



**UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA**

**FCS/ESS**

**LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA**

**PROJECTO E ESTAGIO PROFISSIONALIZANTE II**

# Efeito da Realidade Virtual em crianças com Paralisia Cerebral: Revisão bibliográfica

Marie Ripert  
Estudante de Fisioterapia  
Escola Superior de Saúde – UFP  
[29954@ufp.edu.pt](mailto:29954@ufp.edu.pt)

Fátima Santos  
Professora Doutora  
Escola Superior de Saúde-UFP  
[fatimas@ufp.edu.pt](mailto:fatimas@ufp.edu.pt)

Porto, Janeiro de 2017

## Resumo

**Introdução:** a realidade virtual (RV) tem sido utilizada como forma de melhorar os diferentes padrões de movimento em crianças com Paralisia Cerebral (PC). **Objetivo:** verificar os efeitos da utilização da RV nos défices motores em crianças com PC. **Metodologia:** pesquisa com palavras-chave na B-on e na base de dados Pubmed para identificar estudos publicados nos últimos 10 anos, randomizados controlados, randomizados não controlados, estudos de casos, publicados em inglês e em que se tratam os défices motores nas crianças com PC com uma idade máxima de 18 anos. Foram excluídos estudos sem texto integral disponível e nos quais foi realizado em simultâneo um outro tipo de tratamento além da RV. **Resultados:** foram identificados 12 artigos. **Conclusão:** a maioria dos estudos encontrados foram séries de estudos de caso, o que não permite a extrapolação dos resultados. É necessário efetuar mais estudos para avaliar a evidência da RV como ferramenta coadjuvante ao tratamento de fisioterapia em crianças com PC. **Palavras chaves:** Paralisia Cerebral, Realidade Virtual, ambiente de reabilitação, fisioterapia.

## Abstract

**Introduction:** Virtual Reality (VR) have been used as a way to improve the different movements patterns of patients with Cerebral palsy (CP). **Objective:** investigate the effects of the use of VR in motor deficits on patients with CP. **Methodology:** search by keywords on B-on e Pubmed database to identify randomized controlled studies, randomized uncontrolled studies , cases studies, carried on humans during the last 10 years, in English and that deal with the motor deficits in children with CP and whose age is maximum 18. **Results:** 12 studies were identified. **Conclusion:** The majority of the studies that we found were series of case studies; which doesn't permit the extrapolation of the results. It's necessary to realize more studies in order to evaluate the evidence of the VR as a supporting instrument to physiotherapy in children with CP. **Key-words:** Cerebral palsy, Virtual Reality, rehabilitation environment, physical therapy, physiotherapy.

## **Introdução**

A Paralisia Cerebral (PC) é uma deficiência motora de infância causada por uma lesão ou anomalia que afeta o cérebro imaturo e em desenvolvimento. A incidência desta doença é de 2,08 por mil nado-vivos na Europa. Existem três tipos de PC: o quadro espástico é o mais comum e pode ser unilateral (hemiparética) ou bilateral (com 2, 3 ou 4 membros afetados). As outras formas disquinética (distónico e cora coreoatetósico) e atáxica são mais raras. Alguns casos não podem ser enquadrados nestes tipos e são descritos como não classificáveis (Sociedade Portuguesa de Pediatria, 2012). As crianças com PC são normalmente integradas em programas de (re)habilitação face às disfunções de movimento que apresentam. Na última década, a RV tem sido mais utilizada na reabilitação pediátrica inclusive em crianças com PC. A realidade virtual (RV) é definida como o uso de simulações interativas com oportunidades de realizar-se num ambiente virtual, muito parecido com os objetos e atividades do mundo real. Os utilizadores interagem com objetos virtuais mexendo e manipulando-os, criando a sensação de imersão e de “presença virtual” no mundo simulado. Este mundo dá um “feedback” em tempo real permitindo adaptar e corrigir o movimento de maneira instantânea (Weiss, Tirosh e Fehlings, 2014). Segundo Wang e Reid (2011) podemos definir três tipos de RV: uma dela é a interação baseada no “feedback” (neurofeedback, biofeedback...) mais utilizada como adjuvante a um outro tratamento, que reforça o efeito da terapia dominante, e é geralmente realizada em uma dimensão. Permite aumentar o envolvimento e a motivação da criança integrando os seus próprios interesses no programa. O segundo tipo de RV é a interface baseada no gesto, que captura os movimentos da criança, projetados em tempo real, permitindo à criança ver-se dentro do ambiente virtual enquanto está a realizar as atividades. A RV pode também existir sob forma de interação com dispositivo “háptico”. Este último tipo de RV permite a interação entre o utilizador e o computador através do sentido do tato. As interfaces tradicionais são o rato de computador, o joystick e o ecrã tátil. Outras tecnologias mais sofisticadas podem oferecer um “feedback” mais realista e direto, como por exemplo luvas sensoriais e robóticas.

Assim a RV, através das suas múltiplas formas, permite fornecer motivação às crianças e envolvê-las no tratamento, o que vai favorecer uma aprendizagem mais ativa (Weiss, Tirosh e Fehlings, 2014). Permite também ao terapeuta individualizar o programa terapêutico, controlar a sua aplicação e a progressão dos exercícios. Assim, vai ser possível transferir as capacidades aprendidas para o mundo real, num contexto de segurança (Wang e Reid, 2011).

Vários estudos já investigaram o efeito da RV em reabilitação pediátrica nomeadamente em crianças com diagnóstico de distúrbios de hiperatividade (DADH) (Othmer e Kaiser, 2000; Yan

et al., 2008), epilepsia e distúrbios de humor (Othmer e Kaiser, 2000) distúrbios de atenção, impulsividade, hiperatividade e distração (Cho et al., 2002). Foram utilizados jogos com neurofeedback para todas estas crianças com resultados satisfatórios. Outras intervenções foram realizadas com RV com dispositivo “háptico”: tarefas específicas em meios virtuais como num supermercado (Bauminger et al., 2007) ou num mundo imaginário criado pela criança (Herrera et al., 2008), que parecem ser eficazes em grupos de crianças com autismo. Vários estudos foram também realizados sobre o efeito da RV em crianças com PC. Alguns apontaram benefícios com a Nintendo Wii na melhoria da função motora (Gordon, Roopchand-Martin e Gregg, 2012), no apoio unipodal e na força de preensão (Salem, Gropack, Coffin e Godwin, 2012); ou com “Robot Assisted Gait Training” (RAGT) na melhoria da marcha (Brusch et al., 2011; Koenig et al., 2008). No entanto, outros estudos não mostraram resultados positivos na locomoção com a utilização da RV e com passadeira (Van der Krogt, Sloot, Harlaar, 2014a; Van der Krogt, Sloot, Harlaar, 2014b; Van der Krogt, Sloot, Harlaar, 2015). Como ainda não existe consenso sobre os benefícios da RV, o objetivo desta revisão é verificar a efeito da utilização da RV nos défices motores de crianças com PC.

## **Metodologia**

Foi realizada uma pesquisa na B-on e base de dados Pubmed com objetivo de selecionar estudos em que fosse utilizada a RV como ferramenta terapêutica em crianças com PC. Para tal utilizaram-se as palavras-chave: *cerebral palsy*, *virtual reality*, relacionadas com o operador lógico AND. Foram selecionados os artigos de acordo com os seguintes critérios de inclusão: estudos publicados nos últimos 10 anos, estudos que avaliassem os défices motores de crianças com menos de 18 anos com PC, programas que incluíssem a RV como estratégia de tratamento, estudos randomizados controlados, estudos randomizados não controlados, estudos de caso, e publicados em Inglês. Excluíram-se estudos em que as crianças estivessem a fazer outro tipo de tratamento em simultâneo, e artigos sem texto integral disponível.

## **Resultados**

A pesquisa foi efetuada durante o mês de Setembro de 2016. Na Pubmed e na B-on com as palavras chave “cerebral palsy” e “virtual reality”, obtivemos respetivamente 93 e 930 resultados. Após os filtros e a seleção através dos critérios de inclusão e exclusão, ficamos com 3 e 8 artigos. O procedimento de seleção dos artigos está explícito no fluxograma de prisma (anexo 1 e 2). Os resultados estão descritos na tabela 1.

Tabela 1- Artigos incluídos na revisão sistemática.

Autor/ano	Amostra	Objetivo do estudo	Descrição dos programas de intervenção e momentos de avaliação	Tipo de realidade virtual	Parâmetros avaliados	Principais resultados e conclusão
Yoo et al. (2014)	3 crianças com PC espástica -2M: 8 anos quadriplégico 7anos diplégico -1F: 13 anos quadriplégica	Investigar a eficácia do biofeedback EMG c/ RV para melhorar desequilíbrios musculares entre o bicipíte e o tricípíte durante os movimentos de alcance nas crianças c/ PC espástica	5 min de treino c/ EMG biofeedback, seguido de 5 min de treino dos exercícios RV Depois foram realizadas 2 intervenções s/ a RV e c/ a RV, 5x/ sessão, durante 60 s, c/ 1 sem. de intervalo entre as 2. <b>Momentos de avaliação:</b> Antes da intervenção (AI) e após a intervenção (FI)	Sistema de biofeedback QEMG-VR c/ o jogo “aqua” c/ a tarefa de alcance motor funcional	O ratio tricípíte/ bicipíte (T/B)	A amplitude de contração do tricípíte foi melhor durante a combinação EMG e VR (QEMG-VR) do que c/ o EMG só O ratio T/B aumentou mais c/ o QEMG-VR do que só com o EMG
Baram e Leger, (2012)	<b>GE:</b> (c/ PC e distúrbios de marcha) 10 c/feedback (fb) visual, 10 c/ fb auditivo <b>GC:</b> (c/ a mesma idade, saudáveis) 7 c/ fb visual e 8 c/ fb auditivo	Estudar os efeitos do treino de marcha com feedback visual e auditivo nas habilidades de marcha de pacientes com distúrbios de marcha devido a PC	-Estádio 1: andar numa trajetória de 10 m s/ RV -Estádio 2: andar numa trajetória de 10 m c/ RV -Estádio 3: depois de 20 min de pausa, andar os 10 m s/ RV <b>Momentos de avaliação:</b> antes da intervenção (no estádio 1) e após a intervenção (no estádio 3)	<b>-RV visual:</b> equipamento de RV ligado a óculos que fornece aos pacientes uma imagem de linhas transversas <b>-RV auditivo:</b> equipamento que emite um sinal auditivo a cada passo	Velocidade da marcha Comprimento de passo	<b>G1 na RV visual e auditiva:</b> Aumento da velocidade de marcha e do comprimento de passo, ainda mais importante quando a velocidade é inferior à velocidade média dos participantes, e quando a idade é superior à idade media dos participantes. <b>G2 na RV visual e auditiva:</b> Sem efeito mesurável da velocidade da marcha ou do comprimento de passo
Chiu, Ada e Lee (2014)	62 crianças com PC espástica de tipo hemiplégico entre 6 e 13 anos. -GE: 32 -GC: 30	Investigar sobre a efetividade do treino Wii Sports Resort e saber se os benéficos são mantidos	3x/sem. 40 min sessão,10 min cada jogo, durante 6 sem. -GE: RV e terapia convencional -GC: terapia convencional <b>Momentos de avaliação:</b> Antes (AI), após a intervenção (FI), e “follow-up” na 6º sem. (6S)	Wii Sports Resorts, RV baseada no gesto (bowling, Frisbee, Basketball, Air sports)	-Coordenação cotovelo e indicador (tarefa de seguimento) -Força de prensão (dinamómetro) -Função da mão (Nine hole Peg test, JTT) - Functional Use Survey (para os cuidadores)	-Força: aumento para o GE no fim da intervenção e ao “follow-up” (6S) - inquérito : melhorias na quantidade (não em qualidade) de movimento da mão para o GE no fim da intervenção (FI) e ao “follow-up” (6S)

**Legenda:** GE: Grupo experimental; GC: Grupo de controlo; F: Sexo feminino; M: sexo masculino; AI: Antes da Intervenção; DI: Durante a Intervenção FI: Fim da Intervenção; MS: Membro superior. MI: membro Inferior; FT: fisioterapia; MAUULF: Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function; JTT: Jebson Taylor Test Hand Function

Tabela 1- Artigos incluídos na revisão sistemática (continuação).

Autor/ano	Amostra	Objetivo do estudo	Descrição dos programas de intervenção e momentos de avaliação	Tipo de realidade virtual	Parâmetros avaliados	Principais resultados e conclusão
Dinomais et al. (2013)	2 crianças M de 16 anos c/ PC espástica unilateral (C1, C2)	Examinar a “utilidade clínica” de uma nova ferramenta de RV para tratar défices motores dos MS em pacientes c/ PC	2x/ dia, 1h sessão, 5d./sem, durante 2 sem. -C1: RV c/ terapia ocupacional 1h/d. -C2: RV  <b>Momentos de avaliação:</b> 3 avaliações antes da intervenção (AI), 9 durante a intervenção (DI) e 1 avaliação após a intervenção (FI)	sensor “Kinect”: RV baseada no gesto para capturar e seguir o movimento de alcance de objetos em todas as direções	- BBT (Box and Blocks Test) para cada mão para as 2 crianças (C1, C2) - JTT: apenas para 1 criança (C2)	- BBT aumento para as 2 crianças nos dois MS (afetado e não afetado) - JTT melhorias apenas para o item “pegar num objeto pesado” com os dois MS
Luna-Oliva et al. (2013)	11 crianças espásticas - 5 M - 6 F 3 c/ hemiplegia e 8 c/ diplegia leve ou moderada entre 4 e 11 anos.	Avaliar a utilidade dum sistema de videogame baseado sobre uma tecnologia de RV para suportar o tratamento de reabilitação convencional de crianças c/ PC na escola	2 x/ sem., 30 min cada sessão, durante 8 sem. RV e FT convencional baseada no tratamento de neurodesenvolvimento, psicomotricidade e cinesioterapia sessão introdutória de 1h, 2 sem. antes do início do estudo  <b>Momentos de avaliação:</b> antes (AI) e após a intervenção (FI), no “follow-up” às 8 sem. (8S)	Consola de jogo “X BOX 360” c/ o sensor “Kinect”: RV baseada no gesto	- AMPS (Assessment of Motor and Process Skills) - PRT (Pediatric Reach Test) - 10 MW(10 meter Walk Test) -GMFM (Gross Motor Functional Motion) - JTT	-AMPS, PRT,10MW e GMFM: melhorias entre AI e FI e entre AI e 8S -JTT: diferenças em todos os itens exceto no item “pegar num objeto pesado” entre as 3 avaliações melhorias entre AI e 8S para todos os itens menos “pegar num objeto pesado” e “empilhar blocos” melhorias entre FI e 8S apenas para o item “virar páginas”
Pavão, de Oliveira e Ferreira Rocha (2014)	1 criança c/ PC espástica - 1M de 7 anos hemiplégico	Verificar o efeito de um protocolo terapêutico baseado em RV sobre o desempenho motor e o equilíbrio funcional de uma criança c/ PC	2x/ sem. c/ FT,12 sessões de 45 min. 2 jogos de 10 min. c/ 5 min. de descanso.  <b>Momentos de avaliação:</b> 2 sem. antes da intervenção (AI1), 1 d. antes da intervenção (AI2),1 d. após a intervenção (FI)	Consola de jogo “X BOX 360” c/ o sensor “Kinect”: RV baseada no gesto	- EDM (Escala de Desenvolvimento Motor) - PBS (Pediatric Balance Scale)	-PBS: melhorias de 3 pontos, atingindo a pontuação máxima de 56 -Aumento da pontuação da EDM, passando dum score revelando um desempenho motor “muito inferior” (69 e menos) para um score traduzindo um desempenho motor “inferior” (70-79).

**Legenda:** GE: Grupo experimental; GC: Grupo de controlo; F: Sexo feminino; M: sexo masculino; AI: Antes da Intervenção; DI: Durante a Intervenção FI: Fim da Intervenção; MS: Membro superior. MI: membro Inferior; FT: fisioterapia; MAULF: Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function; JTT: Jebson Taylor Test Hand Function

Tabela 1- Artigos incluídos na revisão sistemática (continuação).

Autor/ ano	Amostra	Objetivo do estudo	Descrição dos programas de intervenção e momentos de avaliação	Tipo de realidade virtual	Parâmetros avaliados	Principais resultados e conclusão
Reid e Campbell (2006)	<b>GE:</b> 19 c/ RV e TO e/ou FT  <b>GC:</b> 12 c/ TO e/ou FT entre 8 e 13 anos	Verificar se as mudanças na qualidade dos movimentos dos MS podem encontrar-se como um resultado da intervenção c/ RV	1x/sem., por volta de 90 min. cada sessão, durante 8 sem.  <b>Momentos de avaliação:</b> antes da intervenção (AI) e após a intervenção (FI)	“Mandala Gesture Xtreme IREX VR system”: RV baseada no gesto	- QUEST (Quality of Upper Extremity Test): performance motora	Não encontramos melhorias significativas na performance motora.
Green e Wilson (2011)	4 crianças com hemiplegia - 2F (3 e 14 anos) - 2M (4 anos e 4 m., 4 anos e 7 m.)	Avaliar a viabilidade e o efeito terapêutico da RV adaptativa “tabletop workspace” para crianças c/ habilidades cognitivas e neuro motoras diferentes	Fase de familiarização: 1º sem., 3-4 d., antes da intervenção Fase de tratamento: 3-5x/ semana, 30 min sessão, 9-19 sessões, durante 3-4 sem. - Tarefas dirigidas pelo objetivo (10 min) - Ambiente exploratório (15 min)  <b>Momentos de avaliação:</b> 1 ou 4 sem. antes da intervenção (AI1), 1 d. antes da intervenção (AI2), após a intervenção (FI)	“VR-ACTION” c/ o sistema “ELEMENTS” que usa Interfaces de Utilizadores Tangíveis (IUT): RV “háptica”	-Variáveis cinemáticas (velocidade, eficiência, precisão e erros de resposta) -BBT (Box and Block test) -JTT - “ABILHAND-Kids” e CHEQ (Children hand’s experience Questionnaire) - Inquérito de envolvimento e participação baseado no SFQ-C (Short Feedback Questionnaire adapted for Children)	- Melhorias de precisão e eficiência para todas as crianças s/ perda de velocidade c/ redução de erro (1 criança c/ transferências para as AVD, 2 crianças c/ muita variabilidade) - BBT e JTT: melhorias para 1 criança (M de 4anos e 4m) - ABILHAND e CHEQ: melhorias para 2 crianças (2F)
Qiu et al. (2009)	2 crianças com PC hemiplégica espástica - 1F: de 7 anos - 1M: de 10 anos	Examinar a viabilidade do sistema de RV c/ uma tecnologia assistida por robot para a reabilitação dos distúrbios e da função dos MS	3x/sem, 60 min. cada sessão, durante 3 sem.  <b>Momentos de avaliação:</b> Antes da intervenção (AI) e após a intervenção (FI)	“Haptic Master”, c/ um suporte c/ anel c/ 6 graus de liberdade, controlado pela força: RV “háptica”	-MAUULF (+ 3 itens MAUULF cronometrados) - Força (preensão e pinça) - AROM (Active Range Of Motion) - Medidas cinemáticas (duração do movimento, comprimento da trajetória, fluidez) -Inquérito (atenção e fadiga)	-1F: melhorias na performance geral de MAUULF (coordenação e eficácia do movimento) - 1M melhoria dos AROM flexão do ombro e da supinação -Aumento de quase 100% nos testes de força para ambas crianças - melhorias globais nas medidas cinemáticas nas 2 crianças

**Legenda:** GE: Grupo experimental; GC: Grupo de controlo; F: Sexo feminino; M: sexo masculino; AI: Antes da Intervenção; DI: Durante a Intervenção FI: Fim da Intervenção; MS: Membro superior. MI: membro Inferior; FT: fisioterapia; MAUULF: Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function; JTT: Jebson Taylor Test Hand Function

Tabela 1- Artigos incluídos na revisão sistemática (continuação).

Autor/ano	Amostra	Objetivo do estudo	Descrição dos programas de intervenção e momentos de avaliação	Tipo de realidade virtual	Parâmetros avaliados	Principais resultados e conclusão
Fluet et al. (2010)	9 crianças 3 grupos -G1: 2M c/ 10 e 16 anos -G2: 2M de 12 e 6 anos e 1F de 7 anos -G3: 3F de 5,6, 12 anos, 1M de 11 anos	Investigar a habilidade do sistema de treino duma RV c/ uma tecnologia assistida por robot, nas mudanças de função do MS nas crianças com hemiplegia secundária a PC	60 min (24 min de tempo medio da tarefa), 3 d./ sem. durante 3 semanas. durante 5-6 horas G1:RV c/ flexão ombro, extensão cotovelo G2:RV c/ ênfase na supinação G3:RV+CIMT (Constraint Induced Movement Therapy)  <b>Momentos de avaliação:</b> antes da intervenção (AI) e após a intervenção (FI)	“Haptic Master”, c/ um suporte c/ anel c/ 6 graus de liberdade controlado pela força: RV “háptica”	- MAUULF (+ 3 itens MAUULF cronometrados) - Força (preensão e pinça) - AROM (Active Range Of Motion) -FLH (Functional level of Hemiplegia) - Medidas cinemáticas (duração do movimento, comprimento da trajetória, fluidez) -Inquérito (atenção e fadiga)	-MAUULF: melhorias em G2 e G3, melhores resultados no G1 em 2 itens (“alcance de lado” “mão a boca”) e no G2 em 1 item (“alcance em frente”) e na media dos 3 itens -Força: melhores ganhos no G2 -AROM: melhorias de alguns sujeitos na flexão, abdução e supinação - FLH: aumento de pelo menos 1 nível - melhorias na duração do movimento, comprimento da trajetória sobretudo no G2
Choi e Lo (2011)	2 crianças de 7 anos com défices dos MS 1 distónico e 1 disquinética	Investigar se o “feedback” de força para o treino assistido por computador melhora a motricidade fina nas crianças c/PC	2x/sem., 30 min cada sessão, durante 2 sem. <b>Momentos de avaliação:</b> escrita de 10 letras chinesas em papel c/ gravação vídeo da intervenção (antes e após) e posteriori avaliação qualitativa por uma professora de chinês ; avaliação quantitativa ao inicio e fim de cada sem. pelo sistema virtual	RV “háptico”: ecrã e caneta tátil	Avaliação quantitativa: -Tempo de escrita -Comprimento da trajetória  Avaliação qualitativa: -legibilidade	Diminuição do tempo de escrita para as 2 crianças melhoria na capacidade de controlo da motricidade fina e de precisão da escrita Ligeira melhoria da criança disquinética
Chen et al. (2007)	4 crianças com PC espástica: -2M (de 5 e 6 anos) 1F (de 8 anos) quadriplégicos -1M de 4 anos hemiplégico	Investigar os efeitos da RV sobre o padrão de preensão em crianças com PC	2ou 3x/ sem, 2h/sem., duração total: 4 sem. <b>Momentos de avaliação:</b> Antes da intervenção (AI), durante a intervenção (DI), após a intervenção (FI) no “follow-up” na 2º e 4º sem. depois. (2S,4S)	2 sistemas de RV: -Sistema de treino de reabilitação de RV “háptica” da mão (treino de alcance de objeto em movimento) -Sistema de “eye-toy-play” baseada no gesto	-Cinemática de alcance (tempo de movimento, comprimento da trajetória, pico de velocidade, suavidade): caixa de letra em 3 direções: neutra, interna e externa - motricidade fina do PDMS-2 (Peabody Developemntal Motor Scale: 2ª edição) : preensão e integração visuo motora	- Cinemática do alcance: melhorias variáveis em todas as crianças nas direções neutra, interna e externa - Domínio de motricidade fina do PDMS-2: aumento para todas as crianças no score total da preensão e das tarefas visuo-motoras. A maior parte das melhorias foram atribuídas às tarefas visuo-motoras

**Legenda:** GE: Grupo experimental; GC: Grupo de controlo; F: Sexo feminino; M: sexo masculino; AI: Antes da Intervenção; DI: Durante a Intervenção FI: Fim da Intervenção; MS: Membro superior. MI: membro Inferior; FT: fisioterapia; MAUULF: Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function; JTT: Jebson Taylor Test Hand Function.



## **Discussão**

Segundo Wang e Reid (2011) podemos distinguir três tipos de RV: interação baseada no feedback, interface baseada em gesto, interação com dispositivo háptico.

### **RV com feedback**

Os estudos de Yoo et al. (2014) e Baram e Lenger (2012) enquadram-se no tipo de RV com interação baseada no feedback. No estudo de Yoo et al. (2014), foi realizado o biofeedback de eletromiografia (EMG) com a RV (exercício com feedback visual) para melhorar o desequilíbrio muscular entre o bicípíte e o tricípíte no alcance funcional. Crianças com PC espástica de tipo quadriplegia e diplegia, entre 7 e 13 anos, realizaram o biofeedback EMG e depois EMG-RV (EMG combinado com a RV) através do jogo de alcance funcional “aqua”. As três crianças melhoraram o padrão do alcance, baseando-se no ratio Tricípíte/ Bicípíte que aumentou de pelo menos 58,62% para cada um, significando que o tricípíte se tornou mais forte em relação ao bicípíte. Este resultado revela uma melhoria do padrão de movimento do alcance funcional promovida pela RV (Yoo et al., 2014). O estudo de Baram e Lenger (2012), randomizado controlado, visou analisar os benefícios da RV com feedback visual e auditivo sobre o padrão de marcha (velocidade da marcha e comprimento do passo) em crianças com PC com distúrbios de marcha, comparado com crianças com a mesma idade sem PC. O equipamento de RV visual foi constituído por óculos que forneceram aos participantes uma imagem de linhas transversas que eles tinham que ultrapassar. A RV com feedback auditiva emitia um som a cada passo. Concluiu-se que os dois tipos de RV (auditiva e visual) tiveram resultados positivos nas crianças com PC porque aumentaram a velocidade da marcha e o comprimento do passo e essas melhorias não foram encontradas na população sem PC, com a mesma idade. Estes progressos foram mais acentuados em participantes mais velhos e que na avaliação inicial apresentaram menor velocidade de marcha.

### **RV com interface baseada em gesto**

Nesta revisão 5 estudos utilizam este tipo de RV: Chiu, Ada e Lee (2014), Dinomiais et al. (2013), Luna-Oliva et al. (2013), Pavão, Arnoni, de Oliveira e Ferreira Rocha (2014) e Reid e Campbell (2006). No estudo de Chiu, Ada e Lee (2014), randomizado controlado, a RV utilizada foi a consola de jogo comercial “Wii Sports Resort”. Esta RV integra um controlo remoto que a criança agarra na mão com um botão que pode pressionar com o indicador. Os movimentos que esta realiza com o comando são detetados e representados num ecrã de televisão. O objetivo deste estudo foi avaliar os benefícios deste jogo sobre a função dos

membros superiores em crianças com PC do tipo hemiplégico. Foram utilizados diferentes jogos para treinar diversas funções: “bowling” (flexão do ombro e extensão do cotovelo e do indicador), “air sport” (flexão isométrica do ombro com flexão e extensão do cotovelo e do punho, com pronação e supinação) “frisbee” (flexão isométrica do ombro com flexão e extensão do cotovelo e do indicador) e “basket” (flexão do ombro e extensão do cotovelo com flexão e extensão do indicador). A intervenção foi realizada em casa em 32 crianças entre 6 e 13 anos com PC que representaram o grupo experimental e 30 outras crianças saudáveis que constituíram o grupo de controlo. Foram avaliados a coordenação do movimento do cotovelo e do indicador com a medida dum ratio entre vários alvos móveis que traduzem movimentos de flexão e extensão da articulação, representado num ecrã de computador, e os movimentos voluntários de resposta dos participantes. Dois dos outros instrumentos de avaliação foram um dinamómetro para a força de apreensão e um inquérito do uso funcional para avaliar a percepção que os cuidadores têm da função da mão da criança. A função da mão foi analisada através do “nine hole peg test” (teste dos nove pinos) e do “Jebsen –Taylor Test of hand function” (JTT). O primeiro teste consiste em colocar 9 pinos em 9 buracos e tirá-los dos buracos o mais rapidamente possível. O segundo teste é também um teste de rapidez que contém 6 itens que representam ações a realizar: virar cartas, pegar pequenos objetos, empilhar blocos, pegar objetos leves, pegar objetos pesados, simulação da alimentação e a escrita. Esta última não foi realizada por causa da frustração que poderia gerar nas crianças. Observaram-se melhorias da força de apreensão no grupo experimental, e na quantidade de movimentos do ponto de vista dos cuidadores, em relação ao grupo de controlo e estes foram mantidas além da intervenção. Este aumento da força de apreensão pode ser devido à força mantida para agarrar o comando durante a intervenção. No estudo de Dinomais et al. (2007), dois adolescentes com PC de tipo espástica unilateral de 16 anos realizaram uma tarefa simples de alcance de objetos em várias direções com a mão afetada e a mão não afetada com um sensor “Kinect”. O objetivo deste estudo era de testar a utilidade da RV para melhorar os défices motores dos membros superiores. Foram realizados o JTT, exceto a tarefa da escrita pelas mesmas razões que o estudo precedente, e o “Box and Block Test” (BBT). Este último instrumento avalia a função manual grosseira medindo o número de blocos transportados dentro dum minuto. Verificou-se melhorias no BBT nas duas crianças, o que quer dizer que eles conseguiram ganhar destreza manual grosseira. O JTT foi avaliado numa única criança e notou-se melhorias apenas no subtteste “pegar objetos pesados”, tarefa que se aproxima melhor do gesto realizado durante o treino. Podemos comparar este último artigo com o artigo de Luna-Oliva et al. (2013), que estudou o efeito da RV com uma consola de jogo (“Xbox 360”) e com o mesmo sensor “Kinect”, instalado na escola dos

participantes com PC espástica de tipo diplégico e hemiplégico. No entanto, este estudo avaliou uma amostra maior (11 crianças) com uma abordagem mais geral: qualidade das AVD's, velocidade da marcha, o equilíbrio a função motora grosseira, além do JTT. O objetivo foi de avaliar a utilidade desta RV para suportar o tratamento de reabilitação das crianças com PC. Na função da mão avaliada pelo JTT, observou-se diferenças em todos os itens menos no “pegar em objetos pesados” e no “empilhar blocos”. Contudo, essas melhorias só foram mantidas no “follow-up” de 8 semanas no item “virar páginas” não foram todas mantidas além da intervenção, pois apenas o item “virar páginas”. Verificou-se progressos nos outros parâmetros de avaliação ao longo do tratamento e 8 semanas depois. Isso significa que o tratamento utilizando RV melhorou significativamente a performance nas AVD's, a velocidade da marcha, o equilíbrio e a função motora grosseira, e que estas melhorias foram mantidas além da intervenção. O estudo do Pavão, Arnoni, de Oliveira e Ferreira Rocha (2014), utilizou exatamente o mesmo tipo de RV do que Luna-Oliva et al. (2013): o jogo comercial Xbox 360 com sensor “Kinect”; e avaliou também o equilíbrio (embora com escala diferente), tendo este melhorado na criança do estudo que tinha PC espástica do tipo hemiplégico. Foi avaliado também o desenvolvimento motor através da Escala de Desempenho Motor que analisa 6 áreas motoras (motricidade fina, motricidade grosseira, equilíbrio, esquema corporal, organização espacial, organização temporal e lateralidade). Todos estes itens foram avaliados, exceto a lateralidade, revelando resultados positivos em cada um menos na organização espacial. O estudo de Reid e Campbell (2006), randomizado controlado, avaliou 19 crianças com PC (grupo experimental) e 12 crianças sem PC (grupo de controlo). Vários parâmetros foram abordados mas, no que respeita à performance motora, a escala utilizada foi QUEST (“Quality of upper Extremity Skills Test”). Nesta escala, que analisou padrões de movimentos em quatro áreas: agarrar, carregar peso, reação de extensão protetiva e movimentos de dissociação, só o último item foi utilizado, sendo que não foram encontradas melhorias.

### **RV com dispositivo háptico**

Nesta revisão, 4 estudos tratam deste tipo de RV: Green e Wilson (2012), Fluet et al. (2010), Qiu et al. (2009) e Choi e Lo (2011). No estudo de Green e Wilson (2012) foi utilizada uma RV com dispositivo háptico com objetivo de melhorar a função dos membros superiores. Utilizou-se dois modos de interação: o primeiro era com objetivo de tarefa e o segundo era exploratório. Este sistema de RV usa Interfaces Tangíveis para Utilizadores como interação com o mundo virtual, associado a feedback visual e auditivo. Para o primeiro modo, foi pedido às crianças para agarrar um cilindro na mão e mexê-lo em contacto com um ecrã tátil, seguindo

uma série de diferentes alvos. O segundo modo permitia à criança interagir de maneira livre e criativa no ambiente virtual sem objetivo preciso. Quatro crianças hemiplégicas foram avaliadas através de variáveis cinemáticas, e performance motora (BBT e JTT). Foram também submetidos dois questionários aos cuidadores: um que avaliava as tarefas bimanuais da criança e um segundo que analisava o uso do membro afetado nestas tarefas. Um último questionário tinha que ser preenchido pela criança sobre o seu envolvimento e participação no tratamento. A cinemática do movimento em termos de precisão e eficácia melhorou para cada criança. Este estudo distingue-se de outros por envolverem crianças com problemas neurocognitivos, visuais, heminegligência, comportamentais entre outras, além dos défices motores. Em dois casos, a criança com dificuldades de comportamento (sexo masculino), e a criança mais velha (sexo feminino de 14 anos), obtiveram muitas flutuações diárias nos resultados. A criança com problemas de visão e heminegligência, começou a usar o seu membro afetado só a partir da segunda semana, e a outra criança com distúrbios intelectuais leves a moderados desenvolveu confiança em usar a sua mão afetada a partir da terceira semana. Estes dados demonstraram que o tempo mínimo necessário para obter resultados nestas crianças é de duas semanas. Segundo alguns autores, as crianças com distúrbios mais complexos deveriam beneficiar de treino adicional, para aprender a usar o membro afetado (Akhutina et al., 2003). A criança de 14 anos transferiu as suas melhorias para os AVD's, desenvolvendo novas competências como abrir portas com a mão afetada, aumento da independência, e uso da mesma mão nas atividades bimanuais. Nas medidas de performance (JTT e BBT), uma criança de sexo masculino obteve melhorias. Nos questionários (aos cuidadores e à criança), verificou-se progressos das duas participantes de sexo feminino.

Os dois outros estudos com RV háptica utilizaram uma Tecnologia de Reabilitação Virtual assistida com Robot, do Instituto do New Jersey, com o objetivo de melhorar a função do membro superior. Este equipamento foi o "Haptic Master" com um suporte em forma de círculo com 6 graus de liberdade onde o participante colocava o seu braço, e um sensor de força em três dimensões. Este sistema permitia produzir efeitos hápticos como por exemplo amortecimento. Este tipo de RV foi aplicado em 5 jogos, "bubble explosion" "cup reach", "falling objects", "hammer" e "car race". Foram avaliados nestes dois estudos, a qualidade da função motora do membro superior afetado através da MAUULF ("Melbourne Assessment Unilateral Upper Limb Function") que analisava a velocidade através de 3 itens cronometrados: "alcance de lado" "alcance em frente" e "mão a boca", a amplitude ativa dos movimentos ("AROM"), a força e medidas cinemáticas. O artigo de Qiu et al. (2009) envolveu duas crianças. Apenas a criança de sexo feminino teve melhorias na MAUULF, mas isso pode ser devido ao

“efeito de teto”, uma vez que a outra criança, de sexo masculino, apresentava dados iniciais maiores para o alcance em frente e de lado. No entanto, esta criança melhorou na velocidade das três tarefas cronometradas do MAUULF. O principal déficit do participante de sexo masculino era no movimento ativo da supinação. Contudo, apesar de não ter melhorado na MAUULF da prono-supinação, ele aumentou de 50° na supinação ativa com medidas de AROM, e também de 15° na flexão do ombro. Encontraram-se resultados nas medidas cinemáticas, mais substanciais para a criança de sexo masculino. As principais melhorias das crianças deste estudo foram na força de preensão, da pinça lateral e da pinça palmar. Segundo os autores, estes ganhos são muito interessantes uma vez que não foram treinados especificamente durante a intervenção.

No estudo de Fluet et al. (2010) com o mesmo tipo de RV e os mesmos instrumentos de avaliação, avaliaram-se 3 grupos de crianças: 2 grupos apenas com RV (o grupo 1 com uma versão de simulação permitindo flexão do ombro, extensão do cotovelo e prono supinação, e o grupo 2 com o braço estabilizado ao longo do corpo para enfatizar a supinação) e o terceiro grupo com RV e CIMt (Constraint Induced Movement Therapy). Este grupo não foi analisado nesta revisão, pois envolve uma outra terapia além da RV. Obtiveram-se melhorias nos dois primeiros grupos, para um ou dois itens cronometrados, alguns progressos na AROM de flexão do ombro e na força de preensão. Todos os participantes tiveram melhorias nas medidas cinemáticas no que diz respeito à velocidade (diminuição do tempo de movimento) e na eficiência (diminuição da distância da trajetória) com algumas flutuações diárias. Estes progressos ocorreram sobretudo no grupo 2.

O estudo de Choi e Lo (2011), ao contrário dos estudos anteriores que se focaram em crianças com espasticidade, investigou duas crianças de 7 anos: uma com distonia moderada e e outra com disquinésia leve. O objetivo foi de melhorar a capacidade de escrita através dum sistema de RV com dispositivo háptico constituído por um ecrã e uma caneta tátil. A intervenção foi baseada na escrita de letras chinesas que as crianças tinham que reproduzir. Neste estudo foram avaliadas a velocidade de escrita, o comprimento da trajetória da caneta e a qualidade de legibilidade. Encontraram-se resultados positivos nos dois primeiros parâmetros, no entanto a qualidade de legibilidade melhorou apenas na criança com disquinésia, o que pode ser devido ao grau de atingimento menor neste participante.

### **RV baseada no gesto associada a RV com dispositivo háptico**

O estudo de Chen et al. (2007) focou-se também no membro superior, mais precisamente no alcance multidirecional. Em 4 crianças espásticas unilateral e bilateral, foram avaliados

primeiro, dados cinemáticos do alcance funcional detetando movimentos do alcance em diferentes direções neutra, interna/ externa (adução/ abdução horizontal de 45°) simulando uma entrega de correio. A motricidade fina foi também testada através de 2 subtestes (preensão e integração visuomotora) dum instrumento estandardizado PDMS (“Peabody developmental Motor Scales Second edition”). Foi utilizado um tipo de RV baseada no gesto, para encorajar a criança para alcançar um objeto virtual, o mais rápido possível em diferentes direções, sendo possível ajustar a velocidade. O sistema de RV com dispositivo háptico era constituído por luvas sensoriais e permitia treinar através de 3 jogos: o alcance e a preensão dum objeto em movimento (“butterfly” “peg board”) ou dum objeto fixo em diferentes direções (“pick and place blocks”), com um ajustamento possível da velocidade, da trajetória do objeto e do seu tamanho. Notou-se um progresso da motricidade fina (preensão e integração visual motora) do PDMS-2 em 2 crianças. Nas outras duas, não houve melhorias, o que foi explicado pelo facto de uma criança de 8 anos tinha bons resultados à partida (“efeito de teto”) e ter apenas treinado numa única direção; e pelo facto da outra criança ter um atraso mental ligeiro.

## **Conclusão**

Dos 12 estudos abordados, 2 abordaram o uso de RV com feedback, 5 utilizaram um RV baseada no gesto, 4 foram baseadas sobre uma RV com dispositivo “háptico”. Um único estudo analisou dois tipos de RV: uma baseada no gesto e uma com dispositivo “háptico”. A grande maioria avaliou características motores do membro superior, nomeadamente no alcance e na preensão da mão, sendo que somente 1 estudo investigou os efeitos da RV em parâmetros do membro inferior.

Os parâmetros que mais foram alvo da avaliação nos estudos foram: medidas cinemáticas do alcance (tempo de movimento, comprimento da trajetória ou eficiência, fluidez), a força de preensão, e a função motora através do JTT.

Na medida em que a maioria dos estudos analisados foram séries de estudos de caso, com parâmetros analisados diferentes e participantes com características motoras heterogéneas, não é possível fazer a extrapolação dos resultados para a população geral. Contudo, os resultados obtidos apontam para a necessidade de se efetuar mais estudos que permitam avaliar a evidência da RV como ferramenta coadjuvante ao tratamento de fisioterapia em crianças com PC.

## Referencias bibliográficas

- Akhutina, T., Foreman, N., Krichevets, A., Matikka, L., Narhi V., Pylaeva, N. E Vahakuopus, J. (2003). Improving spatial functioning in children with Cerebral Palsy using computerized and traditional game tasks. *Disabil Rehabil*, 25: 1361-1371.
- Baram, Y. e Lenger, R. (2012). Gait Improvement in Patients with Cerebral Palsy by Visual and Auditory Feedback. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface* 15: 48-52.
- Bauminger, N., Gal, E. e Goren-bar, D. (2007). Enhancing Social Communication in High-Fonctioning Children with Autism through a Co-located Interface. *6th int Workshop on Social Intelligence Design*, Trento, Italy.
- Chen, Y-P., Kang, L-J., Chuang, T-Y., Doong, J-L., Lee, S-J., Tasi, M-W., Jeng, S-F. e Sung, W-H. (2007). Use of Virtual Reality to Improve Upper Extremity Control in Children with Cerebral Palsy: A single-Subject Design. *Physical Therapy jornal*, 87 (11), 1441-1457.
- Cho, B-H., Ku, J., Jang, D.P., Kim, S., Lee, Y.H., Kim, I.Y, Lee, J.H. e Kim, S.I. (2002). The effect of Virtual Reality cognitive training for attention enhancement. *Cyberpsychol Behav*, 5, 129-137.
- Choi, K-S. e Lo, K-H. (2011). A hand rehabilitation system with force-feedback for children with Cerebral Palsy: two case studies. *Disability and rehabilitation*, 33 (17-18), 1704-1714.
- Chiu, H.-C, Ada, L. e Lee, H-M. (2014). Upper limb training *Wii Sports Resort* for children with hemiplegic Cerebral Palsy: a randomized, single-blind trial. *Clinical rehabilitation*, 28(10), 1015-1024.
- Dinomais, M., Veaux, F., Yamaguchi, T., Richard, P., Richard, I. e Nguyen S. (2013). A new virtual reality tool for unilateral Cerebral Palsy rehabilitation; two single-case studies. *Developmental neurorehabilitation*, 16(6), 418-422.
- Fluet, G.G., Qiu, Q., Kelly, D., Parikh, H.D., Ramirez, D., Saleh, S. e Adamovich, S.V. (2010). Interfacing a haptic robotic system with complex virtual environments to treat impaired upper extremity motor function in children with Cerebral Palsy. *Developmental neurorehabilitation*, 13(5), 335-345.
- Gordon, C., Roopchand-Martin, S. e Gregg, A. (2012). Potential of the Nintendo Wii as a rehabilitation tool for children with Cerebral Palsy in a developping country: a pilot study. *Physiotehrapy*, 98, 238-242.
- Green, D. e Wilson, P.T. (2012). Use of virtual reality in rehabilitation of movement in children with hemiplegia: a multiple case study evaluation. *Disability and rehabilitation*, 34(7),593-604.

Herrera, G., Alcantud, F., Jordan, R., Blanquer, A., Labajo, A. e De pablo C. (2008). Development of symbolic play through the use of Virtual Reality in children with autistic spectrum disorders. *Autism*, 12, 143-157.

Koenig, A., Welner, M., Koneke, S., Meyer-heim, A., Lunenburger, L. e Riener R. (2008). Virtual Gait Training for children with Cerebral Palsy using the Lokomat Gait Orthosis. *Medicine Meets Virtual Reality*, 16.

Luna-Oliva, L., Ortiz-Gutiérrez, R.M., Cano-de la Cuerda, R., Piédrola, R.M., Alguacil-Diego, I.M., Sanchez-Camarero, C. e Del Carmen Martinez Culebras, M. (2013). Kinect Xbox 360 as a therapeutic modality for children with Cerebral Palsy in a school environment: a preliminary study. *Neurorehabilitation*, 33, 513-521.

Othmer, S. e Kaiser, D. (2000). Implementation of virtual reality in EEG biofeedback. *Cyberpsychol behaviour*, 3, 415-420.

Pavão, S. L., Arnoni, J.L.B., De Oliveira, A.K.C. e Ferreira Rocha, N.A.C. (2014). Impacto de intervenção baseada em realidade virtual sobre o desempenho motor e equilíbrio de uma criança com paralisia cerebral: estudo de caso. *Revista Paulista de pediatria*, 32(4), 389-394.

Qiu, Q., Ramirez, D.A., Saleh, S., Fluet, G.G., Parikh, H.D., Kelly, D. e Adamovich S.V. (2009). The New Jersey Institute of technology Robot-Assisted Virtual Rehabilitation (NJIT-RAVR) system for children with cerebral palsy: a feasibility study. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 6(40).

Reid, D. e Campbell K. (2006). The use of Virtual Reality with Children with Cerebral palsy: Pilot Randomized Trial. *Therapeutic recreation journal*, 40 (4), 255-268.

Rodrigues, N.; Mancini, M.C., Vaz, D.V. e de Castro Silva L. (2007). Use of abduction thumb orthosis in functional performance of a child with cerebral palsy: a single-subject study. *Revista brasileira de saúde materno infantil*, 7 (4).

Salem, Y., Gropack, S.J., Coffin, D. e Godwin E.M. (2012). Effectiveness of low-cost virtual reality system for children with development delay: a preliminar randomised single-blind controlled trial. *Physiotherapy*, 98, 189-195.

Sociedade Portuguesa de Pediatria (2012). Vigilância Nacional da Paralisia Cerebral aos 5 anos Criança nascidas entre 2001 e 2003 [em linha]. Disponível em: [http://www.spp.pt/UserFiles/file/UVP\\_SPP\\_Casos\\_Estudo\\_Paralesia\\_Cerebral/Relatorio\\_PV\\_NPC5A.pdf](http://www.spp.pt/UserFiles/file/UVP_SPP_Casos_Estudo_Paralesia_Cerebral/Relatorio_PV_NPC5A.pdf) [acedido em 9 de janeiro 2017].

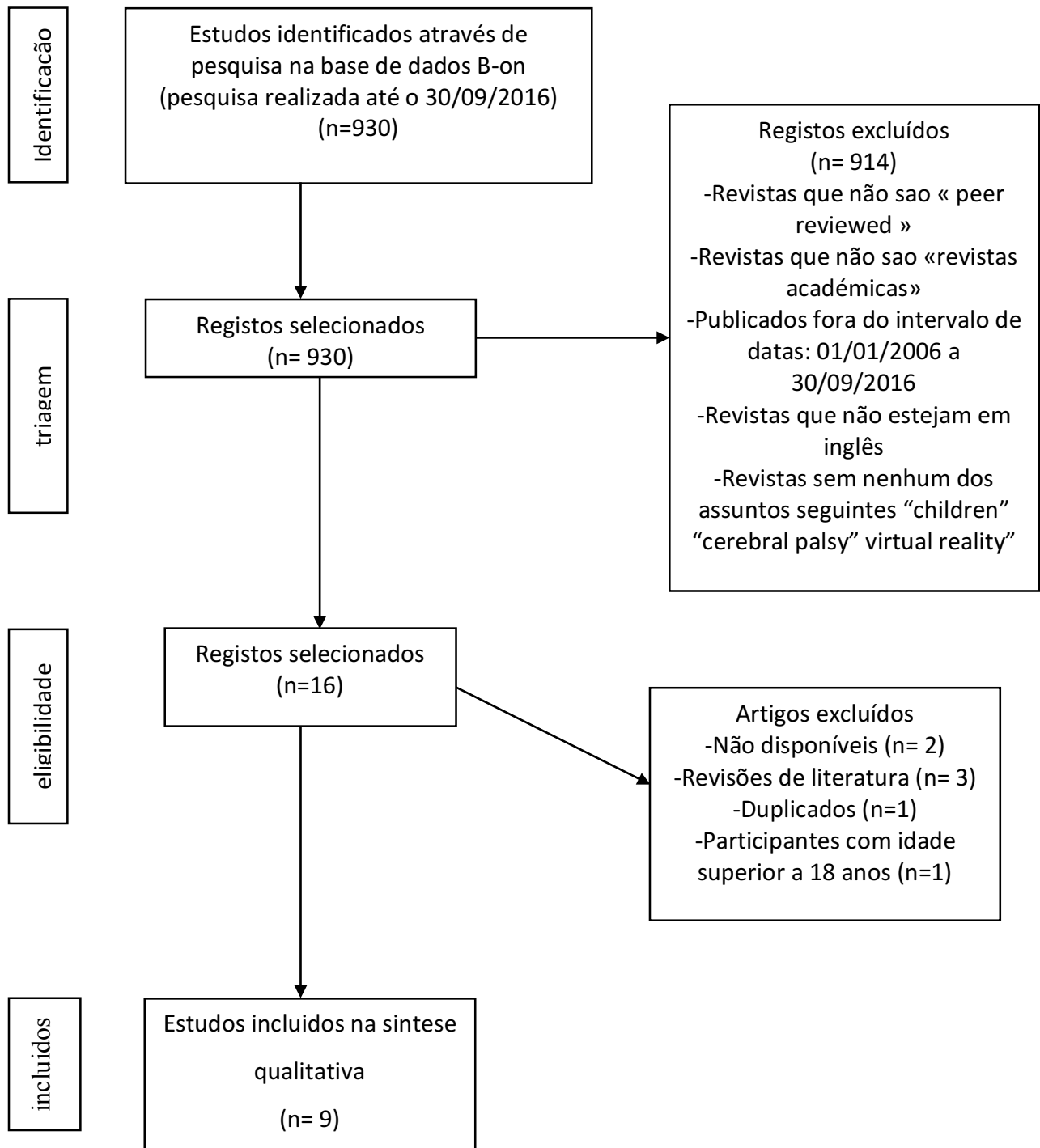


- Van der Krogt, M.M., Sloot, L.H. e Harlaar, J. (2014). Overground versus self-paced treadmill walking in a virtual environment in children with cerebral palsy. *Gait and Posture*, 40, 587-593.
- Van der Krogt, M.M., Sloot, L.H. e Harlaar, J. (2014). Effects of adding a virtual reality environment to different modes of treadmill walking. *Gait and Posture*, 39, 939-945.
- Van der Krogt, M.M., Sloot, L.H. e Harlaar J. (2015). Self-paced versus fixed speed walking and the effect of virtual reality in children with cerebral palsy. *Gait and Posture*, 42, 498-504.
- Wang, M. e Reid, D. (2011). Virtual reality in Paediatric neurorehabilitation: Attention Deficit Hyperactivity Disorder, Autism and Cerebral Palsy. *Neuro-epidemiology*, 36, 2-18.
- Weiss, P.L.T., Tirosh, E. e Fehlings, D. (2014). Role of virtual reality for cerebral palsy management. *Journal of child neurology*, 29(8), 119-1124.
- Yan, N., Wang, J., Liu, M., Zong, L., Jiao, Y., Yue, J., Lv, Y., Yang, Q., Lan, H. e Liu, Z. (2008). Designing a brain computer interface device for neurofeedback using virtual environment. *Journal. Med Biol Eng*, 28, 167-172.
- Yoo, J.W., Lee, D.R., Sim, Y.J., You, J.H. e Kim, C.J. (2014). Effects of innovative virtual reality game and EMG biofeedback on neuromotor control in cerebral palsy. *Bio-medical Materials and Engineering*, 24, 3613-3618.

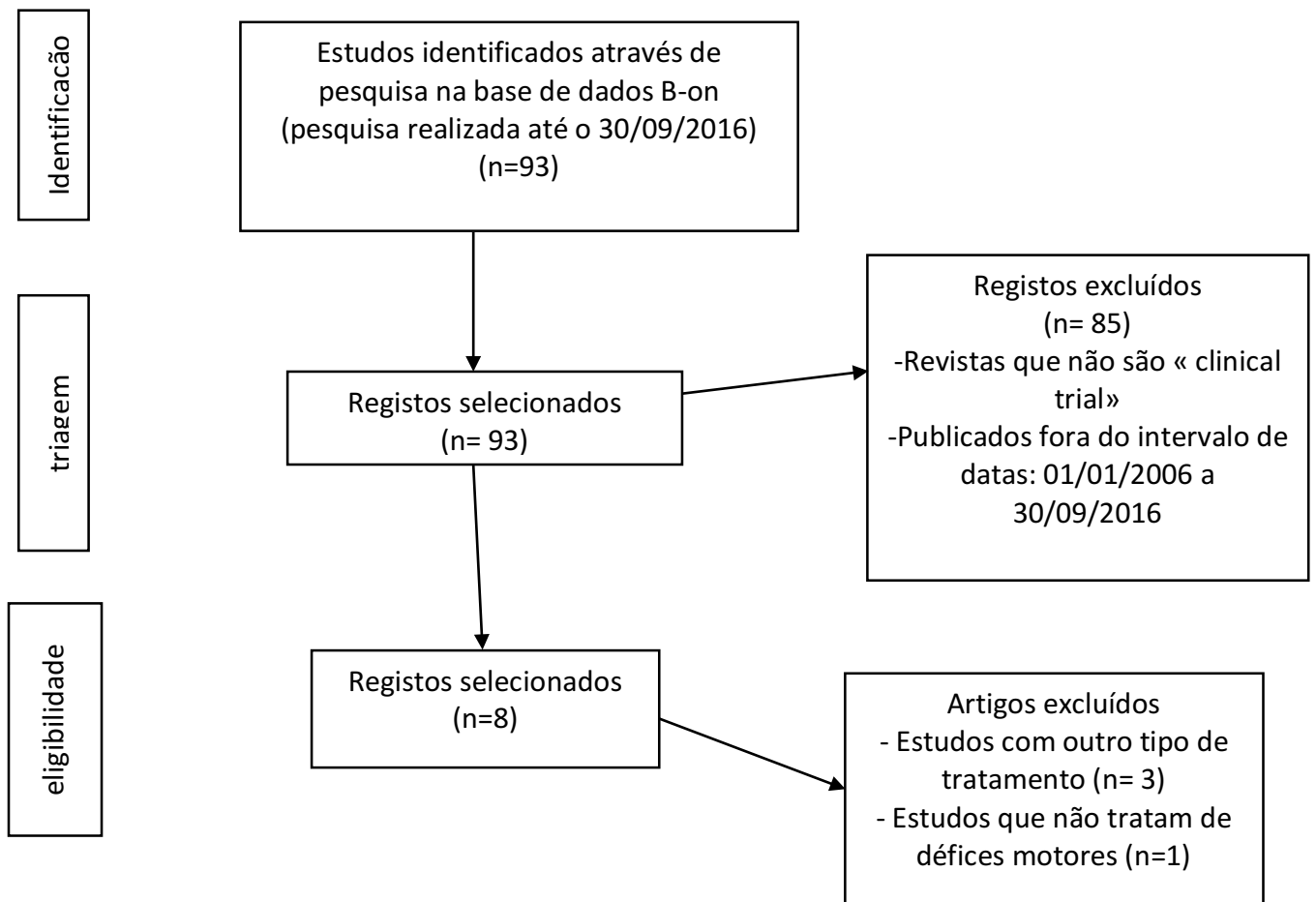
## Anexos

### Anexo 1

#### Fluxograma de prisma na B-on



## Anexo 2: fluxograma de prisma na Pubmed



Na Pubmed com a pesquisa utilizando somente as palavras-chave “cerebral palsy” e “virtual reality”, obtivemos 93 resultados. Quando aplicamos o filtro “clinical trial”, obtivemos 13 resultados. Os filtros de restrição pela data (10 anos) deram 8 resultados. Com a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão ficamos com 3 artigos.