfícies articulares, esta articulação é descrita como sendo uma articulação sinovial do tipo esferóide ou enartrose, que pode realizar uma grande amplitude de movimentos (Alter, 1996).

A articulação escapulo-toracica é uma articulação no sentido fisiológico, mas não no anatómico. É a articulação mais importante do segundo grupo, mas não pode funcionar sem as outras duas, às quais está mecanicamente ligada (Villafranca, 2001).

A articulação acromio-clavicular é uma articulação verdadeira situada na extremidade externa da clavícula. A cápsula articular está reforçada pelo ligamento acromio-clavicular, que se estende desde a parte superior do extremo externo da clavícula até à superfície externa do acrómio (Villafranca, 2001).

A articulação esterno-costo-clavicular é uma articulação verdadeira, situada entre a extremidade interna da clavícula e o esterno e a cartilagem da 1ª costela. É uma articulação dupla porque existem duas superfícies articulares em cada extremo do disco articular (Villafranca, 2001).

A articulação escápulo-umeral possui três graus de movimento: flexão-extensão, abdução-adução e rotação medial-lateral, cuja quantidade varia consideravelmente:

(1) Flexão e extensão: no plano sagital, no eixo transversal com amplitude média de 170° para flexão e 60° para extensão;

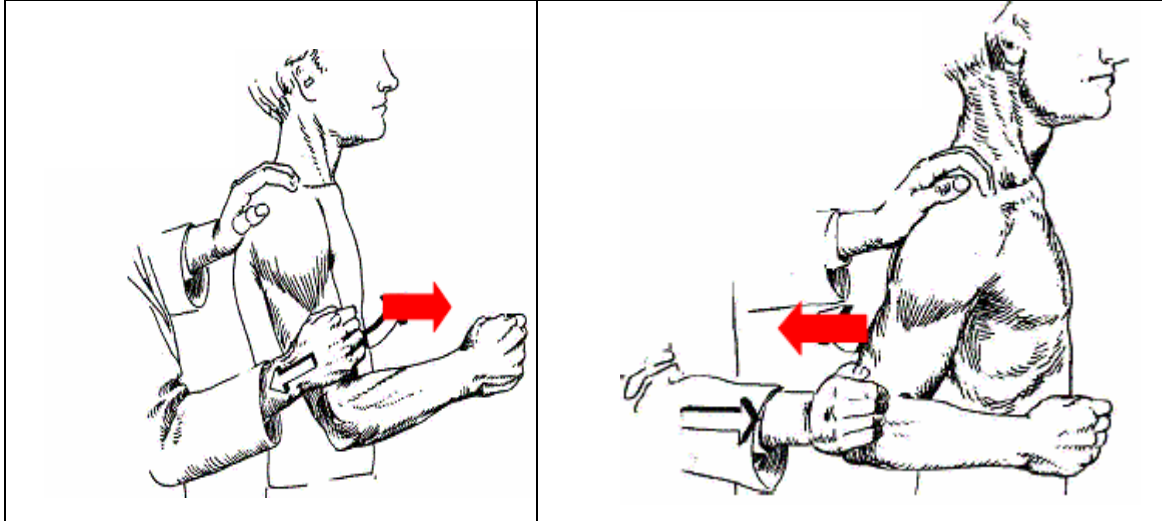


Figura 12. Representação esquemática dos movimentos de flexão e extensão (adaptado de Putz e Pabst, 1995).

(2) Abdução e adução: no plano frontal, no eixo horizontal dorso-ventral, com amplitude média de 170° para abdução, o movimento de adução é considerado como sendo o retorno da abdução até o contacto do MS com o tronco;

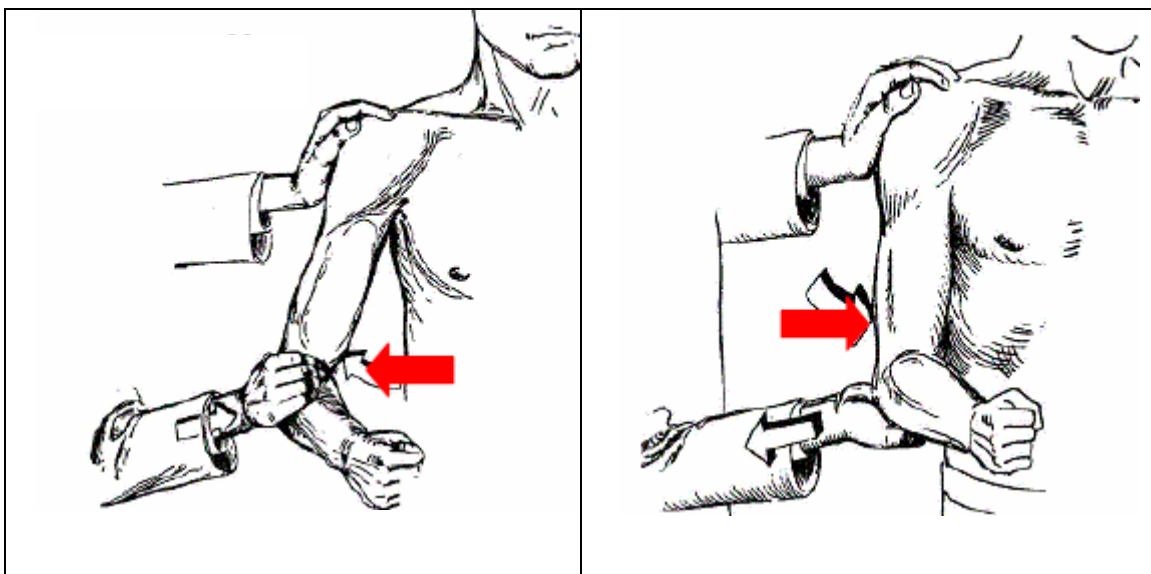


Figura 13. Representação esquemática dos movimentos de abdução e adução (adaptado de Putz e Pabst, 1995).

(3) Rotação interna e externa: no plano horizontal, com eixo longitudinal e amplitude média de 90° para rotação externa e 90° para rotação interna. A quantidade de rotação é variável com a elevação do MS, sendo de aproximadamente 180° para rotação externa e 90° para a rotação interna, em virtude da torção dos ligamentos coraco-umerais e escapulo-umerais, quando o MS está completamente elevado.

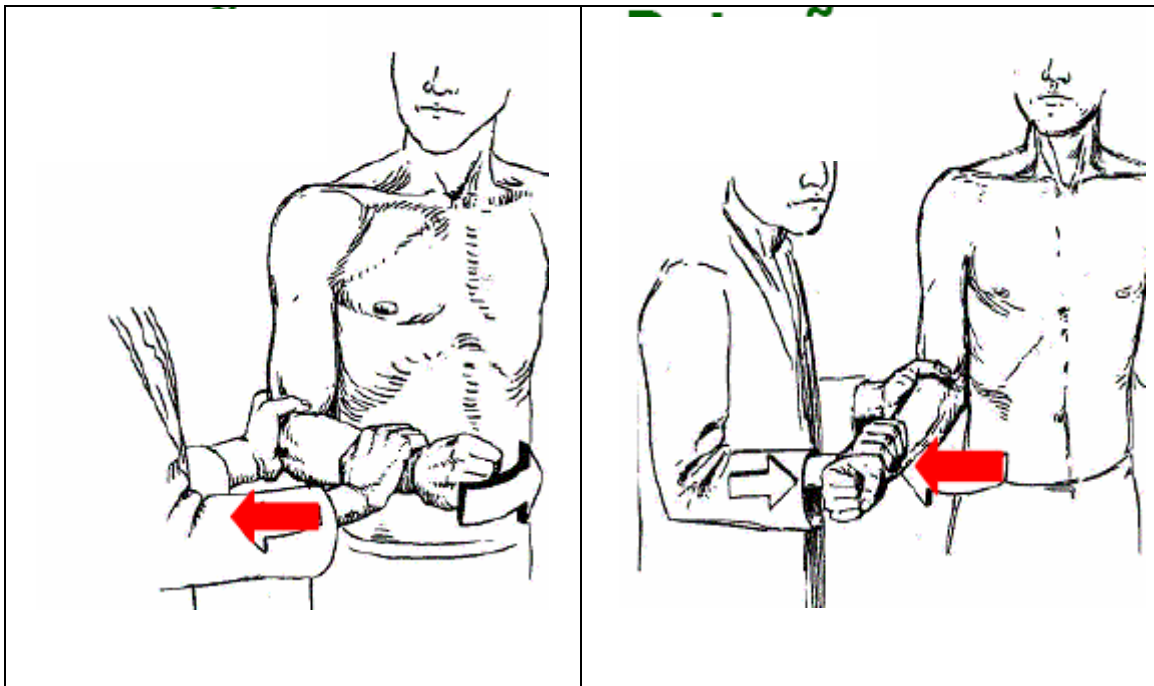


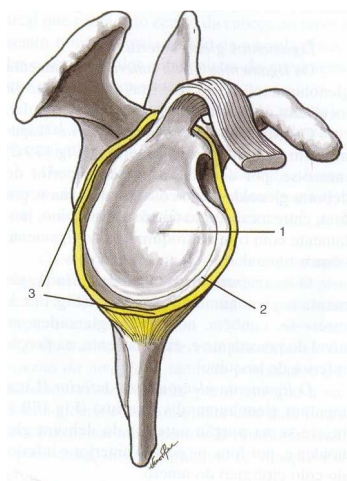
Figura 14. Representação esquemática dos movimentos de rotação interna e rotação externa (adaptado de Putz e Pabst, 1995).

Estão, ainda, descritos outros movimentos como: a adução horizontal, que é um movimento anterior a partir da posição inicial de 90° de abdução gleno-umeral (Smith *et al.*, 1997); e a circundução, que consiste de um movimento combinado nos três eixos, descrevendo um cone irregular no espaço (Kapandji, 2000).

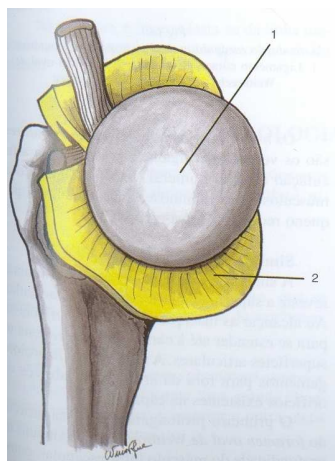
A mobilidade da articulação escapulo-umeral é obtida à custa de uma certa instabilidade (Massada, 2000). Apenas 30% da cabeça do úmero está recoberta pela cavidade glenóide, o que resulta em pouca estabilidade óssea intrínseca.

A estabilidade da articulação escapulo-umeral depende de dois

mecanismos que funcionam de maneira complementar durante toda a amplitude de movimento normal do ombro, chamado sistema passivo e que é formado pela cápsula articular e complexo cápsulo-ligamentar e que prevê a estabilização primária do ombro, chamado sistema dinâmico, e que é constituído pelos músculos que circundam a articulação e o sistema



- 1-Cavidade glenoide
- 2-Debrum glenoide
- 3-cápsula articular



- 1-Cabeça do úmero
- 2-Capsula articular

neuromotor que os controla (Litner e Kev

Figura 15. Representação esquemática do sistema passivo de estabilização da articulação escápulo-umeral (adaptado de Esperança, 1999).

A estabilidade dinâmica é alcançada através do funcionamento sincronizado dos músculos da coifa dos rotadores e dos rotadores da escápula, que são considerados como estabilizadores dinâmicos (ou activos) e trabalham gerando tensões contrárias (agonistas e antagonistas), evitando uma possível luxação (Brown e Newmann 2001; Hall, 2000). A coifa dos rotadores, constituída pelos músculos supraespinhoso, infraespinhoso, pequeno redondo e infraescapular, trabalha como uma unidade combinada para estabilizar a cabeça do úmero na cavidade glenóide, promovendo compressão entre as duas superfícies articulares resistindo ao deslizamento e à translação da mesma (nos sentidos antero-posterior e ínfero-superior), permitindo, ainda, alguma rotação em torno dos seus três maiores eixos (antero-posterior, médio-lateral e diáfiso-umeral), isoladamente ou em

conjunto. Nas amplitudes médias de movimento, a estabilidade articular é, quase exclusivamente, garantida pela coifa dos rotadores, já que todos os estabilizadores estáticos da articulação escápulo-umeral estão relaxados (Jobe, 2002; Snyder, 1998). O efeito compressivo exercido pela coifa dos rotadores é relativamente independente da posição em que se encontra a articulação, mas a sua função é alterada nos movimentos de deslizamento e translação. Em abdução e rotação neutra, o infra-espinhoso é depressor da cabeça umeral, mas em abdução e rotação externa, ele torna-se elevador. O infra-espinhoso e o pequeno redondo são os únicos rotadores externos (Matsen *et al.*, 1998). O subescapular é o músculo mais efectivo na rotação externa, enervado pelos nervos subescapulares e do plexo braquial. Tem pouco efeito na translação antero-posterior em abdução e rotação externa, sendo um importante rotador interno nos últimos graus desse movimento (Wolin, 1997). O supraespinhoso é um importante estabilizador e compressor da cabeça umeral e está activo, conjuntamente com o deltóide, em qualquer movimento que envolve a elevação do MS principalmente, na fase inicial da abdução. (Neer, 1990; Morrey, 1998), principalmente, na fase inicial da abdução.

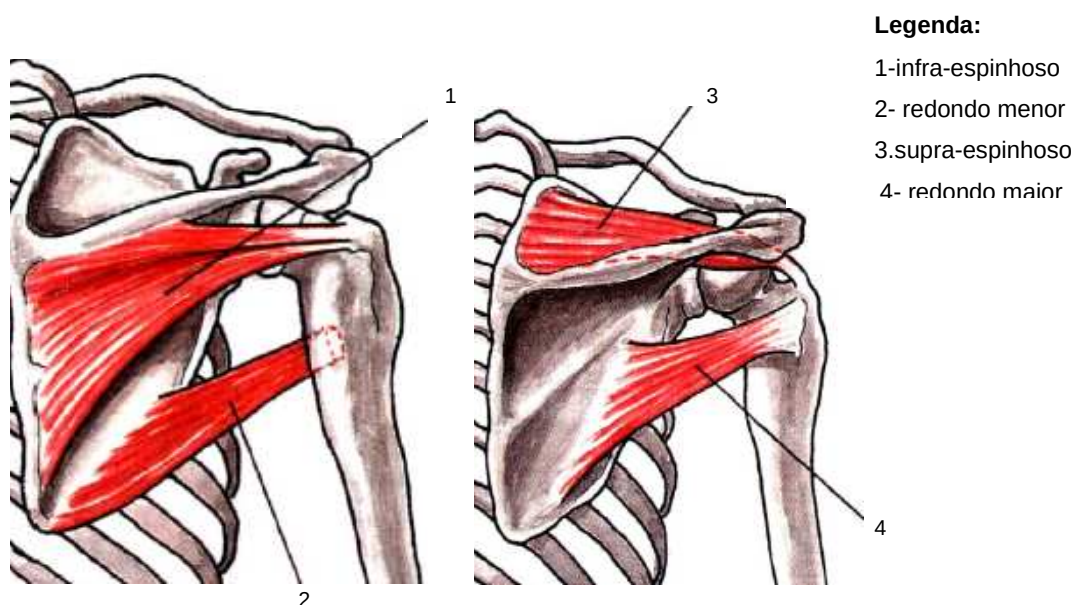


Figura 16. Representações esquemáticas da inserção dos diferentes grupos musculares, responsáveis na estabilização activa da articulação do ombro (Adaptado de Esneranca).

Torna-se evidente que os vários estabilizadores estáticos e dinâmicos têm que trabalhar em conjunto de modo a alcançar estabilidade biomecânica nos extremos de amplitude de movimento (Lippitts e Matsen, 1993).

2.3.2. Conceito de lesão

Uma maior participação em actividades competitivas tem como consequência o aumento da exposição aos factores de risco associados às lesões desportivas, provavelmente causando crescimento do número de novas lesões (Kannus *et al.*, 2001).

A lesão desportiva é específica para cada modalidade e muitos factores etiológicos estão envolvidos simultaneamente, sendo questionável a existência de um sistema geral e único de investigação da lesão desportiva para os diversos desportos (Kannus *et al.*, 2001).

O estudo da patologia traumática do desportista revela-se complexo, pois, entre outros aspectos, a definição de lesão não é universal (Mechelen *et al.*, 1992; Kannus *et al.*, 2001; Massada, 2001), variando de acordo com a área do corpo afectada, o tecido afectado, a gravidade do dano e o tempo despendido pelo atleta na recuperação.

Uma definição mais abrangente deve basear-se no conceito de saúde, que está relacionada com a capacidade dos indivíduos continuarem, normalmente, a sua rotina de trabalho. A partir deste ponto de vista, uma lesão desportiva é definida como uma limitação funcional na prática habitual da sessão de treino ou da competição (Mechelen *et al.*, 1992).

Na actividade desportiva, a definição de lesão reúne dois conceitos (Massada, 2001): (1) todo e qualquer traumatismo referido pelo atleta, durante um período específico da prática desportiva; (2) toda a patologia traumática que determina uma paragem da actividade desportiva.

A lesão representa a incapacidade de adaptação da matriz celular à carga a que foi exposta. As lesões desencadeadas pela acção repetida e cíclica

de pequenas cargas, fazem ultrapassar as capacidades reparadoras do organismo por falta de repouso das estruturas tecidulares, disparando o aparecimento de patologias inflamatórias de tipo mecânico (Massada, 2001). Todas as lesões no tecido conjuntivo (conectivo) podem ser categorizadas em duas categorias inter-relacionadas: macrotraumática – destruição aguda do tecido; e microtraumática – abuso crónico da carga ou do uso (Leadbetter, 1993).

De acordo com a etiologia da lesão, existem duas categorias principais: a crónica e a aguda. As lesões agudas são caracterizadas por uma crise brusca e súbita, normalmente associadas a macrotraumatismos, sendo seguidas de uma recuperação previsível, embora geralmente longa (Leadbetter, 1993). As fracturas e as rupturas musculares são os exemplos mais comuns. As lesões de sobre-treino ou crónicas são caracterizadas por um aparecimento lento e gradual, habitualmente associadas aos traumatismos repetitivos, que implicam dano estrutural prévio, eventualmente anunciado por dores ou sinais de inflamação. As lesões crónicas podem durar meses ou até anos, e são distinguidas pela persistência de sintomas sem resolução (Leadbetter, 1993). As patologias de sobrecarga mecânica no atleta estão intimamente ligadas à hiperfunção gestual, podendo atingir qualquer estrutura tecidular, quer das partes moles do esqueleto, quer do sistema ósteo-articular (Massada, 2001). Como exemplos, podemos citar as fracturas por *stress* e as tendinites.

Segundo Massada, 2001, em função do tecido que é afectado, as lesões podem ser divididas em:

- Musculares: verificam-se na união musculotendinosa, podendo ser acompanhadas por ruptura de fibras musculares completas ou não. De acordo com a sua gravidade, as lesões podem ser de Grau I (distensão), Grau II (rompimento) e Grau III (ruptura completa). Em relação à percentagem total de lesões desportivas, 4-15% são rupturas e distensões e 10-30% são contusões e hematomas
- Tendinosas: podem ser consideradas crónicas (tendinite), agudas ou por sobrecarga.

- Ósseas.

2.3.3. Lesões típicas do nadador na articulação do ombro

A NPD é um desporto cíclico, em que os gestos técnicos são repetidos de forma contínua durante o treino. Os nadadores de alto nível treinam, em média, 6000 a 10000 metros, seis dias por semana, onze meses por ano (Galindo, 2003). Como a natação se apoia, fundamentalmente, nos MS, o ombro, como articulação básica, converteu-se numa fonte de vários problemas e lesões nos desportistas (Villafranca, 2001). As exigências repetitivas predispõem as articulações a sofrer lesões (Fowler, 1995). Segundo Doukas e Speer (2001), o atleta que esteja sujeito a inúmeros movimentos repetitivos durante a participação no desporto pode revelar sintomas de instabilidade articular. Os movimentos repetidos além da amplitude fisiológica, típicos da maioria dos desportos com actividade acima da cabeça, põem em risco a integridade dos tecidos moles estabilizadores e os seus esforços para manterem a congruência (Owens e Itamura, 2001).

O ombro sofre distensões mediante três mecanismos: elevadas taxas de repetição, graus de movimento extremo e pela força necessária para realizar esforços contínuos de propulsão (Mallon e Hawkins, 1999).

A incidência actual da lesão no ombro do nadador supera os 50%, segundo estudos realizados por vários de autores (Costil, 1994; Hernández 1991; Peterson 1989; cit. por Villafranca 2001). A dor no ombro é o problema mais comum dos nadadores atingindo mais de 50% dos nadadores de competição (Galindo, 2003). O número de lesões tem aumentado nos últimos anos devido ao aumento da intensidade do treino e ao volume que se aplica nos níveis de alta competição. Também se estabeleceu uma relação entre as lesões do ombro e a utilização de palas para aumentar a resistência durante os treinos (Mallon e Hawkins, 1999).

As lesões podem ser produzidas por sobrecarga (repetição gestual) ou por traumatismo directo (trabalho com peso excessivo, exercícios de flexibilidade e movimentos balísticos) (Villafranca, 2001). No desportista, o ombro está sujeito a uma infinidade de lesões traumáticas, quer provocadas

por macrotraumatismos directos, por contusão, por quedas em apoio palmar ou, ainda, por gestos repetitivos nas modalidades onde a utilização dos MS é fundamental para o desenrolar harmonioso do gesto desportivo (Massada, 2001). Na NPD, os macrotraumatismos são pouco usuais, tendo apenas sido verificadas algumas ocorrências no treino em seco e durante as viragens.

A designação ombro do nadador foi descrita pela primeira vez em 1974 como uma síndrome dolorosa, muito frequente nos nadadores (Koehler, 1996), causada por conflitos (“*impingement*”) repetidos nos tecidos do espaço subacromial, associado ou não a outros quadros lesionais ou de instabilidade articular (Galindo, 2003). Está especialmente descrita entre atletas de alta competição adolescentes, com imaturidade músculo-esquelética (Koehler, 1996).

Esta síndrome engloba as lesões de sobre-treino mais comuns na articulação do ombro (Lloret, 2000):

- Neuropatia do supra-escapular;
- Síndrome do conflito sub-acromial;
- Tendinite da coifa dos rotadores;
- Tendinite do supra-espinhoso e tendinite da longa porção do bicipite;
- Bursite subacromial;

Neuropatia do supra-escapular

A neuropatia do nervo supraescapular é uma das diversas causas intrínsecas de dor no ombro, estando relacionada com vários desportos, nomeadamente a natação (Cohen *et al.*, 1998). É caracterizada pela atrofia do músculo infra-espinhoso e pela compressão mecânica do nervo supraescapular, decorrente da aproximação deste contra a fossa espino-glenóide, por meio de movimentos repetidos do ombro (Cohen *et al.*, 1998). Este nervo é responsável pela enervação dos músculos supraespinhoso e infraespinhoso. Nos atletas, este nervo está sujeito compressão, aproximação, fricção, microtraumatismos repetidos e lesões directas, bem como a uma desordem geral do plexo braquial (Briner e Benjamin, 1999).

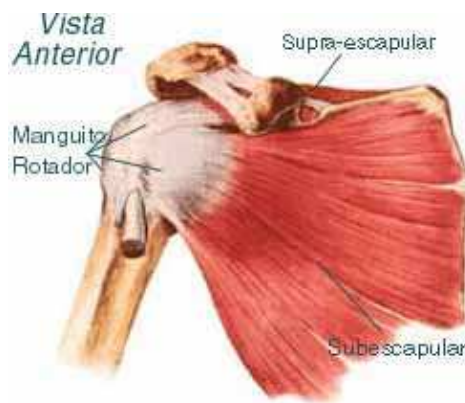


Figura 17: Articulação do ombro vista anterior (adaptado de Netter, 2000)

Síndrome de conflito subacromial

O conflito sub-acromial resulta da redução do espaço subacromial de abdução, flexão e rotação interna, levando à aproximação dos tecidos compreendidos neste espaço entre a cabeça do úmero e o tecto osteoligamentar coracoacromial ou acrómio anterior (Brown e Newmann, 2001; Matos, 1999; Mellion, 1997). Os tecidos subacromiais incluem a coifa dos rotadores, o tendão supraespinhoso, o tendão da porção longa do bicípite e a bolsa acromial. A inflamação destas estruturas agrava o conflito, porque resulta na diminuição do espaço subacromial (Koehler, 1996). Este conflito é influenciado por vários factores de origem anatómica e biomecânica no complexo articular do ombro. Embora o conflito sub-acromial seja o mais frequente, as síndromes de conflito não ocorrem apenas na superfície inferior do acrómio, mas, também, no ligamento coracoacromial, na articulação acrómio-clavicular e a apófise coracoide (Bigliani *et al.*, 1991). A má conformação anatómica do acrómio predispõe ao aparecimento desta síndrome (Brown e Newmann, 2001).

A compressão da coifa dos rotadores, nomeadamente do tendão do músculo supra-espinhoso, entre a cabeça do úmero e a superfície antero-inferior do acrómio, causa dor sub-acromial, habitualmente localizada na região antero-exterior do braço quando o úmero é elevado internamente, ou seja, colocado numa posição de flexão e de rotação interna em relação aos planos

anatômicos (Arendt, 1996). O impacto tende a causar microtraumatismos nos tendões, provocando tendinites e bursite. A persistência desta síndrome pode acarretar uma ruptura parcial ou total da coifa dos rotadores (Brown e Newmann, 2001; Hall, 2000; Mellion, 1997)

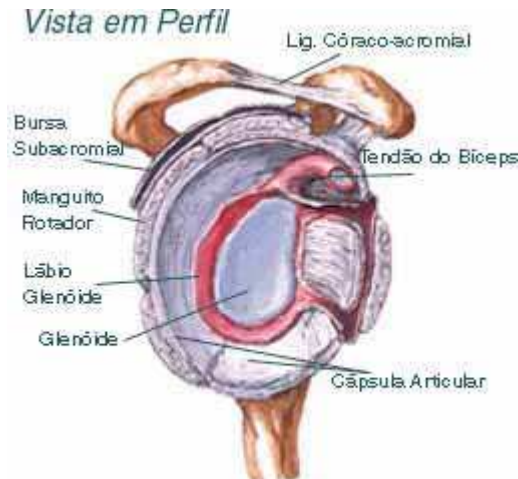


Figura 18: Articulação do ombro , vista em perfil (adaptado de Netter, 2000)

Tendinite da coifa dos rotadores

A lesão da coifa dos rotadores pode acontecer por conflito primário (microtraumatismos repetidos), sobrecarga de tensão ou por instabilidade, mas, também, como resultado de um macrotraumatismo, por impacto directo no ombro ou braço (Blevins, 1997).

A lesão da coifa dos rotadores é evolutiva, apresentando-se como edema e hemorragia, fibrose e tendinite, e ruptura do tendão (Massada, 2000). Nos jovens é mais comum o edema e hemorragia, com dor no ombro e na face lateral do braço relacionada a com movimentos repetidos de elevação, possível limitação de mobilidade e crepitação. Nas duas primeiras fases, os sintomas são reversíveis. Com a progressão da lesão pode ocorrer a ruptura do tendão, em atletas com mais de 45 anos e com longo período de sintomas prévios. Além da dor intensa, que frequentemente é noturna, nesta terceira fase podem ocorrer graus variáveis de perda de força e da elevação, abdução e rotações, dependendo do local e tamanho da ruptura (Mellion, 1997).

No ombro doloroso, o supra-espinhoso é, geralmente, afectado e o músculo subescapular, importante rotador interno do braço e estabilizador

articular, poderá isoladamente ou em conjunto ser atingido, sendo também sujeito a fenómenos compressivos através da abóbada coraco-acromial (Massada, 2000).

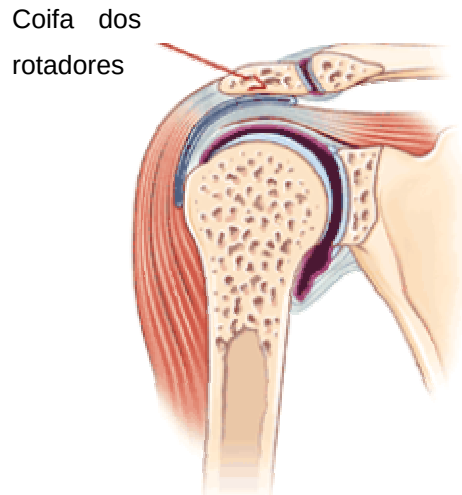


Figura 19: Tendinite da coifa dos rotadores (adaptado de Sobotta, 2000)

Tendinite do supra-espinhoso e tendinite da longa porção do bicípite

Na tendinite do supra-espinhoso, observam-se dores localizadas profundamente no ombro, direccionando-se para a inserção distal do deltóide, e sensibilidade ao toque, também caracterizada por dificuldades em realizar abdução e rotação externa (Massada, 2000).

A tendinite da longa porção do bicípite, evoluindo para a cronicidade, poderá provocar luxações do tendão, pela rotura secundária do ligamento transversal que o estabiliza, ou rupturas totais do tendão da longa porção do bicípite, pela degenerescência tendinosa (Massada, 2000).

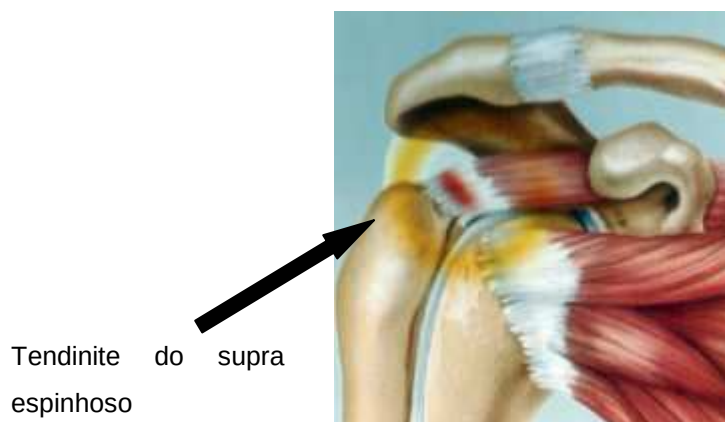


Figura 20: Tendinite do supra espinhoso (adaptado de Netter, 2000)

Bursite Subacromial

O ombro doloroso no desportista está, na maior parte dos casos, relacionado com as tendinopatias já referidas. Contudo, a articulação e as bolsas sinoviais podem estar afectadas isoladamente, em casos menos frequente.

A bolsa subacromial ou subdeltóidea é a bolsa sinovial mais afectada. Situada entre a região superior da articulação escápulo-umeral e o músculo deltóide e a abobada coraco-acromial, facilita o movimento da grande tuberosidade, onde se inserem os musculos supra-espinhoso, infra-espinhoso e o pequeno redondo (Kelley e Clark, 1995). O movimento de abdução do MS provoca a sua aproximação. A inflamação da bolsa sinovial manifesta-se de forma aguda, através de dores intensas ao nível do ombro, que podem irradiar à região cervical, braço, antebraço e dedos, acompanhando-se de uma impotência funcional marcada. Ao contrário do que acontece nas tendinopatias, todos os movimentos da articulação passivos e activos são difíceis e dolorosos. Nos casos de evolução crónica, poderá observar-se uma atrofia difusa dos músculos periarticulares, (Massada, 2000).

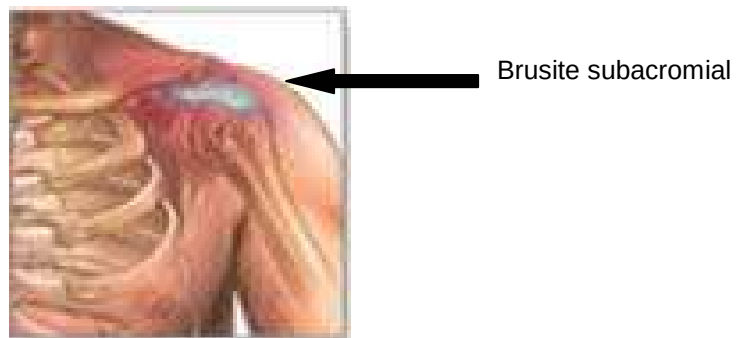


Figura 21: Bursite subacromial do ombro (adaptado de Sobotta, 2000)

Luxações escapulo-umerais

A luxação é a separação das superfícies articulares, proporcionando, frouxidão dos tecidos circundantes e capsular, devido ao estiramento destes além de seus limites elásticos. Nestes casos, há grande probabilidade de reincidência (Mallion e Hawkins, 1994).

Na falta de estabilidade óssea, a articulação escápulo-umeral é sustentada pelos tecidos moles (cápsula-articular, ligamentos e músculos) (Massada, 2000). Quando os desportistas realizam movimentos repetidos por cima da cabeça em graus extremos, estes tecidos moles sofrem frequentemente sobrecargas e realizam estiramentos máximos (Hall, 2000). As luxações do ombro (escápulo-umeral) podem ocorrer no sentido anterior, posterior, superior e inferior. Cerca de 95% das luxações escapulo-umerais acontecem na direcção anterior, enquanto que apenas 3% acontecem na direcção posterior (Mallion e Hawkins, 2001). Grande número de luxações anteriores estão relacionadas com o movimento de abdução, rotação externa e/ou extensão. As luxações ocorrem por factores traumáticos, e apenas uma minoria, não traumática, se deve à instabilidade desta articulação (Hall, 2000; Iversen e Clawson, 1985; Mellion, 1997). Notamos, também, que concomitante à luxação pode haver lesão do nervo axilar, rupturas da coifa dos rotadores, lesão vascular, ruptura do lábio glenoidal e fractura (Brown e Newmann 2001).

As luxações são, por vezes, recorrentes constituindo-se como um problema para o desportista. Podem ainda existir subluxações ou instabilidade interior que têm, como principal sintoma, a dor. Alguns desportistas desenvolvem instabilidade multidireccional. É mais frequente as luxações tornam-se mais recorrentes se o atleta tinha menos de 20 anos aquando da primeira luxação (Mallion e Hawkins, 1999).

3. Objectivos e Hipóteses

Como referimos nos pontos anteriores, o *swim bench* como meio de treino em seco reproduz algumas acções subaquáticas dos MS fundamentais para o deslocamento do nadador. Tendo em conta a importância dessas acções na natação, estabelecemos os seguintes objectivos:

- 1) Comparar os valores médios de força, velocidade e potência de nadadores sem qualquer patologia e com patologia na articulação do ombro.
- 2) Comparar a possível assimetria de movimentos nos MS em nadadores com patologia na articulação do ombro.

Pretendemos verificar as seguintes hipóteses:

H1 – Os nadadores saudáveis apresentam valores superiores relativamente a força média, potência média e velocidade média, do que os nadadores com patologia.

H2 – Verifica-se assimetria de movimentos dos MS nos nadadores com patologia sintomática a nível da articulação do ombro.

4. Material e métodos

4.1. Caracterização da amostra

A amostra foi composta por um total de 45 nadadores. Destes, vinte e seis (26) eram nadadores saudáveis, quinze (15) do género masculino e onze (11) do género feminino, e dezanove (19) eram nadadores com patologia na articulação do ombro, dos quais doze (12) eram do género masculino e sete (7) do género feminino

Todos os nadadores com patologia na articulação do ombro avaliados sofreram a lesão num espaço de tempo compreendido até dois meses antes da recolha dos dados, nadadores sintomáticos, (6 nadadores, 2 do género masculino e 4 do género feminino) e até dois anos antes da recolha, nadadores assintomáticos (13 nadadores, 10 do género masculino e 3 do género feminino). O regresso ao treino da natação foi permitido, após um período de recuperação variável consoante a gravidade da lesão.

Os nadadores que participaram neste estudo pertenciam aos escalões júnior e sénior com idades compreendidas entre os 14 e os 23 anos. As médias e os desvios-padrão ($méd \pm dp$) de algumas características físicas bem como o tipo de respiração utilizado na técnica de crol foram registados e podem ser observados no Quadro 1. Para fornecer uma melhor representação dos dados, o quadro 2 explicita a divisão entre nadadores com patologia sintomática e com patologia assintomática, por géneros, ombro que sofreu a lesão e o tipo de respiração utilizada na técnica de crol.

Quadro 1. Caracterização da amostra. Valores médios e respectivos desvios-padrão da idade e da antropometria. Tipo de respiração utilizado pelos nadadores, na técnica de crol.

Nadadores	N	N _{género}	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Altura (cm)	Respiração
Saudáveis	26	15♂	18.18±2.35	69.8±7.03	1.76± 0.08	13 Unilateral 2 Bilateral
		11♀	16.92±2.43	57.02±4.57	1.66± 0.03	8 Unilateral 3 Bilateral
Patológicos	19	12♂	18.35±1.72	69.7±5.83	1.76± 0.07	7 Unilateral 5 Bilateral
		7♀	17.42±1.49	62.71±9.32	1.71± 0.06	1 Unilateral 6 Bilateral
Total	45	27♂	18.27±0.44	69.8± 6.41	1.76 ± 0.08	20 Unilateral 7 Bilateral
		18♀	17.17±0.66	59.36±7.26	1.68 ± 0.05	9 Unilateral 9 Bilateral

Quadro 2. Caracterização da amostra. Incidência da lesão e tipo de respiração utilizado pelo grupo de nadadores com patologia, na técnica de crol.

Nadadores Patológicos	N	N _{género}	Lesão		Respiração	
			Direita	Esquerda	Unilateral	Bilateral
Sintomáticos	6	2♂	1	1	1	1
		4♀	4	0	1	3
Assintomáticos	13	10♂	4	6	6	4
		3♀	3	0	0	3

4.2. Procedimentos

4.2.1. Procedimento experimental e instrumentos

Foram formados dois grupos de trabalho, o primeiro grupo era constituído pelo grupo de nadadores saudáveis e o segundo grupo pelos nadadores com patologia na articulação do ombro. A avaliação da velocidade, força e potência médias, durante o teste máximo de 30s no swim bench foi realizado em dois momentos diferentes. O primeiro grupo a ser avaliado foi o grupo de nadadores saudáveis.

Inicialmente procedeu-se à recolha de informação individual, à determinação da antropometria (peso, altura) e ainda do tipo de respiração, característica na técnica de Crol. No grupo de nadadores com patologia na articulação do ombro, ainda tiveram de indicar qual o ombro lesionado, há quanto tempo havia ocorrido a lesão e qual a lesão sofrida. As lesões mencionadas foram, a tendinite do supraespinho e da longa porção do bicípite braquial, a bursite e a micro-ruptura do infraespinhoso.

Posteriormente, os nadadores passaram por um período de adaptação, onde se familiarizaram com o *swim bench*, com os procedimentos e os movimentos que teriam de executar durante o teste.

Todos os nadadores foram submetidos a um aquecimento antes da realização do teste no *swim bench* com Biometer, modelo Fahnenmann, simulando a braçada de Crol. Durante o teste, utilizou-se também uma câmara de vídeo JVS, modelo SuperVHS GR-SX1, para registar as imagens de todos os nadadores que foram submetidos ao teste.

Para a determinação do nível de resistência indutor da potência de braçada máxima foi realizado um conjunto de pré-testes com duração de 10s cada. No caso dos nadadores com patologia sintomática, não foram realizados pré-testes, sendo atribuído, para o nível de resistência através da média do género e do escalão a que pertencia.

Depois de encontrado o nível de potência máxima para todos os nadadores, procedemos à realização do teste propriamente dito. O teste consistia em manter durante os 30s a máxima frequência de braçada.

O teste máximo de 30s foi ministrado após um período de descanso nunca inferior a 30min, sendo realizado com o nível de potência máxima, obtido através dos pré-testes. Os nadadores foram fortemente encorajados por todos os investigadores e técnicos a manter o esforço máximo durante os pré-testes e sobretudo, durante a realização do teste de 30s, sendo fornecidos feedbacks para manterem a máxima amplitude e velocidade de braçada.

4.2.2. Procedimento biomecânico

Após a recolha de dados, passámos à análise dos dados obtidos a partir do *swim bench*. Com essa finalidade, utilizámos o programa *MATLAB 7.0* para o Windows, tendo sido realizados os seguintes procedimentos para o tratamento dos dados. As curvas de velocidade e força foram utilizadas para calcular a potência.

Inicialmente, seleccionamos um nadador do grupo de nadadores saudáveis e efectuamos a identificação das braçadas, diferenciando o MS direito e o MS esquerdo, durante os 30s de nado no *swim bench*. Uma vez que o gráfico é semelhante apenas apresentamos o gráfico referente ao MS direito, (ver figura 22).

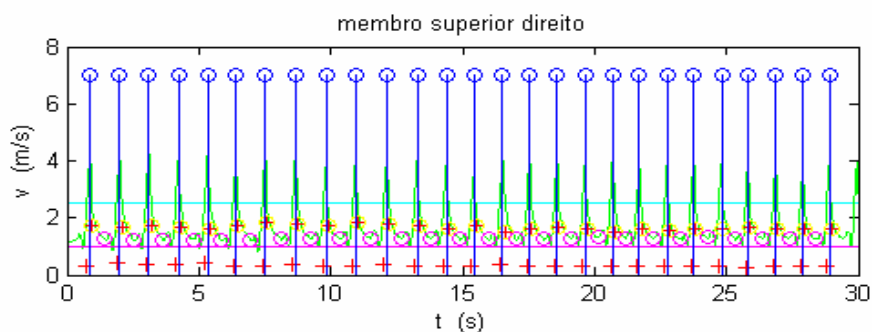


Figura 22. Identificação de todas as braçadas do MS direito efectuadas, durante 30s de nado simulado, no *swim bench*.

Legenda:

- + - Delimita cada ponto máximo, que foi posteriormente identificado.
- - Indicam o ponto máximo de cada braçada.

Posteriormente passamos à identificação do início e do fim de cada braçada completa, individualmente, durante 30s de nado simulado no *swim bench* e remoção da recuperação, (ver figuras 23 e 24).

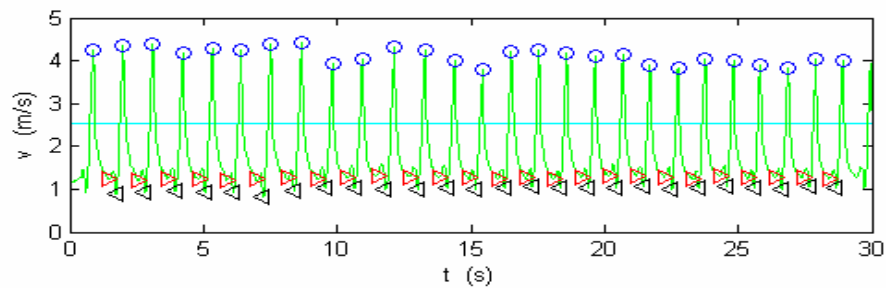


Figura 23. Identificação do início e do fim de cada braçada do MS direito, durante 30s de nado simulado no *swim bench*.

Legenda:

○ - Ponto máximo da braçada com recuperação

△ - Início da braçada

△ - Fim da braçada

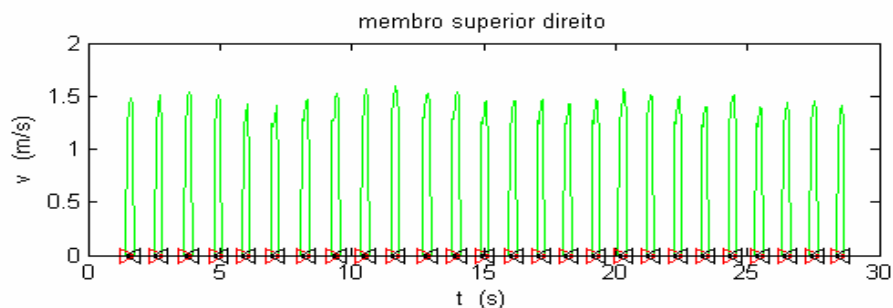


Figura 24. Identificação do início e fim de cada braçadas do MS direito, com remoção da fase de recuperação, durante 30s de nado simulado no *swim bench*.

Legenda:

△ - Início da braçada

△ - Fim da braçada

Foi efectuado o mesmo procedimento para a identificação do início e fim das braçadas no MS esquerdo, (ver figura 25).

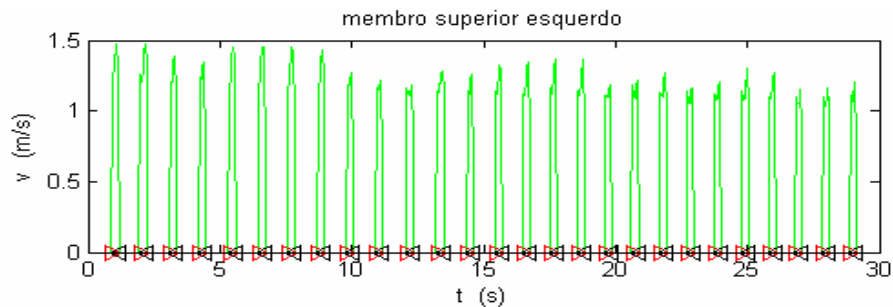


Figura 25. Identificação do início e fim de cada braçadas do MS esquerdo, com remoção da fase de recuperação, durante 30s de nado simulado no *swim bench*.

Legenda:

△ - Início da braçada

△ - Fim da braçada

A partir da junção dos gráficos obtivemos os valores correspondentes a velocidade dos MS direito e esquerdo, durante 30s de nado simulado no *swim bench* (ver figura 26).

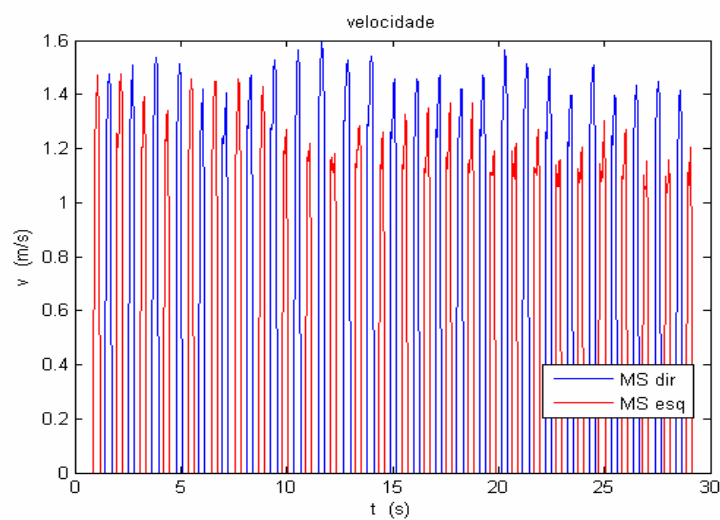


Figura 26. Velocidade separada por braçadas, em ambos os MS, durante 30s de nado simulado no *swim bench*.

Na fase seguinte, passamos à identificação da velocidade média das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, para ambos os MS, durante os 30s de nado, (ver figura 27).

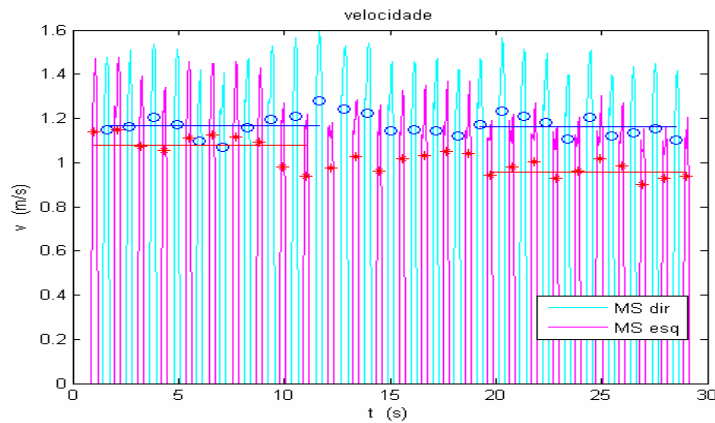


Figura 27. Identificação da velocidade media das 10 braçadas iniciais e finais de ambos os MS, durante 30s de nado simulado no *swim bench*.

Legenda:

- – Braçada do MS direito
- * - Braçada do MS esquerdo

Para filtrar a curva de força, implementamos um filtro passa-baixo de Butterworth com frequência de corte de 7Hz. Com este procedimento eliminamos as componentes de alta-frequência, removendo assim alguns picos de força espúrios, permitindo realizar uma análise mais fiável de cada braçada, (ver figuras 28 e 29).

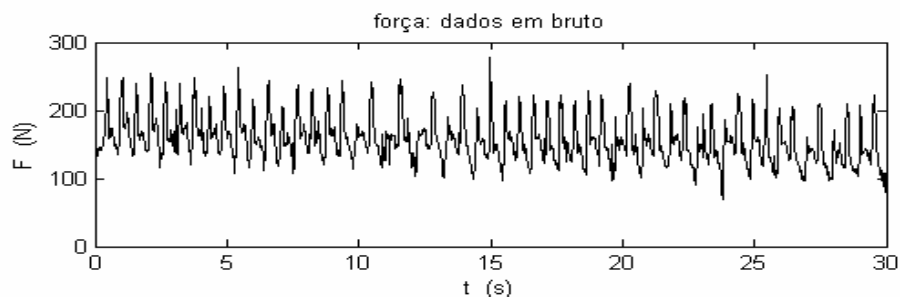


Figura 28. Curva de força, durante 30s de nado simulado no *swim bench*.

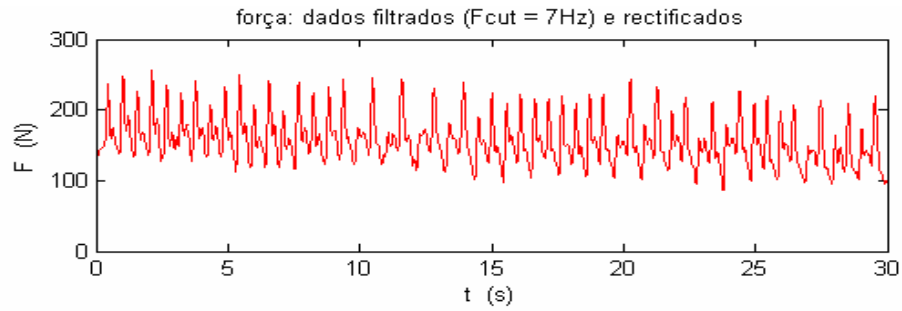


Figura 29. Curva de força filtrada e rectificada, durante 30s de nado simulado no *swim bench*.

Após termos os valores da força, analisamos a força individual para cada um dos MS, durante os 30s de nado simulado no *swim bench*, (ver figura 30).

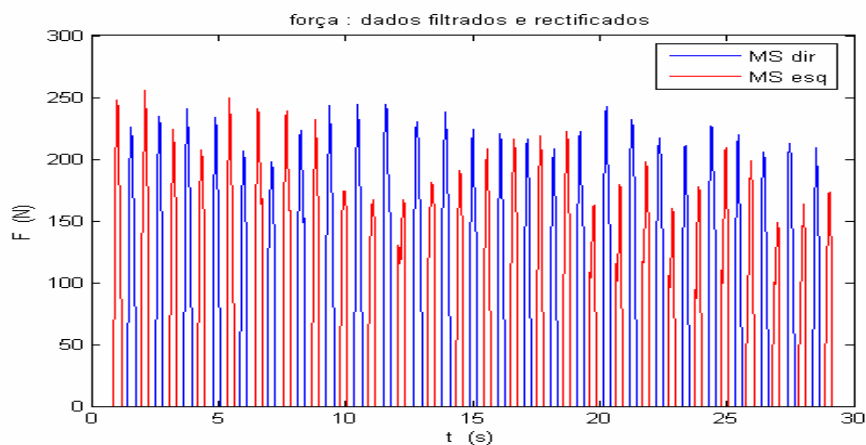


Figura 30. Identificação da força no início e fim de cada braçadas através dos dados filtrados e rectificados para ambos os MS, durante 30s de nado simulado no *swim bench*.

Na fase seguinte, passamos à identificação da força média das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, para ambos os MS, durante os 30s de nado simulado, no *swim bench*, (ver figura 31).

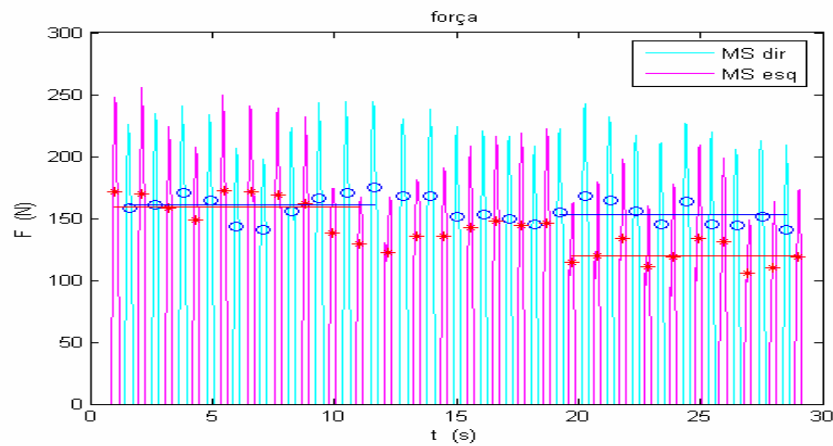


Figura 31. Identificação da força média no início e fim do teste para cada braçada através dos dados filtrados e rectificados de ambos os MS, durante 30s de nado simulado no *swim bench*.

Legenda:

○ – Braçada do MS direito

* - Braçada do MS esquerdo

Ainda efectuámos o cálculo da potência a partir das curvas da força e da velocidade como individual para cada um dos MS, durante os 30s de nado simulado no *swim bench*, (ver figura 32).

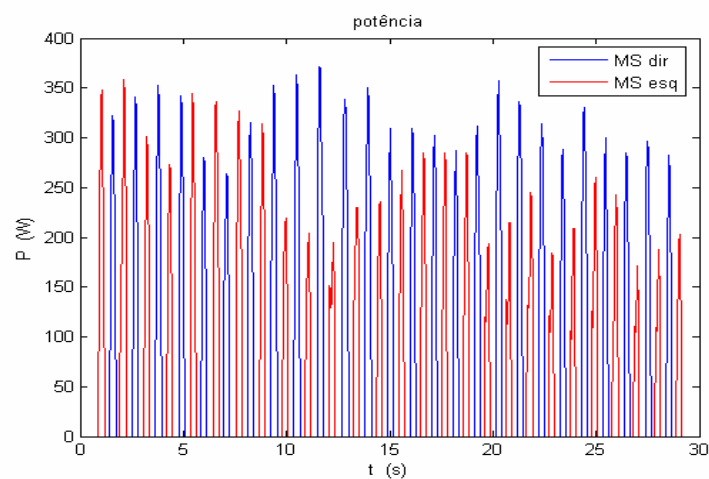


Figura 32. Identificação da potência em ambos os MS, durante 30s de nado simulado no *swim bench*.

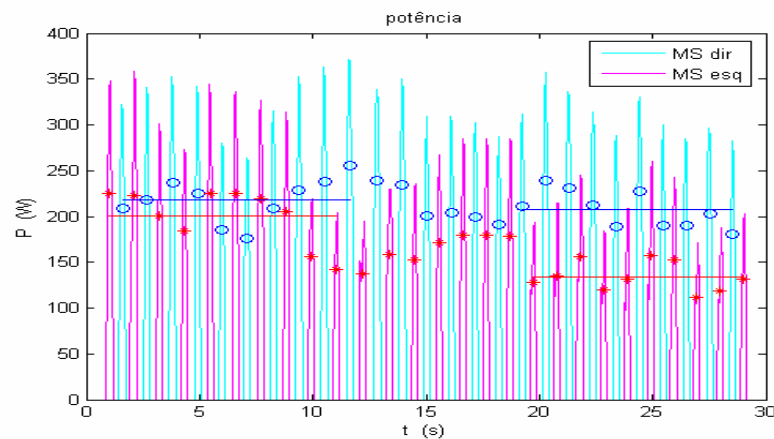


Figura 33. Identificação da média das dez braçadas iniciais e finais, de ambos os MS, durante 30s de nado simulado no *swim bench*.

Legenda:

○ – Braçada do MS direito

* - Braçada do MS esquerdo

4.2.3. Procedimento estatístico

Foi utilizado o programa *Microsoft Excel* para calcular os valores mínimos, médios e máximos da velocidade, força e potência no *swim bench*, bem como as médias e os desvios-padrão. As médias destas unidades foram calculadas para as dez braçadas iniciais e para as dez braçadas finais.

Para testar a significância dos parâmetros estudados (velocidade média, força média, potência média) utilizou-se o teste paramétrico t de Student para medidas emparelhadas, realizado no programa *SPSS*. As diferenças entre os valores foram consideradas significativas para um $p \leq 0.05$. No entanto, este tipo de inferência estatística exige que as variáveis tenham uma distribuição normal. Assim sendo, todos os dados foram previamente testados quanto à normalidade através dos testes de Kolmogorov-Smirnov e de Shapiro-Wilk, sendo este último particularmente apropriado e preferível para amostras de pequena dimensão ($n < 30$). Através desta análise, e para um grau de significância de $p \leq 0.05$, constatou-se a normalidade de todas as distribuições.

Ainda foi determinado o coeficiente de determinação (R^2) através da equação $Y = ax + b$, entre os valores de velocidade, força e potência médias obtidas durante as 10 braçadas iniciais e as 10 braçadas finais, do MS direito e MS esquerdo.

Foram, também, comparados os valores obtidos pelo MS direito e pelo MS esquerdo, tanto nas 10 braçadas iniciais como nas 10 braçadas finais. Esta análise foi realizada entre géneros masculino e feminino.

Relativamente aos nadadores com patologia foi efectuada a comparação dos valores obtidos pelo MS lesionado e MS não lesionado. Por fim, comparamos individualmente o MS direito e o MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis com o MS lesionado e o MS não lesionado do grupo de nadadores com patologia. Pretendíamos verificar se os nadadores saudáveis apresentam valores superiores relativamente à força média, potência média e velocidade média do que os nadadores com patologia e se existe assimetria de movimentos dos MS nos nadadores com patologia sintomática a nível da articulação do ombro.

5. Apresentação dos resultados

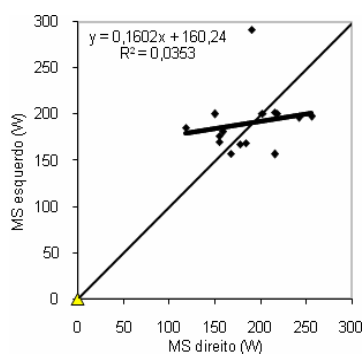
Começámos por apresentar os resultados obtidos para a força média, velocidade média e potência média, dos MS, referentes aos nadadores saudáveis e posteriormente dos nadadores com patologia na articulação do ombro. Serão primeiro analisados os valores do género masculino e seguidamente os do género feminino. Por fim, será realizada a comparação entre os dois grupos estudados.

5.1 Grupo de nadadores saudáveis

Género masculino

Os nadadores que apresentam valores de potência superiores no MS direito tendem a apresentar valores inferiores de potência no MS esquerdo, relativamente às 10 braçadas iniciais e às 10 braçadas finais, sendo estas diferenças estatisticamente significativas. Observamos que as 10 braçadas iniciais apresentam valores superiores às finais. No gráfico os valores que se encontram fora da bissectriz são considerados como outliers, tendo sido excluído da amostra. O valor de R^2 para a potência inicial (0,0353) e final (0,0852), mostra-nos que não existe correlação entre os MS direito e esquerdo. Ver figura 34 e quadro 3.

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

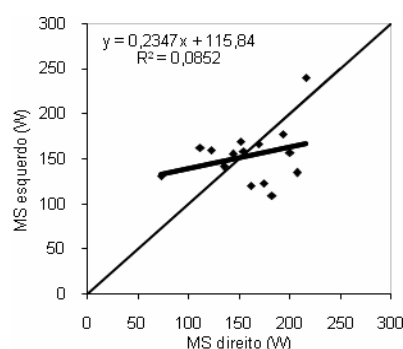


Figura 34. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a potência dos MS nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género masculino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação de (R^2).

Quadro 3. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.

Potência	Média (W)	dp (W)	p
Potência inicial direita	186.90	37.90	0,002*
Potência final direita	160.40	38.79	
Potência inicial esquerda	190.19	32.33	7.261E-07*
Potência final esquerda	153.48	31.19	

*Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0.05$

No quadro 4, verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas, quando comparamos as 10 braçadas iniciais do MS direito e MS esquerdo, assim como nas 10 braçadas finais.

Quadro 4. Média, desvio padrão e valor de prova das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.

Potência	Média (W)	dp (W)	p
Potência inicial direita	186.90	37.90	0.8
Potência inicial esquerda	190.19	38.79	
Potência final direita	160.40	32.33	0.595
Potência final esquerda	153.43	31.19	

Na Figura 35 e no quadro 5, observamos que a força em ambos os MS é superior nas 10 braçadas iniciais, sendo estas diferenças estatisticamente significativas. Fazendo a análise de ambos os MS separadamente, verificamos que quanto maior é a força de um dos MS, menor será a do seu correspondente, sendo o MS esquerdo o que apresenta valores superiores. O valor de R^2 para a força das 10 braçadas iniciais (0,0505) e para as 10 braçadas finais (0,0849) mostram-nos que não existe correlação entre os MS direito e esquerdo.

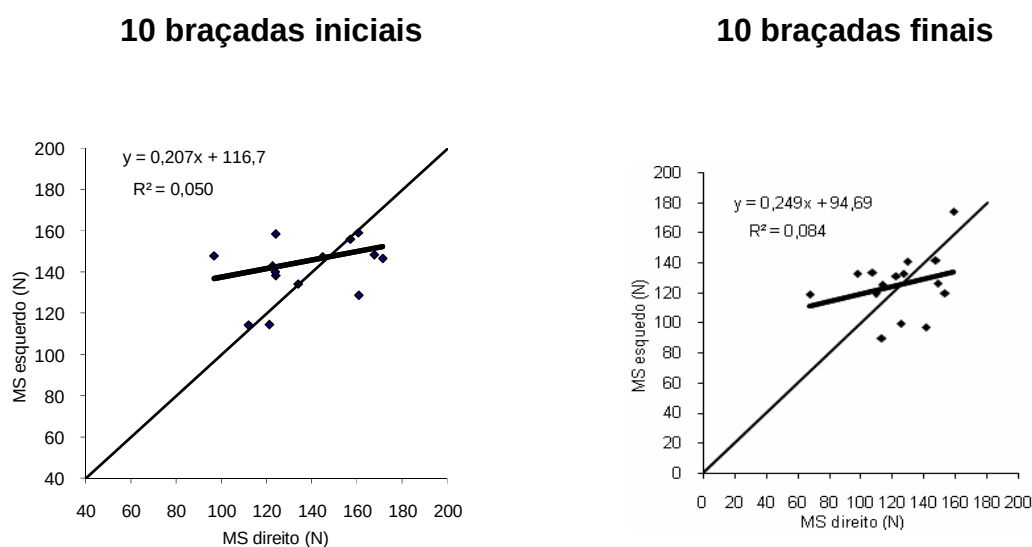


Figura 35. Diagrama de dispersão que representa a relação entre força dos MS, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género masculino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 5. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.

Força	Média (N)	dp (N)	p
Força inicial direita	137.11	22.27	0.012*
Força final direita	124.29	24.09	
Força inicial esquerda	145.20	20.55	3.063E-06*
Força final esquerda	125.67	20.60	

*Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0.05$.

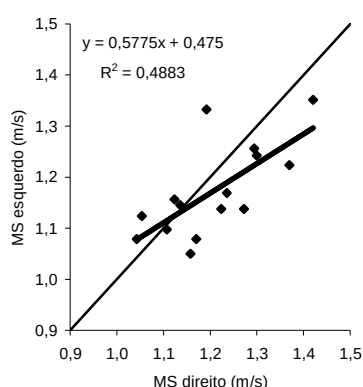
No quadro 6, verificamos que não existem diferenças quando comparamos as 10 braçadas iniciais do MS direito e MS esquerdo, assim como nas 10 braçadas finais.

Quadro 6. Média, desvio padrão e valor de prova das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.

Força	Média (N)	dp (N)	p
Força inicial direita	137.11	22.27	0.309
Força inicial esquerda	145.29	24.09	
Força final direita	124.29	24.09	0.867
Força final esquerda	125.67	20.60	

Relativamente à velocidade, a maior parte dos nadadores apresenta valores superiores no MS direito quando comparado com o MS esquerdo no início e no final do teste. Quando comparamos a velocidade inicial e final no MS esquerdo e MS direito, separadamente, verificamos que esta é superior no início do teste sendo estas diferenças estatisticamente significativas. O valor de R^2 para a velocidade inicial (0,4883) e final (0,3891) mostram que existe uma fraca correlação entre dois MS, direito e esquerdo, como pode ser observado na figura 36 e no quadro 7.

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

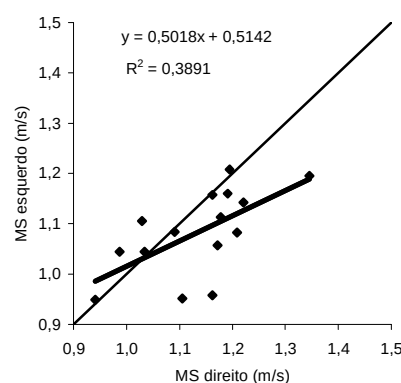


Figura 36. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a velocidade dos MS, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género masculino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 7. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.

Velocidade	Média (m/s)	dp (m/s)	p
Velocidade inicial direita	1.21	0.11	0.0001*
Velocidade final direita	1.13	0.10	
Velocidade inicial esquerda	1.17	0.09	3.063E-06*
Velocidade final esquerda	1.08	0.08	

*Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0.05$.

No quadro 8, verificamos que não existem diferenças quando comparamos as 10 braçadas iniciais do MS direito e MS esquerdo, assim como nas 10 braçadas finais

Quadro 8. Média, desvio padrão e valor de prova das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.

Velocidade	Média (m/s)	dp (m/s)	p
Velocidade inicial direita	1.21	0.11	0.3551
Velocidade inicial esquerda	1.17	0.09	
Velocidade final direita	1.13	0.09	0.1499
Velocidade final esquerda	1.08	0.08	

Gênero feminino

Verificamos valores de potência superiores no MS direito. Quando analisamos separadamente os MS direito e esquerdo no início e final do teste encontramos valores superiores no início em comparação com o final do teste, sendo estas diferenças estatisticamente significativas. O valor de R^2 para a potência inicial mostra-nos que existe uma correlação forte (0,7907) entre os MS, o mesmo não se verificou no final (0,4993) como pode ser observado através da análise da Figura 37 e do quadro 9.

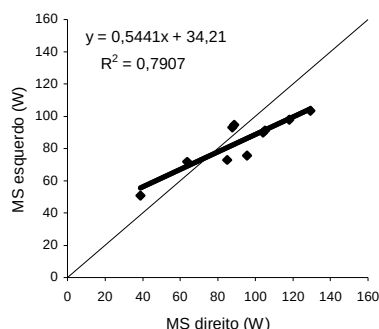
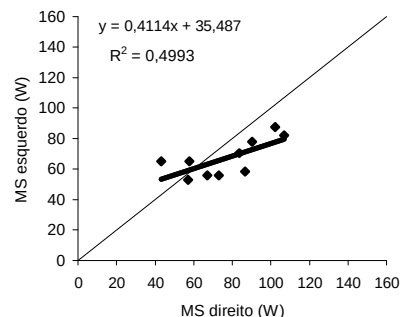
10 braçadas iniciais**10 braçadas finais**

Figura 37. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a potência dos MS, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do gênero feminino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 9. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.

Potência	Média (W)	dp (W)	p
Potência inicial direita	92.63	24.94	0.0037*
Potência final direita	77.50	19.85	
Potência inicial esquerda	82.89	15.69	0.0003*
Potência final esquerda	66.33	11.74	

*Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0.05$

No quadro 10, verificamos que não existem diferenças quando comparamos as 10 braçadas iniciais do MS direito e MS esquerdo, assim como nas 10 braçadas finais.

Quadro 10. Média, desvio padrão e valor de prova das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.

Potência	Média (W)	dp (W)	p
Potência inicial direita	92.63	24.94	0.2887
Potência inicial esquerda	82.89	15.69	
Potência final direita	77.50	19.85	0.1271
Potência final esquerda	66.74	11.74	

Através da análise da figura 38 e do quadro 11, verificamos que as 10 braçadas iniciais apresentam valores superiores quando comparadas com as 10 braçadas finais, sendo estas diferenças estatisticamente significativas. O MS direito apresenta valores de força superiores aos do MS esquerdo. O valor de R^2 para a força inicial (0,8663) e final (0,6676) evidenciam uma correlação forte entre os MS, nas 10 braçadas iniciais e nas 10 braçadas finais.

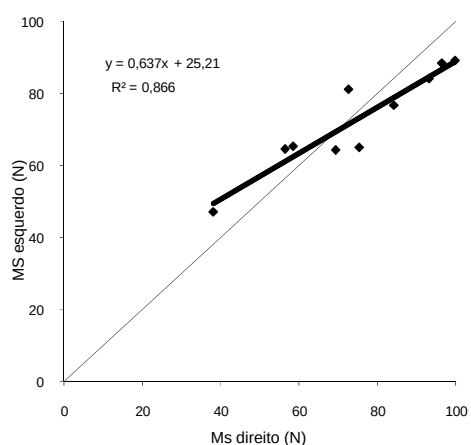
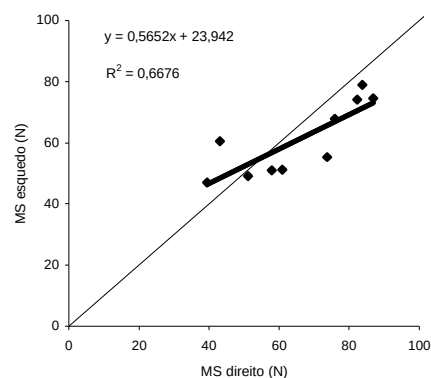
10 braçadas iniciais**10 braçadas finais**

Figura 38. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a força dos MS, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género feminino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 11. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.

Força	Média (N)	dp (N)	p
Força inicial direita	73.30	19.06	0.0080*
Força final direita	64.52	16.76	
Força inicial esquerda	70.50	14.70	0.0004*
Força final esquerda	59.16	12.85	

*Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0.05$.

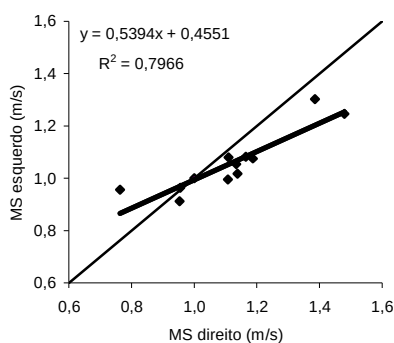
No quadro 12, verificamos que não existem diferenças quando comparamos as 10 braçadas iniciais do MS direito e MS esquerdo, assim como nas 10 braçadas finais

Quadro 12. Média, desvio padrão e valor de prova das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.

Força	Média (N)	dp (N)	p
Força inicial direita	73.30	19.06	0.703
Força inicial esquerda	70.50	14.70	
Força final direita	64.52	16.76	0.4108
Força final esquerda	59.16	12.85	

Podemos observar que existiu um decréscimo de velocidade do início para o final do teste, apresentando este decréscimo de diferenças estatisticamente significativas apenas para o MS esquerdo. O valor de R^2 para a velocidade inicial (0,7966) e final (0,8551) evidenciam uma correlação forte entre os MS. Contrastar com figura 39 e gráfico 13.

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

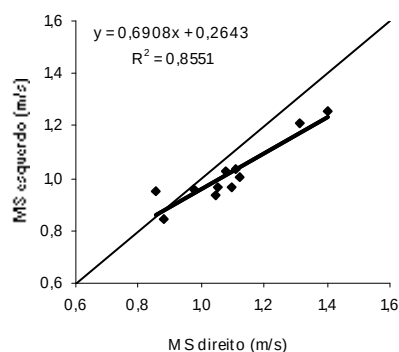


Figura 39. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a velocidade dos MS, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género feminino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 13. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.

Velocidade	Média (m/s)	dp (m/s)	p
Velocidade inicial direita	1.13	0.20	0.1538
Velocidade final direita	1.09	0.16	
Velocidade inicial esquerda	1.06	0.12	0.0057*
Velocidade final esquerda	1.01	0.12	

*Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0.05$.

No quadro 14, verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas quando comparamos as 10 braçadas iniciais do MS direito e MS esquerdo, assim como nas 10 braçadas finais

Quadro 14. Média, desvio padrão e valor de prova das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS direito e no MS esquerdo.

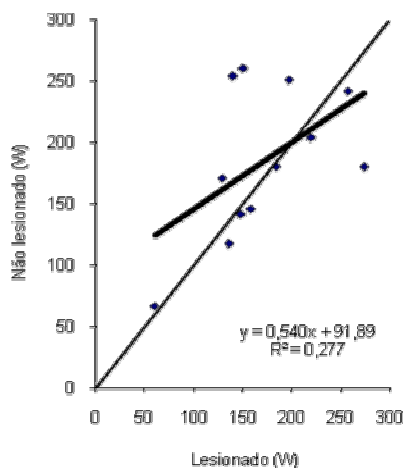
Velocidade	Média (m/s)	dp (m/s)	p
Velocidade inicial direita	1.13	0.20	0.3755
Velocidade inicial esquerda	1.06	0.12	
Velocidade final direita	1.09	0.16	0.2584
Velocidade final esquerda	1.01	0.12	

5.2 Grupo de nadadores com patologia

Género masculino

A partir da observação da Figura 40 e do quadro 15, observamos que para a potência das 10 braçadas iniciais bem como para as 10 braçadas finais, entre o MS lesionado e o MS não lesionado não se verificam diferenças estatisticamente significativas. O valor que se encontra distante da bissectriz é out lier. O valor de R^2 da comparação do MS lesionado com o MS não lesionado nas 10 braçadas iniciais (0,2771) e nas 10 braçadas finais (0,2381), evidencia existir uma baixa correlação entre os MS.

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

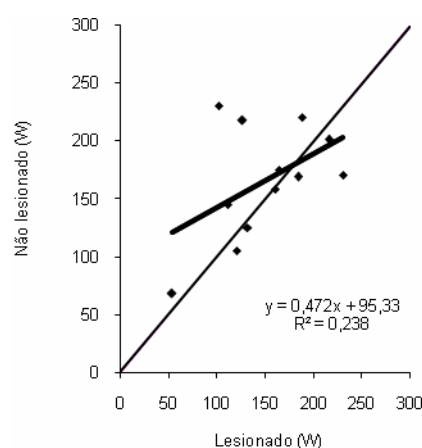


Figura 40. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a potência do MS lesionado com o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género masculino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 15. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência entre as 10 braçadas iniciais e as 10 braçadas finais, entre o MS lesionado e o MS não lesionado.

Potência	Média (W)	dp (W)	p
Potência inicial lesionado	171.13	59.34	0.5934
Potência inicial não lesionado	184.43	60.95	
Potência final lesionado	148.94	50.93	0.4228
Potência final não lesionado	165.65	49.27	

A figura 41 e o quadro 16 mostram-nos que a potência do MS lesionado e do MS não lesionado é superior nas 10 braçadas iniciais, quando comparadas com as 10 braçadas finais, sendo verificadas diferenças estatisticamente significativas. O valor de R^2 para a potência MS lesionado (0,9532) e do MS não lesionado (0,9467), evidenciam uma correlação muito forte entre o início e o fim do teste

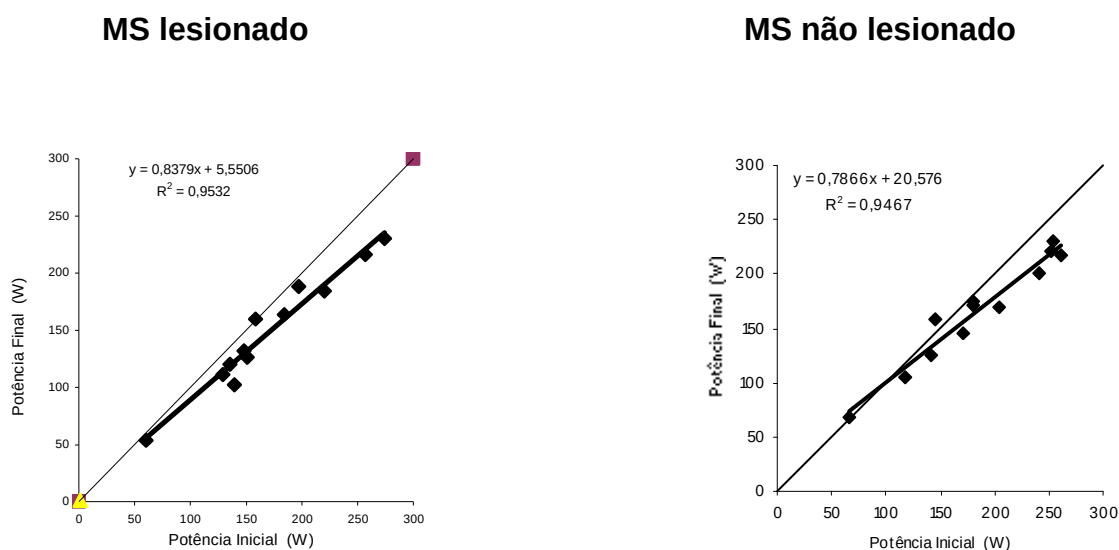


Figura 41. Diagrama de dispersão que representa a relação da potência inicial com a potência final do MS lesionado, e do MS não lesionado, nos nadadores do género masculino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 16: Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência do MS lesionado e do MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais e nas 10 braçadas finais.

Potência	Média (W)	dp (W)	p
Potência inicial lesionado	171.13	59.34	
Potência final lesionado	148.94	50.93	0.0003*
Potência inicial não lesionado	184.43	60.95	0.0031*
Potência final não lesionado	165.65	49.27	

* Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0.05$

Na observação da Figura 42, não são verificadas diferenças estatisticamente significativas para a força nas 10 braçadas iniciais e nas 10 braçadas finais. O valor que se encontra mais afastado é considerado com um out liir. O valor de R^2 para a força inicial (0,439) e final (0,4481), na comparação do MS lesionado com o não lesionado evidenciam uma fraca correlação entre os MS.

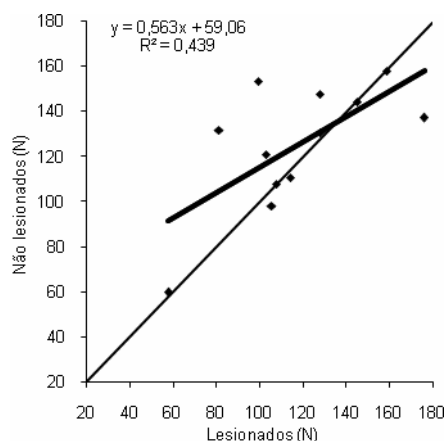
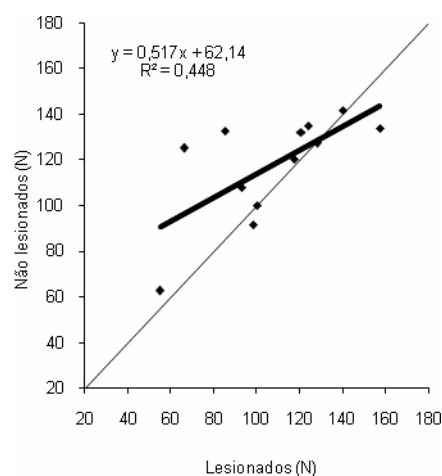
10 braçadas iniciais**10 braçadas finais**

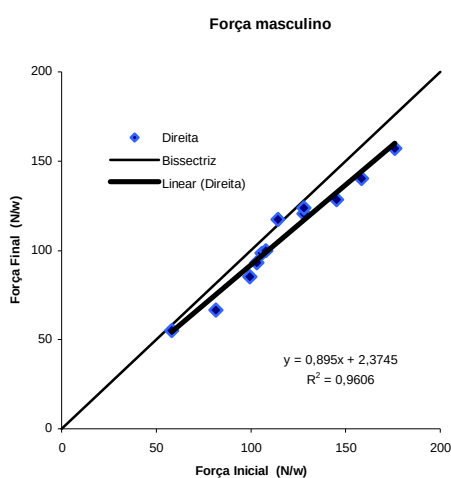
Figura 42: Diagrama de dispersão que representa a relação entre a força do MS lesionado com o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género masculino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 17: Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, no MS lesionado e no MS não lesionado.

Força	Média (N)	dp (N)	p
Força inicial lesionado	117.07	32.67	0.5254
Força inicial não lesionado	125.06	27.80	
Força final lesionado	107.16	29.83	0.3510
Força final não lesionado	117.54	23.04	

A partir da observação da Figura 43, verificamos que existem diferenças estatisticamente significativas, entre o início e o final do teste, no MS lesionado e no MS não lesionado. O valor de R^2 para MS lesionado (0,9606%) e do e do MS não lesionado (0,9067%) evidenciam uma correlação forte entre o início e o fim do teste.

MS lesionado



MS não lesionado

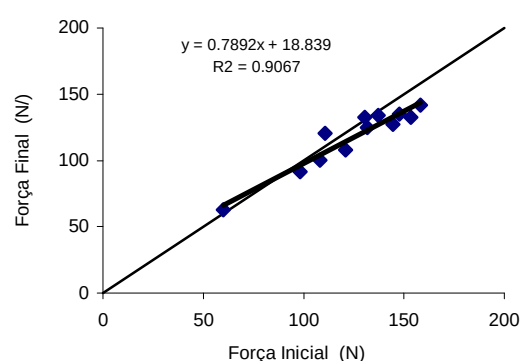


Figura 43: Diagrama de dispersão que representa a relação da força inicial com a força final do MS lesionado, e do MS não lesionado, nos nadadores do género masculino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 18: Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força do MS lesionado e do MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais e nas 10 braçadas finais.

Força	Média (N)	dp (N)	p
Força inicial lesionado	117.07	32.67	0.0004*
Força final lesionado	107.16	29.83	
Força inicial não lesionado	125.06	27.80	0.0159*
Força final não lesionado	117.54	23.04	

* Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0.05$.

Não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre o MS lesionado e o MS não lesionado para a velocidade nas 10 braçadas iniciais e nas 10 braçadas finais. O valor de R^2 para a velocidade inicial (0,5595) e final (0,5136) do MS lesionado com o MS não lesionado evidenciam existir uma fraca correlação entre os MS. Ver figura 44 e o quadro 19.

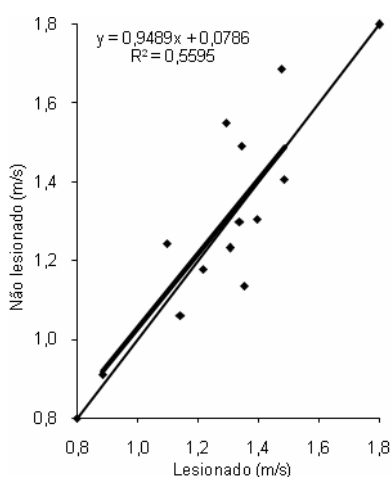
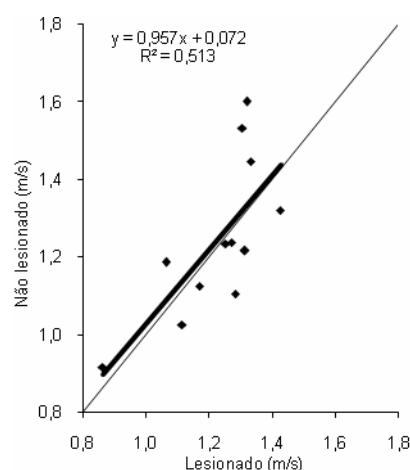
10 braçadas iniciais**10 braçadas finais**

Figura 44: Diagrama de dispersão que representa a relação entre a velocidade do MS lesionado com o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género masculino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2)

Quadro 19: Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, entre o MS lesionado e o MS não lesionado.

Velocidade	Média (m/s)	Dp (m/s)	p
Velocidade inicial lesionado	1.28	0.17	0.8694
Velocidade inicial não lesionado	1.29	0.22	
Velocidade final lesionado	1.23	0.15	0.7930
Velocidade final não lesionado	1.25	0.20	

Verificamos que tanto no MS lesionado como no MS saudável é apresentada maior velocidade nas 10 braçadas iniciais, quando comparadas com as 10 braçadas finais, sendo estas diferenças estatisticamente significativas. O valor que se encontra mais distante foi considerado com outlier, não sendo incluído na amostra. O valor de R^2 da comparação da velocidade do MS lesionado e do MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais (0,9409) e nas 10 braçadas finais (0,9803) evidenciando uma correlação muito forte. Ver figura 45 e do quadro 20.

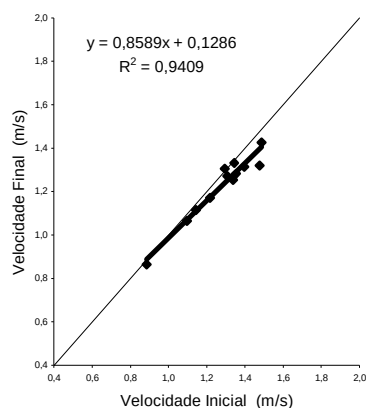
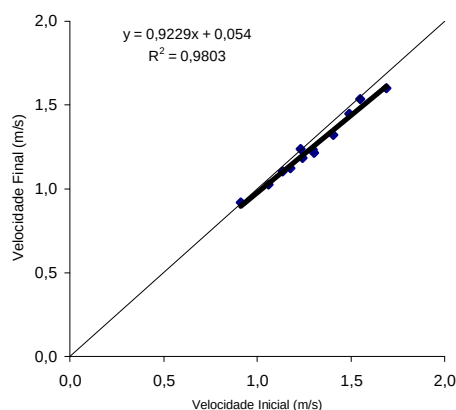
MS lesionado**MS não lesionado**

Figura 45: Diagrama de dispersão que representa a relação da velocidade inicial com a velocidade final do MS lesionado, e do MS não lesionado, nos nadadores do género masculino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação de (R^2)

Quadro 20: Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS lesionado e no MS não lesionado.

Velocidade	Média (m/s)	dp (m/s)	p
Velocidade inicial lesionado	1.28	0.17	
Velocidade final lesionado	1.23	0.15	0.0019*
Velocidade inicial não lesionado	1.29	0.22	
Velocidade final não lesionado	1.25	0.20	0.0006*

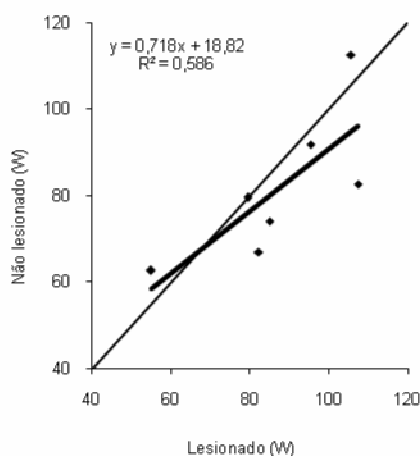
*Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0.05$

Gênero feminino

Relativamente aos valores de potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais da comparação do MS lesionado com o não lesionado não são observadas diferenças estatisticamente significativas.

O valor de R^2 da potência das 10 braçadas inicial (0,5866) e das 10 braçadas finais (0,4446) do MS lesionado com MS não lesionado, evidenciam existir uma fraca correlação entre os MS. Ver gráfico 46 e quadro 21.

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

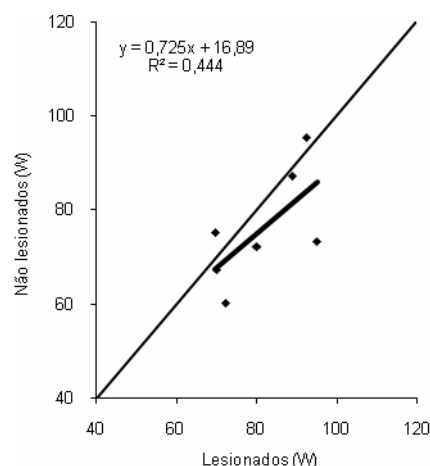


Figura 46: Diagrama de dispersão que representa a relação entre a potência do MS lesionado com o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género feminino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 21: Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, entre o MS lesionado e o MS não lesionado.

Potência	Média (W)	dp (W)	p
Potência inicial lesionado	87.18	17.95	0.5486
Potência inicial não lesionado	81.44	16.83	
Potência final lesionado	81.31	10.91	0.3878
Potência final não lesionado	75.85	11.86	

Após observação do gráfico 47 e do quadro 22, verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas entre o início e o final do teste. O valor de mais afastado foi considerado como out lier. O valor de R^2 apresenta uma correlação fraca entre o início e o final do teste no MS lesionado (0,3973). No MS não lesionado verifica-se uma correlação muito forte (0,9699) entre o início e o final do teste.

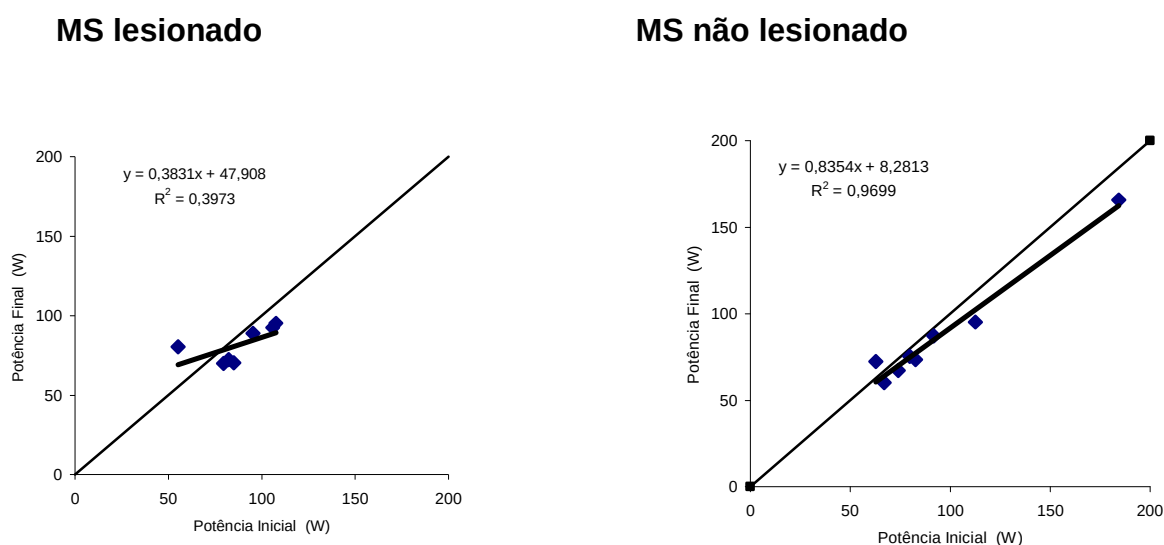


Figura 47: Diagrama de dispersão que representa a relação da potência inicial com a potência final do MS lesionado, e do MS não lesionado, nos nadadores do género feminino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 22: Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS lesionado e do MS não lesionado.

Potência	Média (W)	dp (W)	p
Potência inicial lesionado	87.18	17.95	0.3075
Potência final lesionado	81.31	10.91	
Potência inicial não lesionado	81.44	16.83	0.1134
Potência final não lesionado	75.85	11.86	

Após observação do gráfico 48 e do quadro 23 verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas entre o MS lesionado e o MS não lesionado nas 10 braçadas iniciais e nas 10 braçadas finais. O valor de R^2 da força inicial (0,5786) e final (0,603) do MS lesionado com MS não lesionado, evidencia uma fraca correlação entre os MS.

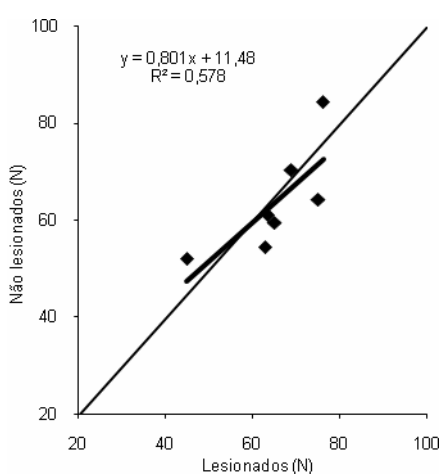
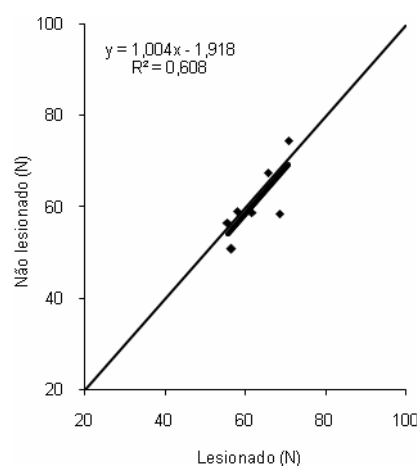
10 braçadas iniciais**10 braçadas finais**

Figura 48. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a força do MS lesionado com o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género feminino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 23. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, entre o MS lesionado e o MS não lesionado.

Força	Média (N)	dp (N)	p
Força inicial lesionado	65.17	10.42	0.8029
Força inicial não lesionado	63.71	10.98	
Força final lesionado	62.42	6.05	0.6673
Força final não lesionado	60.78	7.79	

Quando avaliamos o MS lesionado nas braçadas iniciais e nas 10 braçadas finais, observamos que não existem diferenças estatisticamente significativas entre o início e o final do teste. O mesmo pode ser observado no MS não lesionado. O valor de R^2 da força para o MS lesionado e MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais (0,841) e nas 10 braçadas finais (0,966), evidenciam uma correlação forte entre os MS. Ver figura 49 e do quadro 24.

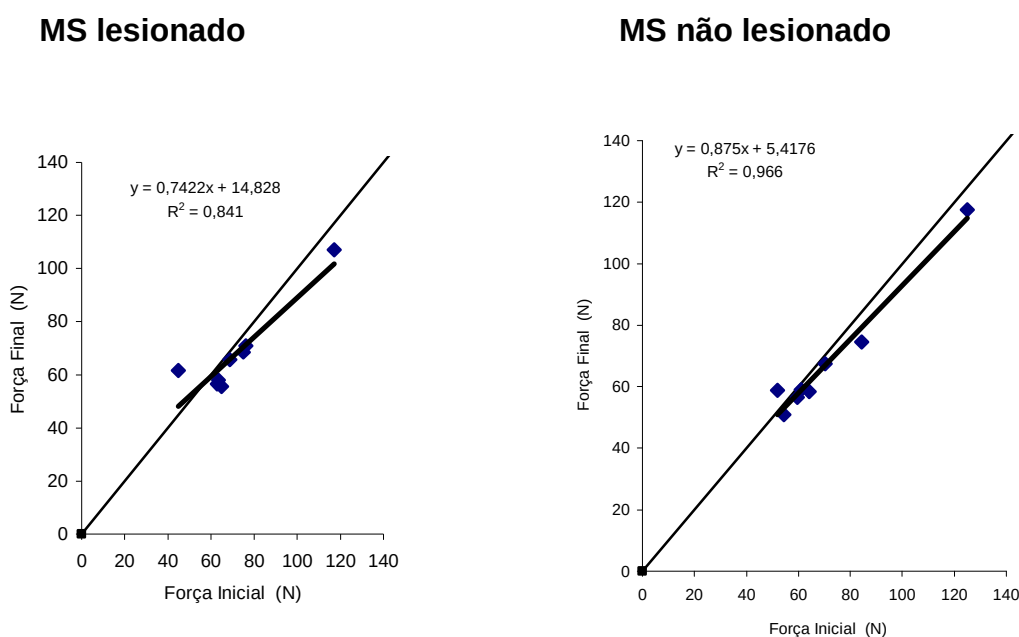


Figura 49. Diagrama de dispersão que representa a relação da força inicial com a força final do MS lesionado, e do MS não lesionado, nos nadadores do género feminino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 24. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, dos MS lesionado e do MS não lesionado.

Força	Média (N)	dp (N)	p
Força inicial lesionado	65.17	10.42	0.4419
Força final lesionado	62.42	6.05	
Força inicial não lesionado	63.71	10.98	0.1747
Força final não lesionado	60.78	7.79	

Não existem diferenças estatisticamente significativas entre as 10 braçadas iniciais e 10 braçadas finais, entre o MS lesionado e o MS não lesionado. O valor de R^2 da velocidade inicial (0,733%), do MS lesionado com MS não lesionado, evidencia uma forte correlação entre os MS enquanto que na velocidade das 10 braçadas finais (0,2636%), existe uma fraca correlação entre os MS lesionado e não lesionado. Ver Figura 50 e quadro 25.

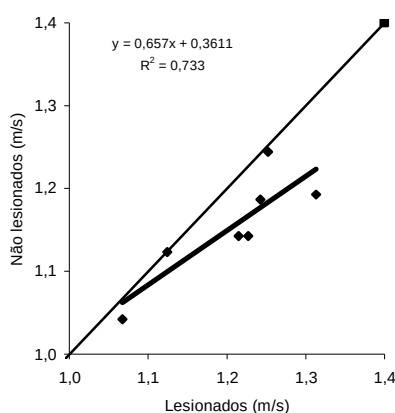
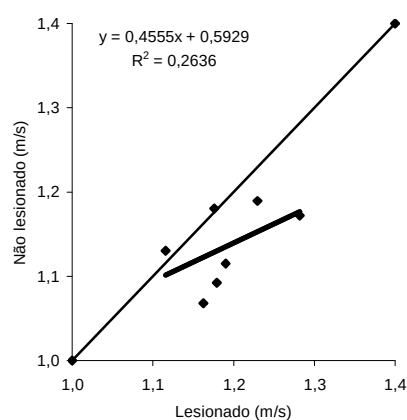
10 braçadas iniciais**10 braçadas finais**

Figura 50. Diagrama de dispersão que representa a relação entre a velocidade do MS lesionado com o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, nos nadadores do género feminino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 25. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, no MS lesionado e no MS não lesionado.

Velocidade	Média (m/s)	dp (m/s)	p
Velocidade inicial lesionado	1.21	0.08	0.2106
Velocidade inicial não lesionado	1.15	0.06	
Velocidade final lesionado	1.19	0.05	0.0594
Velocidade final não lesionado	1.14	0.05	

Não se verificam diferenças entre o início e o final do teste no MS lesionado e no MS não lesionado. O valor que se encontra mais afastado foi considerado como out lier. O valor de R^2 da velocidade para o MS lesionado apresenta uma fraca correlação entre o início e o final do teste (0,5042). Já no MS não lesionado, verificamos existir uma forte correlação entre o início e o final do teste (0,7202). Ver Figura 51 e quadro 26.

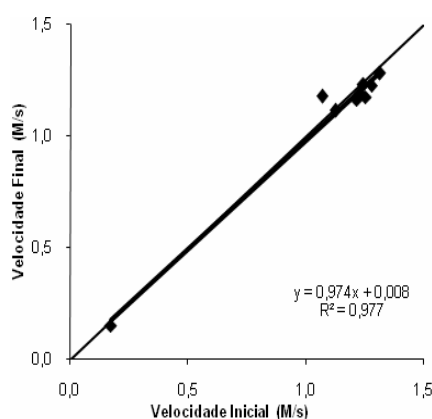
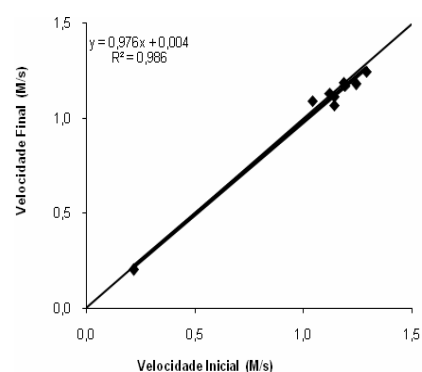
MS lesionado**MS não lesionado**

Figura 51. Diagrama de dispersão que representa a relação da velocidade inicial com a velocidade final do MS lesionado, e do MS não lesionado, nos nadadores do género feminino. É apresentada a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2).

Quadro 26. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade entre as 10 braçadas iniciais e as 10 braçadas finais no MS lesionado e MS não lesionado.

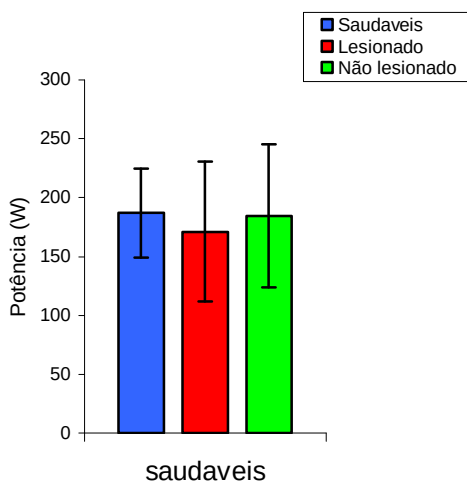
Velocidade	Média (m/s)	dp (m/s)	p
Velocidade inicial lesionado	1.21	0.08	0.5280
Velocidade final lesionado	1.19	0.05	
Velocidade inicial não lesionado	1.15	0.06	0.3057
Velocidade final não lesionado	1.14	0.05	

5.3 Comparação entre o grupo de nadadores saudáveis e o grupo de nadadores com patologia.

Género masculino

Na comparação do MS lesionado com o MS não lesionado dos nadadores com patologia não se encontram diferenças. Ainda podemos observar que os valores obtidos para o MS direito saudável são semelhantes aos do MS não lesionado. Posteriormente ser Quando comparamos da mesma forma a potência final, encontramos os mesmos resultados que na potência inicial. Ver Figura 52 e Quadro 27.

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

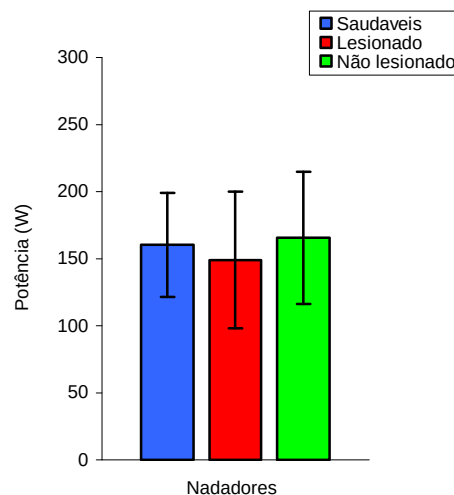


Figura 52. Comparação da potência do MS direito do grupo de nadadores saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadores com patologia, nas 10 braçadas iniciais e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género masculino.

Quadro 27. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia. (A primeira coluna de valores de p corresponde à comparação entre o MS direito saudável do grupo de nadadores saudáveis e o MS não lesionado do grupo dos nadadores com patologia. A segunda coluna de valores de p corresponde à comparação entre o MS direito saudável e o MS lesionado. A terceira coluna de valores de p corresponde a comparação entre os MS, no grupo dos lesionados.)

Potência		Média (W)	dp (W)	p axb	p axc	p bxc
Potência inicial MS direito saudável	a	186,90	37,90			
Potência inicial MS lesionado	b	171,13	59,34	0,435	0,904	0,594
Potência inicial MS não lesionado	c	184,43	60,95			
Potência final MS direito saudável	a	160,40	38,79			
Potência final MS lesionado	b	148,94	50,93	0,527	0,766	0,423
Potência final MS não lesionado	c	165,65	49,27			

Relativamente à força inferimos o mesmo que aquando da observação dos valores da potência. Ver figura 53 e Quadro 28.

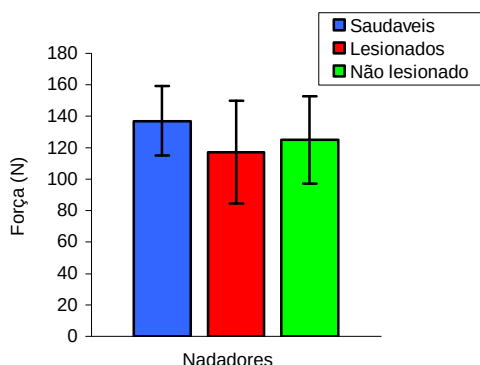
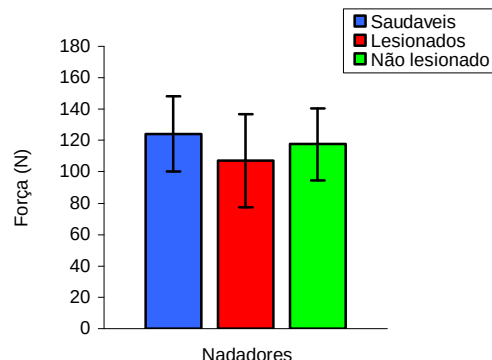
10 braçadas iniciais**10 braçadas finais**

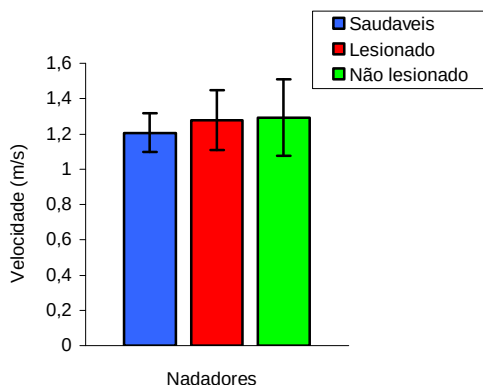
Figura 53. Comparação da força do MS direito do grupo de nadadores saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadores com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género masculino.

Quadro 28. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia.

Força		Média (N)	dp (N)	p axb	p axc	p bxc
Força inicial MS direito saudável	a	137,11	22,27			
Força inicial MS lesionado	b	117,07	32,67	0,086	0,236	0,525
Força inicial MS não lesionado	c	125,06	27,80			
Força final MS direito saudável	a	124,29	24,09			
Força final MS lesionado	b	107,16	29,83	0,122	0,466	0,351
Força final MS não lesionado	c	117,54	23,04			

Relativamente à velocidade inferimos o mesmo que aquando da observação dos valores da potência e da força, (ver figura 54 e quadro 29).

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

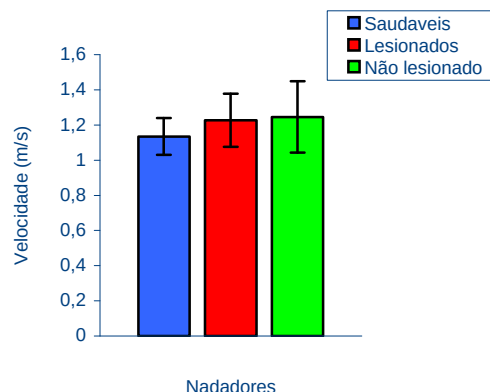


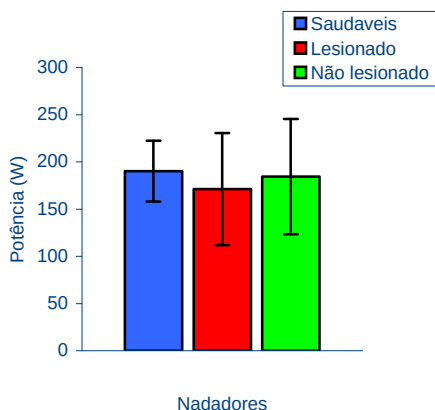
Figura 54. Comparação da velocidade do MS direito do grupo de nadadores saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadores com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género masculino.

Quadro 29. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia.

Velocidade		Média (m/s)	dp (m/s)	p axb	p axc	p bxc
Velocidade inicial MS direito saudável	a	1,21	0,11			
Velocidade inicial MS lesionado	b	1,28	0,17	0,225	0,236	0,869
Velocidade inicial MS não lesionado	c	1,29	0,22			
Velocidade final MS direita saudável	a	1,13	0,10			
Velocidade final MS lesionado	b	1,23	0,15	0,091	0,104	0,793
Velocidade final MS não lesionado	c	1,25	0,20			

No mesmo tipo de análise, para a potência do MS esquerdo verificamos o mesmo que no MS direito, os valores podem ser observados na figura 51 e no quadro 30.

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

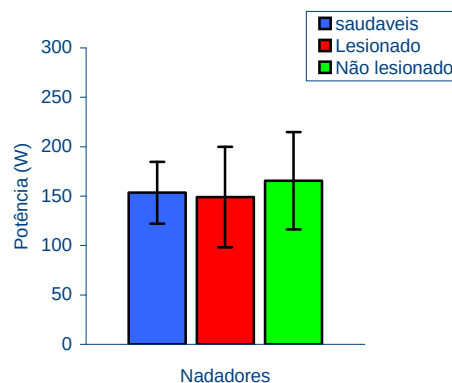


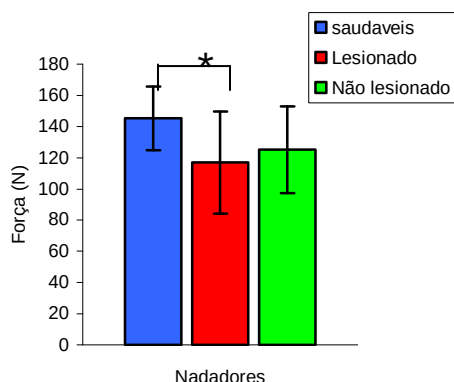
Figura 55. Comparação da potência do MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadores com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género masculino.

Quadro 30. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia.

Potência		Média (W)	dp (W)	p axb	p axc	p bxc
Potência inicial MS esquerdo saudável	a	190,19	32,33			
Potência inicial MS lesionado	b	171,13	59,34	0,33	0,154	0,593
Potência inicial MS não lesionado	c	184,43	60,95			
Potência final esquerda saudável	a	153,48	31,19			
Potência final lesionado	b	148,94	50,93	0,790	0,467	0,423
Potência final não lesionado	c	165,65	49,27			

São observadas diferenças para a força, nas 10 braçadas iniciais e nas 10 braçadas finais entre o MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis com o MS não lesionado, do grupo de nadadores com patologia. Ver figura 56 e quadro 31.

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

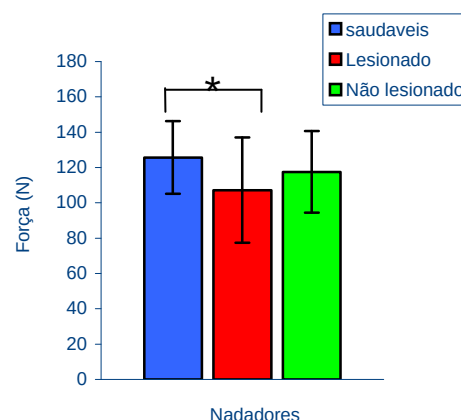


Figura 56. Comparação da força do MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadores com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género masculino.

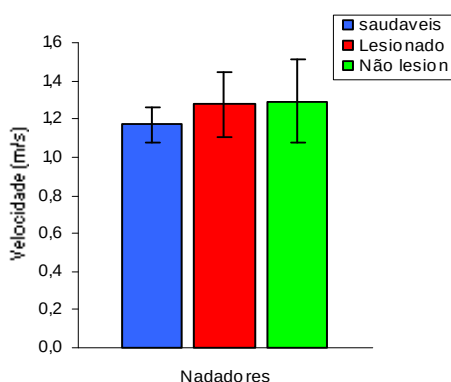
Quadro 31. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia.

Força		Média (N)	dp (N)	p axb	p axc	p bxc
Força inicial MS esquerdo saudável	a	145,20	20,55			
Força inicial MS lesionado	b	117,07	32,67	0,086	0,049*	0,525
Força inicial MS não lesionado	c	125,06	27,80			
Força final MS esquerdo saudável	a	125,67	20,60			
Força final MS lesionado	b	107,16	29,83	0,083	0,035*	0,351
Força final MS não lesionado	c	117,54	23,04			

*Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0.05$.

Relativamente a velocidade, quando comparamos o MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis com o MS lesionado e com o MS não lesionado, observamos que os valores do MS esquerdo saudável são inferiores aos dos MS do grupo de nadadores com patologia, nas 10 braçadas finais. Observamos diferenças estatisticamente significativas entre o MS esquerdo saudável e o MS lesionado (0,006, $p < 0.05$), bem como entre o MS esquerdo saudável e o MS não lesionado (0,014, $p < 0.05$), (ver figura 57 e quadro 32).

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

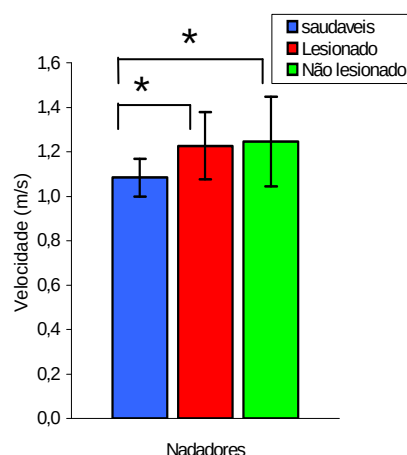


Figura 57. Comparação da velocidade do MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadores com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género masculino.

Quadro 32. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS esquerdo do grupo de nadadores saudáveis e dos MS dos nadadores com patologia.

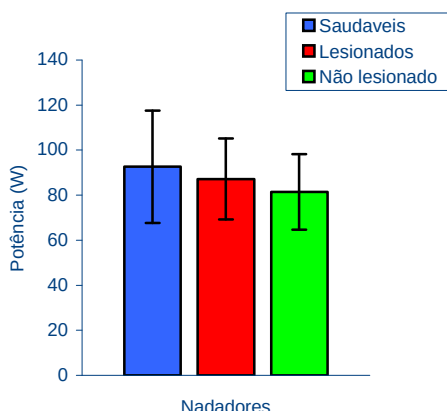
Velocidade		Média (m/s)	dp (m/s)	p axb	p axc	p bxc
Velocidade inicial MS esquerdo saudável	a	1,71	0,09			
Velocidade inicial MS lesionado	b	1,28	0,17	0,061	0,083	0,869
Velocidade inicial MS não lesionado	c	1,29	0,22			
Velocidade final MS esquerdo saudável	a	1,08	0,08			
Velocidade final MS lesionado	b	1,23	0,15	0,006*	0,014*	0,793
Velocidade final MS não lesionado	c	1,25	0,20			

*Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0,05$

Gênero feminino

Aquando da comparação da potência do MS direito do grupo de nadadoras saudáveis, com o MS lesionado e com o MS não lesionado, do grupo de nadadoras com patologia, nas 10 braçadas iniciais e nas 10 braçadas finais não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Ver figura 58 e quadro 33.

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

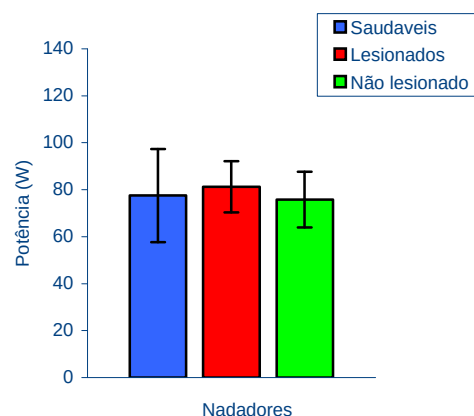


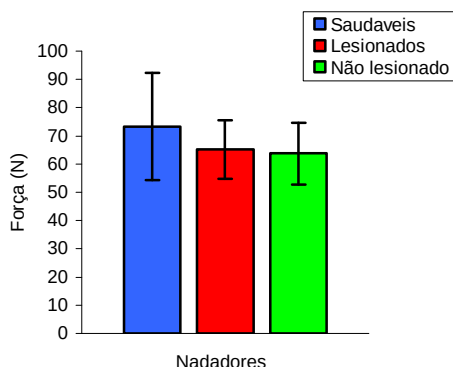
Figura 58. Comparação da potência do MS direito do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadoras com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do gênero feminino.

Quadro 33. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadoras saudáveis e dos MS das nadadoras com patologia.

Potência		Média (W)	dp (W)	p axb	p axc	p bxc
Potência inicial MS direito saudável	a	92,63	24,94			
Potência inicial MS lesionado	b	87,18	17,947	0,599	0,273	0,549
Potência inicial MS não lesionado	c	81,44	16,83			
Potência final MS direito saudável	a	77,50	19,8			
Potência final MS lesionado	b	81,31	10,91	0,608	0,517	0,389
Potência final MS não lesionado	c	75,85	11,86			

Na força podemos observar o mesmo que observamos relativamente à potência. Ver figura 59 e quadro 34.

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

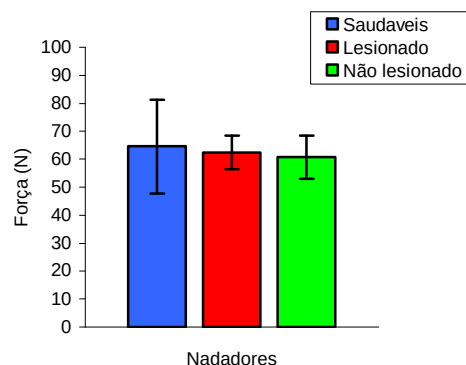


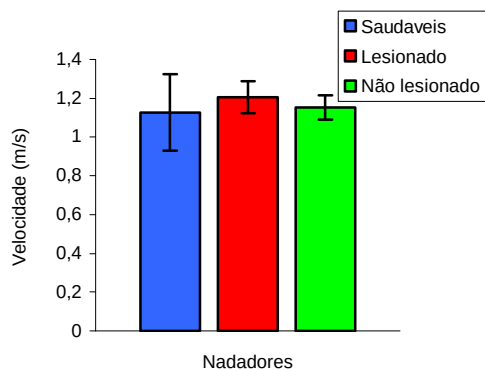
Figura 59. Comparação força do MS direito do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadoras com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género feminino.

Quadro 34. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadoras saudáveis e dos MS das nadadoras com patologia.

Força		Média (N)	dp (N)	p axc	p axb	p bxc
Força inicial MS direito saudável	a	73,30	19,06			
Força inicial MS lesionado	b	65,17	10,42	0,260	0,195	0,803
Força inicial MS não lesionado	c	63,71	10,99			
Força final MS direito saudável	a	64,52	16,76			
Força final MS lesionado	b	62,42	6,05	0,711	0,532	0,667
Força final MS não lesionado	c	60,78	7,8			

Tal como para as quantidades anteriores, para a velocidade as conclusões retiradas a partir da análise da figuras 60 e quadro 35, foram iguais, relativamente aos parâmetros analisados.

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

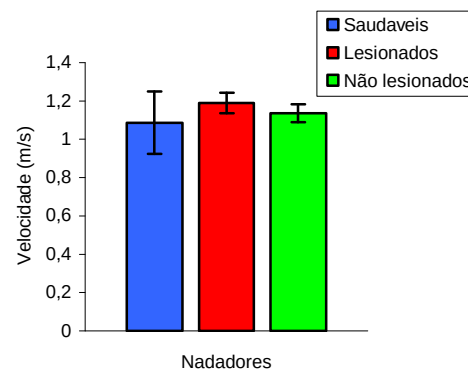


Figura 60. Comparação da velocidade do MS direito do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadoras com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género feminino.

Quadro 35. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadoras saudáveis e dos MS das nadadoras com patologia.

Velocidade		Média (m/s)	dp (m/s)	p axc	p axb	p bxc
Velocidade inicial MS direito saudável	a	1,13	0,20			
Velocidade inicial MS lesionado	b	1,21	0,08	0,251	0,670	0,211
Velocidade inicial MS não lesionado	c	1,15	0,06			
Velocidade final MS direito saudável	a	1,09	0,16			
Velocidade final MS lesionado	b	1,19	0,05	0,070	0,360	0,059
Velocidade final MS não lesionado	c	1,14	0,05			

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quando comparamos o MS direito saudável, o MS lesionado e o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais, no entanto, entre as 10 braçadas finais do MS esquerdo saudável com o MS lesionado, podemos observar diferenças estatisticamente significativas (0,016 sendo $p < 0.05$). Nas outras análises não foram registadas diferenças estatisticamente significativas. Confrontar figuras 61 e quadro 36.

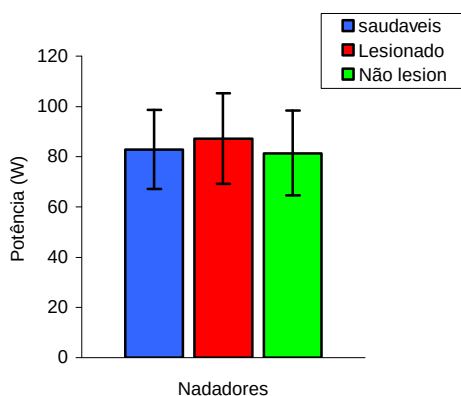
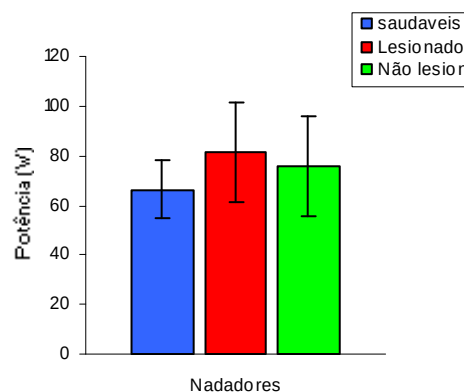
10 braçadas iniciais**10 braçadas finais**

Figura 61. Comparação da potência do MS esquerdo do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadoras com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género feminino.

Quadro 36. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da potência das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS direito do grupo de nadadoras saudáveis e dos MS das nadadoras com patologia.

Potência		Média (W)	dp (W)	P axc	P axb	p bxc
Potência inicial MS esquerdo saudável	a	82,89	15,69			
Potência inicial MS lesionado	b	87,18	17,95	0,614	0,858	0,549
Potência inicial MS não lesionado	c	81,44	16,83			
Potência final MS esquerda saudável	a	66,33	11,74			
Potência final MS lesionado	b	81,31	10,91	0,016*	0,120	0,389
Potência final MS não lesionado	c	75,85	11,86			

*Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0.05$.

Na análise da força não encontramos diferenças estatisticamente significativas quando comparamos o MS esquerdo saudável, o MS lesionado e o MS não lesionado, nas 10 braçadas iniciais e finais. Mais uma vez verificamos que a força média das 10 braçadas iniciais é superior à das 10 braçadas finais, (ver figura 62 e quadro 37).

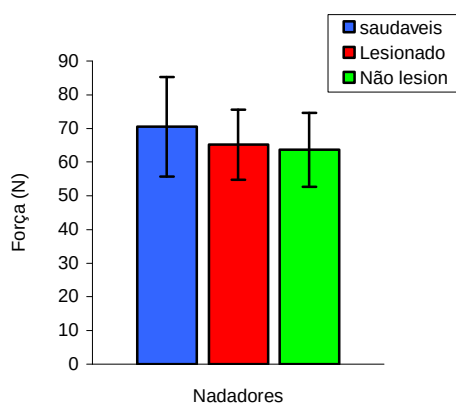
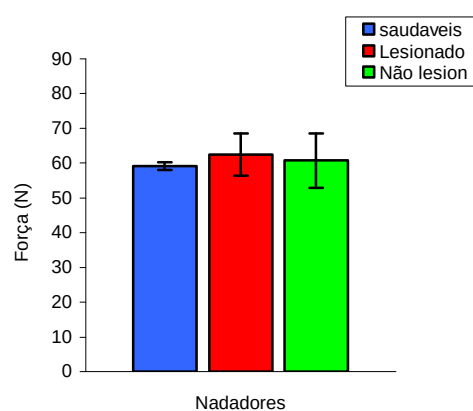
10 braçadas iniciais**10 braçadas finais**

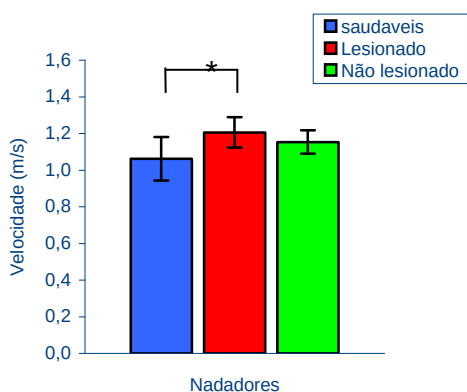
Figura 62. Comparação força do MS esquerdo do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadoras com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género feminino.

Quadro 37. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da força das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS esquerdo do grupo de nadadoras saudáveis e dos MS das nadadoras com patologia.

Potência		Média (N)	dp (N)	p axc	p axb	p bxc
Força inicial MS esquerdo saudável	a	70,50	14,70			
Força inicial MS lesionado	b	65,17	10,42	0,383	0,281	0,803
Força inicial MS não lesionado	c	63,71	10,98			
Força final MS esquerdo saudável	a	59,16	1,05			
Força final MS lesionado	b	62,42	6,05	0,480	0,744	0,667
Força final MS não lesionado	c	60,78	7,79			

Existem diferenças estatisticamente significativas quando comparamos 10 braçadas iniciais do MS esquerdo saudável com o MS lesionado (0,008, sendo $p < 0,05$), o MS esquerdo saudável não apresenta diferenças estatisticamente significativas quando comparado com o MS não lesionado, bem como quando comparamos o MS lesionado com o MS não lesionado. Relativamente à velocidade nas 10 braçadas finais, existem diferenças estatisticamente significativas entre o MS esquerdo saudável e o MS lesionado ($p = 0,001$, sendo $p < 0,05$), bem como entre o MS esquerdo saudável e o MS não lesionado ($p = 0,01$, sendo $p < 0,05$). Apenas não foram registadas diferenças estatisticamente significativas entre o MS lesionado e o MS não lesionado. (Confrontar figura 63 e quadro 38).

10 braçadas iniciais



10 braçadas finais

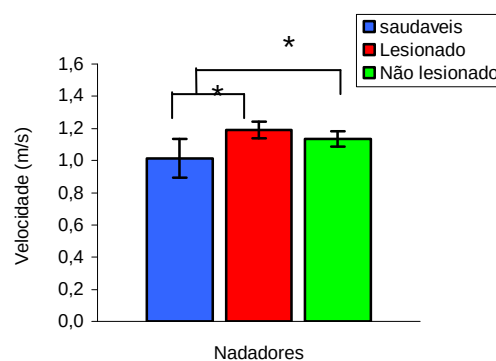


Figura 63. Comparação da potência do MS esquerdo do grupo de nadadoras saudáveis, com os MS lesionado e não lesionado do grupo de nadadoras com patologia, nas 10 braçadas iniciais, e nas 10 braçadas finais, em nadadores do género feminino.

Quadro 38. Média, desvio padrão e valor de prova da comparação da velocidade das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, do MS esquerdo do grupo de nadadoras saudáveis e dos MS das nadadoras com patologia.

Velocidade	Média (m/s)	dp (m/s)	p axc	p axb	p bxc
Velocidade inicial MS esquerdo saudável a	1,06	0,12			
Velocidade inicial MS lesionado b	1,21	0,08	0,008*	0,051	0,211
Velocidade inicial MS não lesionado c	1,15	0,06			
Velocidade final MS esquerdo saudável a	1,01	0,12			
Velocidade final MS lesionado b	1,19	0,05	0,001*	0,010*	0,059
Velocidade final MS não lesionado c	1,14	0,05			

* Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0.05$.

6. Discussão dos resultados

No decurso da análise dos resultados obtidos no nosso estudo, comparamos os valores obtidos para, potência, força e velocidade média das 10 braçadas iniciais e das 10 braçadas finais, dos MS direito e MS esquerdo, num teste máximo de 30s, no *swim bench*, aplicado a dois grupos de nadadores, saudáveis e com patologia na articulação do ombro, subdivididos por género.

De acordo com os objectivos do nosso estudo, iremos discorrer acerca das implicações dos valores médios obtidos para a potência, força e velocidade e dos MS e as simetrias de movimento dos MS, utilizando o *swim bench*, nos dois grupos.

Em primeiro lugar, verificamos que os valores médios de potência, força e velocidade das 10 braçadas iniciais são superiores aos valores obtidos nas 10 braçadas finais, para ambos os MS, no grupo de nadadores saudáveis. No grupo dos nadadores com patologia isto só se verifica nos nadadores do género masculino.

As diferenças entre géneros obtidas durante a realização do nosso estudo mostram a mesma tendência dos resultados obtidos por Costill (1986), que mediu a velocidade, a força e a potência no *swim bench* num grupo constituído por 76 nadadores (46 do género masculino e 30 do género feminino), verificando que o género masculino é significativamente mais forte e mais rápido ($p < 0.05$) que o género feminino, o que atribuiu, em parte, às diferenças em massa isenta de gordura e altura. No entanto, no nosso estudo, as diferenças entre géneros não foram testadas. Os mesmos resultados foram obtidos por Hughes (1999) que avaliou um grupo de 120 nadadores (60 do género masculino e 60 do género feminino).

Como verificamos que os valores do género masculino e feminino apresentam uma elevada disparidade, optamos por tratá-los separadamente. A diminuição dos valores dos parâmetros biomecânicos analisados concorda com os resultados obtidos por Santos (2006). Este decréscimo pode dever-se a vários factores associados à fadiga, nomeadamente à mudança de solicitação

de diferentes recursos de fornecimento de energia. Sabe-se que a via metabólica aláctica pode ter uma duração máxima de 20s, correspondente ao tempo de depleção da fosfocreatina, a partir do qual a glicólise anaeróbia assume o papel predominante, que se irá manter até aos 2min de esforço, aproximadamente (Gastin, 2001).

Quando comparamos os valores obtidos pelos MS direito e esquerdo, tanto nas 10 braçadas iniciais e como nas 10 braçadas finais, verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas. Contudo, estes resultados contrariam os encontrados por Potts *et al.* (2002), que verificou existirem diferenças bilaterais de força durante o exercício no *swim bench*, sendo apresentados valores superiores para o pico máximo de potência no MS esquerdo ($54,0 \pm 3,87\%$) quando comparado com o MS direito ($46,0 \pm 3,87\%$). Segundo este autor, a performance na natação está dependente da optimização da técnica e da força muscular. Os desequilíbrios bilaterais da força dos MS acontecem principalmente por alteração da braçada, perto da exaustão, podendo influenciar os parâmetros avaliados, por isso a diferença torna-se mais evidente nos 30s que precedem a exaustão. Verificam-se maiores assimetrias bilaterais em nadadores com respiração unilateral, por isso recomenda a adopção de uma respiração bilateral, com o intuito de reduzir a assimetria de força bilateral.

Assim, no nosso estudo, a simetria verificada através dos valores obtidos para os MS pode dever-se aos factos de realizamos um teste máximo de 30s, não sendo atingida a exaustão, a nossa amostra apresentar-se mais numerosa ($n=45$) que a utilizada por Potts *et al.* (2002) ($n=10$) e termos 16 nadadores com respiração bilateral e 29 nadadores com respiração unilateral, enquanto Potts *et al.* (2002) apresenta 5 indivíduos em cada um destes grupos.

A respiração bilateral é sugerida por outros autores para desenvolver um nado simétrico com rotação do tronco similar para os dois lados, de forma a tornar o movimento de ambos os MS mais efectivo ao longo do nado (Maglischo, 2003).

Hughes (1999) verificou que existem diferenças estatisticamente significativas na força entre o MS dominante e o MS não dominante. Costill

(1986) constatou a existência de um grande número de nadadores com diferenças acentuadas no pico de força entre os MS direito e esquerdo, causando assimetria na braçada, na técnica de crol.

Para além disso, pela análise da nossa amostra, verificamos que os nadadores do grupo saudável realizavam, principalmente, respiração unilateral, enquanto que os lesionados faziam respiração bilateral. Este facto pode atenuar as diferenças bilaterais dos parâmetros biomecânicos avaliados entre os dois grupos da nossa amostra.

No nosso estudo não se evidenciam diferenças significativas nos parâmetros biomecânicos avaliados entre o grupo de nadadores saudáveis e o grupo de nadadores lesionados. Contudo, estes resultados contrariam os obtidos por Cools (2004), que refere que nos indivíduos lesionados existe uma activação muscular mais lenta do trapézio, tanto do lado lesionado como do não lesionado, quando comparada com o grupo de controlo. Neste estudo foi detectado que os MS lesionados mostravam um pico de força à velocidade máxima significativamente inferior ao MS não lesionado, justificável pela instabilidade do ombro, sobrecarga da articulação escápulo-umeral e inibição da musculatura escápulo-torácica pela condição dolorosa que envolve o ombro. No entanto, a amostra deste autor apenas incluía indivíduos com patologia dolorosa do ombro dominante, enquanto que a nossa amostra agrupa indivíduos com patologia sintomática e assintomática na mesma amostra, dado o reduzido número de nadadores com patologia sintomática ($n=6$) no momento da recolha dos dados. Devemos referir ainda que destes, dois eram do género masculino e quatro do género feminino e, como já mencionamos os valores médios de força, velocidade e potência são naturalmente diferentes entre os rapazes e raparigas.

Camillieri (2005) verificou que o lado dominante, preferido para respiração, é o ombro de maior risco de lesão nos nadadores da técnica de crol. Pela análise dos nossos resultados, também verificamos que existe uma prevalência de lesões no ombro direito.

Witwer (2006) também detectou diferenças bilaterais significativas na rotação externa e no arco total do movimento do MS, em indivíduos com

patologia na articulação do ombro, referindo que o ombro dominante está mais susceptível à lesão. A amostra deste estudo incluía atletas de polo aquático, que, para além dos movimentos característicos da natação, realizavam lançamento com o MS dominante. Assim, o autor atribui as diferenças encontradas ao lançamento, porque considera a natação um desporto simétrico, pelo que, nos nadadores, as lesões podem ocorrer bilateralmente, uma vez que ambos os ombros estão sujeitos à repetição dos mesmos movimentos.

Swaine (1997) estudou a assimetria do movimento da braçada num grupo de nadadores sujeitos a reabilitação de uma lesão não aquática dos tecidos moles no MS dominante, com recurso ao *swim bench*, durante a recuperação da lesão, referindo diferenças estatisticamente significativas entre a força bilateral. De acordo com este autor, os nadadores manifestaram diferenças significativas entre os valores de força apresentados pelo MS esquerdo e MS direito, durante as primeiras 4 semanas de um programa de reabilitação da lesão, mas que desapareciam após 12 semanas.

Por fim, podemos referir o estudo de Malliou (2004) que comparou diferentes tipos de treino, chegando à conclusão de que o treino isocinético seria a forma mais efectiva de recuperação do equilíbrio muscular da articulação do ombro, após a lesão.

7. Conclusões

A partir da avaliação das curvas médias de potência, força e velocidade, obtidas no *swim bench*, em nadadores saudáveis e nadadores com patologia na articulação do ombro e de acordo com os objectivos formulados para o presente estudo, concluímos que:

1. A ocorrência de patologia do ombro, no passado e no presente, se considerada indiferenciadamente, não afecta os valores de potência, força e velocidade e a simetria contralateral dos parâmetros, em teste máximo de 30s realizado em *swim bench*.
2. A patologia do ombro, se considerada indiferenciadamente, não afecta os valores da potência, força e velocidade no início e final, durante o teste máximo de 30s em *swim bench*, relativamente a nadadores lesionados.

Atendendo a que verificamos que este *Swim bench* apresenta algumas limitações, tais como:

- a separação das braçadas a partir da curva de velocidade (uma curva para cada MS) é muito complicada, sendo difícil identificar o seu início e término;
- apenas existe um elemento de resistência no *Swim bench*, usado para medir as duas forças, uma por cada MS;
- no momento em que se trava não existe uma paragem imediata da roldana, sendo que esta continua a rodar, medindo uma velocidade diferente de zero, e interferindo na identificação correcta das braçadas.

Actualmente, encontramos-nos a criar um dispositivo com dois elementos de resistência independentes, que separem claramente as forças dos MS, e que meça correctamente a velocidade de deslocação das mãos/remos, sendo assim identificado o início e o fim das braçadas, e ainda que trave no momento em que é estabelecida a paragem da roldana.

8. Bibliografia

Alves, F. (1996). Economia de nado, técnica e desempenho competitivo nas técnicas alternadas. *Revista Natação*, 28(5), 3-15.

Alves, F. (1997). Técnica de crol – Análise descritiva. In: R. Fernandes, J. V. Santos Silva e J. P. Vilas-Boas (eds.), *Natação: vivências específicas e conhecimentos teóricos básicos*. Porto: Universidade do Porto - Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física. Colectânea de textos da Associação de Estudantes, pp. 453-499.

Arendt, E. (1996). Common musculoskeletal injuries in women. *Physician & Sports medicine*, 24(7): 39-42; 45-48.

Bekman, M.; Hay, J. (1988). Characteristics of the front crawl techniques of swimmers with shoulder impingement syndrome. *Journal Swimming Research*, 4(3): 11-14.

Bigliani, L.; Ticker, J.; Flatow, E.; Soslowsky, L.; Mow, V. (1991). The relationship of acromial architecture to rotator cuff disease. *Clinics in Sports Medicine*, 10(4): 823-838.

Blevins, F. (1997). Rotator cuff pathology in athletes. *Sports Medicine*, 24(3): 205-220.

Bradshaw, A.; Hoyle, J. (1993). Correlation between sprinting and dry land power. *Journal of Swimming Research*, 9: 15-18.

Briner J.; Benjamin, H. (1999). Managing acute and overuse disorders. *The Physician and sports medicine*. 27:3.

Brown, D.; Newmann, R. (2001). *Segredos em Ortopedia*. Porto Alegre:

Artmed.

Bulgakova, N.; Vorontsov, A.; Fomichenko, T. (1990). Improving the technical preparedness of young swimmers by using strength training. *Soviet Sports Review*, 25(2): 102-104.

Camillieri, G.; Binifazi, M.; Labianca, L. Ferreti, M. ; Ferreti, A. (2005). Epidemiological study and prevention efficacy on shoulder injuries in Italian elite. *British Journal Sports Med.*, 39: 373-408

Cardone, C.; Ferreira, R.; Moura, R.; Bernhoeft, M. (1998). Isokinetic evaluation in the shoulder of the swimming athlete. Biomechanics and medicine in swimming VIII. *Proceedings of the VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*. Finland: University of Jyväskylä, pp. 213-218.

Chatard, J.; Collomp, C.; Maglischo, E.; Maglischo, C. (1990). Swimming skill and stroke characteristics of front crawl swimmers. *International Journal Sports Medicine*, 11(2): 116-161.

Colwin, C. (1992). *Swimming into the 21st century*. Champaign: Human Kinetics Publishers.

Cools, A; Witvrouw, E.; Declercq, G. Vanderstraeten, G.; Cambier, D. (2004). Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *British Journal Sports Medicine*, 38: 64-68.

Costill, D.; Rayfield, F.; Kirwan, J.; Thomas, R. (1986). A computer based system for the measurement of force and power during front crawl swimming. *Journal Swimming Research*, 2(1):16-19.

Costill, D.; Maglischo, E.; Richardson, A. (1992). *Swimming*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Costill, D.; Riley, D.; Bain, J.; Thompson, J.; Fitts, R.; Widrick, J.; Trappe, S.; Trappe, T. (2002). Thin filament diversity and physiological properties of fast and slow fiber types in astronaut leg muscles. *Journal of Applied Physiology*, 92(2): 817-825.

Cousilman, J. (1968). *The science of swimming*. New Jersey: Prentice-Hall. *

Counsilman, J. (1977). *La science de la natation*. (2ème édition). Paris: Chiron Sports.

Daguerre Galindo, J. (2003). Lesiones mas frecuentes en natación. *Comunicationses Técnicas*, 4: 45-47.

Dalrymple-Smith, F. (1992). Teaching people with a disability to swim. *Swimming Times*, 69(7): 21-23.

Daniels, W.; Sharp, D.; Wright, J.; Kowal, D.; Mello, R. (1982). Effect of two years' training on aerobic power and muscle strength in male and female cadets. *Aviation space and environmental medicine*, 53(2), 117-121.

Doukas C.; Speer P. (2001) Anatomy, pathophysiology and biomechanics of shoulder instability. *Orthopedic Clinics of North America*, 32 (3):381-391.

Fowler, P. (1995). The rotator cuff in competitive swimming. *Sports Medicine & Arthroscopy Review*, 3(1): 39-48.

Fowler, F. (2002). *Survey research methods: applied social research methods series* (vol. 1). (3ªed). New Delhi: Sage Publications.

Franck H. Netter, M.D. (2000). *Atlas de anatomia humana* (2ªed.). Porto Alegre: Artes médicas sul.

Gastin, P. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31 (10): 725-741.

Gergley, T.; McArdle, W.; DeJesus, P.; Toner, M.; Jacobowitz, S.; Spina, R. (1984). Specificity of arm training on aerobic power during swimming and running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 16(4): 349-354.

Hay, J. (1986). The status of research on the biomechanics of swimming. In: J. Hay (ed.). Starting, stroking & turning. *A compilation of research on biomechanics of swimming – 1983/86*. Iowa: University of Iowa.

Hall, S. (2000). *Biomecânica Básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Hannula, D. (1995). *Coaching swimming successfully*. Champaign: Human Kinetics.

Holmér, I. (1974). Physiology of swimming in man. *Acta Physiol. Scand.*, Suppl. 407: 1-55.

Hughes, R.; Marjorie, J.; Shawn, O'D.; kai-An, A. (1999). Age-related changes in normal isometric shoulder strenght. *American Orthopaedic Society, for Sports Medicine*, 27(5): 651-657.

Irsen, A. (1999). Valoração do nadador no banco isostáticos. XXII congresso/ V Iberico Técnico Científico da Associação Portuguesa de Técnicos da Nataação. Almada.

Jobe, F.; Kvitne, R. (1990). Shoulder pain in the overhand or throwing

athlete. The relationship of anterior instability and rotator cuff impingement. *Pain Management*, 3(4): 217-226

Jobe, C. (2002). Rotator cuff disorders: anatomy, function, pathogenesis, and natural history". In: T. R. Norris (Eds), *Orthopaedic Knowledge Update*., AAOS shoulder and Elbow, Illinois, pp. 143-154.

Kannus, P. (1994). Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *International Journal of Sports Sciences Medicine*, 15(3): 11-18.

Kapanji, A (2000). *Fisiologia articular* (vol. 1). (5ª edição). Rio de Janeiro: Guanabara koogan.

Koehler, S.; Thorson, D. (1996). Swimmer's shoulder: targeting treatment. *Physician & Sportsmedicine*, 24(11): 39-40;43-44;49-50.

Konstantaki, M.; Winter, E.; Swaine, I. (1998). The effects of arms- or legs-only training on indices of swimming performance and dry-land endurance in swimmers. *Biomechanics and medicine in swimming VIII. Proceedings of the VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*, Finland: University of Jyväskylä, pp. 391-395.

Konstantaki, M.; Trowbridge, E.; Swaine, I. (1998). The relationship between blood lactate and heart rate responses to swim bench exercise and women's competitive water polo. *Journal of Sports Sciences*, 16(3): 251-256

Lintner, S.; Kevin, S. (1997). Traumatic Anterior Glenohumeral Instability: The role of arthroscopy. *American Orthopaedic Surgeons*, (5)5.

Lloret, A. Vina, J.; Gomez-Cabrera, M.; Marquez, R.; Minana, J.; Pallardo, F.; Sastre, J. (2000). Free radicals in exhaustive physical exercise: mechanism

of production, and protection by antioxidants. *IUBMB Life*, 50(4/5): 271-277.

Lippitt S., Matsen, F. (1993). Mechanisms of glenohumeral joint stability. *A Clinical Orthopaedics and related research*, 291: 20-28.

Maglisho, E. (1993). *Swimming Even Faster*. California: Mayfield Publishing Company.

Maglisho, E. (2003). *Swimming fastest*. California: Mayfield Publishing Company.

Makarenko, L. (2001). *Natação, selecção de talentos e iniciação desportiva*. Porto Alegre: Artemed Editora.

Malliou, P.; Giannakopoulos, K.; Beneka, A. Gioftsidou, A.; Godolias, G. (2004). Effective ways of restoring muscular imbalances of the rotator cuff muscle group: comparative study of various training methods. *Journal Sports Medicine*, 38: 766-772.

Mallon, W.; Hawkins, R. (1994). Shoulder injuries. In: P.A.F.H. Renstrom (ed.), *Clinical practice of sports injury prevention and care*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 27-45.

Mallon, W.; Hawkins, R. (1999). Lesions del hombro. In: P. Restrom *Lesiones traumaticas y por sobrecarga: prevencion y asistencia médica*, pp. 30-50

Massada, J. (2000). *Lesões típicas do desportista*. Lisboa: Editorial Caminho. Colecção Desporto e tempos livres.

Massada, (2001). Traumatologia Desportiva. Patologia de Overuse. In: L. Serra, *Critérios Fundamentais em fracturas e ortopedia*. Lisboa: LIDEL-Edições

Técnicas, 11: 253-263; 435-441.

Matos, N. (1999). Os síndromes de conflito funcional do ombro no desportista. Factores etiológicos e sua avaliação. *Fisionet Jornal*, Fev.

Matsen, F.; Arntz, C.; Lippitt, S. (1998) "Rotator cuff". In: C.A. Rockwood, F. Matsen, *The shoulder*. 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders, pp. 755-839.

McArdle, D.; Reilly, T. (1992). Consequences of altering stroke parameters in front crawl swimming and its simulation. In: MacLaren, D. (ed.). *Biomechanics and medicine in swimming*. London: E & FN Spon, pp. 125-130.

Mechelen, W.; Hlobil, H; Kemper, H. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sport injuries. A review of concepts. *Sports Med*, (14): 82-99.

Mellion, M. (1997). *Segredos em Medicina Desportiva*. Porto Alegre: Artmed.

Morrey, M.; Wiese-Bjornstal, D.; Smith, A.; Shaffer, S. (1998). An integrated model of response to sport injury: psychological and sociological dynamics. *Journal of Applied Sport Psychology*, 10(1): 46-69.

Morton, A.; Rowbottom, D.; Keast, D.; Garcia-Webb, P. (1997). Training adaptation and biological changes among well-trained male triathletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29(9): 1233-1239.

Netter F. (1998). Atlas de Anatomia Humana. Port Alegre: Artmed

Nerr, C. (1990). *Shoulder Reconstruction*. Philadeilphia: W.B. Saunders.

Oliver, M.; Smith, J.; Johnson, J. (1989). Relationships between work, cardiorespiratory, and metabolic variables during a biokinetic swim bench

interval exercise protocol. *Journal of Swimming Research Fall*, 5(3): 11-16.

Owens, S.; Itamura, J. (2000). Differential diagnosis of shoulder injuries in sports. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 8(4): 253-357.

Pina J. (1995). *Anatomia humana locomoção*. LIDEL- Edições Técnicas, Limitada.

Platonov, V. (1994). Principles of long term preparation. *Rivista di Cultura Sportiva*, 13(30): 2-10.

Potts, A.; Charlton, J.; Smith, H. (2002). Bilateral arm power imbalance in swim bench exercise to exhaustion. *Journal of Sports Sciences*, 20(12): 975-979.

Putz, R.; Pabst, R. (1995). Sabotta: *atlas de anatomia humana*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Recuero Villafranca J. (2001). Lesiones. *Comunicaciones Técnicas*, 4: 19-48.

Reilly, T.; Bayley, K. (1988). The relation between short-term power output and sprint performance of young female swimmers. *Journal of Human Movement Studies*, 14(1): 19-29.

Rohrs, D.; Mayhew, J.; Arabas, C.; Shelton, M. (1990). The relationship between seven anaerobic tests and swim performance. *Journal of Swimming Research*, 6(4): 15-19.

Rohrs, D.; Stager, J. (1991). Evaluation of anaerobic power and capacity in competitive swimmers. *Journal of Swimming Research*, 7(3):12-16.

Roberts, A.; Termin, B.; Reilly, M.; Pendergast, D. (1991). Effectiveness of biokinetic training on swimming performance in collegiate swimmers. *Journal of Swimming Research*, 7(3): 5-11.

Rouard, A.; Schleihau, R.; Troup, J. (1996). Force de la main et niveau de performance du nageur de crawl. *Revue de sciences et techniques des activités physiques et sportives*, 15(33): 31-41.

Rohrs, D.; Mayhew, J.; Arabas, C.; Shelton, M. (1990). The relationship between seven anaerobic tests and swim performance. *Journal of Swimming Research Winter*, 6(4): 15-19.

Rutemiller, B. (1995). Freestyle armstroke. *Swim Magazine*, Jul/Aug.

Witwer, A.; Sauers, E. (2006). Clinical measures of shoulder mobility in college water-polo players. *Journal Sport Reahbil*, 15: 45-57.

Schleihau, R. (1986). Swimming skill: a review of basic theory. *Journal of Swimming Research*, 2(2): 11-20.

Schleihau, R.; Higgins, J.; Hinrichs, R.; Luedtke, D.; Maglischo, C.; Maglischo E.; Thayer, A. (1988). Propulsive techniques: front crawl stroke, butterfly, backstroke, and breaststroke. In: B. E. Ungerechts, K. Wilkie and K. Reishie (eds.), *Swimming Science V*. Champaign: Human Kinetics Publishers, pp. 53-60.

Sharp, R.; Costill, D. (1982). Force, work and power: what they mean to the competitive swimmer. *Swimming World & Junior Swimmer*, 23(2): 41-43.

Sharp, R.; Troup, J.; Costill, D. (1982). Relationship between power and sprint freestyle swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(1): 53-56.

Smith, L.; Weiss, E.; Lehmkuhl, L. (1997). *Cinesiologia clínica de Brunnstron*. Ed. Manole.

Snyder, C. (1998). *The creative side of experimentation: personal perspectives from leading researchers in motor control, motor development and sport psychology*. In: B., Abernethy, University of Queensland. Champaign: Human Kinetics Publishers.

Snyder-Mackler, L.; Axe, M.; Fees, M.; Decker, T. (1998). Upper extremity weight-training modifications for the injured athlete: a clinical perspective. *American Journal of Sports Medicine*, 26(5): 732-742.

S. Iara. (2006). Análise da variação intracíclica da velocidade de deslocamento horizontal da anca durante 30s de nado máximo na técnica de Crol em nadadores pré-púberes, púberes e pós-púberes. Dissertação de licenciatura. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. Porto.

Souza, L.H.; Frank, A.O. (2001). Conservative management of low back pain. *International Journal of Clinical Practice*, 55(1): 21-31.

Swaine, I.; Reilly, T. (1983). The freely-chosen swimming stroke rate at a maximal swim and on a biokinetic swim bench. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 15(5): 370-375.

Swaine, I. (1994). The relationship between physiological variables from a swim bench ramp test and middle-distance swimming performance. *Journal of Swimming Research*, 10: 41-48.

Swaine, I. ;Reilly, T. (1996). Exercise using a swim bench. *International Journal Sports Medicine*, 17(1): 141-143.

Swaine, I.; Zanker, C. (1996). The reproducibility of cardiopulmonary responses to exercise using a swim bench. *International Journal of Sports Medicine*, 17(2): 140-144.

Swaine, I. (1997). Time course of changes in bilateral arm power of swimmers during recovery from injury using a swim bench. *British Journal of Sports Medicine*, 31(3): 213-216.

Swaine, I.; Reilly, T. (1997). Cardiopulmonary and lactate responses in swimmers using a swim bench and a leg-kicking ergometer. *International Journal of Sports Medicine*, 18: 359-363.

Swaine, I.; Winter, E. (1999). Comparison of cardiopulmonary responses to two types of dry-land upper-body exercise testing modes in competitive swimmers. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, 80(6): 588-590.

Tanaka, H.; Costill, D.; Thomas, R.; Fink, W.; Widrick, J. (1993). Dry-land resistance training for competitive swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25(8): 952-959.

Toussant, H.M.; De Groot, G.; Savelberg, H.H.C.M.; Vervoorn, K.; Hollander, A.P.; Van Ingen Schenau, G.J. (1988). Drag in Swimming. *International Journal of Sport Biomechanics*, 4(4): 401.

Troup, J.P. (1999). The physiology and biomechanics of competitive swimming. *Clinics in Sports Medicine*, 18(2): 267-285.

Vilas-Boas, J. (1991). *A técnica em natação pura desportiva*. Porto: Universidade do Porto - Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física, Documento de apoio à disciplina de Metodologia I – Natação.

Vilas-Boas, J. (1997). *O estado actual da investigação científica sobre técnica desportiva em natação*. Camargo: 17º Congreso da Asociacion Española de Técnicos de Natación e 4º Congreso Ibérico.

Wolin, P.; Tarbet, J. (1997). Rotator cuff injury: addressing overhead overuse. *Physician & Sportsmedicine*, 25(6): 54-56;59-60;66-70;72;74.

Yancher, R.; Larsen, O.; Baer, C. (1983). Power and velocity relationships in swimming. Technique might be more important than power when looking for increases in race velocity. *Swimming Technique*, 19(4): 16-18.

*Referencia indirecta