



Figura 4.28. Velocidade especificada em 2,5 m/s.



Figura 4.29. Sistema aguardando a digitação dos dados sobre o tempo de treinamento.



Figura 4.30. Sistema aguardando a digitação dos dados sobre o número de voltas na piscina.



Figura 4.31. Treinamento iniciado, *display* apresentando o tempo, a velocidade e a quantidade de voltas colocadas pelo treinador.

4.2.5. Marcadores internos e externos

Os marcadores externos, constituídos de cones ficam dois a dois na outra lateral da piscina onde o suporte móvel não percorre. Um marcador externo é colocado na borda lateral da piscina e outro a 2 metros logo atrás daquele e paralelamente (Figura 4.32).

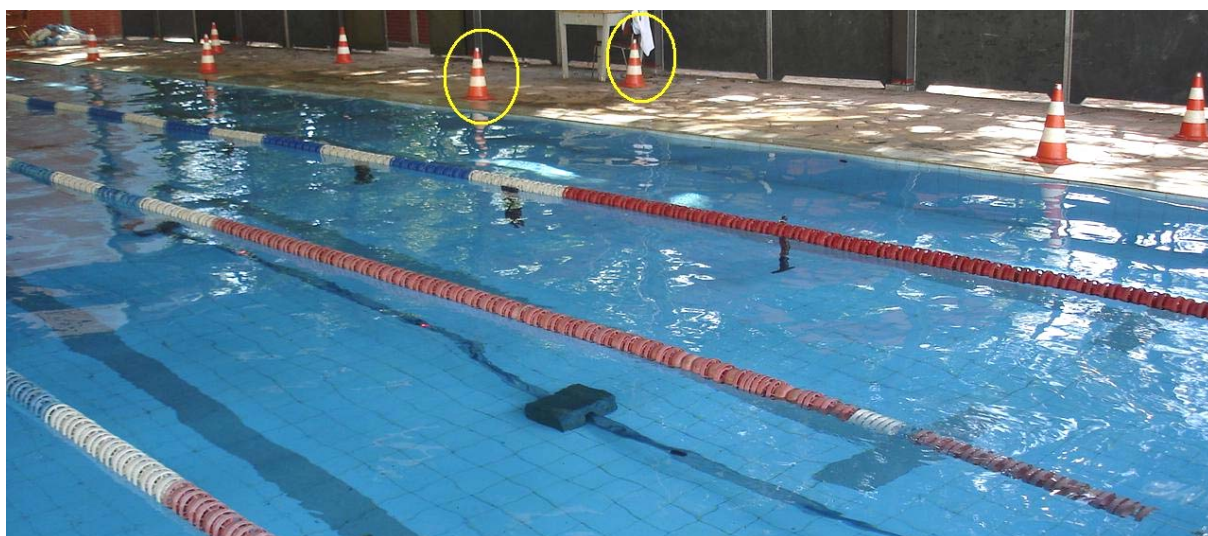


Figura 4.32. O detalhe em amarelo ilustra os marcadores distanciados 2 metros entre si.

Os marcadores internos são nove retângulos de 100 cm x 15 cm cobertos por um plástico preto (Figura 4.33). Ficam posicionados dentro da piscina, perpendicularmente à raia lateral do nadador (Figura 4.34). Foi colocado um peso embaixo de cada marcador para que permanecesse para baixo com o mínimo de oscilação.



Figura 4.33. Marcador interno, estrutura de madeira revestida por um plástico resistente.



Figura 4.34. Vista de três dos nove marcadores.

Estas marcas servem para que o usuário reconheça-os no *software* juntamente com a roupa ou outra parte do atleta e possa medir a velocidade do nado em intervalos predeterminados de acordo com os parâmetros colocados no programa.

Como são utilizados nove marcadores internos, neste trabalho, a primeira marca é colocada a 5m de distância da borda onde fica o bloco de saída da piscina, a partir desta, as outras oito marcas são colocadas distantes 2m uma da outra, sobrando desta forma, 4m do último marcador até a parede final da piscina, onde ocorre a virada, ou seja, com exceção da saída e da(s) virada(s), a cada dois metros é possível mensurar a velocidade do

atleta. Se o treinador preferir, esta disposição e forma podem ser alteradas e os marcadores podem ser incrementados ou reduzidos de acordo com seus interesses para cálculo da velocidade do nadador.

4.3. Softwares

O *software* desenvolvido para mensurar ângulos articulares por imagens estáticas é chamado de Analisador Postural [54], para calcular a velocidade de nado do atleta por imagens dinâmicas, SABIO e para fragmentar um vídeo em fotos, chamado nesta pesquisa por Fragmentador.

As imagens utilizadas para medir velocidade e ângulos são da câmera submersa por permitirem uma visualização melhor e maior do nadador, pois a maior parte do corpo do atleta fica submersa durante o nado, e conseqüentemente facilita o uso das ferramentas do programa, reduzindo possíveis erros na aquisição de dados pelo usuário.

A linguagem de programação escolhida para desenvolvimento do *software* Analisador foi a C++.NET, do SABIO, C#.NET, ambos da Visual Studio.NET da *Microsoft*. Este modelo .NET suporta um conjunto razoável de linguagens que podem ser utilizadas no desenvolvimento de aplicações [54], ou seja, caso um programador queira otimizar o *software* de origem com qualquer outro programa desenvolvido em uma outra linguagem que o Visual Studio.NET oferece suporte (C#, VB, Jscript ou Managed C++, entre outras), o programa pode executar todas as funções integrando as linguagens em uma única *interface*.

4.3.1. Analisador Postural

Ao executar o *software* Analisador Postural, a primeira tela a aparecer é sua *interface* (Figura 4.35). Nela estão contidos diversos botões, no entanto, serão detalhados adiante apenas os que são úteis nesta pesquisa, todas informações sobre as ferramentas deste programa são mostradas em [54], inclusive as não utilizadas neste estudo.

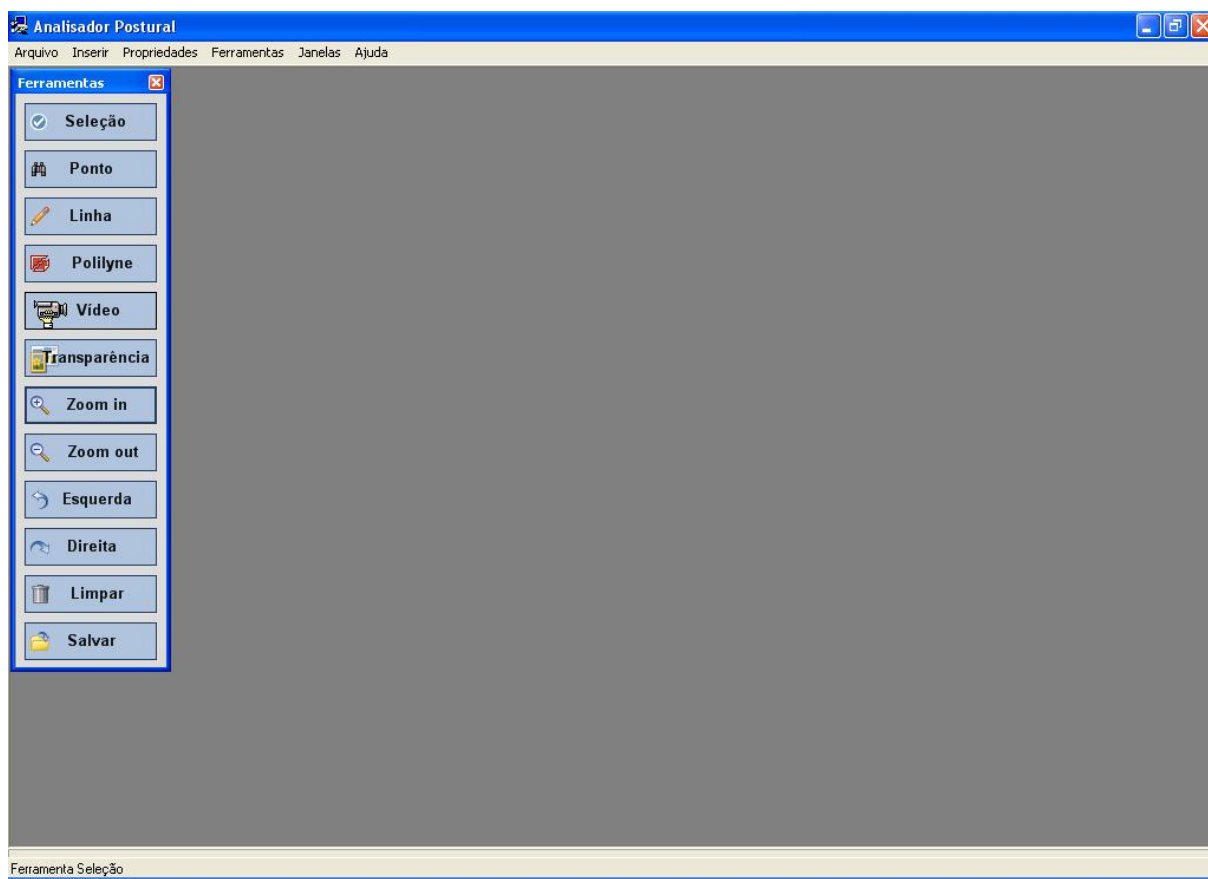


Figura 4.35. Interface do programa Analisador.

4.3.1.1. Polilyne

O termo *Polilyne* significa linha composta de várias linhas, esta ferramenta possui a função de mensurar ângulos por pelo menos 3 pontos pertencentes a ela em uma imagem estática, estando a foto, em qualquer um destes formatos: BMP, JPEG, GIF, TIF, WMF e ICO.

Antes de clicar neste botão, o usuário deve ir em “Arquivo” e em seguida “Abrir imagem” para abrir a foto de interesse de estudo. Feito isto, é possível calcular os ângulos articulares clicando com o mouse em pontos anatômicos do corpo na imagem. O valor do ângulo articular (dado em vermelho) aparece próximo ao ponto (Figura 4.36).

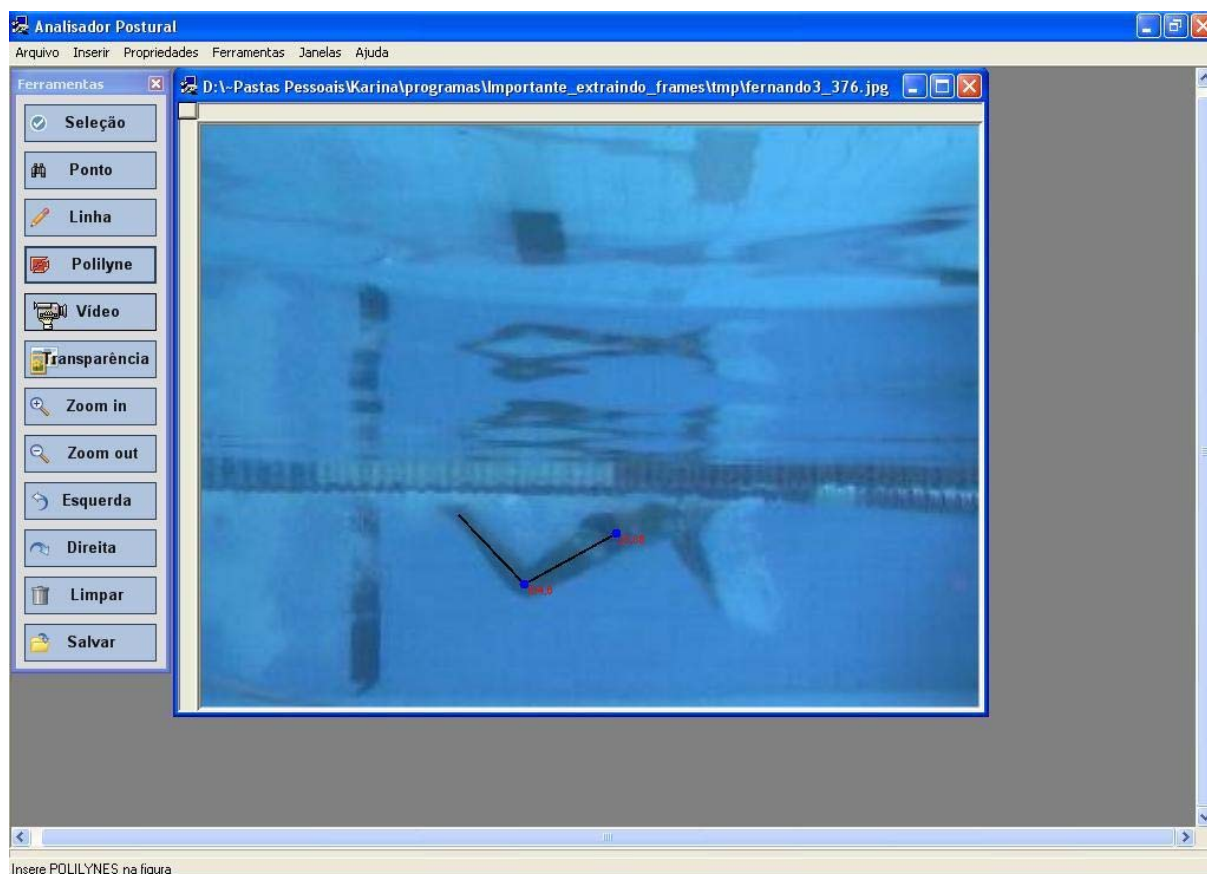


Figura 4.36. Exemplo de um cálculo do ângulo de flexão máxima do joelho no nado borboleta.

4.3.1.2. Botões Zoom in e Zoom out

O botão “zoom in” é utilizado para ampliar e o botão “zoom out” é utilizado para reduzir o tamanho da imagem. Ambos servem para facilitar a análise e o encontro do ponto anatômico correto. A Figura 4.37 demonstra estas ferramentas.

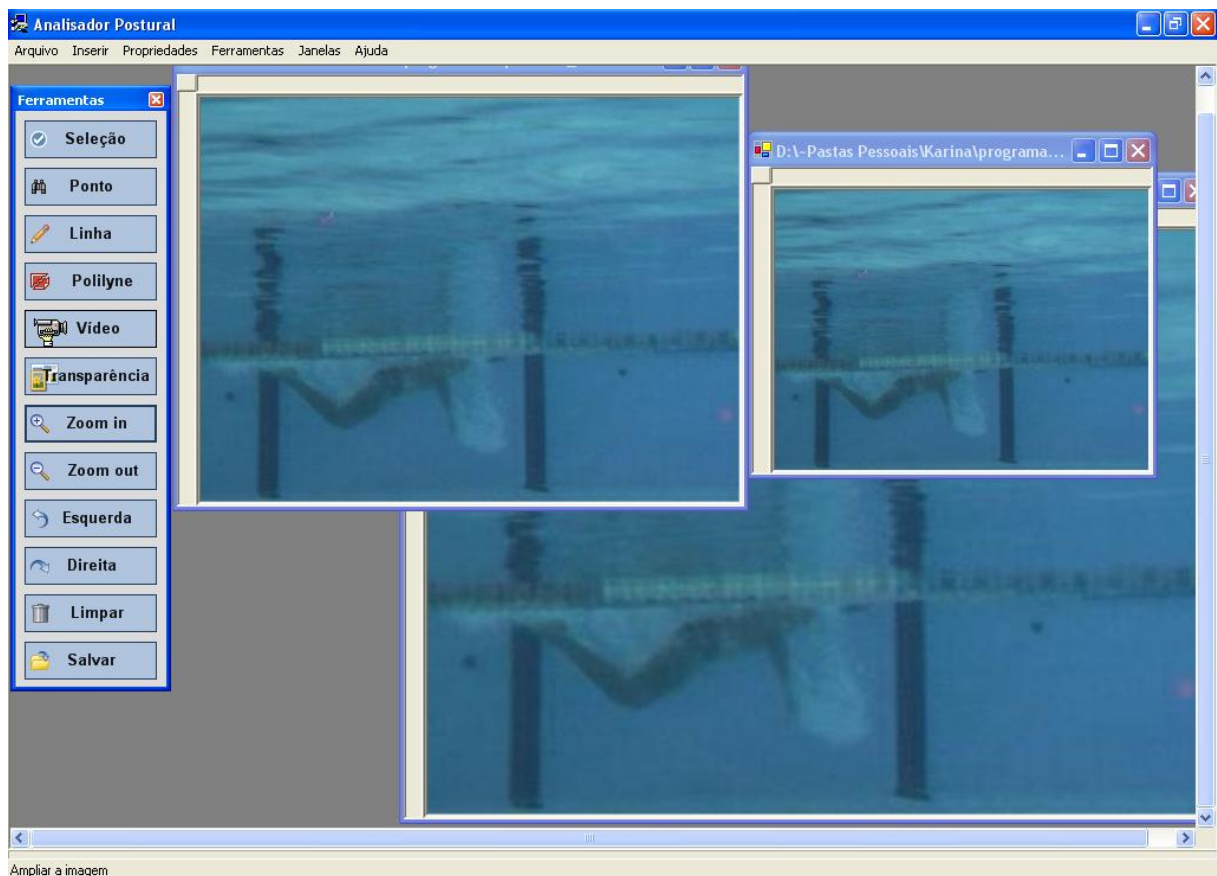


Figura 4.37. Exemplo da aplicação da ferramenta zoom.

4.3.2. SABIO

De acordo com as características do programa descritas no capítulo anterior, a interface possui um modelo intuitivo que facilita o manuseio do usuário (Figura 4.38). Porém, será descrito, em seguida, a funcionalidade de cada uma destas ferramentas:

- 4.3.2.1 – *File*;
- 4.3.2.2 – *Play, Stop e Pause*;
- 4.3.2.3 – *Slow Motion*;
- 4.3.2.4 – *Set Time*;
- 4.3.2.5 – Calcular;
- 4.3.2.6 – Distância a calcular;
- 4.3.2.7 – Salvar dados.

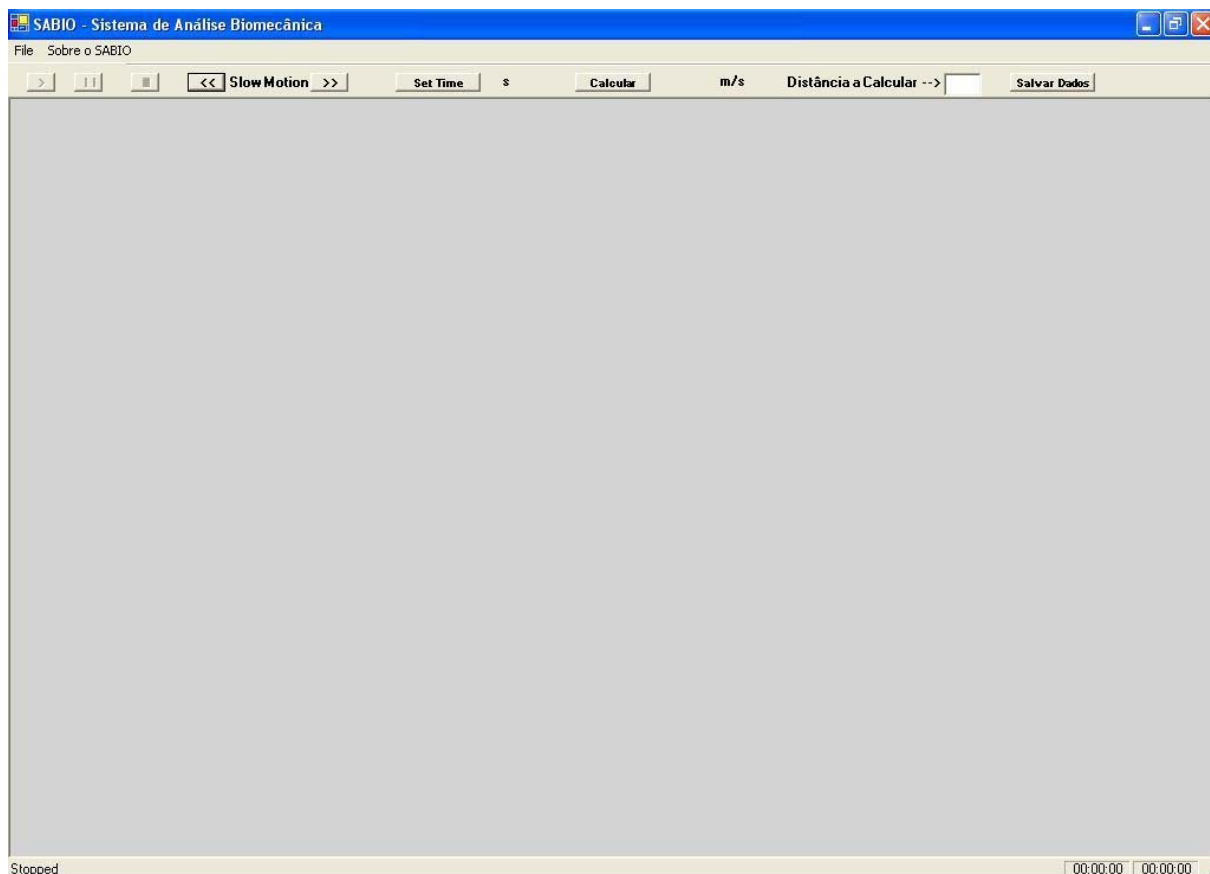


Figura 4.38. Interface do SABIO.

4.3.2.1. File

Esta ferramenta permite abrir arquivos de mídia que tenha uma destas extensões: mpeg, avi, wma, mov, wav, mp2 e mp3. Neste item, o vídeo de interesse é aberto.

4.3.2.2. Play, Stop e Pause

O *Play* é usado para que o vídeo seja executado, no entanto, ao abri-lo, o vídeo já é iniciado automaticamente. O *Pause* serve para pausar o vídeo e o *Stop* para parar a execução. A figura 4.39 ilustra o formato de cada um destes botões na barra de ferramentas.

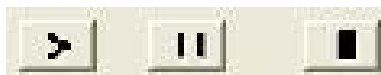


Figura 4.39. Da esquerda para a direita, botões *Play*, *Pause* e *Stop*.

4.3.2.3. *Slow Motion*

Neste item o usuário pode passar o vídeo lentamente tanto para frente quanto para trás, o intervalo de cada clique em um destes botões é de 0,0333333 segundo no vídeo (Figura 4.40). Se o vídeo for de 30 quadros por segundo, é possível passá-lo a uma velocidade aproximada de um *frame*. Este recurso é necessário no posicionamento correto do corpo do nadador no ponto de referência, para início e cálculo de sua velocidade, pois nem sempre será possível pausar o vídeo no local correto utilizando apenas o botão *Pause*.



Figura 4.40. Botões do *Slow Motion*. Executa o vídeo lentamente para trás com o botão da esquerda, com o botão da direita, executa o vídeo lentamente para frente.

4.3.2.4. *Set Time*

Quando o atleta estiver posicionado no local correto em frente a um dos marcadores internos, ao clicar neste botão, uma contagem do tempo é iniciada, semelhante a um cronômetro, até que o usuário clique em “Calcular” ou novamente em “Set Time”. A Figura 4.41 ilustra o momento em que a contagem do tempo foi iniciada quando o quadril do nadador, sendo o ponto de referência escolhido, ficou alinhado com um marcador interno.

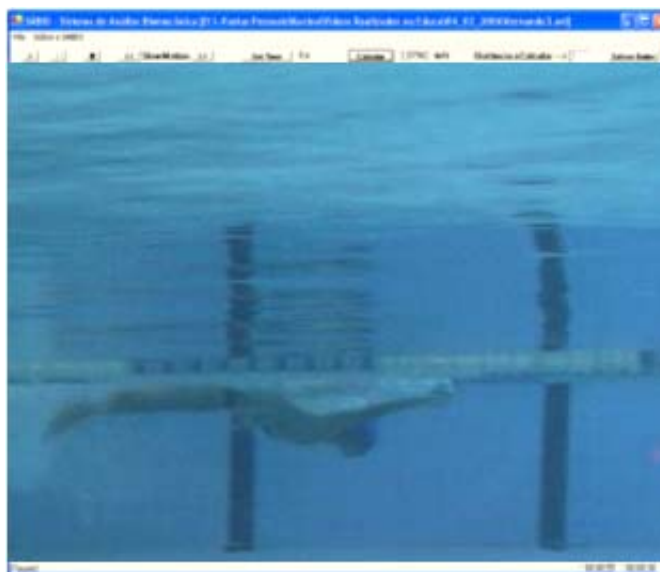


Figura 4.41. Momento em que o quadril está alinhado com o marcador interno.

4.3.2.5. Calcular

Iniciado o processo de contagem do tempo, este botão mostra o valor da velocidade em m/s calculando a Equação 4.1, em que o tempo corresponde aos segundos gastos pelo atleta para percorrer o espaço especificado pelo usuário no campo “Distância a Calcular” no programa. Pela figura 4.41, é possível observar que a velocidade do nado foi de 1,58062 m/s nos últimos 2m de deslocamento.

$$Velocidade = \frac{distância}{tempo}$$

(4.1)

4.3.2.6. Distância a Calcular

Neste campo o usuário digita a distância de deslocamento do atleta na qual irá avaliar (Figura 4.42).

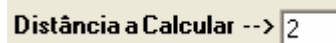


Figura 4.42. Campo onde o usuário digita a distância, neste caso, a velocidade foi calculada em 2 metros de nado.

4.3.2.7. Salvar dados

Este botão salva os dados de velocidade, tempo gasto e distância percorrida em documento de extensão txt. Este formato de texto pode ser importado para outros programas como o *Microsoft Excel* e assim, gerar gráficos e planilhas destes valores.

4.3.3. Fragmentador

Este programa possui duas funções principais em sua *interface* (Figura 4.43):

- A escolha de converter o filme em 10 quadros/segundo ou em 1 quadro/segundo no menu “Options”.
- A fragmentação propriamente dita, usando o botão “Scan”.

Após estes passos, o vídeo pode ser visualizado em fotos na pasta “temp” do próprio programa.

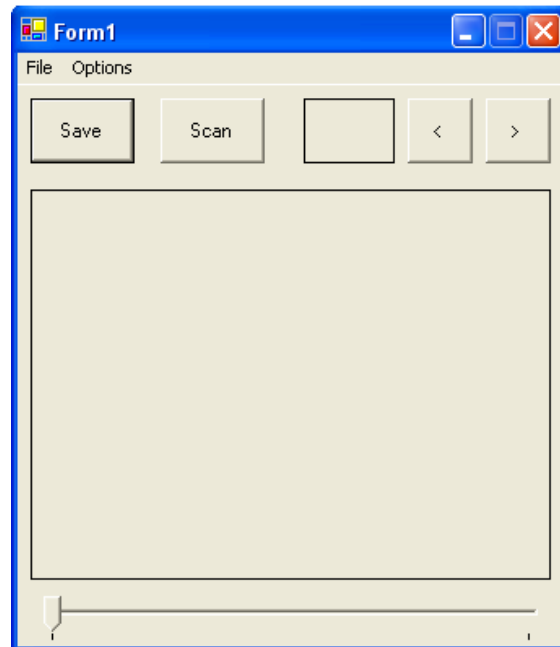


Figura 4.43. *Interface do fragmentador de vídeo.*

4.4. Conclusão

Neste capítulo foram descritos a escolha dos materiais, o desenvolvimento dos equipamentos e do *software* e as funções de cada item do SABIO. Desde o início da construção deste sistema para análise biomecânica de nadadores, diversos testes foram realizados com atletas de estilos e categorias diferentes, para aprimoramento de cada parte de *hardware* e *software*. Com este sistema desenvolvido, no capítulo seguinte, a técnica do nado de um atleta será analisado e alguns resultados serão demonstrados.

Referências Bibliográficas

- [01] FERNANDES, R.; VILAS-BOAS, J. P. **Partidas e viragens em natação: descrição e seqüências metodológicas**. Apostila didática. Universidade do Porto, Portugal, p.1, S/D.
- [02] MAGLISCHO, E . **Nadando ainda mais rápido**. 1. ed. São Paulo: Manole, 1999.
- [03] DEGANI, A. M.; BARELA, J. A. Parâmetros espaço-temporais e angulares do andar de indivíduos idosos em ambiente aquático. In: **IX Congresso Brasileiro de Biomecânica** 2001, Gramado. Anais. Volume 11, 2001.
- [04] ERVILHA U. F.; AMADIO A. C. “Padrão do sinal eletromiográfico de músculos do membro inferior e cinemática do joelho durante o andar em ambiente aquático e terrestre”, **Revista Brasileira de Biomecânica**, maio, 2002.
- [05] RUOTI R.; COLE A. **Reabilitação aquática**. São Paulo: Manole, 2000.
- [06] WINTER, D. A. **Biomechanics of Human Movement**. Ontario, Canada: John Wiley e Sons Inc, 1979.
- [07] YAMAMOTO, S.; NAKAZAWA, K.; YANO, H. Lower limb kinematics during walking in water. **Book of Abstracts XVth Congress ISB**, p.1012-1013, 1995.
- [08] PYNE, D. B.; LEE, H.; SWANWICK, K. M. Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.33, p.291-7, 2001.
- [09] McARDLE, W. D.; GLASER, R. M.; MAGEL, J. R. Metabolic and cardiorespiratory response during free swimming and treadmill walking. **J. Appl. Physiol.**, v. 30, p. 733-738, 1971.

- [10] MAGEL, J. R., FOGLIA, G. F.; McARDLE, W. D.; GUTIN, B.; PECHAR, G. S.; KATCH, F. I. The specificity of swim training on maximum oxygen uptake. **J. Appl. Physiol.**, v. 38, n. 1, p. 151-155, 1975.
- [11] MANÇO, E. A. A.; **Proposta de um sistema de tração dinâmico para treinamento de nadadores.** 2002. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.
- [12] GATTI, R. G. O.; ERICHSEN, O. A.; MELO, S. I. L. “Respostas fisiológicas e biomecânicas de nadadores em diferentes intensidades de nado”, **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.6, n. 1, p. 26 – 35, 2004.
- [13] HALL, S. J. **Biomecânica Básica.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. 509 p.
- [14] AMADIO, A. C. **Tendências e Perspectivas do Desenvolvimento da Biomecânica do Esporte.** Disponível em: <<http://fepar.edu.br/aulas/MarioAndrade/BIO2.PRN.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2005.
- [15] DONSKOY, D. D. **Grundlagen der Biomechanik.** 1975.
- [16] ZATSIORSKY, W. M.; ARUIN, A. S.; SELUJANOV, W. N. Massengeometrie des Menschlichen Körpers (I), (II). **Theorie und Praxis der Körperkultur** 6/7, p. 416-423 / 533-541, 1982.
- [17] AMADIO, A. C. **Biomechanische Analyse des Dreisprungs.** Köln, 275f. Dissertation (Doktor der Sportwissenschaften) - Deutsche Sporthochschule Köln, 1985.
- [18] BAUMANN, W. Métodos de Medição e Campos de Aplicação da Biomecânica: Estado da Arte e Perspectivas. **VI Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Brasília: Conferência, 1995.
- [19] AMADIO, A. C. **Fundamentos Biomecânicos Para a Análise do Movimento Humano.** 1996. 162 p.
- [20] TSUCHIYA, J.; MURATA, K.; FUKUNAGA, T. Kinetic analysis of backward giant swing on parallel bars. **International Journal of Sport and Health Science**, v. 2, p. 211-221, 2004.

- [21] ADRIAN, M.; COOPER, J. **Biomechanics of Human Movement**. McGraw-Hill. Boston, 1995.
- [22] SACCO, I. C. N.; AMADIO, A. C. Proposta metodológica para o estudo de respostas biomecânicas aplicadas na avaliação do andar em indivíduos portadores de diabetes. (in) **Anais do VI Congresso Brasileiro de Biomecânica**, pp.78-84, Brasília, 1995.
- [23] KREIGHBAUM, E. B., K. **Biomechanics: A Qualitative Approach for Studying Human Movement**. 4. ed. Boston: Allyn and Bacon, 1996. 619 p.
- [24] DE LUCA, C. J. Physiology and mathematics of myoelectric signals. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, p.BME-29, n. 6, p. 313-325, Junho 1979.
- [25] AMADIO, A. C.; ÁVILA, A. O. V.; GUIMARÃES, A. C. S.; DAVID, A. C.; MOTA, C. B.; BORGES, D. M.; GUIMARÃES, F.; MENZEL, H. J.; CARMO, J.; LOSS, J.; SERRÃO, J. C.; SÁ, M. R.; BARROS, R. M. L. **Métodos de medição em biomecânica do esporte: descrição de protocolos para aplicação nos centros de excelência esportiva (rede CENESP - MET)**. Disponível em: <http://www.usp.br/eef/biomecan/download/protocolo_rbb.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2005.
- [26] ALLARD, P.; BLANCHI, J. P.; AÏSSAOUI, R. Bases of three-dimensional reconstruction. In: P. Allard; I.A.F. Stokes; J. P. Blanchi (ed). **Three-Dimensional analysis of human movement**. Champaign: Human Kinetics, 19-40, 1995.
- [27] WINTER, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. New York: Wiley. xvi, 277p. 1990.
- [28] BRAUNE, W.; FISCHER, O. **The Human Gait**. Alemanha: Spriger-Verlag Berlin Heidelberg, 1987. (original: 1895 – 1904).
- [29] YAMASAKI, R. **Caracterização da laringe do idoso**. 2001. 54f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2001.
- [30] MAREY, E. J. De la locomotion terrestre chez les bipedes et les quadrupedes, **J. Anat. Physiol**, v. 9, p. 42-80, 1873.
- [31] FUKUCHI, R. K.; LOPES, A. D.; HIRATA, R. P.; STOLF, S. F.; MOURA, N. A.; MOURA, T. F. P.; DUARTE, M. **Relatório técnico da análise cinemática do salto**

em distância durante o XXII Troféu Brasil de Atletismo. Disponível em: <<http://www.usp.br/eef/lob/jump/tb2003.html>>. Acesso em: 28 nov. 2005.

- [32] MUYBRIDGE, E. **Muybridge's complete human and animal locomotion.** New York: Dover Publications, 1979.
- [33] WANG, J. J.; SINGH, S. Video Analysis of Human Dynamics – a survey. **Real-Time Imaging**, v. 9, p. 321-346, 2003.
- [34] ABDEL-AZIZ, Y. I.; KARARA, H. M. Direct Linear Transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. **ASP/UI Symposium on Close-Range Photogrammetry.** American Society of Photogrammetry, Falls Church, VA. 1971.
- [35] EIAN, J.; POPPELE, R. E. A single-camera method for three-dimensional video imaging. **Journal of Neuroscience Methods**. v. 120, p. 65-83, 2002.
- [36] **DVIDEOOW.** Disponível em: <<http://www.ic.unicamp.br/~pascual/dvideow.html>>. Acesso em: 28 nov. 2005.
- [37] SARRO, K. J.; SILVATTI, A. P.; BARROS, R. M. L. Análise cinemática dos padrões de movimentação da caixa torácica de nadadores durante a respiração. **XI Congresso Brasileiro de Biomecânica**, 2005.
- [38] MENEZES, R. P.; MISUTA, M. S.; FIGUEROA, P. J.; CUNHA, S. A.; BARROS, R. M. L. Variabilidade da representação por componentes principais das posições de jogadores de futebol. **XI Congresso Brasileiro de Biomecânica**, 2005.
- [39] ANDRADE, L. M. **Análise de marcha: protocolo experimental a partir de variáveis cinemáticas e antropométricas.** 2002. 104f. Dissertação (Mestrado em Biomecânica) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- [40] ARAÚJO, A. G. N. **Proposição e avaliação de um modelo de representação dos membros superiores e escápula durante a marcha humana.** 2002. 68f. Dissertação (Mestrado em Biomecânica) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- [41] PATERNIANI, P. E. S. **Desenvolvimento de uma Metodologia para Reconstrução Tridimensional e Análise de Superfícies do Corpo Humano.** 2001. 74f. Dissertação (Mestrado em Educação Motora) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

- [42] **Biblioteca de vídeos da Ariel Dynamics.** Disponível em: <<http://www.sportsci.com/media/>>. Acesso em: 07 nov. 2005.
- [43] BARELA, A. M. F. **Análise biomecânica do andar de adultos e idosos nos ambientes aquático e terrestre.** 2005. 131f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- [44] ARIEL, G. **Biomechanical Analysis of the Shot-Put Event at the 2004 Athens Olympic Games.** Disponível em: <<http://www.sportsci.com/start/apas/studies/shotfinal.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2005.
- [45] **Ariel Performance Analysis System (APAS).** Disponível em: <http://www.sportsci.com/adi_2001/adi/products/apas/default.asp>. Acesso em: 20 jan. 2005.
- [46] ARELLANO, R.; BROWN, P.; CAPPAERT, J.; NELSON, R. C. . "Analysis of 50-, 100- and 200-m Freestyle Swimmers at the 1992 Olympic Games". In **Journal of Applied Biomechanics**, v.10, n.2, p.189-199,1994.
- [47] CAPPAERT, J.M.; MONTEIL, K. M.; CRICKARD, G.; TROUP, J. P "Biomechanical and Electromyographical Comparisons of Competitive Swimmers during a Fatiguing Exercise Bout." In **Proceedings of the American College of Sports Medicine**, Dallas, TX, May 29 - June 1, 1991.
- [48] SANDERS, R. H.; CAPPAERT, J. M.; DEVLIN, R. K.; TROUP, J. P. "Evidence of Energy Reuse Through Body Wave Motion in Butterfly Swimming." In **Abstracts for the 9th International Symposium on Biomechanics in Sports**, June: p. 49, 1992.
- [49] LEE, Ching-Wen; HUANG, C.; LIN, D. C.; LEE, Ching-Wei. "The Strategy of Muscular Pre-Tension during Initial Block Phase in Swimming Grab Start." In **Abstracts of the 20th International Symposium on Biomechanics in Sports**, July 1-5, Caceres, Spain; p. 52-55, 2002.
- [50] ZAMPARO, P.; PENDERGAST, D. R.; TERMIN, B.; MINETTI, A. E. How fins affect the economy and efficiency of human swimming. **Journal of Experimental Biology**, v. 205, n. 17, p. 2665-2676, 2002.
- [51] YANAI, T.; HAY, J.G "Three-Dimensional Videography of Swimming Techniques." In: **Proceedings the 17th Annual Meeting for the American Society of Biomechanics**, October 21-23: pp. 151-152, 1993.

- [52] YANAI, T.; HAY, J. G., GEROT, J. T. Three-Dimensional Videography of Swimming With Panning Periscope. **Journal of Biomechanics**, v. 29. n. 5, p. 673-678, 1996.
- [53] YANAI, T. "Mechanics of Body Roll in Front-Crawl Swimming." In **Proceedings of XVI International Symposium on Biomechanics in Sports**, 1998.
- [54] PAIVA, L. R. M. **Um aplicativo de software desenvolvido para avaliação de imagens por fotogrametria**. 2005. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.
- [55] **WINanalyse**. Disponível em: <<http://www.itronx.com/pdf/winanalyze.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2005.
- [56] BARTLETT, R. **Introduction to Sports Biomechanics**. E & FN Spon, New York. 1997.
- [57] CHOLLET, D. **Approche scientifique de la Natation Sportive**. Editions Vigot. Paris, 1997.
- [58] YAMAMOTO, M.; KOSHIKAWA, K. Human motion analysis based on a robot arm model. **Proceedings of the IEEE CVPR**, 1991. p. 664–665.
- [59] PENTLAND, A.; HOROWITZ, B. Recovery of nonrigid motion and structure. **IEEE Transactions on PAMI**, v. 13, n. 7, p. 730–742, 1991.
- [60] GUO, Y.; XU, G.; TSUJI, S. Tracking human body motion based on a stick figure model. **Journal of Visual Communication and Image Representation**, v.5, n.1, p.1–9, 1994.
- [61] BASCLE, B.; DERICHE, R. Region tracking through image sequences. **Proceedings of the ICCV**, Puerto Rico, 1995. p. 302–307
- [62] XU, L. Q.; HOGG, D. C. Neural networks in human motion tracking—an experimental study. **Image and Vision Computing**, v. 15, p.607–615, 1997.

- [63] PAVLOVIC, V.; SHARMA, R.; CHAM, T. J.; MURPHY, K. P. A dynamic Bayesian network approach to figure tracking using learned dynamic models. **ICCV**, Corfu, Greece, 1999. p. 94–101.
- [64] RICQUEBOURG, Y.; BOUTHEMY, P. Real-time tracking of moving persons by exploring spatio-temporal image slices. **IEEE Transactions on PAMI**, v. 22, n. 8, p. 797–808, 2000.
- [65] RIGOLL, G.; EICKELER, S.; MÜLLER, S. Person tracking in real-world scenarios using statistical methods. **Proceedings of the 4th ICAFG**, Grenoble, France, 2000. p. 342–347.
- [66] BOWDEN, R.; MITCHELL, T. A.; SARHADI, M. Non-linear statistical models for the 3D reconstruction of human pose and motion from monocular image sequences. **Image and Vision Computing**, v.18, p.729–737, 2000.
- [67] JOJIC, N.; TURK, M.; HUANG, T. S. Tracking self-occluding articulated objects in dense disparity maps. **Proceedings of the IEEE ICCV 1**, Corfu, Greece, 1999. p. 123–130.
- [68] PARAGIOS, N.; DERICHE, R. A PDE-based level-set approach for detection and tracking of moving objects. **Proceedings of the 6th ICCV**, Bombay, India, Janvier, 1998.
- [69] CHAM T. J.; REHG, J. M. A multiple hypothesis approach to figure tracking. **Proceedings of Perceptual User Interfaces**, 1998. p. 19–24.
- [70] JANG, D. S.; JANG, S. W.; CHOI, H. I. 2D human body tracking with structural Kalman filter. **Pattern Recognition**, v.35, n.10, p. 2041–2050, 2002.
- [71] LEE, W.; RYU, S.W.; LEE, S. J. Motion based object tracking with mobile camera. **Electronics Letters**, v. 34, n. 3, p. 256–258, 1998.
- [72] LIPTON, A. J.; FUJIYOSHI, H.; PATIL, R. S. Moving target classification and tracking from real-time video. **Proceedings of the DARPA IUW**, 1998. p. 8–14.
- [73] HEISELE, B.; KRESSEL, U.; RITTER, W. Tracking non-rigid, moving objects based on color clusters flow. **Proceedings of the IEEE CVPR**, San Juan, 1997. p. 257–260.

- [74] SCHLEGEL, A.; ILLMANN, J.; JABERG, H.; SCHUSTER, M.; WÖRZ, R. Vision based person tracking with a mobile robot. **Proceedings of the 9th BMVC**, Southampton, 1998. p. 418–27.
- [75] CAI, Q.; AGGARWAL, J. K. Tracking human motion in structural environments using a distributed-camera system. **IEEE Transactions on PAMI**, v.21, n.11, p.1241–1247, 1999.
- [76] CHELLAPPA, R.; WILSON, C.L.; SIROHEY, S. Human, machine recognition of faces: a survey. **Proceeding of the IEEE**, v. 83, n. 5, p. 705–740, 1995.
- [77] FROMHERZ, T.; STUCKI, P.; BICHSEL, M. A Survey of Face Recognition, MML Technical Report, No 97.01, Dept. of Computer Science, University of Zurich, Zurich, 1997.
- [78] LI, Y.; MA, S.; LU, H. A multiscale morphological method for human posture recognition. **Proceedings of the ICAFG**, Nara, Japan, p.14–16, April, 1998.
- [79] NIXON, M. S.; CARTER, J. N.; CUNADO, D.; HUANG, P. S.; STEVENAGE, S. V. Automatic gait recognition. In: Jain A. K.; Bolle, R.; Pankanti, S. (editors). **Biometrics: personal identification in networked society**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 1999. p. 231–50.
- [80] NIYOGI, S.; ADELSON, E. Analyzing and recognizing walking figures in XYT. **Proceedings of the CVPR**, 1994. p. 469–74.
- [81] MEYER, D.; PSL, J.; NIEMANN, H. Gait classification with HMMs for trajectories of body parts extracted by mixture densities. **Proceedings of the BMVC**, 1998. p. 459–68.
- [82] WHITTLE M. W. Clinical gait analysis: a review. **Human Movement Science**, v. 15, n. 3, p.369–387, 1996.
- [83] INMAN, V. T.; RALSTON, H. J.; TODD, F. **Human walking**. Maltimore, MD: Williams and Wilkins; 1981.
- [84] YEASIN, M.; CHAUDHURI, S. Development of an automated image processing system for kinematic analysis of human gait. **Real Time Imaging**, v. 6, n. 1, p. 55–67, 2000.

- [85] TABB, K.; DAVEY, N.; ADAMS, R.; GEORGE, S. Analysis of human motion using snakes and neural networks. **Proceedings of the IWAMDO**, Palma de Mallorca, Balaeric Islands, 2000. p. 48–57.
- [86] KALE, A.; RAJAGOPALAN, A. N.; CUNTOOR, N.; KRUEGER, V. Gait-based recognition of humans using continuous HMMs. **Proceedings of the AFGR**, 2002. p. 321–326.
- [87] THAR, R.; BLACKBURN, N.; KÜHL, M. A New System for Three-Dimensional Tracking of Motile Microorganisms. **Applied And Environmental Microbiology**, v.66, N°5, p. 2238–2242, 2000.
- [88] WILGA, C. D.; LAUDER, G. V. Function of the heterocercal tail in sharks: quantitative wake dynamics during steady horizontal swimming and vertical maneuvering. **Journal of Experimental Biology**. v. 205, p. 2365–2374, 2002.
- [89] BROWN, R. M.; COUNSILMAN, J. E. The role of lift in propelling swimmers. In **J. M. Cooper (Ed.), Biomechanics (pp.179 -188)**. Chicago: Athletic Institute, 1971.
- [89] TAKAGI, H.; SHIMIZU, Y.; KODAN, N. A hydrodynamic study of active drag in swimming. **JSME International Journal**, v.42, n.2, n., p.171-177. feb.1999.
- [90] TAÏAR, R.; SAGNES, P.; HENRY, C.; DUFOUR, A. B.; ROUARD, A. H. Hydrodynamics optimization in butterfly swimming: position, drag coefficient and performance. **Journal of Biomechanics**, v. 32, p. 803-810, 1999.
- [91] LAUDER, M. A.; DABNICHKI, R. M.; BARTLETT. Improved accuracy and reliability of sweepback angle, pitch angle and hand velocity calculations in swimming. **Journal of Biomechanics**, v. 34, pp. 31-39, 2001.
- [92] SANDERS, R. H.; CAPPAERT, J. M.; DEVLIN, R. K. Wave characteristics of butterfly swimming. **Journal of Biomechanics**, vol. 28, n°1, pp. 9-16, 1995.
- [93] BERGER, M. A. M.; HOLLANDER, A. P.; DE GROOT, G. Determining propulsive force in front crawl swimming: A comparison of two methods, **Journal of Sports Sciences**, vol. 17, pp. 97-105, 1999.
- [94] GAUTIER, J.; BALY, L.; ZANONE, P. G.; WATIER, B. A kinematic study of finswimming at surface. *Journal of Sports Science and Medicine*, vol. 3, pp. 91-95, 2004.

- [95] TOUSSAINT, H. M.; BERG, C. V. D.; BEEK, W. J. "Pumped-up propulsion" during front crawl swimming. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.34, n.2, p.314-319, 2002.
- [96] YU, B.; KOH, T. J; HAY, J. G. A panning DLT procedure for three-dimensional videography. **J. Biomechanics**, v. 26, p. 741-751, 1993.
- [97] YANAI, T. Rotational effect of buoyancy in frontcrawl: does it really cause the legs to sink. **Journal of Biomechanics**, v. 34, p. 235-243, 2001.
- [98] BARBOSA, T. M.; KESKINEN, K. L.; FERNANDES, R.; COLAÇO, P.; LIMA, A. B.; VILAS-BOAS, J. P. Energy cost and intracyclic variation of the velocity of the centre of mass in butterfly stroke. **Eur J Appl Physiol**, v.93, n.5-6, p.519-523, Mar. 2005.
- [99] **Ariel Performance Analysis System (APAS)**. Disponível em: <<http://www.sportsci.com/adi/2001/adi/products/apas/default.asp>>. Acesso em: 20 jan. 2005.
- [100] **Total Performance Inc.** Disponível em: < <http://www.swimtpi.com/cam.htm>>. Acesso em: 06 dez. 2005.
- [101] BARROS, R. M. L. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos humanos. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v.15. n 1-2, p.79-86. 1999.
- [102] **Caixa De Mergulho Sport Pack Para Filmadora Mini-Dv E Dvd – Sony**. Disponível em: <http://cinefoto.americanas.com.br/cgi-bin/WebObjects/eacom.woa/wa/prod?pitId=266199&source=NAVIGATION_LINE>. Acesso em: 05 dez. 2005.
- [103] **Narwhal – Atividades Subaquáticas**. Disponível em: <<http://narwhal.com.br.megaloja.com/result.cfm?tipo=FOTO%20E%20VIDEO>>. Acesso em: 06 dez. 2005.
- [104] **Sacola a Prova D'água**. Disponível em: <http://plpesca2.locaweb.com.br/produtos_descricao.asp?codigo_produto=3695>. Acesso em: 05 dez. 2005.

- [105] SANTOS, J. P. **Construção de uma caixa estanque**. Disponível em: <
http://www.geocities.com/mundo_silencio/docs/material/caixa.html>. Acesso em: 06
dez. 2005.
- [106] TOUSSAINT, H.M. Performance determining factors in front crawl swimming. In:
MCLAREN, D.; REILLY, T.; LEES, A., eds. **Biomechanics and medicine in
swimming**: swimming science VI. London, E. & F.N. Spon, 1992. p.13-32.
- [107] CRAIG JR, A. B.; SKEHAN, P. L.; PAWELCZYK, J. A. & BOOMER, W. L.
Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition.
Med Sci Sports Exerc. 17 (6): 625-634, 1985.
- [108] CRAIG JR, A. B. & PENDERGAST, D. R. Relationships of stroke rate, distance per
stroke and velocity in competitive swimming. **Med Sci Sports Exerc.** 11 (3): 278-
283, 1979.
- [109] KESKINEN, K. L.; KOMI, P. V. Stroking Characteristics of Front Crawl Swimming
During Exercise. **J Appl Biomech.** 9: p.219-226, 1993.
- [110] CARR, G. A. **Mechanics of Sport: a practitioner's guide**. Champaign:
Humankinetics. 1997.
- [111] WELTMAN, A. **The blood lactate response to exercise**. Champaign, Human
Kinetics, 1995.
- [112] YE, H. M. P.; GARDNER, R. M.; ADAMS, T. D.; YANOWITZ, F. G.; CRAPO,
R. O. Anaerobic threshold: problems of determination and validation. **Journal of
Applied Physiology**, Bethesda, v.55, n.4, p.1168-86, 1983.
- [113] CARTER, H.; JONES, A. M.; DOUST, J. H. Effect of 6 weeks of endurance training
on the lactate minimum speed. **Journal of Sports Sciences**, London, v.17, p.957-67,
1999.
- [114] SCHNEIDER, D. A.; McLELLAN, T. M.; GASS, G. C. Plasma catecholamine and
blood lactate responses to incremental arm and leg exercise. **Medicine and Science
in Sports and Exercise**, Madison, v.32, n.3, p.608-13, 2000.
- [115] BONIFAZI, M.; MARTELLI, G.; MARUGO, L.; SARDELLA, F.; CARLI, G.
Blood lactate accumulation in top level swimmers following competition. **Journal of
Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v.33, p.13-8, 1993.
- [116] RIBEIRO J. P.; CADAVID, E.; BAENA, J.; MONSALVETE, E.; BARNA, A.; DE
ROSE, E. H. Metabolic predictors of middle-distance swimming performance.
British Journal of Sports Medicine, London, v.24, n.3, p.196-200, 1990.

- [117]MAGLISCHO, E. The application of energy metabolism to swimming training. In: UNGERECHTS B.E.; WILKE, K.; REISCHLE, K. (Eds.). **Swimming science V**. Champaign: Human Kinetics, 1988. p.209-18.
- [118]MAGLISCHO, E. **Swimming even faster**. Mayfield: Mountain View, 1993.
- [119]PYNE, D.B.; LEE, H.; SWANWICK, K.M. Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.33, p.291-7, 2001.
- [120]WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; IKUTA, Y.; MUTOH, Y.; MIYASHITA, M. Adaptations to six months of aerobic swim training: changes in velocity, stroke rate, stroke length and blood lactate. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.14, n.7, p.368-72, 1993.
- [121]MAGLISCHO, E.; MAGLISCHO, C. M.; SMITH, R. E.; BISHOP, R. A.; HOVLAND, P. N. Determining the proper training speeds for swimmers. **Journal of Swimming Research**, v.1, p.32-38, 1984.
- [122]WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; HARADA, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; MIYASHITA, M. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady-state?. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.66, p.90-5, 1993.
- [123] KOKUBUN, E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio em natação. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v.10, n.1, p.5-20, 1996.
- [124] RIBEIRO, L. F. P.; BALDISSERA, V.; BALAKIAN, P.; SOARES, A. R. Limiar anaeróbio em natação: comparação entre diferentes protocolos. **Rev. bras. Educ. Fís. Esp.**, São Paulo, v.18, n.2, p.201-12, abr./jun. 2004.