



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
CURSO DE BACHARELADO EM FISIOTERAPIA

Marcos Dutra Silveira

**AFERIÇÃO DO PESO HIDROSTÁTICO DE IMPLEMENTOS UTILIZADOS NA
FISIOTERAPIA AQUÁTICA**

Porto Alegre
2015

MARCOS DUTRA SILVEIRA

**AFERIÇÃO DO PESO HIDROSTÁTICO DE IMPLEMENTOS UTILIZADOS NA
FISIOTERAPIA AQUÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso a ser submetido à avaliação por Banca Examinadora como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Gomes Martinez

Porto Alegre
2015

Marcos Dutra Silveira

**AFERIÇÃO DO PESO HIDROSTÁTICO DE IMPLEMENTOS UTILIZADOS NA
FISIOTERAPIA AQUÁTICA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Fisioterapia da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Conceito Final:

Aprovado em de de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora – Prof. Dra. Flávia Gomes Martinez

Avaliadora – Prof. Dra. Adriana Moré Pacheco

Avaliador – Prof. Ms. Luiz Erostildes Aver

DEDICATÓRIA

*À meus pais e irmã – Mara, Daniel e Daniela,
pelo amor, carinho e confiança de sempre.
Sem esse apoio, eu nada conseguiria.*

AGRADECIMENTOS

A realização deste estudo implica agradecimentos às diversas pessoas que o tornaram possível e que, de uma forma ou de outra, me deram forças para chegar até aqui.

À *Prof. Dra. Flávia Martinez* por possibilitar a convivência com uma profissional dedicada e apaixonada, um exemplo de fisioterapeuta e educadora. Pela confiança em mim depositada e acima de tudo pela troca de conhecimentos e compartilhamento de sua vasta experiência, expandindo horizontes e criando possibilidades.

Ao *Prof. Dr. Jefferson Loss* e *Prof. Dra. Claudia Candotti* por sua disponibilidade e paciência no auxílio com relação as questões práticas da coleta, construção e redação do projeto e artigo apresentado.

A todos os colegas que desde o início me apoiaram, tornando-se parte fundamental para a conclusão deste desafio, em especial aos colegas *André Mello, Denise Rigoni, Diulian Medeiros, Fabio Etchichury Neves, Gabriela Nascimento, Lucas Prado, Luísa Maurer, Maria Izabel Zaniratti, Nathalia Nogueira* e *Renata Chaves*.

Aos professores e profissionais, fisioterapeutas ou não, com os quais trabalhei e aprendi. Por contribuírem não só para minha formação crítica, ética e profissional, mas também para meu crescimento pessoal.

Aos meus pais, *Daniel* e *Mara* e minha irmã *Daniela*, por sua enorme paciência e por toda cumplicidade, amizade e carinho dispensados a mim desde sempre. Vocês são meus exemplos de respeito, honestidade, sinceridade e persistência, não me deixando desistir do objetivo e me dando apoio incondicional em busca deste sonho que hoje se torna realidade. Agradeço por estarem sempre ao meu lado. Não há palavras para expressar o amor que sinto por vocês!

Aos amigos e a todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que este objetivo fosse alcançado, me fazendo uma pessoa melhor e mais feliz, meu muito obrigado!

RESUMO

A Fisioterapia Aquática é uma especialidade da fisioterapia cada vez mais indicada no tratamento multidisciplinar de pacientes com as mais diversas patologias e disfunções motoras, considerando os efeitos terapêuticos da água aquecida, somados a recursos manuais e hidrocinesioterapêuticos específicos adaptados a este meio. A fim de melhorar capacidades funcionais e qualidade de vida, além de buscar benefícios no condicionamento cardiopulmonar e respiratório de pacientes de diferentes faixas etárias, o fisioterapeuta vale-se dos princípios de hidrostática e hidrodinâmica para realização do programa terapêutico, utilizando propriedades físicas da água. Para tanto, muitos implementos estão disponíveis no mercado brasileiro, seja para realizar passivamente movimentos, seja para dar suporte aos corpos, assistir, facilitar ou resistir progressivamente movimentos articulares, na busca dos objetivos traçados. Todavia, não há a disponibilização de informações concernentes à quantificação de cargas no meio aquático, sobretudo quando se trata de equipamentos subaquáticos, o que poderia auxiliar os profissionais na prescrição de exercícios e periodização das sessões. **Objetivo:** Mensurar e quantificar o peso hidrostático dos implementos de flutuação mais utilizados na prática da FA. **Métodos:** Estudo exploratório, descritivo, quantitativo. Foi realizada aferição de 29 implementos por meio de uma célula de carga previamente calibrada, a qual foi fixada em uma barra de metal adaptada a uma piscina com 8m de comprimento, 4m de largura e 1,2m de profundidade, por meio de um fio barbante perpendicular ao solo. Após atingir situação de equilíbrio, foi registrada a capacidade de flutuação de cada implemento e então, utilizado um cálculo matemático para normalizar os valores gravados e converter os mesmos para kgf. Um condicionador de sinais conectado à célula, transmitiu os dados a um programa de computador que armazenou os dados, e pelo qual foi calculado o peso hidrostático de cada implemento. Os dados foram processados no *software* Biomec - SAS (versão 1.3). Os valores obtidos foram registrados em uma tabela e em seguida utilizados para calcular os pesos hidrostáticos dos materiais aferidos (em kgf). **Resultados:** A média dos pesos hidrostáticos dos implementos híbridos foi de -0,35 kgf, a média apresentada pelos implementos que resistem o empuxo chegou a -2,24 kgf. Além disso, o presente estudo mostra que os implementos não apresentam um crescimento linear da carga oferecida. **Conclusão:** implementos híbridos tem menor poder de flutuação que

flutuadores, mesmo quando compostos do mesmo tipo de polímero. Não há progressão linear de implementos de mesma forma, mesmo material e diferentes tamanhos. São necessárias mais pesquisas para quantificação de cargas em ambiente aquático, com intuito de subsidiar profissionais na prescrição e periodização de exercícios aquáticos, de acordo com os princípios do treinamento físico.

Palavras-chave: Fisioterapia, Hidroterapia, Hidrostática, Hidrodinâmica.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	8
ARTIGO.....	9
RESUMO	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUÇÃO	12
MÉTODOS.....	14
RESULTADOS.....	19
DISCUSSÃO	23
CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS.....	26
ANEXOS E APÊNDICES	28

APRESENTAÇÃO

Este é um trabalho de Conclusão, submetido à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Seu objetivo geral foi aferir o peso hidrostático de implementos flutuantes disponíveis no mercado brasileiro, compostos de diferentes materiais poliméricos para subsidiar profissionais da área de exercícios aquáticos no momento de prescrever e periodizar programas de exercícios.

Esta é uma pesquisa quantitativa, com delineamento ex post facto descritivo-exploratório. Os implementos e local utilizados para a coleta de dados foram gentilmente cedidos pela empresa Acquaticus – Saúde e Movimento Ltda..

O artigo produzido será submetido à Revista Brasileira de Biomecânica e por este motivo foi redigido de acordo com as diretrizes da mesma. Esta revista busca promover conhecimento científico na área da Biomecânica, contribuindo para questões relacionadas à Saúde, Reabilitação e Controle do rendimento do movimento humano assim como o trabalho realizado, justificando a intenção dos autores de publicar neste periódico.

ARTIGO

Título do Artigo: Aferição do peso hidrostático de implementos utilizados na Fisioterapia Aquática

Autores: Marcos Dutra Silveira e Flávia Gomes Martinez

Local de Origem: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS) – Brasil.

Correspondência:

Flávia Gomes Martinez

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Rua Felizardo, 750, Jardim Botânico – 90690-200 – Porto Alegre, RS

E-mail: flavia.martinez@ufrgs.br

MarcosDutra Silveira

Av. Eduardo Prado, 26/202, Torre 9, Cavalhada – 91751-000 – Porto Alegre, RS

E-mail: ddmm@globo.com

Título Resumido: Aferição de implementos de fisioterapia aquática

Agradecimento: À Acquaticus – Saúde e Movimento Ltda. pela concessão do espaço físico e de recursos materiais.

AFERIÇÃO DO PESO HIDROSTÁTICO DE IMPLEMENTOS UTILIZADOS NA FISIOTERAPIA AQUÁTICA

RESUMO

A Fisioterapia Aquática (FA) é cada vez mais indicada no tratamento de pacientes com as mais diversas patologias, devido aos efeitos terapêuticos da água aquecida somados aos recursos hidrocinesioterapêuticos adaptados a este meio, os quais incluem a utilização de implementos aquáticos flutuantes. Entende-se que a quantificação dos pesos hidrostáticos de tais implementos pode auxiliar os profissionais na periodização das sessões. Todavia, há pouca disponibilização destes dados, sobretudo quando se trata de equipamentos subaquáticos. **Objetivo:** Quantificar o peso hidrostático de implementos de flutuação utilizados na prática da FA. **Métodos:** Estudo exploratório-descritivo, quantitativo. Foi realizada aferição de 29 implementos por meio de uma célula de carga. Um condicionador de sinais foi conectado a ela, e transmitiu os dados a um programa de computador onde foi aferido o valor do empuxo de cada implemento. Os dados foram processados no *software* Biomec - SAS versão 1.3 (Grupo Biomec, ESEFID, UFRGS). Os valores obtidos foram registrados em uma tabela e em seguida utilizados para calcular os pesos hidrostáticos dos materiais aferidos (em kgf). **Resultados:** Os implementos foram classificados em flutuadores e implementos híbridos. A média dos pesos hidrostáticos dos implementos híbridos foi de -0,35 kgf, enquanto a média apresentada pelos flutuadores chegou a -2,24 kgf. Além disso, corroborando com estudo semelhante, esta pesquisa demonstrou que os implementos não apresentam uma progressão linear da carga oferecida. **Conclusão:** implementos híbridos tem menor poder de flutuação que flutuadores, mesmo quando compostos do mesmo tipo de polímero. Não há progressão linear de implementos de mesma forma, mesmo material e diferentes tamanhos. São necessárias mais pesquisas para quantificação de cargas em ambiente aquático, com intuito de subsidiar profissionais na prescrição e periodização de exercícios aquáticos. **Palavras-chave:** Fisioterapia, Hidroterapia, Hidrostática, Hidrodinâmica.

MEASURING OF HYDROSTATIC WEIGHT IMPLEMENTS USED IN AQUATIC PHYSICAL THERAPY

ABSTRACT

The hydrotherapy therapy is increasingly used to treat patients with various diseases due to the therapeutic effects of the heated water added to therapeutic exercises adapted to this environment, which include the use of floating aquatic implements. It is understood that quantification of hydrostatic weight of such implements can assist practitioners in the periodicity of the sessions. However, this data is not available, especially when it comes to underwater equipment. **Objective:** To quantify the hydrostatic weight of the floating implements more common practice of hydrotherapy. **Methods:** An exploratory, descriptive study. 29 implements measurement was carried out from a load cell. A signal conditioner connected to it transmitting the data to a computer program where were calculated the hydrostatic weight of each implement. Data were processed in Biomec software - SAS (version 1.3) and were recorded on a table and then used to calculate the hydrostatic weight of the measured material (in kgf). **Results:** The mean of the hydrostatic weight of implements hybrid was 0.35 kgf, the average presented by implements that resist the thrust reached -2.24 kgf. In addition, the present study shows that implements do not exhibit a linear increase in offered load. **Conclusion:** It is necessary an analysis between the results of the present study and previous studies in an attempt to determine apparent load differences, and subsequently therefore determine a more detailed load progression plan and in according the principles of physical training.

Keywords: Physiotherapy, Hydrotherapy, Hydrostatics, Hydrodynamics, Hydrostatic Pressure

INTRODUÇÃO

A Fisioterapia Aquática (FA), segundo a resolução do Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional número 443, de 3 de setembro de 2014 foi reconhecida como uma especialidade da fisioterapia, a qual lança mão de recursos terapêuticos como terapia manual e cinesioterapia, estando paciente e fisioterapeuta em imersão em piscinas com água aquecida⁽¹⁾. A FA é indicada no tratamento de pacientes com doenças reumáticas, traumato-ortopédicos, cardíacas e neurológicas, entre outras, a fim de melhorar suas capacidades funcionais, trazendo superior qualidade de vida e uma maior autonomia destes pacientes, além de buscar benefícios no condicionamento cardiopulmonar e respiratório⁽²⁻⁶⁾.

Para realização do programa terapêutico, o fisioterapeuta utiliza as propriedades físicas da água, seja para realizar passivamente movimentos, seja para assistir, facilitar ou resistir progressivamente movimentos articulares, na busca dos objetivos traçados^(1,7). Em ambiente aquático, assim como na cinesioterapia em ambiente seco, são utilizados equipamentos produzidos com diversos materiais, tamanhos, pesos e formas que nos permitem modificar a carga dos exercícios e adaptá-los de acordo com as necessidades de progressão do tratamento. A interação destes objetos com o fluido ao qual estão imersos, ocasiona interações de forças e possíveis alterações nas cargas, podendo aumentar ou diminuir a força exigida durante a realização dos exercícios. Segundo o princípio de Arquimedes, sobre todo o corpo imerso total ou parcialmente em um fluido, atua uma força de direção vertical e sentido de baixo para cima, igual ao peso do fluido por ele deslocado, a qual se denomina empuxo. O empuxo e a turbulência são propriedades muito exploradas pelos profissionais que trabalham com a FA^(1,7). Quando o fisioterapeuta pretende utilizar predominantemente a ação do empuxo como resistência, força assistiva ou de suporte, ele opta por implementos com uma densidade menor do que a densidade do líquido, fazendo

com que a resultante dos vetores das forças envolvidas empurre o objeto para cima, contra a força da gravidade. Já quando o objetivo é utilizar a predominância da turbulência, como assistência ou resistência, os objetos devem ter uma área frontal maior ou o corpo ou segmento deve se deslocar (ou ser passivamente deslocado) mais rapidamente. Assim, devido ao deslocamento desordenado das moléculas da água, na qual estão imersos os segmentos corporais, são criadas áreas de baixa pressão atrás do corpo deslocado, formando redemoinhos na parte posterior do corpo, freando a ação e aumentando a carga do exercício^(1,6). A força criada pelo fenômeno da turbulência é chamada força de arrasto e, neste caso, a densidade do corpo não tem significância, mas sim a área projetada e a velocidade do movimento ⁽³⁾.

Considerando os princípios de hidrostática e hidrodinâmica, diversos implementos são utilizados por fisioterapeutas para acrescentar ou reduzir carga aos exercícios. Todavia, pouco se sabe sobre o real peso hidrostático de boa parte deles, dificultando assim para os profissionais a elaboração de um plano de tratamento adequado para seus pacientes com uma graduação de cargas mais eficiente⁽⁶⁾. Assim, a periodização terapêutica fica muito baseada na subjetividade do profissional juntamente com a percepção do paciente, o que pode ocasionar equívocos no momento da progressão e demanda muito cuidado, além do conhecimento por parte do fisioterapeuta⁽¹⁾.

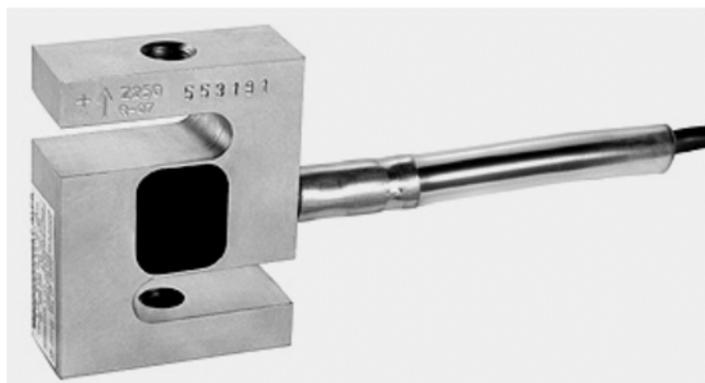
A quantificação dos pesos hidrostáticos dos implementos aquáticos de flutuação pode ajudar os profissionais que trabalham com exercícios aquáticos na periodização de suas sessões⁽⁷⁾ e encontrar algumas respostas a questões ainda pendentes nesta especialidade⁽⁸⁾ como a seleção dos exercícios, adequando-os conforme a necessidade de cada paciente, o que poderia trazer ainda mais benefícios, diminuindo o tempo de tratamento e incrementando a aptidão física de pacientes, por meio do ajuste das cargas utilizadas a cada caso e fase do tratamento.

Até onde se tem conhecimento, apenas um estudo buscou quantificar o peso hidrostático dos implementos flutuantes encontrados no mercado brasileiro⁽⁷⁾ e pouca literatura existe sobre a progressão de cargas na FA. Considerando a rápida evolução da indústria desses implementos, hoje há disponíveis no mercado uma variedade muito maior destes objetos. Muitos ainda não existem comercialmente no Brasil, mas são bastante usados no mundo. Buscando contribuir com o importante trabalho realizado pela fisioterapia aquática e de modo a auxiliar os profissionais habilitados a trabalhar nesta área, justifica-se o presente estudo, que intenciona quantificar o peso hidrostático dos implementos flutuantes mais utilizados na prática da FA brasileira e que ainda não foram aferidos pelo estudo semelhante realizado anteriormente⁽⁷⁾.

MÉTODOS

Este foi um estudo exploratório-descritivo, cujos 29 implementos aferidos foram selecionados por ainda não terem seus pesos hidrostáticos mensurados até então.

Para realizar a coleta de dados, foi utilizada uma célula de carga (dinamômetro) modelo ZX250 (Figura 1), fabricada pela empresa Alfa Instrumentos (São Paulo, Brasil).



*Figura 1: Célula de Carga modelo ZX250
Fonte: Alfa Instrumentos Eletrônicos S.A.*

Trata-se de um instrumento que passou por um processo de impermeabilização, tornando-o à prova d'água. Sua capacidade nominal é de 250 kg e é feito de aço inox, cuja

sensibilidade é de $2 \text{ mV/V} \pm 0,1\%$, o erro combinado é menor que $0,03\%$ e a temperatura útil de trabalho varia entre -5 e $+60^\circ\text{C}$. As dimensões do dinamômetro encontram-se ilustradas na Figura 2.

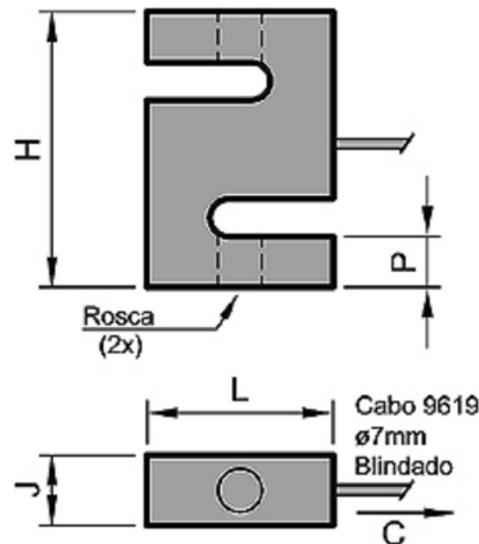


Figura 2: Dimensões da célula de carga utilizada

Conectado ao dinamômetro, foi utilizado como condicionador de sinais, um eletromiógrafo *Miotool 400* (Miotec®, Porto Alegre, Brasil), de quatro canais, com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal, variação de ganho de 200 a 1000 vezes e modo de rejeição comum maior que 110Db .

Todos os implementos foram pesados em uma balança digital modelo SA-110-6/15 com carga máxima de 15Kg e mínima de 40g , com amostragem de 2g (Elgin S.A., São Paulo, Brasil).

A piscina utilizada na coleta foi uma piscina terapêutica adaptada, medindo 8m de comprimento, 4m de largura e $1,2\text{m}$ de profundidade. Possui barras paralelas ao longo de todo o comprimento em um dos lados, fixadas nas duas extremidades. Estas barras paralelas são estruturas soldadas de aço inoxidável, com barras de sustentação perpendiculares ao solo. A temperatura da água foi controlada e permaneceu entre 32 e

33°C. Além disso, no intuito de minimizar quaisquer interferências, o motor da piscina foi desligado, evitando ao máximo o movimento da água durante a coleta dos dados.

Os materiais permaneceram fora da água no mínimo 24 horas antes da coleta, para que estivessem totalmente secos. As bolas foram infladas previamente a coleta, tendo a sua circunferência mensurada antes da avaliação do estudo.

Os implementos aferidos neste trabalho foram cedidos pela empresa Acquaticus – Saúde e Movimento Ltda. Estes implementos foram fabricados em diferentes materiais de baixa densidade como o polímero Etil Vinil Acetato (E.V.A.), uma resina termoplástica derivada do petróleo, e o etaflon, além de materiais plásticos ou emborrachados, em sua maioria infláveis.

A (Tabela 1) apresenta os implementos testados com suas fotos e seus nomes fantasias:

Nome Fantasia	Fotos
Anilha Grande	
Anilha Pequena	
Aquatubo Grande com orifício interno	
Aquatubo Pequeno sem orifício interno	
Barra Gigante	
Barra Grande Bege	
Barra Grande	
Barra Triangular Dupla	

Barra Triangular Simples



Bola Biribol



Bola GRD 420



Bola Infantil



Bola *Mercur* 8



Bola *Mercur* 10



Bola Preta GRD 400



Bola Rosa Colorida



Bola Transparente Colorida



Bola Verde Grande (Cravo)



Bola Verde GRD 280



Caneleira Aquatica *Slade*



Caneleira *Power*



Halter Americano



Halter Circular Polivalente



Halter Circular Grande



Harpa Média



Harpa pequena



Raquete Média Azul Claro



Raquete Média Azul Escuro



Tijolo *Power*



Procedimentos

Para a determinação do peso hidrostático buscou-se determinar a capacidade de flutuação oferecida pelos flutuadores, quando submersos e em repouso. Para tanto, foi fixada uma célula de carga impermeável, previamente descrita. A calibração da célula de carga foi realizada antes da coleta de dados e nela foram aplicadas cargas conhecidas em solo (pesos mortos) e uma dentro d'água, para conversão dos valores de unidades elétricas (Volt - V) em unidade de força (Quilogramas força – kgf). As cargas escolhidas foram 0 e 2kgf em solo e 0 em imersão.

Com fio barbante, o dinamômetro foi amarrado a uma barra de metal constituinte das barras paralelas já adaptadas à piscina. Para conectá-los à célula de carga e fazer assim a aferição, foi utilizado um saco de juta preso através do mesmo fio barbante. Por apresentarem tamanhos e formas distintas, os flutuadores foram submetidos a um sistema de amarras utilizando os mesmos materiais, de modo que ficassem em equilíbrio e

paralelos à superfície da água. Quando atingiram situação de equilíbrio (célula de carga e flutuador) foi feito o registro dos valores referentes ao peso hidrostático durante 20 segundos. A ordem da coleta foi definida ao acaso e a mensuração foi realizada por um único avaliador.

Análise dos Dados

Os dados foram processados no *software* Biomec – SAS, versão 1.3 (Grupo Biomec, ESEFID, UFRGS). Foi utilizado um filtro digital Ideal, passa baixa com frequência de corte de 0,5 Hz para a suavização do sinal.

Em seguida, foi realizado recorte do momento em que o conjunto estava em situação de equilíbrio (10 segundos centrais) e assim obtivemos o valor de tração de cada implemento em Volt (V). Os valores obtidos foram registrados em uma tabela e em seguida utilizados para calcular os pesos hidrostáticos dos materiais aferidos (em Kgf). Para a conversão dos valores em V para kgf, utilizou-se como referência o valor dos pesos conhecidos, utilizados na calibração da célula de carga e então utilizou-se regra de três para conversão dos valores seguintes, descontando-se o valor do peso dos implementos aferidos em ambiente seco.

RESULTADOS

A seguir serão apresentados os valores de peso hidrostático dos implementos avaliados (Tabela 2). Valores negativos indicam a prevalência da força do empuxo sobre a força peso dos implementos e, portanto, o sentido do vetor resultante da subtração entre as duas forças, uma vez que a força peso é tradicionalmente expressa em valores positivos.

Tabela 2: Valores dos Pesos Hidrostáticos dos Respective Implementos Flutuantes

Implementos Flutuantes	Peso Hidrostático (kgf)
Anilha Grande	-3,53
Anilha Pequena	-0,57
Aquatubo Grande com orifício interno	-6,52
Aquatubo Pequeno sem orifício interno	-2,80
Barra Gigante	-5,92
Barra Grande Bege	-4,16
Barra Grande	-3,62
Barra Triangula Dupla	-2,41
Barra Triangular Simples	-1,22
Bola Biribol	-1,93
Bola GRD 420	-1,68
Bola Motivo Infantil	-1,92
Bola <i>Mercur 8</i>	-0,08
Bola <i>Mercur 10</i>	-1,36
Bola Preta GRD 400	-1,43
Bola Rosa Colorida	-3,64
Bola Transparente Colorida	-1,78
Bola VerdeProprioceptiva	-2,28
Bola Verde GRD 280	-1,20
Caneleira <i>AquaticaSlade</i>	-0,42
Caneleira <i>Power</i>	-1,25
Halter Americano	-0,71
Halter Circular Polivalente	-0,59
Halter Circular Grande	-2,59
Harpa Média	-0,33
Harpa pequena	-0,07

Raquete Média Azul Claro	0,10
Raquete Média Azul Escuro	0,14
Tijolo <i>Power</i>	-1,46

Os gráficos a seguir, apresentam em módulo, o Peso Hidrostático de todos os implementos aferidos.

Gráfico 1: Valores das cargas flutuantes dos implementos tipo Barras.

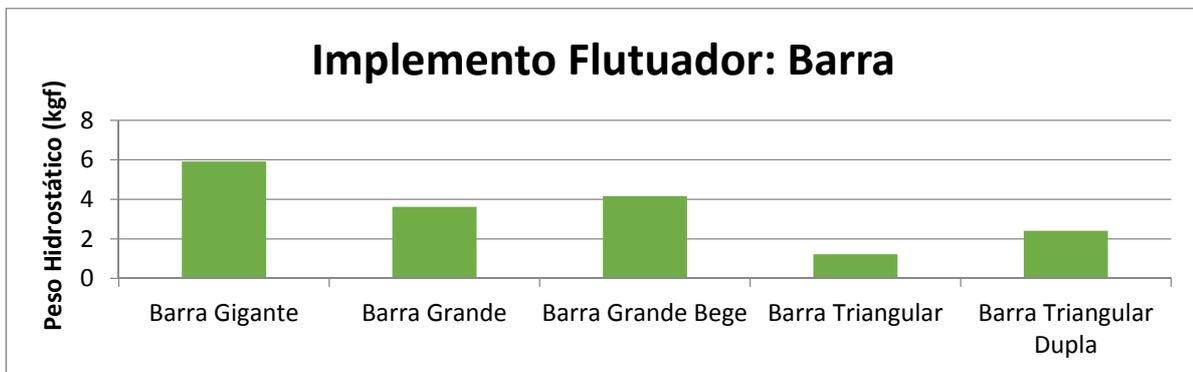


Gráfico 2: Valores das cargas flutuantes dos implementos tipo Bolas.

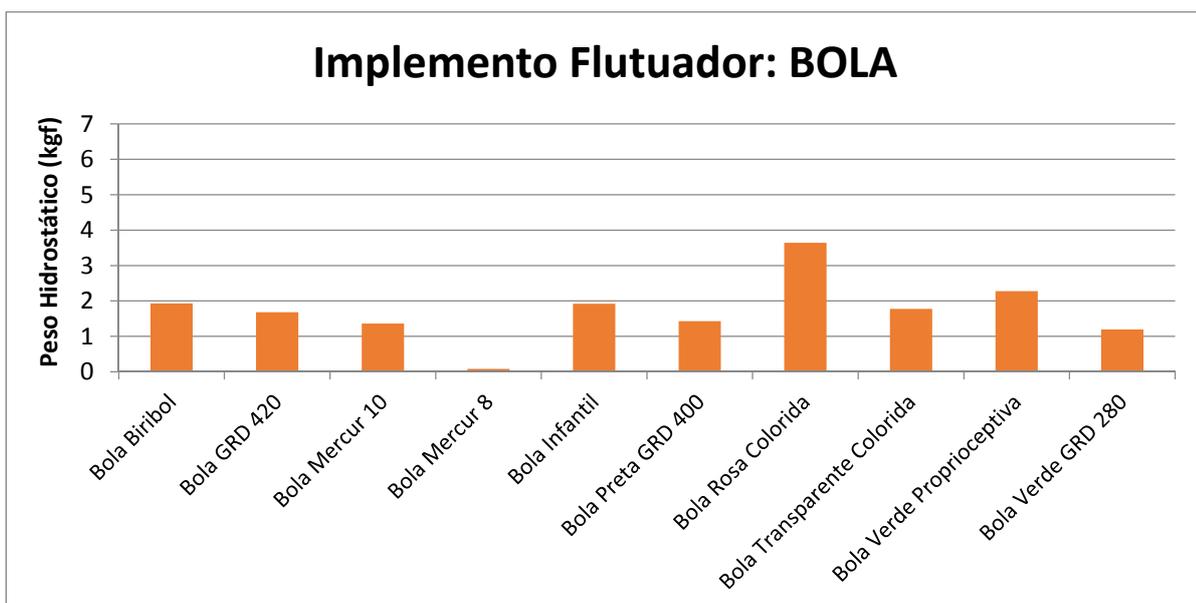


Gráfico 3: Valores das cargas flutuantes dos implementos híbridos.

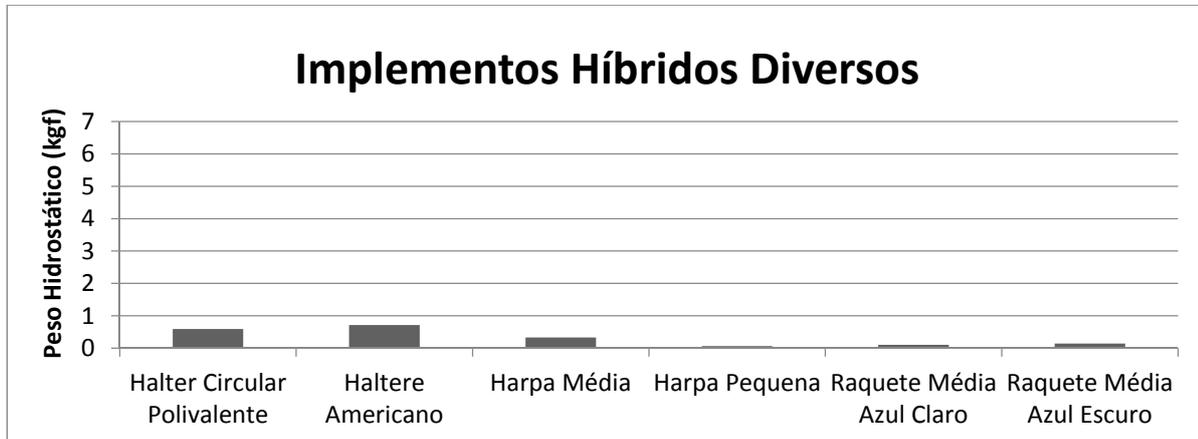
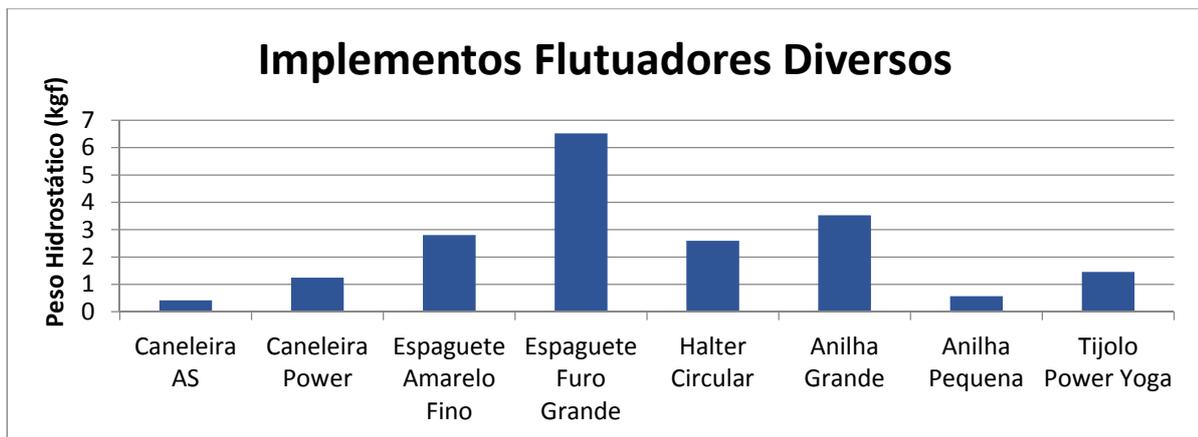


Gráfico 4: Valores das cargas flutuantes dos implementos diversos.



DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi aferir o peso hidrostático dos implementos utilizados por fisioterapeutas na FA, através da medição de sua carga de flutuação. Os resultados das aferições realizadas têm o intuito de instrumentalizar cada vez mais os profissionais que trabalham com tais implementos para que possam adequar o programa de tratamento garantindo progressões de carga mais coerentes, e assim acelerando o tempo de

recuperação de seus pacientes. Existem poucos estudos publicados na área da fisioterapia, que abordem a progressão de cargas no ambiente aquático⁽⁶⁾ embora muitos mostrem a eficácia da FA em diversas condições e patologias^(2,5,8-13).

No que tange ao procedimento de coleta de dados, as bolas foram os implementos que mais trouxeram dificuldades logísticas para mensuração da carga neste estudo, em função da inviabilidade de mensuração da pressão ideal. Os materiais de coleta não incluíam um instrumento adequado para este fim.

Alguns implementos apresentam características na sua composição (volume, tipo de material e forma) que os tornam resistivos tanto pela ação do empuxo quanto do arrasto. Nestes casos tais implementos são chamados de híbridos. Nesta classificação foram incluídos: Halteres Americano, Halteres circular polivalente, Raquetes médias e Harpas. Aos implementos restantes foi dada a classificação de resistidos pelo empuxo.

Enquanto a média dos pesos hidrostáticos dos implementos híbridos foi de -0,35 kgf, a média apresentada pelos implementos que resistem o empuxo chegou a -2,24 kgf. Conforme já constatado ao longo da prática clínica, os achados mostram que os implementos híbridos apresentam menor peso hidrostático. Em contrapartida é importante ressaltar ao terapeuta a necessidade de não menosprezar a flutuação deste tipo de equipamento. Sua utilização demanda importante recrutamento da musculatura estabilizadora, o qual pode variar conforme a duração e intensidade do exercício. Tal demanda pode ocorrer tanto para manter o equipamento abaixo da linha da água quanto para manter uma postura adequada durante a realização dos movimentos.

Em relação a progressão de cargas, o presente estudo demonstrou que os implementos não apresentam um crescimento linear da carga oferecida. As barras grandes, que devido às suas semelhanças morfológicas, tenderiam a apresentar valores de peso hidrostático próximos, apresentaram diferença de aproximadamente 0,52 Kgf, o que pode

induzir o profissional ao erro no que diz respeito a escolha da carga adequada, bem como causar distúrbios osteomioarticulares ao longo da execução do exercício. Em situação análoga a anterior, o incremento de peso da barra grande bege, que obteve o maior peso hidrostático, em relação a barra gigante atingiu o valor de 1,76kgf, embora suas características morfológicas também tendessem a resultar em valores menos discrepantes.

O estudo de origem desta análise, realizado em 2010 ⁽⁷⁾ apresentou diversos valores de peso hidrostático para implementos de sustentação, sobrecarga e aquatubos. Para o presente trabalho foram escolhidos implementos que não haviam sido aferidos na ocasião anterior, sendo o presente estudo uma análise complementar ao anterior. O presente estudo contribui para um conhecimento mais detalhado das cargas de resistência que são impostas ao corpo humano durante a realização de exercícios aquáticos, bem como no aumento da quantidade de implementos aquáticos com carga de flutuação conhecida. Os procedimentos para coleta e análise dos dados permaneceram inalterados, fator que realça a reprodutibilidade do estudo de 2010. Em contrapartida, a análise descritiva dos pesos hidrostáticos não é suficiente na determinação de diferenças estatisticamente significativa entre os implementos utilizados. Faz-se necessária uma análise entre os achados dos dois estudos na tentativa de se determinar evidentes diferenças de carga, e posteriormente a isso determinar um plano de progressão de carga mais detalhado e de acordo com os princípios do treinamento físico.

Além disso, ao passo que para situações estáticas, como utilização de flutuadores como suporte ou mesmo durante a realização de exercícios passivos pelo empuxo, como aqueles utilizados em situações em que se deseja ganhar amplitude articular, tais resultados sejam muito úteis, não se pode extrapolar os resultados aqui obtidos para exercícios dinâmicos, considerando que as forças de arrasto criadas durante o movimento dependem da velocidade do movimento, da área projetada e da densidade do líquido, entre

outros aspectos. Assim, os resultados de estudos que aferem cargas de flutuadores são úteis para profissionais que atuam com exercícios aquáticos, mas são apenas uma parte dos muitos conhecimentos que ainda devem ser descobertos nesta área.

CONCLUSÃO

Este estudo permitiu o conhecimento acerca da carga flutuante de vários implementos utilizados na FA. Os fabricantes parecem não realizar uma progressão linear em implementos de mesma forma e material, mas de diferentes tamanhos, o que dificulta a prática de prescrição e periodização de exercícios aquáticos segura em FA. Os resultados aqui encontrados parecem confirmar a utilização da terminologia de implemento híbridos e flutuadores, uma vez que os primeiros possuem em geral menor poder de flutuação e, considerando sua forma achatada e pouco hidrodinâmica, são capazes de explorar melhor a força de arrasto do que os flutuadores, os quais são mais hidrodinâmicos e com maior poder de flutuação. Conhecer as forças que envolvem os implementos flutuantes e sua interação com o meio aquático se torna cada vez mais importante para prática na FA e atividades afins, pois garante aos profissionais fisioterapeutas maior segurança na escolha das cargas além de expandir as possibilidades de exercícios. Mais pesquisas são necessárias na área, buscando aferição direta e indireta de outras forças envolvidas no meio líquido.

REFERÊNCIAS

1. Candeloro JM, Caromano FA. Discussão crítica sobre o uso da água como facilitação , resistência ou suporte na hidrocinesioterapia. *Acta Fisiátrica*. 2006;13(1):7–11.
2. Roberto L, Ferreira F, Pestana PR, Oliveira J De, Mesquita-ferrari RA, Ferrari RM, et al. Efeitos da reabilitação aquática na sintomatologia e qualidade de vida de portadoras de artrite reumatóide. *Fisioter e Pesqui*. 2008;15(2):136–41.
3. Becker BE. Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications. Pm&R [Internet]. Elsevier Inc.; 2009;1(9):859–72. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1934148209005516>
4. Goldby LJ, Scott DL. The Way Forward For. *Br J Rheumatol*. 1993;32(9):771–3.
5. Carvalho RL, Edwiges C. Efeito da imersão associada à cinesioterapia na artrogripose. *Pensamento Plur Rev Científica do UNIFAE*. 2008;2(1):10–4.
6. Caromano FA, Candeloro JM. Revisão e Atualização sobre a Graduação da Resistência ao Movimento Durante a Imersão na Água. *Rev Bras Fisioter*. 2004;5(1):1–5.
7. Martinez FG, Ghiorzi V da R, Loss JF, Gomes LE. Caracterização das Cargas de Flutuação de Implementos de Hidroginástica e Hidroterapia. *Rev Mackenzie Educ Física e Esporte*. 2010;10(1):64–75.
8. Geytenbeek J. Evidence for Effective Hydrotherapy. *Physiotherapy*. 2002;88(9):514–29.
9. Prins J, Cutner D. Aquatic therapy in the rehabilitation of athletic injuries. *Clin Sports Med* [Internet]. 1999;18(2):447–61, ix. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10230578>
10. Rahmann AE, Brauer SG, Nitz JC. A Specific Inpatient Aquatic Physiotherapy Program Improves Strength After Total Hip or Knee Replacement Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. the American Congress of Rehabilitation Medicine and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation; 2009;90(5):745–55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2008.12.011>
11. Resende SM, CM R, Viana F. Efeitos da hidroterapia na recuperação do equilíbrio e prevenção de quedas em idosas. *Rev Bras Fisioter* [Internet]. 2008;12(1):57–63. Available from: <http://www.mendeley.com>
12. Valtonen A, Pöyhönen T, Sipilä S, Heinonen A, Valtonen A, Pöyhönen T, et al. Effects of

Aquatic Resistance Training on Mobility Limitation and Lower-Limb Impairments After Knee Replacement. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. Elsevier Inc.; 2010;91(6):833–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2010.03.002>

13. Gill SD, McBurney H, Schulz DL. Land-Based Versus Pool-Based Exercise for People Awaiting Joint Replacement Surgery of the Hip or Knee: Results of a Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. the American Congress of Rehabilitation Medicine and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation; 2009;90(3):388–94. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000399930801678X>

ANEXOS E APÊNDICES

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Institucional (TCI)

Eu, _____, autorizo o acadêmico de Fisioterapia Marcos Dutra Silveira, sob orientação da Professora Dr. Flávia Martinez, a realizar o seu Trabalho de Conclusão de Curso na sede da Acquaticus –Saúde e Movimento Ltda. da qual sou administrador (a), bem como utilizar os implementos necessários para termino de sua pesquisa.

A pesquisa busca determinar a carga dos implementos flutuantes que são utilizados em exercícios propostos por profissionais que atuam na área da Fisioterapia Aquática.

Na piscina da Acquaticus – Saúde e Movimento Ltda., serão realizadas as coletas dos dados, através da utilização de um sistema de dinamometria ao qual os implementos utilizados na prática da fisioterapia aquática serão conectados. O dinamômetro será fixado nas barras paralelas já adaptadas da piscina em sua parte mais próxima do piso. Assim que o implemento conectado ao dinamômetro estiver em repouso e totalmente submerso será verificada a força de empuxo deste objeto.

Data: 23 / 09 /2015

Administrador (a) da Acquaticus – Saúde e Movimento Ltda.

ANEXO A

NORMAS DA REVISTA



**Brazilian Journal of Biomechanics =
Revista Brasileira de Biomecânica**

BJB = RBB

Diretrizes para Autores

Artigos oriundos de investigações originais, Artigos de revisão e ensaios, Artigos tematicamente orientados e à convite do conselho editorial e Notas técnico-metodológicas.

1. Os artigos podem ser redigidos em português ou inglês. Recomenda-se que os artigos redigidos em inglês contenham um resumo em português e quando redigidos em português obrigatoriamente deve conter resumo e abstract, bem como, Palavras-Chave e *Key-Words*.
2. Para os artigos originais os resumos devem ser apresentados no formato estruturado, com até 250 palavras, destacando o principal objetivo e os métodos básicos adotados, informando sinteticamente local, população e amostragem da pesquisa; apresentando os resultados mais relevantes, quantificando-os e destacando sua importância estatística; apontando as conclusões mais importantes, apoiadas nas evidências relatadas, recomendando estudos adicionais quando for o caso. As palavras-chaves devem ser de 3 a 6.
3. As seções, sempre que se aplicar, devem abranger os seguintes aspectos: Resumo, Palavras-Chave, *Abstract*, *Key-Words*, Introdução (Justificativa e Objetivos), Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusão, Referências.
4. Cada arquivo original, preferencialmente em Microsoft para Windows, deve ser precedido de uma folha de rosto, contendo título, identificação dos autores e vinculação institucional, endereço do autor para correspondência, emails de TODOS os autores, título resumido para impressão no cabeçalho de cada página (*RunningTitle*) e texto opcional de agradecimentos. O título do artigo deve reaparecer na página seguinte, juntamente com o resumo sem identificação de autores. O artigo deve ter sua extensão programada de modo a não exceder 20 páginas no formato final, utilizar letras *times new roman* ou arial de tamanho 12, o texto deve ser paginado em espaçamento duplo em papel A4 com margens de 2 cm.
5. Todas folhas devem conter o "RunningTitle".
6. Na redação do artigo, após a folha de rosto despersonalizada, a Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusão e Referências bem como outras que se aplicar devem constituir outra seção com coluna dupla.

7. São aceitos figuras, tabelas, arquivos de áudio e vídeo desde que estes estejam inseridos no local exato onde os autores pretendem que apareçam no texto final acompanhadas de suas respectivas legendas numeradas em algarismos arábicos e na ordem de aparição no texto.

8. Os elementos gráficos (figuras, tabelas, arquivos de áudio e vídeo) devem possuir resolução mínima de 600 dpi em formato gif, jpeg, wav, mp3, mpeg ou avi, e podem ser coloridos ou preto e branco.

9. A Revista Brasileira de Biomecânica requer que todos os procedimentos apropriados para obtenção do consentimento dos sujeitos para participação no estudo tenham sido adotados. Não há necessidade de especificar os procedimentos, mas deve ser indicado no texto que o consentimento foi obtido. Estudos que envolvem experimentos com animais devem conter uma declaração na seção Método, que os experimentos foram realizados em conformidade com a regulamentação sobre o assunto adotada no país.

10. O sistema de medidas básico a ser utilizado na Revista deverá ser o "Système International d'Unités". Uma lista completa das unidades SI pode ser acessada online em <http://physics.nist.gov/>. Como regra geral, só deverão ser utilizadas abreviaturas e símbolos padronizados. Se abreviações não padronizadas forem utilizadas, recomenda-se a definição das mesmas no momento da primeira aparição no texto.

11. As referências devem ser ordenadas alfabeticamente, numeradas e normalizadas de acordo com o estilo Vancouver. Os títulos de periódicos devem ser referidos de forma abreviada, de acordo com o Index Medicus, e grifados. Publicações com 2 autores até o limite de 6 citam-se todos; acima de 6 autores, cita-se o primeiro seguido da expressão latina et al.

Exemplos:

Garcia MAC, Souza MN. Análise do Sinal Mioelétrico a partir de um parâmetro temporal (Brasil), 2002. Rev. Bras Biomecânica 2002; 5: 5-12.

Forattini OP. Ecologia, epidemiologia e sociedade. São Paulo; EDUSP; 1992.

Laurenti R. A medida das doenças. In: Forattini, OP. Epidemiologia geral. São Paulo: Artes Médicas; 1996. p. 64-85.

Vaz MA, Freitas CR, Brentano MA. Comparative Study of Mechanomyographic and Force Signals During Isometric Contractions. Rev Bras Biomecânica [periódico online] 2006; 12(7). Disponível em URL:<http://citrus.uspnet.usp.br/biomecan/ojs/index.php/rbb> [2007 jun 23]

Para outros exemplos recomendamos consultar o documento "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Writing and Editing for Medical Publication" (<http://www.icmje.org>). Conforme link no cabeçalho desta página.

12. Citações de referências no texto deverão ser feitas por extenso. Se forem dois autores, citam-se ambos ligados pela conjunção "e"; se forem mais de três, cita-se o primeiro autor seguida da expressão "et al".

13. Os arquivos originais deverão ser encaminhados preferencialmente através do sistema SEER. Caso o autor encontre problemas poderá enviar para o endereço eletrônico do contato com a RBB - rbbbjb@gmail.com.

Itens de Verificação para Submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, justificar em "Comentários ao Editor".

Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF (desde que não ultrapasse os 2MB)

Todos os endereços de páginas na Internet (URLs), incluídas no texto (Ex.: <http://www.ibict.br>) estão ativos e prontos para clicar.

O texto está em espaço simples; usa uma fonte de 12-pontos; emprega itálico ao invés de sublinhar (exceto em endereços URL); com figuras e tabelas inseridas no texto, e não em seu final.

O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes para Autores, na seção Sobre a Revista.

A identificação de autoria deste trabalho foi removida do arquivo e da opção Propriedades no Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em Assegurando a Avaliação por Pares Cega.