

**UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
BELMIRA DA SILVA CUNHA**

**DISPOSITIVO LÚDICO PARA ESTIMULAR O CONTROLE
POSTURAL NA HIDROTERAPIA BASEADO EM MODELO
VIRTUAL**

Mogi das Cruzes, SP
2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
BELMIRA DA SILVA CUNHA**

**DISPOSITIVO LÚDICO PARA ESTIMULAR O CONTROLE
POSTURAL NA HIDROTERAPIA BASEADO EM MODELO
VIRTUAL**

Dissertação apresentada à Comissão de Pós-Graduação da Universidade de Mogi das Cruzes, como pré-requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Prof^a Orientadora : Dr^a. Annie France Frère Slaets

Mogi das Cruzes, SP
2007

FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade de Mogi das Cruzes - Biblioteca Central

Cunha, Belmira da Silva

Dispositivo lúdico para estimular o controle postural na hidroterapia baseado em modelo virtual / Belmira da Silva Cunha. -- 2007.

64 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade de Mogi das Cruzes, 2007

Área de concentração: Instrumentação biomédica

Orientador: Annie France Frère Slaets

1. Hidroterapia – Engenharia biomédica 2. Paralisia cerebral 3. Ajuste postural 4. Modelagem computacional
I. Título II. Slaets, Annie France Frère

CDD 610.28

**DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO
EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**

22/02/07 a candidata *Belmira da Silva Cunha*, após realizar os créditos exigidos, ser aprovada no exame de Proficiência em Inglês, e no exame de Qualificação, apresentou o trabalho "*Dispositivo lúdico para estimular o controle postural na hidroterapia baseado em modelo virtual*" para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Biomédica.

No dia 22/02/07, a candidata realizou o exame de Proficiência em Inglês e o exame de Qualificação. O trabalho apresentado foi aprovado e a candidata foi aprovada para a defesa da dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica.

Os membros da banca consideram a candidata:

Os membros da banca consideram a candidata:

Conceito

Dr. Antônio Augusto Fasolo Quevedo
Dr. Jean Jacques Bonvent
Drª Annie France Frère Slaets

APROVADA

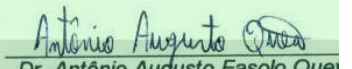
APROVADA


APROVADA

Dr. Antônio Augusto Fasolo Quevedo
Dr. Jean Jacques Bonvent
Drª Annie France Frère Slaets

Dr. Antônio Augusto Fasolo Quevedo


Dr. Jean Jacques Bonvent
Universidade de Mogi das Cruzes


Dr. Antônio Augusto Fasolo Quevedo
Universidade Estadual de Campinas


Drª Annie France Frère Slaets
Universidade de Mogi das Cruzes

Drª Annie France Frère Slaets
Universidade de Mogi das Cruzes

DEDICATÓRIA

A Deus, digno de toda honra, louvor e adoração. Por Sua orientação e amor, me guiando e amparando sempre, principalmente nos momentos mais difíceis, de lutas e incertezas, não permitindo que eu desistisse, sempre mostrando o caminho para cumprir a Sua vontade em minha vida. !! , !!!.

001 2 01 2 , 1 ! 01 2, 01 2, 30 2 ,
! 20, ! , !6! ! 0 !6 2 , 1 , , 1!, !,
! : , !! 1 , 2 2 2

- , , ~~ABC~~

Aos meus pais, Ivone e Sebastião, por seu amor, paciência, incentivo e orações constantes.

AGRADECIMENTOS

E20F 01 ! -H00 !03 J !,1 ,! B
0301 30!01, , , 3, , 00201, ,!!2!
- !0!3 , 001, 2 , ,1!!6!
E1 , , -,, , !2 ,1 2 0 OF! 2 B
301 2 - 2, 0B1! !! ,, !B0! 2 61
,! B !303 B OF 32 0 0,
2 2 01, ! 0 0 !0! !32 1 , !2
E20F, 2, !0! 0 , 0301 ,!, !: ,
E!2!, !0 0 !! !0 ! !01, 0 !!!
! 0 1F !10 ,!!2! 32! OF, 2
E2! 2! ,!!2! ,03! 0301 30!01
, 3 !, ! !30 03 !01, 2 2 01,!! ,
, -030 , !!0 . OF ! 0 !0 ,!
B ! , ,! , 0 2 OF 0 301:
, , 1
, 3 !, ,,!0 B 2 !!! 1 , 12 !!
1 0 ,, !303, ,11! F
, 1 3, , 1!!! ! ,! , 1 ! 0
3 0 ! , 1 ! , 3F ! 2, !! , ! 303
! 3!0 !,, 2! 3 1!!! 1 1B , 11! F
E 3 01, ! 13! 01, , 1 , 1 ! , , !, 030 ,
! 2 , ! ,
E! ! !, ,!, 303 !,

1 !!! 1 , ,! 0 !0 2 01! B! 2
! 1!

2 !! , 1!,!, 3!, ,! !
 1 0 2 0 1 2 2 2 0, **D**

RESUMO

Nas crianças com paralisia cerebral, a deficiência do controle motor do tronco é bastante comum. A fim de estimular esse controle na hidroterapia, foi desenvolvido um dispositivo eletromecânico com características lúdicas. O dispositivo é composto por um suporte em PVC que permite sentar a criança na água; três brinquedos eletrônicos musicais com as funções de emitir sons, luzes e realizar movimentos diversos e atrativos disparados por sensores; motores de corrente contínua e circuito de - ! 3 proporcionando o posicionamento dos brinquedos e a duração do acionamento em função das limitações de cada criança. Para adequar o dispositivo à morfologia e às condições funcionais de cada criança, foi desenvolvido um modelo virtual com a ferramenta Blender e simulados os movimentos desejados. Foram selecionadas três crianças da Clínica de Fisioterapia da UMC com idades de 2, 5 e 9 anos para a realização dos testes. As crianças foram fotografadas para que suas particularidades fossem inseridas nos modelos virtuais. As simulações permitiram o ajuste do dispositivo antes de utilizá-lo com as crianças. A avaliação foi realizada por 6 fisioterapeutas que observaram o procedimento e responderam a um questionário considerando o dispositivo apto a estimular o controle de tronco na hidroterapia. Os movimentos realizados pelas crianças foram os mesmos previstos pelo modelo mostrando que é possível adequar o dispositivo para diversas morfologias e dificuldades antes que as crianças o utilizem. O dispositivo poderá ser útil no auxílio à reabilitação do controle postural de crianças com paralisia cerebral, de tamanhos, morfologias e graus de incapacidade variados.

Palavras-Chave: hidroterapia, paralisia cerebral, ajuste postural, modelagem computacional.

ABSTRACT

The trunk motor control deficit is a very common feature in children with cerebral palsy. In order to stimulate this control in the hydrotherapy, an eletromechanical device with ludic characteristics was created. The device is composed by a PVC brace that allows children to sit into water; three musical electronic toys that emit sounds, lights and do several movements shot by sensors, continuous chain engine and a biofeedback circuit, proposing the toys' positions as well as the length of the action according to each child limitations. In order to adapt the device to the morphology and the functional conditions of each child, a virtual model was developed using Blender tools and making possible the simulation of planned movements. Three children aged 2, 5 and 9 years old were chosen from UMC Physiotherapy clinic for the tests to be done. Photos from these children were taken so as to have their own details included in the virtual models. The simulations allowed the device to be regulated before being used by the children. The assessment was done by 6 physiotherapists that watched the procedure and answered a questionnaire considering the ability of the device in stimulating body control in hydrotherapy. The children's movements were the same as the models previewed, showing that it is possible to adapt the device to several morphologies and to many difficulties before it is used by the children. The device can be helpful in the posture control rehabilitation of different sizes, morphologies and various incapacity degrees in children with cerebral palsy.

Key-words: hydrotherapy, cerebral palsy, postural adjustments, computer modulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Porcentagem do peso corporal suportado pelos membros inferiores em diferentes profundidades da água: A, no pescoço (C7); B, no peito (apêndice xifóide); e C, na bacia (crista ilíaca).	19
Figura 2 Esquema da pressão exercida no corpo durante a imersão com a cabeça fora da água.	20
Figura 3 Esquema da cadeira para medir a estabilidade ao sentar	29
Figura 4 Marvel Vertical Stander	30
Figura 5 Ergotrol.....	31
Figura 6 Ergotrol com estabilizador de cabeça	31
Figura 7 Ergofox.....	32
Figura 8 Mobiquim.....	32
Figura 9 Fotografia de parapodium dinâmico	33
Figura 10 Transfer.....	33
Figura 11 Cadeira com adaptações	34
Figura 12 Banco para hidroterapia	35
Figura 13 Plataforma inclinada para hidroterapia.....	35
Figura 14 Escada e plataforma	36
Figura 15 Elevador de acesso à piscina.....	36
Figura 16 Suporte em PVC	37
Figura 17 Esquema do controle eletrônico do dispositivo	39
Figura 18 Objetos lúdicos.....	40
Figura 19 Objetos lúdicos posicionados no trilho	40
Figura 20 Criança (1)	42
Figura 21 Criança (2)	43
Figura 22 Criança (3)	43
Figura 23 Esquema das dimensões previstas pelo modelo virtual.....	44
Figura 24 Modelo de personagem virtual	45
Figura 25 Suporte em PVC	46
Figura 26 Protótipo do dispositivo	47
Figura 27 Posição inicial e final (criança 1)	48
Figura 28 Posição inicial e final (criança 2)	48
Figura 29 Posição inicial e final (criança 3)	49
Figura 30 Criança (1) posicionada no dispositivo.....	50
Figura 31 Criança (2) posicionada no dispositivo.....	50
Figura 32 Criança (3) posicionada no dispositivo.....	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Conceitos iniciais – Controle Motor versus Paralisia Cerebral.....	11
1.2	Justificativa	12
1.3	Motivação	13
1.4	Objetivo do trabalho de mestrado.....	14
1.5	Apresentação.....	14
2	CONCEITOS TEÓRICOS ASSOCIADOS AO PROJETO.....	16
2.1	Paralisia Cerebral	16
2.2	Hidroterapia	16
2.2.1	Benefícios do exercício na água	17
2.2.2	Propriedades físicas da água.....	18
2.3	Métodos de tratamento em hidroterapia	21
2.3.1	Cuidados específicos para as crianças com paralisia cerebral	21
2.3.2	Técnicas utilizadas em hidroterapia	22
2.3.2.1	Método Bad Ragaz.....	22
2.3.2.2	Método Halliwick.....	22
3	CONTEXTUALIZAÇÃO	24
3.1	Técnicas de avaliação e tratamento do controle postural em crianças com paralisia cerebral	24
3.1.1	Equipamentos utilizados para a estabilização do tronco.....	30
3.1.2	Equipamentos utilizados em terapia aquática	34
4	MÉTODO E PROCESSOS.....	37
4.1	O dispositivo	37
4.1.1	Estrutura.....	37
4.1.2	Componentes mecânicos.....	38
4.1.3	Controle eletrônico do dispositivo	38
4.2	Funcionamento	40
4.3	Seleção dos sujeitos da pesquisa.....	41
4.4	Modelo Virtual	42
4.5	Seleção dos avaliadores.....	45
5	RESULTADOS	46
5.1	Teste do suporte	46
5.2	Avaliação do modelo virtual	47
5.3	Modelagem dos sujeitos da pesquisa.....	47
5.4	Teste com dispositivo concluído	49
5.5	Avaliação dos fisioterapeutas	51
6	DISCUSSÃO	53
7	CONCLUSÃO E SUGESTÃO	54

REFERÊNCIAS.....	55
ANEXO A – Comitê de ética em pesquisa.	58
ANEXO B - Termo explicativo e de consentimento.	60
ANEXO C – Questionário para avaliação do dispositivo.	62

1 INTRODUÇÃO

1.1 Conceitos iniciais – Controle Motor versus Paralisia Cerebral

Durante o desenvolvimento motor normal, cada indivíduo adquire habilidades e funções que lhe permitem tanto se manter contra a gravidade em postura ortostática ou posição sentada, quanto dominar seus movimentos. Nesse processo durante a fase de crescimento, segundo Shumway – Cook e Woollacot (2003), são desenvolvidas as reações de endireitamento, retificação e equilíbrio e são inibidos os padrões reflexos da infância. Na criança com desenvolvimento normal, as aquisições motoras são alcançadas gradualmente, mas havendo lesões no encéfalo, essas habilidades conseqüentemente serão prejudicadas.

Por volta dos seis meses de idade, os bebês iniciam a sedestação sem apoio, procuram controlar cabeça e tronco diante das alterações do equilíbrio, no entanto, dependem da interação de estímulos sensoriomotores associados aos movimentos (SHUMWAY – COOK e WOOLLACOT, 2003). No sétimo mês os bebês, sentando-se com redução da abdução dos quadris, melhoram a extensão de joelhos e a flexão plantar de tornozelos. A diminuição da base de sustentação demonstra ganho do equilíbrio. Essas crianças podem sentar-se independentemente e apresentam melhor função dos membros superiores, porém, a cabeça e o tronco ainda não têm movimentação independente, ou seja, com o movimento da cabeça há a movimentação associada do tronco. Já no oitavo mês, as reações de equilíbrio e de proteção lateral estão presentes permitindo que a criança alcance objetos conseguindo manter ou recuperar o equilíbrio (GREEN **1** 1995).

Quanto à posição de sedestação, essa é mais funcional aos nove meses, devido ao aumento do controle de tronco e pelve, sendo que os membros inferiores adotam posições variadas, permitindo que o bebê use os membros superiores livremente. Nesse período há dissociação entre membros superiores e tronco. No décimo mês, as formas de sentar continuam iguais às dos meses anteriores, entretanto o tronco torna-se mais estável, com maior controle e mobilidade, permitindo o aprimoramento das habilidades dos membros superiores. O aperfeiçoamento ocorre por volta dos onze e doze meses, sendo que a criança

adota diversas formas de sentar com facilidade, aprimorando ainda mais o controle de tronco, podendo iniciar a marcha (DIAMENT, 1998).

Essas etapas, entretanto, não são as mesmas para crianças com paralisia cerebral, que é definida como sendo uma encefalopatia crônica não progressiva da infância, caracterizada por disfunção sensoriomotora envolvendo distúrbios de tônus muscular, postura e movimentação voluntária em razão de uma lesão do encéfalo imaturo (MANCINI ^{1!} 2002). Segundo Brogren ^{1!} (1996), das alterações decorrentes dessa lesão, a deficiência do controle postural é um dos maiores problemas enfrentados pelas crianças com paralisia cerebral.

Devido à falta de equilíbrio entre os músculos agonistas e antagonistas, a criança com paralisia cerebral apresenta dificuldade na manutenção de posturas, levando a compensações anormais, que provocam, com o tempo, um desequilíbrio em relação ao centro de gravidade assim como outros prejuízos na recepção de “inputs” sensoriais, resultando numa resposta motora e postural deficitária. Por exemplo, a deficiência do controle de cabeça, atribuído ao desequilíbrio entre os músculos flexores e extensores do pescoço, pode resultar em reações de extensão da coluna torácica e lombar quando a criança tenta realizar movimentos contra a gravidade para manter-se ereta. Da mesma forma, respostas hiperativas a estímulos táteis, visuais e auditivos podem provocar flutuação de tônus muscular, afetando o controle de posturas e diminuindo a participação da criança em relação às atividades voluntárias. É preciso que haja um desenvolvimento do comportamento postural seqüencial e coordenado para a integração dos reflexos e das reações de endireitamento, de proteção e de equilíbrio, o que trará os alicerces para o movimento coordenado e hábil no trabalho, nas atividades da vida diária, no brincar e no prazer (SOUZA, 1998).

1.2 Justificativa

Na criança com paralisia cerebral a ausência ou deficiência do controle de cabeça e tronco dificulta ou mesmo impede a sua interação com o ambiente e com as pessoas. Sem esse controle a criança não consegue fixar o olhar ao seu redor (SOUZA, 1998). A deficiência no controle do tronco gera instabilidade da cabeça, dificultando a entrada do alimento e posterior deglutição (REDSTONE e WEST, 2004). Também segundo Ferdjallah ^{1!} (2002), o controle postural é parte

integrante de todas as habilidades motoras, pois envolve um sistema de mecanismos neuromusculares mantido por - ! 3 proprioceptivo, vestibular e visual.

Portanto, no tratamento da criança com paralisia cerebral, deve ser priorizado o ganho do controle postural, por esse ser a base para o desenvolvimento das demais habilidades motoras e contribuir significativamente para a melhora da qualidade de vida.

1.3 Motivação

Existem alguns métodos utilizados no solo para estimular o controle postural em paralisia cerebral (BUTLER, 1998; ELWARY e RIEDEL, 1994; KNOX, 2002; KUEZYNSKI e SLONKA, 1999; PARK 1, 2001), sendo que, como mais utilizado, destaca-se o método Bobath (BOBATH, 1990), que se baseia na facilitação motora por inibição de padrões tônicos patológicos por meio de pontos-chave de controle.

No entanto, muitas vezes, a hidroterapia proporciona melhores resultados, pois as propriedades físicas da água auxiliam o tratamento. O aquecimento da água reduz a espasticidade, promove relaxamento muscular e ajuda a preparar o tecido conjuntivo para ser alongado (BATES e HANSON, 1998). Dentre as propriedades físicas da água, pode-se ressaltar a flutuação, que oferece alívio do peso, permitindo aos pacientes com fraqueza assumir a postura ereta do tronco em um momento mais precoce no seu processo de reabilitação (RUOTI 1 2000).

São utilizadas na hidroterapia algumas técnicas, como por exemplo, o método Bad Ragaz, que é aplicado com flutuadores, porém exige um bom nível de consciência do paciente para que seja eficaz. Outra técnica utilizada é o Método Halliwick, que ao contrário do Bad Ragaz, não utiliza flutuadores, pois segundo sua filosofia, esses podem dificultar os exercícios e impedir a independência do paciente. Apesar desse conceito objetivar com isso a independência, se torna muito difícil trabalhar com uma orOâFAIèENUªêOFââêâEihErhèOúFêFNEah“L4rèâI OúúèVèEahªêOFââêâ

atrativo (DARRAH e KELLY, 2005) e principalmente pelo fato da água ser um meio de sustentação e, em uma situação apropriada de fluabilidade, ser capaz de estimular uma postura mais ereta (CAMPION, 2000). Entretanto, em toda a literatura analisada se observa a falta de equipamentos lúdicos e de apoio, capazes de proporcionar estímulos positivos no processo de reabilitação de crianças na hidroterapia.

O desenvolvimento do equipamento proposto neste trabalho visa promover uma terapia lúdica diferenciada, proporcionando à criança maior independência na água, auxiliando o trabalho do fisioterapeuta, uma vez que esse poderá estimular a criança com mais liberdade e visualizar sua movimentação.

1.4 Objetivo do trabalho de mestrado

Desenvolver um equipamento eletromecânico baseado em modelo virtual, que permita estimular a extensão cervical e a extensão de tronco de crianças com paralisia cerebral do tipo diparesia espástica, por meio de - ! 3 proporcionado por estímulos visuais e auditivos, e utilizando-se das propriedades físicas da água.

1.5 Apresentação

No primeiro capítulo é apresentada a introdução contendo a justificativa da importância da reabilitação do controle postural, a motivação para o desenvolvimento do trabalho e seu objetivo.

No segundo capítulo são abordados os conceitos teóricos associados ao projeto, como definições e acometimentos dos tipos de paralisia cerebral, os tipos de tratamento mais utilizados, ressaltando o uso da hidroterapia, abordando principalmente as técnicas de tratamento utilizadas na piscina.

Na contextualização do trabalho, descrita no capítulo 3, são apresentadas as técnicas de avaliação e tratamento do controle postural em crianças com paralisia cerebral, os equipamentos utilizados para a estabilização do tronco em solo e alguns equipamentos utilizados em terapia aquática.

No quarto capítulo são apresentados o método e os processos utilizados para o desenvolvimento do estudo. Os resultados obtidos após o desenvolvimento e aplicação do dispositivo são descritos no quinto capítulo.

A discussão é apresentada no sexto capítulo.

No sétimo capítulo está descrita a conclusão do trabalho e a sugestão para trabalhos futuros.

As referências bibliográficas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho encontram-se no final da dissertação.

2 CONCEITOS TEÓRICOS ASSOCIADOS AO PROJETO

2.1 Paralisia Cerebral

Segundo Mancini (2002), a paralisia cerebral é descrita como “um grupo de condições caracterizadas por disfunção sensório-motora, em razão de uma lesão no encéfalo imaturo, nos períodos pré, peri ou pós-natal, de caráter não progressivo envolvendo distúrbios de tônus muscular, postura e movimentação voluntária, podendo também estar associada a distúrbios da visão e audição, alterações na fala, linguagem e aprendizagem, bem como alterações de percepção”. No período peri-natal as causas mais comuns são por complicações no parto ocasionando hipóxia ou anóxia cerebral, por prematuridade ou icterícia grave. Após o nascimento, meningoencefalites bacterianas e virais, epilepsia, afogamento, desnutrição, vírus HIV e também traumatismo crânio encefálico são causas de paralisia cerebral (RATLIFE, 2002).

A lesão cerebral, segundo Shepherd (1996), resulta comumente em desordens dos movimentos e tônus chamadas de espasticidade, rigidez, flacidez, atetose e ataxia. O tipo de deficiência mais comum é a diparesia espástica, com comprometimento mais acentuado nos membros inferiores. As crianças com essa deficiência apresentam hipotonia no tronco e espasticidade nos membros. O principal problema funcional inclui dificuldades de mobilidade e postura, que varia da necessidade de cadeira de rodas até andadores ou muletas, no caso de pequenos distúrbios da marcha nas crianças que andam independentemente. Outros problemas são desvios posturais, inclusive incapacidade de sentar-se sem apoio, impossibilidade de manter a posição ortostática e dificuldades nas transições de movimentos (RATLIFE, 2002).

2.2 Hidroterapia

O termo hidroterapia origina-se das palavras gregas hydro (hýdor, hýdatos = água) e therapéia (tratamento) e tem apresentado grande prestígio como forma alternativa de tratamento para pacientes com deficiências físicas, incluindo-se aqueles com doenças neurológicas (CUNHA **1**, 2001).

Segundo Marins (1998), a hidroterapia neurológica está indicada nos casos em que haja alterações do tônus muscular, perda de movimentos ou de atividade muscular por enfraquecimento ou paralisia, contraturas que comprometam o processo de reabilitação, perda do equilíbrio ou das reações de proteção e deficiência na coordenação e associação de movimentos.

Segundo Hanson e Bates (1998), apesar das diferenças de opinião a respeito das abordagens preferidas e dos mecanismos subjacentes, os benefícios comumente descritos da reabilitação aquática para pacientes com lesão cerebral incluem redução do tônus, prevenção de contraturas, assistência ao equilíbrio estático e dinâmico, fortalecimento muscular mais precoce e eficaz, motivação, recreação e socialização.

2.2.1 Benefícios do exercício na água

O exercício em água aquecida é uma modalidade de tratamento para uma grande variedade de patologias. Os efeitos fisiológicos da hidroterapia advêm de uma combinação dos efeitos físicos da água (térmicos e mecânicos) e efeitos do exercício. Variam com a duração do tratamento e exercício, tipo, progressão e intensidade do exercício, temperatura da água, postura, movimentos associados dos membros superiores e também com a patologia do paciente (IDE **1** 2004).

Efeitos terapêuticos:

- a) !!! 2 0! 2, 3! a resposta de relaxamento depende de quanto o paciente está confortável na água. O aquecimento das piscinas terapêuticas reduz a tensão muscular e ajuda a prevenir restrição na movimentação articular. O aquecimento da água a partir de 35° provoca uma redução do tônus muscular anormal e da espasticidade.
- b) : !, 0 ! a flutuação age contra a gravidade e alivia o peso corporal, reduzindo as forças de compressão nas articulações. Os efeitos estimulantes da água aquecida promovem o relaxamento dos músculos espásticos, o que reduz o tensionamento muscular. Durante a imersão em água aquecida, os estímulos sensoriais estão competindo com os

estímulos da dor; como resultado, a percepção do paciente fica bloqueada. Essa redução na dor é uma das maiores vantagens da terapia aquática.

- c) 201! ! 3! 2 201! 13! as propriedades físicas e o aquecimento da água desempenham um papel importante na melhoria e manutenção da amplitude de movimento das articulações. Movimentar-se na água é mais fácil e reduz a dor.
- d) 201! - :! , , 103 2, 3! as partes submersas do corpo encontram resistência ao realizar os movimentos, o que requer um maior gasto energético.

2.2.2 Propriedades físicas da água

1) Densidade Relativa: é a propriedade que determina se um objeto vai flutuar. É a relação entre a massa do objeto e a igual massa de volume de água deslocado. Se esse valor for maior que 1,0, o objeto irá afundar; se for menor, flutuará. Se o valor for exatamente igual a 1,0, o objeto flutuará logo abaixo da superfície. Como a densidade da água pura é igual a 1,000 g/cm³ e a do corpo humano em média, é de 0,975 g/cm³, então o corpo humano tende a flutuar, porém, membros paralisados ou fracos têm menor massa muscular e por isso sua densidade é menor que a do lado não envolvido, tendendo então a um desequilíbrio. Nesse caso, equipamentos de flutuação podem ser utilizados para proporcionar o equilíbrio (HANSON e BATES, 1998). Segundo Ruoti (2000), o corpo humano desloca um volume de água que pesa ligeiramente mais do que o corpo, forçando-o para cima por uma força igual ao volume de água deslocado.

2) Flutuação: é a força de empuxo para cima que atua no sentido oposto à força da gravidade. Quando o peso do corpo flutuante iguala-se ao peso do líquido deslocado e os centros de flutuação e de gravidade estão na mesma linha vertical o corpo é mantido em equilíbrio estável. Se os centros não estiverem na mesma linha vertical as duas forças atuando sobre o corpo farão com que ele gire até atingir uma posição de equilíbrio estável (SKINNER e THOMSON, 1985). Segundo Bates e Hanson (1998), uma das principais vantagens da imersão é a redução das forças na

sustentação do peso. Pacientes que se exercitam na água sentem-se mais leves, movimentam-se mais facilmente e sentem menos peso nas suas articulações devido à flutuação. No solo, o centro de gravidade de um corpo é exatamente em frente ao sacro (nível S2). Na água, o centro de gravidade está localizado na altura dos pulmões. Conseqüentemente, o grau de sustentação parcial do peso varia com a profundidade da piscina (Figura 1).

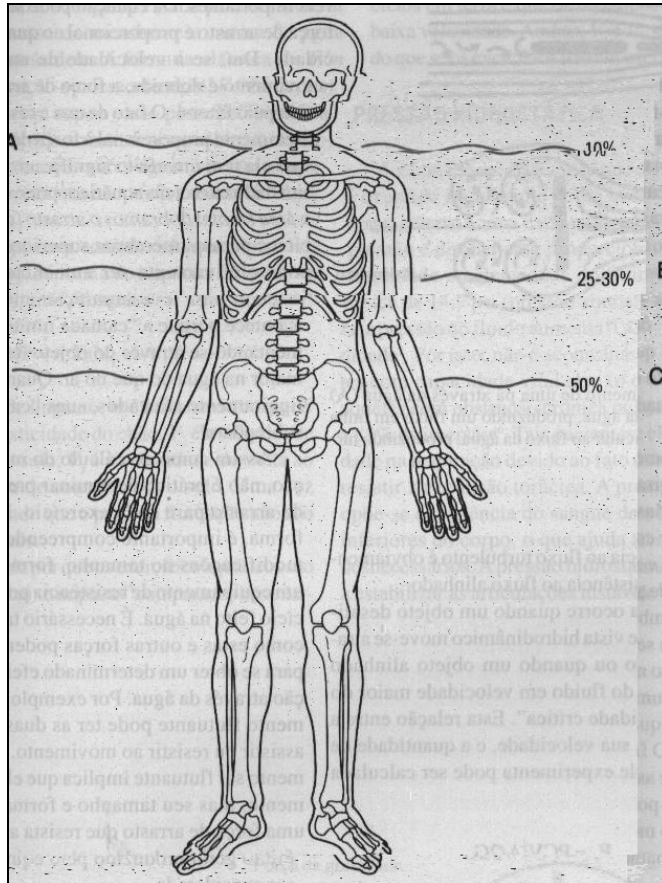


Figura 1: Porcentagem do peso corporal suportado pelos membros inferiores em diferentes profundidades da água: A, no pescoço (C7); B, no peito (apêndice xifóide); e C, na bacia (crista ilíaca).

Fonte: (BATES e HANSON, 1998)

3) Pressão Hidrostática: As moléculas de um líquido exercem uma força sobre cada parte da área de superfície de um corpo imerso. A pressão aumenta com a densidade do líquido e com sua profundidade (SKINNER e THOMSON, 1985). Segundo Hanson e Bates (1998), a pressão hidrostática opõe-se à tendência do sangue de ficar nas porções inferiores do corpo, o que ajuda a reduzir edemas e também ajuda a estabilizar as articulações instáveis (Figura 2).

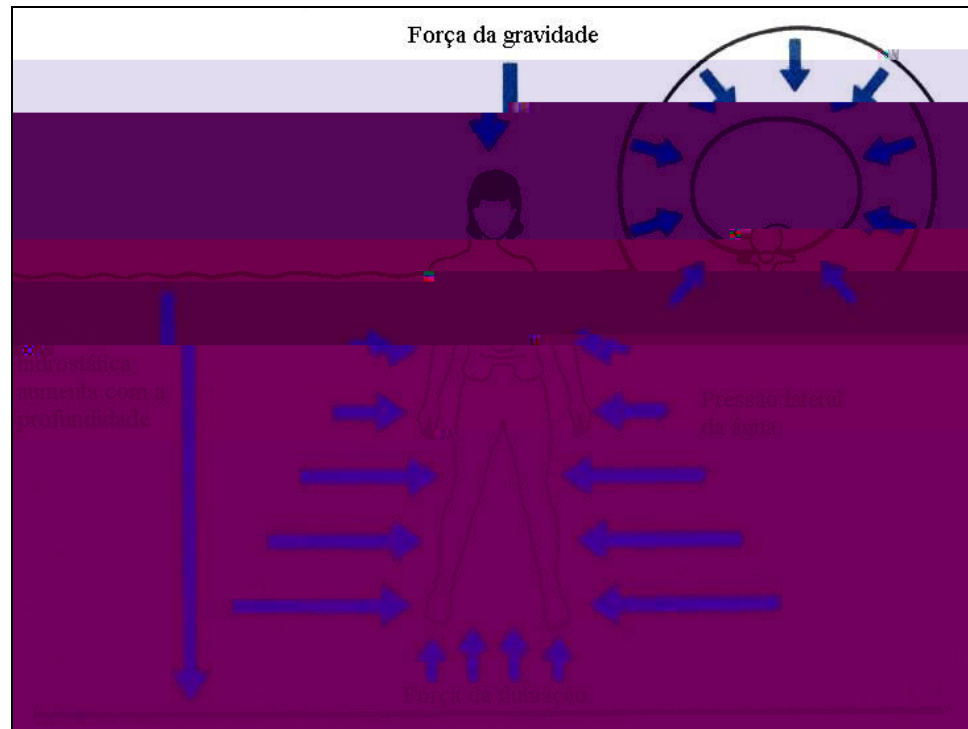


Figura 2: Esquema da pressão exercida no corpo durante a imersão com a cabeça fora da água.

Fonte: (BATES e HANSON, 1998)

4) Viscosidade: é a resistência ao movimento causada pela fricção entre as moléculas de um fluido. Essa propriedade não é importante se a parte do corpo em movimento estiver completamente submersa na água, mas é um fator significativo quando um membro atravessa a superfície da água. Com o aumento da temperatura da água, a viscosidade diminui porque as moléculas estão mais afastadas e isso beneficia os músculos pequenos e fracos (HANSON e BATES, 1998).

5) Capacidade Térmica: Durante o exercício na água, a troca de calor do corpo humano com esse meio é proporcional à intensidade do exercício e à temperatura da água. O calor trocado entre o meio e a parte interna do corpo passa por duas resistências: uma variável, o sistema circulatório periférico; e outra fixa, a camada de gordura subcutânea. A espessura dessa camada de gordura é um importante determinante da capacidade de resistência ao fluxo de calor. Nadadores que possuem maior quantidade de tecido adiposo suportam por mais tempo baixas temperaturas da água. Os seres humanos tendem a elevar a temperatura interna (armazenar calor) do corpo em águas com temperaturas elevadas e a baixar a temperatura interna (perder calor) em águas com temperaturas baixas. Por isso, a temperatura é muito crítica para a permanência confortável do ser humano na água

e deve ser ajustada em função da intensidade do exercício físico, mas a temperatura ideal ou confortável pode variar para diferentes pessoas. Para a hidroterapia, temperaturas da ordem de 32°C são geralmente recomendáveis, mas podem chegar a até 35°C.

2.3 Métodos de tratamento em hidroterapia

O exercício aquático vem ganhando popularidade como escolha de intervenção para o tratamento da paralisia cerebral, segundo Darrah e Kelly (2005), por ser extremamente atrativo e pelo princípio físico da flutuação, que diminui o peso corporal, o impacto sobre as articulações e as influências negativas de um controle postural e equilíbrio ruins.

Essas características permitem que as crianças com paralisia cerebral exercitem-se na água com mais liberdade do que nas terapias realizadas em solo. As forças resistivas da flutuação e da viscosidade possibilitam uma variedade de atividades aeróbicas e fortalecimento que podem ser facilmente modificadas para acomodar a larga escala de habilidades motoras de crianças com paralisia cerebral. Um benefício adicional do exercício aquático está relacionado aos níveis reduzidos de carga nas articulações, que diminuem o impacto e fornecem um ambiente mais delicado para crianças com articulações instáveis.

2.3.1 Cuidados específicos para as crianças com paralisia cerebral

Alguns fatores precisam ser considerados ao implementar exercícios aquáticos para crianças com paralisia cerebral. Isso inclui assegurar a intensidade, duração e frequência adequadas e certificar se o ambiente aquático é adequado e seguro para a intervenção.

As principais preocupações dos fisioterapeutas para conduzir as crianças com paralisia cerebral na água são: alteração de forma e densidades corporais, inabilidade de criar prontamente os movimentos voluntários por causa da espasticidade, inabilidade de controlar os movimentos involuntários da atetose e ataxia, respiração ruim e dificuldades de compreensão e comunicação.

Devido ao fato da criança com diparesia espástica apresentar uma morfologia alterada principalmente por causa do padrão de flexão dos quadris e joelhos, uma

vez que a água faz com que as formas triangulares flutuem apontando para baixo, as crianças devem começar as atividades aquáticas nas posições verticais e de supino, e não devem ser colocadas primeiramente em prono, porque nessa posição terão de lutar contra esse efeito na água.

2.3.2 Técnicas utilizadas em hidroterapia

2.3.2.1 Método *Bad Ragaz*

Trata-se de uma técnica desenvolvida em Bad Ragaz, na Suíça em 1950, que objetiva restaurar os padrões musculares e de movimentos dos pacientes. A resistência é fornecida na medida em que o corpo se move na água, não sendo aplicada pelo fisioterapeuta. Quanto mais rápido o movimento, maior a resistência (SKINNER e THOMSON, 1985).

Conhecida também como “técnica dos anéis de Bad Ragaz”, por utilizar flutuadores circulares, além de colares cervicais, flutuador pélvico e flutuador de tornozelos, o método consiste em acrescentar uma resistência progressiva aos exercícios na água, buscando principalmente o fortalecimento da musculatura acometida e o ganho da amplitude de movimento, estando indicada principalmente em problemas ortopédicos e acometimentos de lesão do neurônio motor inferior, sendo que, nos casos de deficiência por lesões de neurônio motor superior, como a paralisia cerebral, a técnica não demonstrou efeito significativo (SKINNER e THOMSON, 1995).

Apesar de ser indicada para o tratamento de patologias neurológicas, é necessária uma rigorosa avaliação do paciente, pois não é indicada para aqueles que apresentem aumento de tônus a partir de exercícios resistidos. É necessário também que o paciente tenha um nível cognitivo suficiente para que possa atender aos comandos na realização dos exercícios.

2.3.2.2 Método *Halliwick*

A técnica foi desenvolvida por James Mc Millan em 1949, em Londres, com a proposta inicial de introdução à natação. Com o passar do tempo, variantes foram acrescentadas ao método com o objetivo de reabilitar crianças e adultos com problemas neurológicos.

James Mc Millan baseou o conceito no seu conhecimento sobre fluidos mecânicos e somou isso a conceitos teóricos e observações realizadas com as reações do corpo humano no ambiente aquático. Essa combinação de fluidos mecânicos com respostas neurobiológicas do corpo conduziu para uma seqüência de aprendizado sensorio-motor, chamado de Programa de Dez Pontos. Essa seqüência conduz uma pessoa da adaptação na água para uma progressão básica de natação (STANAT e LAMBECK, 2001).

Programa de Dez Pontos

Fase 1: Adaptação mental (ajuste)

- 1- Ajuste mental e desprendimento

Fase 2: Controle do equilíbrio

- 2- Controle da rotação sagital
- 3- Controle da rotação transversal
- 4- Controle da rotação longitudinal
- 5- Controle da rotação combinada
- 6- Empuxo/ Inversão mental
- 7- Equilíbrio estável
- 8- Deslizamento turbulento

Fase 3: Movimento

- 9- Progressão simples
- 10- Movimento Halliwick básico

3 CONTEXTUALIZAÇÃO

3.1 Técnicas de avaliação e tratamento do controle postural em crianças com paralisia cerebral

Segundo Goldstein (2004), o tratamento da paralisia cerebral envolve atuações tanto no reparo da lesão cerebral quanto nas deficiências resultantes dessa lesão. Porém, atualmente, não existe nenhuma intervenção clínica significativa capaz de reparar as áreas cerebrais que controlam a coordenação e o movimento muscular. Entretanto, intervenções têm sido desenvolvidas para diminuir o prejuízo motor e melhorar as funções da criança, conseqüentemente aumentando sua participação nas atividades de vida diária.

Técnicas foram desenvolvidas para auxiliar fisioterapeutas, tais como o - **! 3** a eletroestimulação terapêutica, mas apesar de serem amplamente utilizados, sua eficácia no tratamento da paralisia cerebral ainda permanecem questionáveis. Devido à necessidade em evidenciar os benefícios desses métodos, Park **1** (2001), Butler (1998), Knox (2002), Kuezynski e Slonka (1999), Elwary e Riedel (1994) realizaram alguns estudos, que são descritos a seguir.

Park **1** (2001) avaliaram o efeito da estimulação elétrica no controle de tronco em crianças com paralisia cerebral do tipo diparesia espástica. Para tanto, foram selecionadas 26 crianças com idade média de 13,1 meses, divididas em dois grupos submetidos à terapia física, porém somente em um grupo foi aplicada a estimulação elétrica. O tratamento utilizado pelos autores como terapia física foi a técnica de neuro-desenvolvimento (NDT). A estimulação elétrica foi aplicada simultaneamente nos músculos abdominais e músculos paravertebrais por 30min/dia e com uma freqüência de seis dias/semana. Os autores realizaram estudos radiográficos das crianças em postura sentada, antes e após o tratamento, avaliando os ângulos cifótico, Cobb e lombo-sacral. Utilizaram também a escala Gross Motor Function Measure - GMFM, desenvolvida para avaliar mudanças na motricidade de crianças com paralisia cerebral (PALISANO **1!**, 2001), concluindo que a estimulação elétrica sobre o tronco de crianças com paralisia cerebral do tipo diparesia espástica pode ser uma ferramenta útil para obter um melhor controle de tronco se combinada com a terapia física.

O controle voluntário do tronco representa um importante estágio no desenvolvimento e, para algumas crianças, pode conduzir à atividade de postura independente. Visando esse aspecto, Butler (1998) observou a eficácia do Target Training – um equipamento desenvolvido para o treino da posição sentada - e seu potencial em iniciar ou em acelerar o controle do movimento das articulações do tronco e do quadril nas crianças com paralisia cerebral, de modo que o equilíbrio independente ao sentar, sem um assento especializado, pudesse ser conseguido. O Target Training propõe uma redução na sobrecarga da informação permitindo que a criança aprenda a controlar somente uma ou duas articulações por vez. Dessa maneira, o controle completo na postura vertical pode ser atingido em estágios.

O estudo foi realizado por Butler (1998) com quatro meninos e duas meninas com idades de 2 anos e 5 meses a 7 anos e 5 meses, sendo quatro com tetraparesia espástica, uma com tetraparesia rígida e uma com diparesia espástica. Todas as crianças tinham recebido a fisioterapia regular desde a infância.

O dispositivo Target Training apresenta um assento afixado em uma prancha de equilíbrio. A cadeira possui barras de estabilização nas regiões da coluna torácica alta e baixa, lombar alta e baixa e na região da tíbia. As crianças foram posicionadas na cadeira com auxílio manual de outra pessoa até conseguir uma posição de equilíbrio sem apoiar-se com as mãos, pernas ou tronco no dispositivo. Foram realizadas perturbações externas (empurrões) repetidamente, até que a criança não conseguisse mais se manter em equilíbrio. Conseguindo o controle da coluna torácica superior, os apoios foram ajustados de maneira a estimular outra porção da coluna, objetivando assim a aquisição do controle em estágios.

Para a avaliação do procedimento foram realizadas gravações de vídeo, posteriormente observadas por cinco avaliadores. Todas as crianças mostraram um aumento no controle do movimento e todas obtiveram equilíbrio independente ao sentar, após treino de 12 a 25 semanas (média 16 semanas). Isso foi independente de continuar ou cessar a fisioterapia tradicional. Os autores, portanto sugeriram que o Target Training possa ser um meio efetivo de promover o controle de movimento e habilidade funcional.

Com o objetivo de melhorar o equilíbrio e a estabilidade e mensurar essa resposta, Knox (2002) realizou um estudo de caso com uma criança de 3 anos e 11 meses, com diagnóstico de diparesia espástica devido à prematuridade, apresentando hipotonia de tronco. Como ferramenta para a pesquisa foi utilizado o

SACND (Sitting Assessment Test for Children with Neuromotor Dysfunction), para mensurar o controle postural na posição sentada em crianças com disfunção neuromotora com idade entre 2 e 10 anos, capazes de se sentar sem o auxílio da mão como suporte o tempo todo. O teste SACND consiste em duas fases de cinco minutos (REID, 1997).

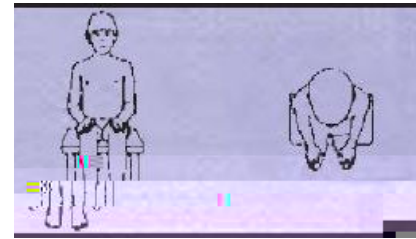
Na primeira fase (descansar), a criança permanece por um tempo sentada em um banco ouvindo uma história ou assistindo um vídeo. Na segunda fase (alcançar), a criança permanece sentada no banco alcançando objetos em uma tábua, centralmente, acima, abaixo e ao lado com a mão dominante. Durante o teste é aceitável que a criança apoie a mão no corpo ou no banco, porém, se essa conseguir realizar atividade apenas apoiando sua mão no colo, atinge uma excelente pontuação.

São avaliadas quatro posições para verificar a maturidade do controle postural sentado, sendo elas, a estabilidade proximal, o tônus postural, o alinhamento e o equilíbrio postural. Os critérios são dados pelo comportamento “normal” em cada uma das quatro posições, incluindo três características - chave (1 ponto); e níveis inferiores de comportamento, esquecendo uma ou mais posições (2, 3 ou 4 pontos, veja Tabela 1). Pontuações baixas, portanto indicam alta habilidade e uma pontuação quatro indica que o equilíbrio independente ao sentar não foi mantido.

Tabela 1: Critérios para avaliação do equilíbrio na postura sentada (KNOX, 2002)

Avaliação Critérios de avaliação do equilíbrio

- 1 Transfere o peso e retorna a orientação da linha média em repouso sem o suporte da mão. As mãos permanecem apoiadas no colo.



- 2 Transfere o peso em repouso, mas não necessariamente retorna a orientação da linha média. Usa uma ou-

so, mas sanUdia. m

Segundo Kuezynski e Slonka (1999), a técnica de equoterapia tem demonstrado resultados significativos quanto à estabilidade e equilíbrio de tronco em crianças com paralisia cerebral, pois ativa as articulações da pelve e quadris, estimula reações de equilíbrio e propicia normalização do tônus muscular. No entanto, poucas crianças têm oportunidade de usufruir dessa modalidade de terapia devido ao acesso limitado a cavalos e custo relativamente alto. Portanto, Kuezynski e Slonka (1999) realizaram um estudo com 25 crianças com paralisia cerebral durante um período de três meses de terapia, duas vezes por semana em sessões com duração de vinte minutos cada. Como grupo controle, 33 crianças saudáveis também foram submetidas ao teste.

Para os experimentos, foi desenvolvida uma sela artificial microcontrolada com a forma muito parecida a de uma sela original, exceto o material utilizado em sua construção. Possuía frequências ajustáveis dos movimentos de 0.1 até 1.0 Hz, de acordo com a morfologia de cada paciente. Os movimentos eram em 3D e imitavam o caminhar do cavalo, sendo as faixas de deslocamento de 30 mm na vertical, 90 mm no sagital e 80 mm no plano frontal.

A posição e o deslocamento do centro de pressão foram determinados por uma plataforma de força, os sinais de saída foram amplificados, processados e registrados em um computador. Para análise estatística dos resultados foi utilizado o teste χ^2 . Após o período de tratamento se observou diminuições consideráveis depois de cada teste na frequência dos ajustes dos pés, o que indica melhora de controle postural no plano sagital. Após o experimento, os autores concluíram que a técnica poderia ser adotada como método padrão de análise do equilíbrio e estabilidade postural, devido à confiabilidade dos resultados. Os pais foram submetidos a questionários após três meses a fim de realizar uma avaliação subjetiva da melhora das crianças e 70% expressaram aprovação afirmando ter sido benéfica a terapia, pois notaram melhora no desenvolvimento de atividades motoras.

Também com o objetivo de mensurar a estabilidade de crianças com paralisia cerebral, Elwary e Riedel (1994) desenvolveram uma cadeira totalmente ajustável de acordo com o tamanho de cada criança, com o propósito de fornecer dados confiáveis quanto à estabilidade ao sentar em crianças na faixa de 2 a 5 anos de idade. O sistema foi projetado de forma que a cadeira pudesse ser transportada para qualquer lugar (Figura 3). O sistema previne acidentes quando houver queda devido à perda de equilíbrio em qualquer direção, pois cada segmento tem um sensor que

3.1.1 Equipamentos utilizados para a estabilização do tronco

Nas terapias realizadas em solo, alguns equipamentos disponíveis no mercado vêm sendo utilizados como auxiliares ao tratamento, com o objetivo de estabilizar e treinar o controle do tronco em crianças com paralisia cerebral.



Figura 4: Marvel Vertical Stander

Fonte: (<http://www.monstermarketplace.com/Babies/Lis>)



Figura 5: Ergotrol
Fonte: (www.expansao.com)



Figura 6: Ergotrol com estabilizador de cabeça
Fonte: (www.expansao.com)

O ergotrol (Figura 5) é um equipamento desenvolvido para promover uma estabilização vertical regulável, com ajustes para a estabilização do tronco, almofadas torácicas e lombares, adutores e extensores de membros inferiores (com regulagem de profundidade), basculação do apoio de pés e mesa.

Para as crianças com ausência de controle cervical, foi desenvolvido um estabilizador de cabeça (Figura 6), que pode ser acoplado à estrutura.



Figura 7: Ergofox

Fonte: (www.expansao.com)

O estabilizador vertical Ergofox (Figura 7) além de posicionar a criança na postura ortostática, pode ser deslocado na horizontal, pois possui rodas laterais. Também pode ser acoplada uma bandeja removível ao equipamento, para permitir que a criança desenvolva atividades como escrita e leitura.



Figura 8: Mobiquim

Fonte: (www.expansao.com)

As cadeiras adaptadas (Figura 8) são comumente usadas nas crianças espásticas. Favorecem um bom alinhamento corporal e permitem que os membros superiores fiquem livres para a movimentação.



Figura 9: Fotografia de parapodium dinâmico

Fonte: (<http://www.monstermarketplace.com/Babies/ListingC2566a26-1.html>)

O parapodium dinâmico (Figura 9) diferencia-se dos outros dispositivos por permitir que a criança se locomova por meio de controles manuais.



Figura 10: Transfer

Fonte: (www.expansao.com)

O andador Transfer (Figura 10) possui suportes de estabilização e alinhamento postural. Proporciona inicialmente a menor transferência de peso para troca de passos e gradativamente faculta o maior alinhamento do tronco e movimentação dos membros inferiores.



Figura 11: Cadeira com adaptações

Fonte: (<http://www.adaptte.com.br/adaptacoes.html>)

A maior parte das crianças com paralisia cerebral necessita do uso de cadeiras de rodas. As cadeiras adaptadas são as mais indicadas, pois proporcionam uma estabilização adequada com apoios para cabeça, membros superiores, membros inferiores e abdutores de membros inferiores (Figura 11).

3.1.2 Equipamentos utilizados em terapia aquática

Os equipamentos para hidroterapia encontrados no mercado, geralmente são tubulares e desmontáveis. Os bancos e plataformas são utilizados basicamente para fornecer um suporte à terapia, porém não possuem estabilizadores para que as crianças possam ficar sozinhas, principalmente as mais gravemente acometidas (Figura 12 , 13 e 14).

Encontram-se também equipamentos de acessibilidade à piscina, como o elevador (Figura 15), utilizado para colocar dentro da água aqueles pacientes que não possuem condições de fazê-lo sozinhos. A cadeira é abaixada até que o paciente esteja parcialmente submerso e o terapeuta possa transferi-lo sozinho.



Figura 12: Banco para hidroterapia
Fonte: (http://www.floty.com.br/cat_hidroterapia.asp)



Figura 13: Plataforma inclinada para hidroterapia
Fonte: (http://www.floty.com.br/cat_hidroterapia.asp)

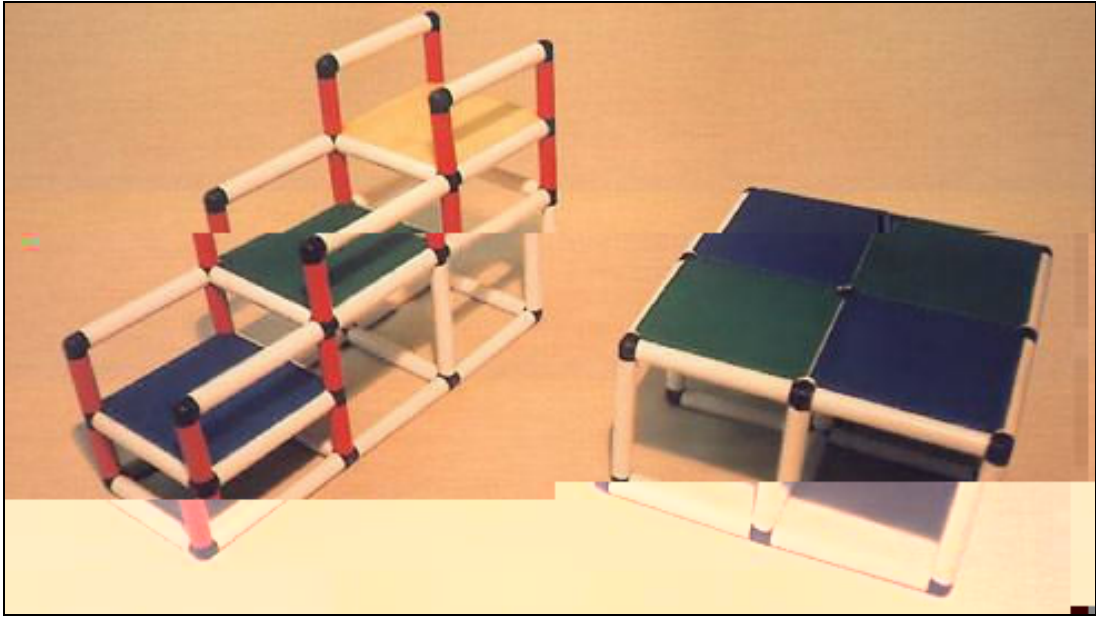


Figura 14: Escada e plataforma

Fonte: (<http://www.aquaterapia.com.br/frame equipm.htm>)

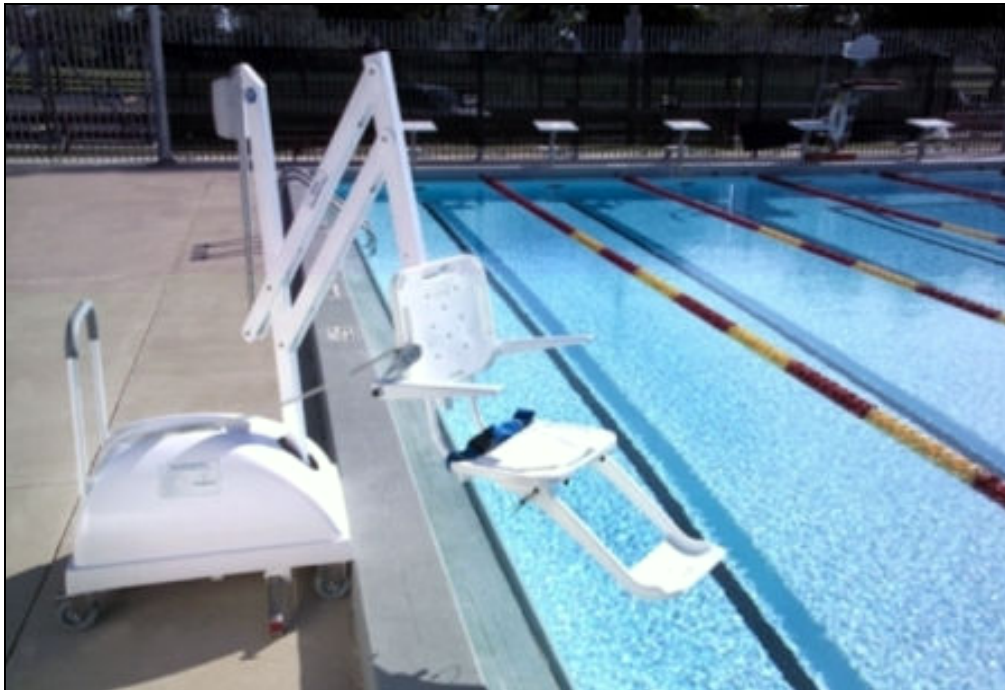


Figura 15: Elevador de acesso à piscina

Fonte: (<http://www.escadafacil.pt/palfotos.htm>)

4 MÉTODO E PROCESSOS

4.1 O dispositivo

4.1.1 Estrutura

Para a realização deste trabalho foi desenvolvido um dispositivo eletromecânico composto por suporte em PVC (com pequenos orifícios em sua estrutura), flutuador adaptado, sensores magnéticos, motores de corrente contínua, circuitos de controle e objetos lúdicos (brinquedos eletrônicos).

O suporte confeccionado com tubos de PVC de 50,8mm de diâmetro forma uma cadeira com espaldar alto, de 1,28m de altura; 0,60m de profundidade e 0,77m de largura. Foram utilizados 6 tubos de 0,50m; 5 de 0,69m; 4 de 0,49m e 4 de 0,65m unidos entre si com 8 luvas e 4 T de 50,8mm de diâmetro (Figura 16). Foi afixado na parte posterior dessa cadeira, um cano de alumínio de 1m de comprimento suportando um trilho que permite a movimentação dos objetos lúdicos.

Foi adaptada uma bóia circular de borracha de 0,69m de diâmetro disponível no mercado. Nessa bóia foram colocadas faixas com velcro para fixar o assento no centro do suporte e na altura desejada.

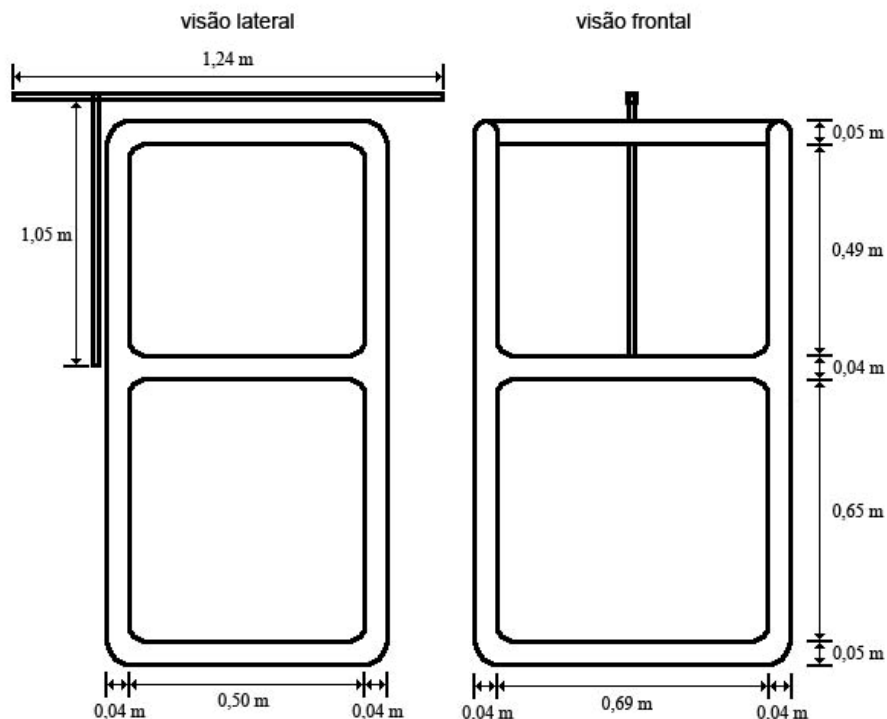


Figura 16: Suporte em PVC

4.1.2 Componentes mecânicos

Para o deslocamento dos brinquedos foi utilizado um trilho de alumínio de 1,22 m de comprimento e 0,013 m de diâmetro. Em uma das extremidades foram fixados dois motores de corrente contínua. Foram utilizadas quatro roldanas, uma em cada eixo do motor e duas na outra extremidade do trilho. Cada motor traciona um cabo que desloca o brinquedo. Para auxiliar o deslocamento do primeiro brinquedo foi colocada uma peça de acrílico na outra extremidade, servindo como contrapeso. Foram fixados rolamentos no segundo brinquedo para facilitar o seu deslocamento no trilho.

4.1.3 Controle eletrônico do dispositivo

O motor A controla o deslocamento no eixo vertical e o motor B controla o deslocamento no eixo horizontal. Para inverter o sentido de rotação dos motores foi utilizada uma chave comutadora de seis entradas (E1, E2, E3, E4, E5 e E6). Três diodos de silício reduzem a tensão no motor (A) para limitar a sua rotação. Devido ao atrito gerado pelo trilho de alumínio com o rolamento utilizado para o movimento horizontal do segundo brinquedo, não foi necessário gerar queda de tensão na alimentação do motor B.

Foi desenvolvido o acionamento e controle do dispositivo utilizando lógica tradicional com quatro sensores de fim de curso (S1, S2, S3 e S4) normalmente fechado e uma chave liga/desliga (CH) para ativar o dispositivo (Figura 17).

Quando a chave comutadora está aberta e a chave liga/desliga está fechada, o motor gira no sentido anti-horário tracionando o cabo fixado na parte superior do primeiro brinquedo, deslocando-o no eixo vertical. Quando o primeiro brinquedo alcança S1, abre-se o contato, parando conseqüentemente o seu movimento. O segundo brinquedo se desloca no sentido do eixo horizontal até chegar no S2 abrindo o seu contato, parando o movimento.

O sistema aguarda o acionamento da chave comutadora para inverter o sentido de rotação dos motores. Nesse caso, o segundo brinquedo retorna a sua posição inicial abrindo o contato do S3, fazendo o primeiro brinquedo retornar também a sua posição inicial. Nesse momento o contrapeso abre o contato do S4 travando o motor A.

Para a alimentação do controle eletrônico desse dispositivo foi utilizada uma fonte de tensão contínua 7,5 Volts e 2 Amperes de corrente máxima.

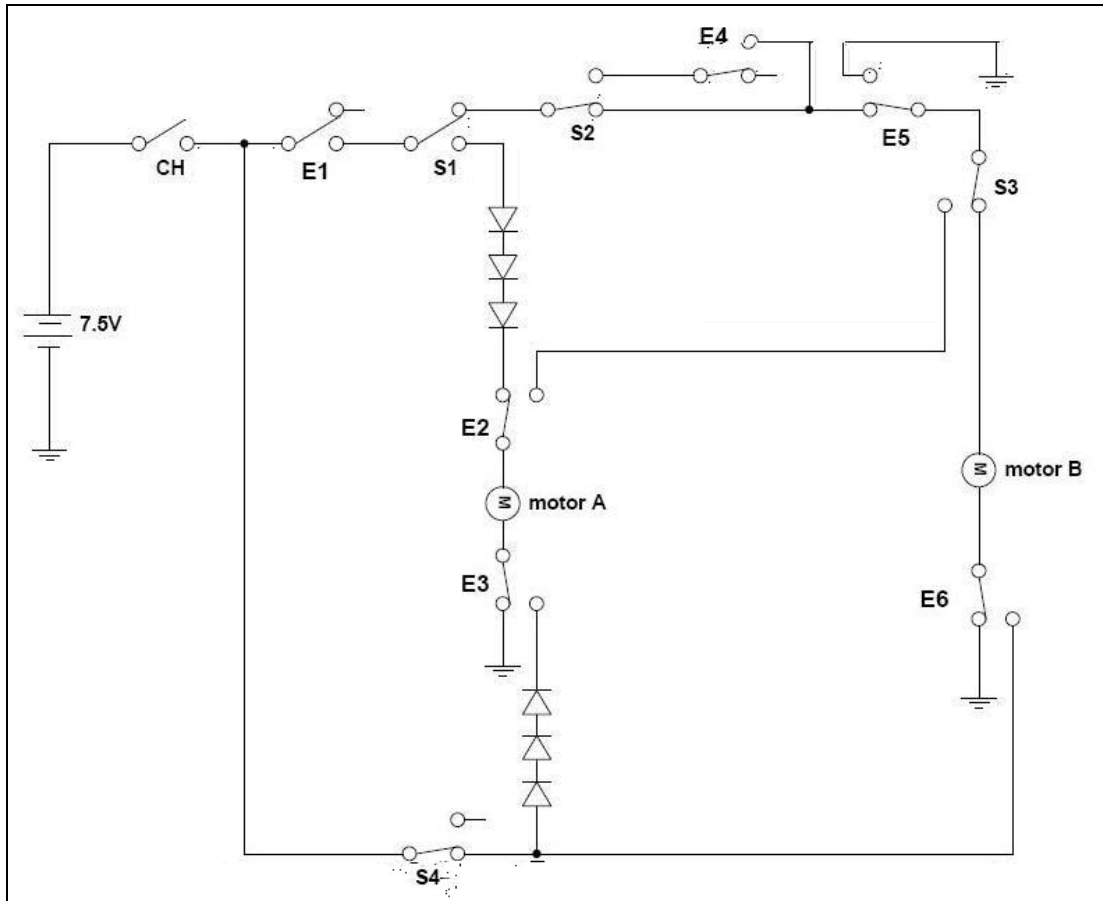


Figura 17: Esquema do controle eletrônico do dispositivo

Os objetos lúdicos (brinquedos eletrônicos) selecionados foram um carrinho, um jacaré e uma aranha de brinquedo (Figura 18), com as funções de se movimentar e de emitir sons musicais e luzes. Os brinquedos foram pendurados no trilho por fitas de silicone (Figura 19).



Figura 18: Objetos lúdicos



Figura 19: Objetos lúdicos posicionados no trilho

4.2 Funcionamento

O dispositivo foi desenvolvido para atender crianças com déficit no controle de tronco e também no controle cervical. Para tanto, o brinquedo inicia o movimento no campo de visão da criança, subindo para que, ao acompanhar sua movimentação, essa realize uma extensão de cabeça e mantenha essa posição durante o maior tempo possível. Para tanto, os sensores foram posicionados nos lugares

determinados pelo modelo em função das características de cada criança. Quando a criança não consegue mais manter a posição, o fisioterapeuta retorna o brinquedo ao seu ponto de origem para começar novamente o estímulo.

No caso das crianças que possuem o controle de cabeça, a movimentação do primeiro brinquedo (carrinho) inicia-se no seu campo de visão, porém continua a subida até a ponta do trilho, quando faz contato com o segundo brinquedo (jacaré) por meio de um sensor fim de curso. O jacaré se desloca horizontalmente, estimulando a criança a realizar uma extensão de tronco e uma leve inclinação desse. A criança que consegue realizar a extensão de tronco, ao completar o movimento dispara sensores magnéticos que acionam o terceiro brinquedo (aranha).

4.3 Seleção dos sujeitos da pesquisa

Após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Mogi das Cruzes (Anexo1) foram selecionadas na Clínica de Fisioterapia da Universidade de Mogi das Cruzes, 3 crianças com paralisia cerebral sendo duas do sexo masculino, uma com dois anos de idade (criança 1) e a outra com nove anos (criança 3), e uma criança do sexo feminino com idade de cinco anos (criança 2). Esses sujeitos apresentavam deficiência de controle postural e atendiam aos seguintes critérios:

Critérios de inclusão:

- Paralisia cerebral apresentando deficiência do controle postural na posição sentada.
- Deficiência de controle cervical e/ou deficiência do controle motor do tronco.
- Idade entre 1 e 10 anos.
- Autorização dos pais em termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 2).

Critérios de exclusão:

- Crianças com ausência de controle cervical.
- Crianças sem capacidade de responder a estímulos.

A criança (1) apresentava deficiência de controle cervical e as crianças (2) e (3) tinham controle cervical, porém apresentavam deficiência no controle do tronco, com dificuldades em realizar a extensão e mantê-la por algum tempo.

4.4 Modelo Virtual

Para adequar o dispositivo e seu funcionamento às características morfológicas e à deficiência do controle postural de cada criança, foi também desenvolvido um modelo virtual que simula os movimentos possíveis, a atuação dos brinquedos e a posição dos sensores.

A atuação dos motores, o posicionamento e o movimento dos brinquedos assim como as seqüências das músicas são determinados pelo modelo virtual em função do grau de dificuldade de cada criança, de seus progressos e de sua morfologia.

Cada criança foi mensurada (Tabela 2) e fotografada anteriormente aos testes (Figuras 20,21 e 22) com uma câmera digital modelo Canon PowerShot A200 de 2.0 Megapixel e também realizada uma avaliação postural.



Figura 20: Criança (1)



Figura 21: Criança (2)



Figura 22: Criança (3)

A partir desses dados, foram modelados personagens virtuais, simulada a atuação do dispositivo e previstas as posições dos brinquedos (Figura 23), sendo:

- distância (A) entre o campo visual (CV) e o trilho (T);
- distância (B) entre o trilho (T) e o fim desse (F);
- distância (C) entre o fim do trilho (F) e a linha média da criança (M);
- distância da cabeça ao quadril (DCQ).

Tabela 2: medidas e avaliação postural das crianças

Criança	DCO (m)	DOQ (m)	DQT (m)	DOO (m)	DQQ (m)	DCQ (m)	AP
1	0,19	0,31	0,35	0,24	0,24	0,50	DCC
2	0,19	0,33	0,42	0,26	0,24	0,52	DCT
3	0,31	0,29	0,50	0,30	0,23	0,60	DCT

DCO: distância da cabeça até o ombro
 DOQ: distância do ombro até o quadril
 DQT: distância do quadril até o tornozelo
 DOO: distância do ombro D ao ombro E
 DQQ: distância do quadril D ao quadril E
 DCQ: distância da cabeça ao quadril

AP: avaliação postural
 DCC: déficit de controle cervical
 DCT: déficit de controle de tronco

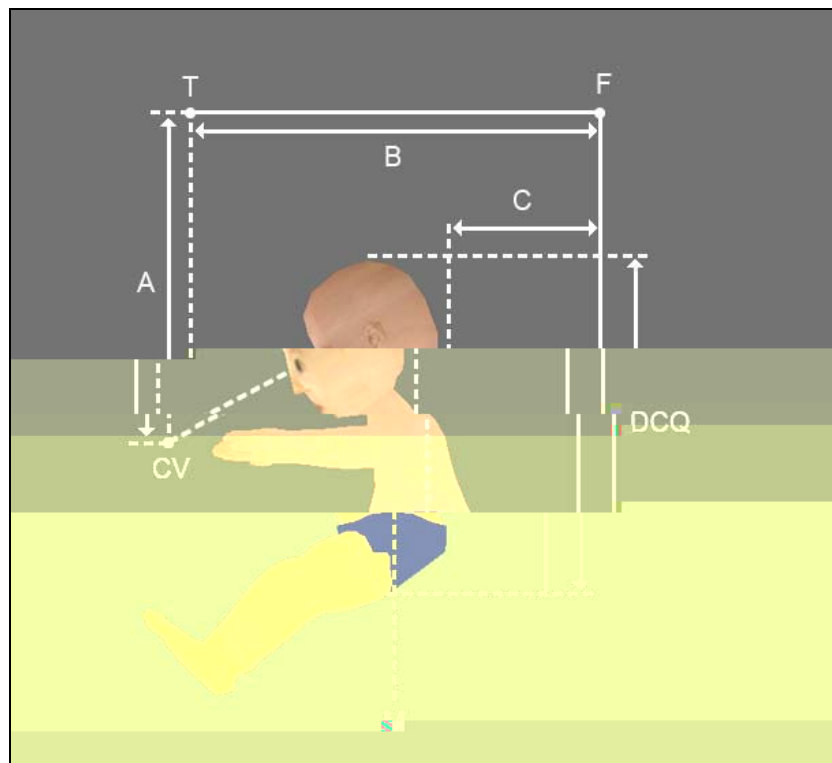


Figura 23: Esquema das dimensões previstas pelo modelo virtual

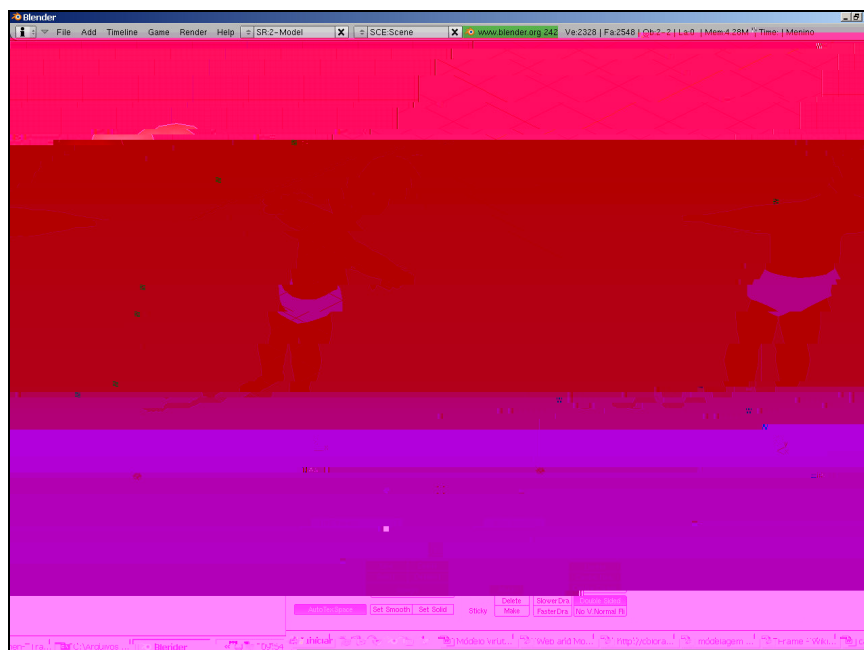


Figura 24: Modelo de personagem virtual

O modelo virtual (Figura 24) foi desenvolvido utilizando a ferramenta gráfica Blender 3D, um *software* livre com recursos de modelagem, animação, renderização e pós-produção. Essa ferramenta permite a construção de objetos tridimensionais a partir de deformações de elementos geométricos (vértices), tais como: escalonamento, rotação e translação (BLENDER, 2006). Após a modelagem foi feito o mapeamento de textura, que consiste na aplicação de uma imagem sobre as faces do objeto.

Para a animação das crianças virtuais, grupos de vértices foram associados a ossos inseridos anteriormente no objeto. Foi gerada uma deformação no osso (curva de animação), e essa foi retratada na superfície (*skin*) do objeto. A técnica utilizada para gerar os movimentos foi a de animação por quadro chave, onde é criado um quadro inicial e outro final. Os quadros entre essas chaves são interpolados pela própria ferramenta.

4.5 Seleção dos avaliadores

Para avaliar o funcionamento do dispositivo na água, foram selecionados 6 fisioterapeutas, sendo 2 para observarem cada criança, e posteriormente responderem a questionários (Anexo 3) elaborados para avaliar se o dispositivo era capaz de estimular os movimentos de extensão cervical e extensão de tronco.

5 RESULTADOS

5.1 Teste do suporte

O suporte (Figura 25) foi testado dentro da piscina da Clínica de Fisioterapia da Universidade de Mogi das Cruzes. Ao ser colocado dentro da água, o suporte ficou estável, não se movimentou nem flutuou. Para testar a resistência do equipamento uma pessoa com 50kg sentou-se na estrutura e nenhum problema foi observado.



Figura 25: Suporte em PVC

Os brinquedos foram instalados no suporte (Figura 26) e a movimentação testada manualmente.

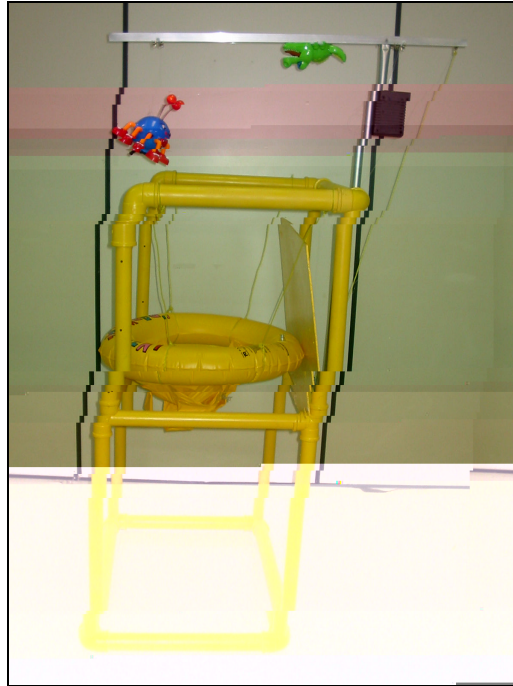


Figura 26: Protótipo do dispositivo

5.2 Avaliação do modelo virtual

Uma criança sem patologia foi selecionada para avaliar o modelo virtual e os ajustes do dispositivo. A criança de 1m de altura, com 0,47m de distância entre a cabeça e o quadril (DCQ) e peso de 15kg foi fotografada e esses dados inseridos no modelo virtual.

No teste realizado fora da água foi constatado que as dimensões do dispositivo eram adequadas e os brinquedos estavam iniciando seus movimentos no seu campo de visão e terminando quando a criança completava a extensão do tronco.

A criança realizou o teste sem problemas e demonstrou bastante interesse pelo dispositivo lúdico.

5.3 Modelagem dos sujeitos da pesquisa

As crianças selecionadas foram mensuradas (Tabela 2) e fotografadas. Com esses dados foram modeladas 3 crianças virtuais e simulados os movimentos de extensão cervical e extensão de tronco (Figuras 27,28 e 29).

O modelo previu a posição do assento e dos brinquedos, sendo A: 0,58m, B: 0,74m, C 0,31m e DCQ 0,56m para a criança (1). Para a criança (2) as medidas foram A: 0,58m, B: 0,83m, C: 0,31m e DCQ: 0,64m. As medidas da criança (3) foram A: 0,58m, B: 0,83m, C: 0,31m e DCQ: 0,69m.

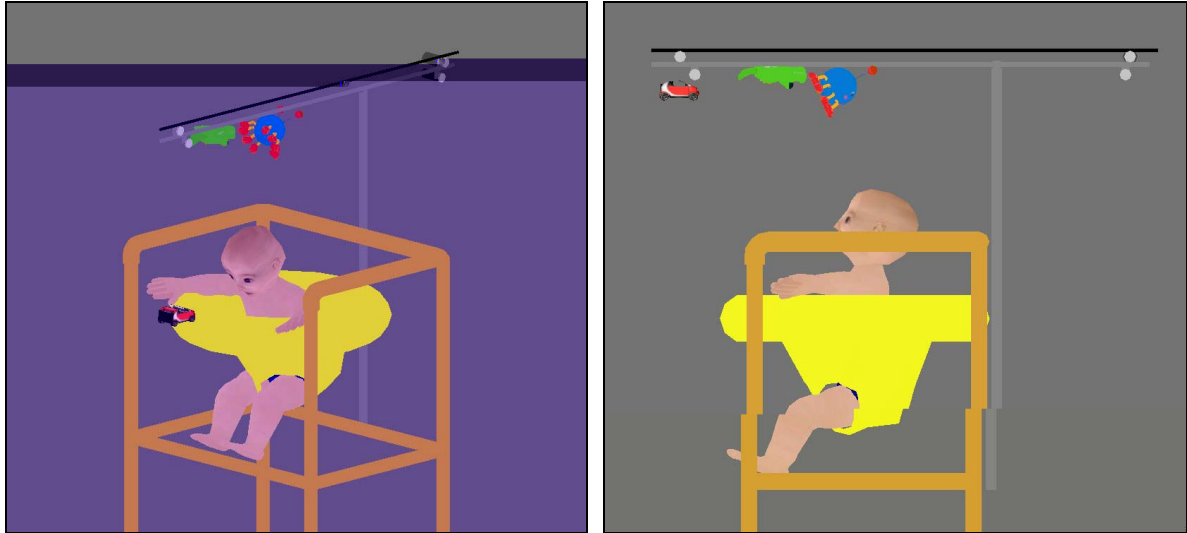


Figura 27: Posição inicial e final (criança 1)

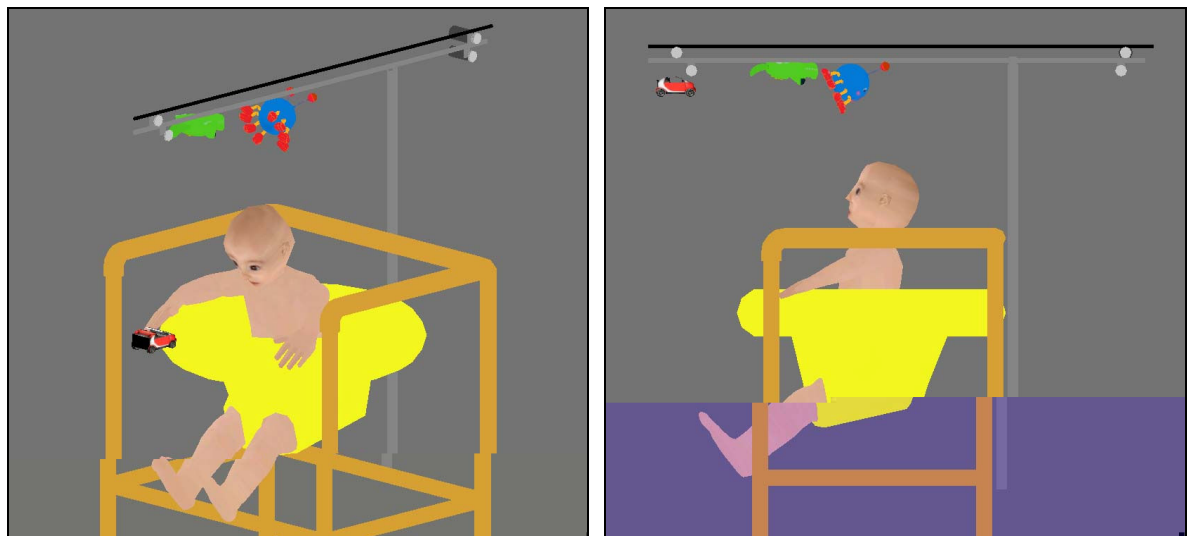


Figura 28: Posição inicial e final (criança 2)

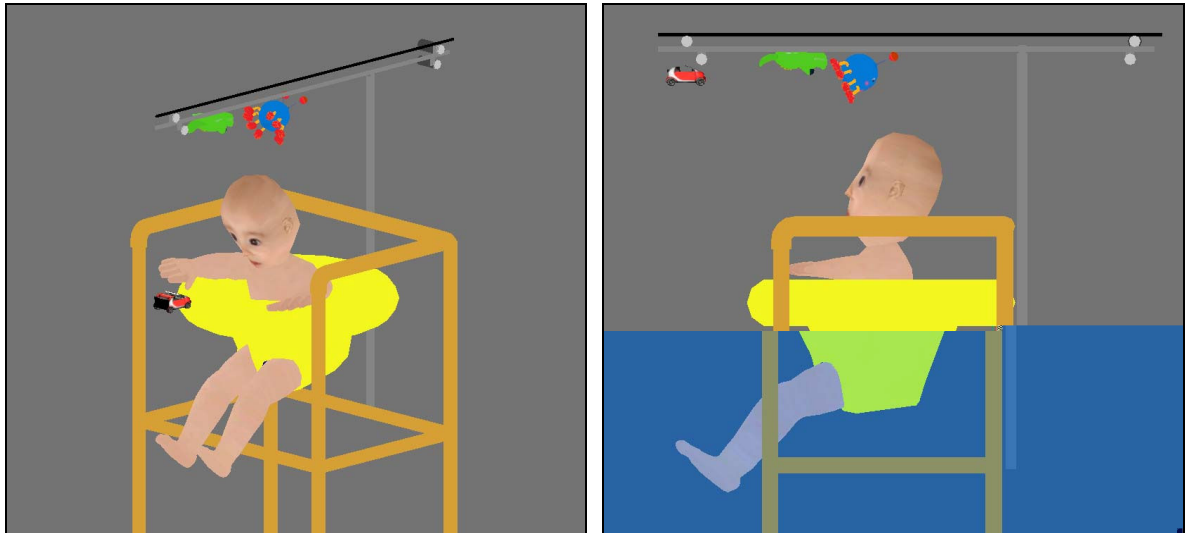


Figura 29: Posição inicial e final (criança 3)

As simulações dos movimentos de extensão cervical e extensão de tronco realizadas a partir dos modelos virtuais permitiram ajustar o posicionamento dos brinquedos e dos sensores, a altura do flutuador e a posição das amarras em função das medidas de cada criança e de suas dificuldades assim como do nível da água antes de colocá-las na piscina.

5.4 Teste com dispositivo concluído

Foram realizados testes com o dispositivo dentro da água, com as crianças selecionadas.

Cada criança foi posicionada sentada dentro do flutuador, sendo que esse fixava apenas a cintura pélvica, deixando o tronco livre e com o nível da água na altura das axilas (Figuras 30, 31 e 32). O carrinho, posicionado manualmente no campo de visão das crianças, iniciou a subida e essas acompanharam seu movimento realizando a extensão cervical. Em seguida o jacaré passou a deslocar-se horizontalmente, o que estimulou as crianças a realizarem uma extensão de tronco para acompanhá-lo com o olhar, com exceção da criança 1, que não conseguiu manter a extensão cervical por muito tempo. Nesse caso, foi estimulada apenas com a repetição de movimentos do primeiro brinquedo.



Figura 30: Criança (1) posicionada no dispositivo

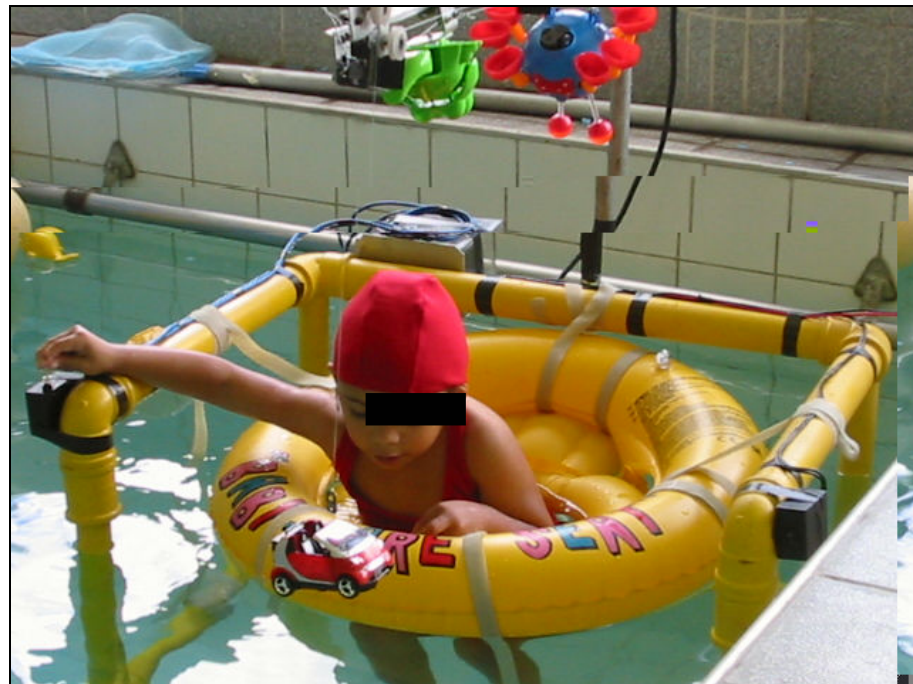


Figura 31: Criança (2) posicionada no dispositivo



Figura 32: Criança (3) posicionada no dispositivo

As crianças (2 e 3) após realizarem a extensão, dispararam os sensores magnéticos que ativaram a aranha. Essas então se mantiveram por cerca de 5 segundos em extensão de tronco para observar a movimentação do brinquedo.

5.5 Avaliação dos fisioterapeutas

Os fisioterapeutas selecionados tinham média de 7,5 anos de experiência em reabilitação. Após a observação, responderam a um questionário elaborado com perguntas referentes ao dispositivo e sua aplicação com as crianças. Quanto a questão da capacidade do dispositivo atrair a atenção das crianças, 5 consideraram (Muito Bom) e 1 (Razoável). Quando questionados se os objetos lúdicos despertavam o interesse, 4 consideraram (Muito Bom) e 2 (Bom).

Quanto à capacidade de estimular os movimentos propostos, 4 consideraram (Muito Bom) e 2 (Bom). Foi questionado também se as crianças conseguiram

responderam “sim” e 3 não opinaram. Quanto a ser mais lúdico e interessante, 3 responderam “sim”, 1 respondeu “não” e 1 não opinou. Em relação a capacidade de facilitar os movimentos de extensão cervical e extensão de tronco, 3 responderam “sim”, 2 responderam “não” e 1 não opinou.

Todos os avaliadores responderam “sim” quando questionados se o dispositivo será capaz de contribuir para a reabilitação do controle postural de crianças com paralisia cerebral.

6 DISCUSSÃO

O dispositivo eletromecânico desenvolvido neste trabalho e aplicado em crianças com paralisia cerebral apresentando deficiência do controle postural mostrou-se eficiente e proporcionou adequado estímulo lúdico para a realização dos movimentos.

Todas as crianças avaliadas demonstraram bastante interesse, principalmente pelo estímulo auditivo causado pelas músicas tocadas pelos brinquedos. Uma das crianças notou o interruptor que iniciava a movimentação dos brinquedos. Ao final da aplicação, foi permitido que ela comandasse os brinquedos, o que a deixou bastante eufórica.

O manuseio do dispositivo foi de fácil aplicação, com exceção da criança com ausência do controle de tronco, pois para executar a terapia foi necessário que o fisioterapeuta a amparasse para estabilizá-la dentro do assento, e, a partir disso, foi possível estimular o movimento de extensão cervical. Um recurso a ser implementado para esse tipo de paciente, pode ser um cinto de segurança com estabilização no tronco para que o fisioterapeuta possa movimentar-se mais facilmente durante a terapia.

O modelo virtual desenvolvido para projetar o dispositivo, possibilitou a adequação do mesmo ao tamanho e à morfologia de cada criança bem como às suas necessidades especiais. A partir das medidas de cada criança, foi possível simular o posicionamento de cada brinquedo para que os objetivos fossem alcançados. A simulação permitiu também prever movimentos e situações capazes de prejudicar a terapia.

Não existe descrito na literatura, nenhum modelo virtual desenvolvido para tal finalidade, mas sem esse auxílio, os ajustes seriam realizados com a criança dentro da água. O fisioterapeuta, que atua sozinho na piscina no momento da terapia não conseguiria ao mesmo tempo amparar a criança com segurança, ajustar o equipamento e observar os movimentos realizados. Mesmo com o auxílio de um assistente, a demora no ajuste do dispositivo, com a criança já na água, pode deixá-la ansiosa para brincar com a novidade, prejudicando o protocolo e atrasando o início da sessão.

7 CONCLUSÃO E SUGESTÃO

O dispositivo estimulou os movimentos de extensão cervical, extensão do tronco e estabilização dessa postura por algum tempo de crianças com diversas morfologias e graus de comprometimento diferentes. Não foi preciso que o fisioterapeuta estabilizasse as crianças na água, ficando livre para observar os movimentos realizados durante a terapia. As crianças se mostraram à vontade com o dispositivo no ambiente aquático e foi possível observar com facilidade a execução dos movimentos. O equipamento desenvolvido permite a inclusão de novas programações musicais como também a substituição dos objetos lúdicos para que a terapia seja atrativa para crianças com idades diferentes ou para manter a atenção daquelas que já utilizaram o dispositivo em sessões anteriores.

Pode-se prever, a partir dos testes realizados e da avaliação realizada pelos fisioterapeutas que o dispositivo será útil no auxílio à reabilitação do controle de tronco de crianças com paralisia cerebral, de tamanhos, morfologias e graus de incapacidade variados.

Sugere-se para trabalhos futuros, estudar meios para que possam ser feitas quantificações dos movimentos realizados, como a amplitude da extensão cervical e a atividade muscular do tronco ao realizar a extensão, utilizando dispositivos mecânicos.

REFERÊNCIAS

AQUATERAPIA. Escada e plataforma para hidroterapia. Imagem disponível na Internet: <http://www.aquaterapia.com.br/frame equipm.htm>. Acessado em 08/01/2006.

ADAPTE. Cadeira de rodas adaptada. Imagem disponível na Internet: <http://www.adapte.com.br/adaptacoes.html>. Acessado em 26/01/2005.

BATES, A. e HANSON, N. **Exercícios aquáticos terapêuticos**. São Paulo, Editora Manole, 1998.

BLENDER. Tutoriais. Disponível na Internet: <http://www.blender.org>. Acessado em 16/09/2006.

BOBATH, K. **A deficiência motora nos diferentes tipos de paralisia cerebral**. São Paulo, Editora Manole, 1990.

BROGREN, E., FORSSBERG, H. e HADDERS-ALGRA, M. Postural control in children with spastic diplegia: muscle activity during perturbations in sitting. **Developmental Medicine & Child Neurology**, vol. 38, p. 379-388, 1996.

BUTLER, P.B. A preliminary report on the effectiveness of trunk targeting in achieving independent sitting balance in children with cerebral palsy. **Clinical Rehabilitation** (12): 281-293, 1998.

CAMPION, M.R. **Hidroterapia: princípios e prática**. Editora Manole, 2000.

CUNHA, M.C.B. e CAROMANO, F.A. A hidroterapia. **Fisioterapia Brasil**, v.2, nº 6, nov./dez. 2001.

DARRAH, J. e KELLY, M. Aquatic exercise for children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, vol. 47, p. 838-842, 2005.

DIAMENT, A e CYPEL, S. **Neurologia Infantil**. 3ª ed. São Paulo. Editora Atheneu, 1998.

ELWARY, O.M.A. e RIEDEL, S.A. An instrumented system for measuring seated stability in children. **IEEE**, 1994.

EXPANSÃO. Transfer, Ergotrol, Ergofox, Andador e Mobiquim. Imagens disponíveis na Internet: <http://www.expansao.com>. Acessado em 26/01/2006.

PALISANO, R.J; HANNA, S.E; ROSENBAUM, P.L; RUSSEL, D.J; WALTER, S.D; WOOD, E.P; RAINA, P.S; GALUPPI, B.E. Validation of a model of Gross Motor Function for children with cerebral palsy. **Physical Therapy** vol. 80, nº10, p. 974-985, oct. 2001.

PARK, E.S. ; PARK, C.; LEE, H.J.; CHO, Y.S. The effect of electrical stimulation on the trunk control in young children with spastic diplegic cerebral palsy. **J Korean Med Sci** ; 16: 347 – 50, 2001.

RATLIFE, K.T. **Fisioterapia Clínica e Pediátrica, guia para a equipe de fisioterapeutas**. Editora Santos, 2002.

REDSTONE, F. e WEST, J.F. The importance of postural control for feeding. **Pediatric Nursing** ; march – april , vol 30 , n 2 , 2004.

RUOTI, R.G., MORRIS, D.M. e COLE, A.J. **Reabilitação Aquática**. São Paulo, Editora Manole, 2000.

SHEPHERD, R. B. **Fisioterapia em pediatria**. 3ª ed. São Paulo. Santos Livraria e Editora, 1996.

SHUMWAY-COOK, A. e WOOLLACOTT, M.H. **Controle motor – teoria e aplicações**. 1ª ed. São Paulo. Manole, 2003.

SKINNER, A.T. e THOMSON, A.M. **Duffield: Exercícios na Água**. São Paulo. Editora Manole, 1985.

SOUZA, A.M.C. e FERRARETO, I. **Paralisia cerebral – aspectos práticos**. São Paulo, 1998.

STANAT, F. e LAMBECK, J. The Halliwick method. **AKWA**, june/jul 2001.

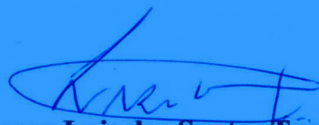
ANEXO A – Comitê de ética em pesquisa.

Comitê de Ética em Pesquisa**-CEP-****Título:** “Conjunto de dispositivos para incentivar a reabilitação de crianças com dificuldades motoras”**Autores:** Eder Montanheiro, Prof. Annie France Frère Slaets**Processo CEP:** 057/2002*Parecer de membro do Comitê de Ética em Pesquisa, avaliado em 18/06/2002.*

- “1. A apresentação do projeto está adequada às normas de apresentação de Projetos de pesquisa desta UMC.
2. Os objetivos estão citados e a análise será efetuada a partir de um protocolo de avaliação de pacientes menores selecionados entre os tratados na Clínica de Fisioterapia da Universidade de Mogi das Cruzes.
3. É parte integrante do presente projeto o “Termo explicativo de consentimento” que privilegia o livre e esclarecido consentimento pelo paciente.

Conclusão: Projeto aprovado quanto aos aspectos éticos.”

Mogi das Cruzes, 18 de junho de 2002.

**Prof. Ivarne Luis dos Santos Tersariol**
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa

ANEXO B - Termo explicativo e de consentimento.

Termo explicativo e de consentimento.

Eu _____ declaro que fui informado pelo pesquisador responsável sobre os objetivos do projeto.

Entendi que o trabalho visa desenvolver um equipamento que auxiliará a realização dos exercícios dentro da piscina, com a supervisão do fisioterapeuta que se responsabilizará pela segurança do(a) meu(a) filho(a).

Estou ciente de que o procedimento não é invasivo e não causa dor ou desconforto.

Assinatura do responsável

Data: ___/___/___

Belmira da Silva Cunha
Rua Biotônico nº1680
Vila Urupês, Suzano – São Paulo
Tel.: 4742-2469

ANEXO C – Questionário para avaliação do dispositivo.

Nome : _____
 Profissão: _____ Data: __/__/__
 Tempo de atuação: _____

Você trabalha ou já trabalhou com reabilitação de tronco em crianças com paralisia cerebral? sim não

Se a resposta anterior foi "sim", você utilizou ou utiliza algum dos métodos abaixo?

- | | |
|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Bobath | <input type="checkbox"/> Doman Delacato |
| <input type="checkbox"/> Kabat | <input type="checkbox"/> Bola Suíça |
| <input type="checkbox"/> Hidroterapia | |

Dê sua opinião sobre o dispositivo observado seguindo a escala abaixo:

- 5- Muito bom
- 4- Bom
- 3- Razoável
- 2- Precário
- 1- Ruim

a) atrai a atenção da criança

5 4 3 2 1

b) os objetos lúdicos são interessantes

5 4 3 2 1

c) estimula a criança a realizar os movimentos de extensão de cabeça e tronco

5 4 3 2 1

d) a criança consegue acompanhar os movimentos dos objetos sem realizar rotação e/ou inclinação lateral do tronco

5 4 3 2 1

d) é de fácil utilização para o fisioterapeuta dentro da piscina

5 4 3 2 1

Em relação ao (s) método (s) que você utiliza ou já utilizou, considera que este dispositivo é:

- | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|
| 1. mais atrativo | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |
| 2. mais lúdico e interessante | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |
| 3. mais facilitador na estimulação do movimento de extensão cervical * | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |
| 4. mais facilitador para estimular os movimentos de extensão cervical e extensão do tronco ** | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |

Você acredita que este dispositivo poderá contribuir positivamente no tratamento de reabilitação do controle postural na hidroterapia em crianças com paralisia cerebral?

- sim não

* avaliação de crianças com deficiência do controle cervical

** avaliação de crianças com controle cervical e deficiência do controle de tronco

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)