

REALIDADE VIRTUAL, HIDROTERAPIA E EXERCÍCIOS NA REABILITAÇÃO APÓS AVEI

Cecília Ferreira, Helena P. Rocha, Vitória Alves¹

Danielle T. dos S. Lopes²

¹ Acadêmicas do curso de Fisioterapia.

² Mestra em Doenças Infecciosas, Especialista em Terapia Intensiva e Cuidados Paliativos – Docente Multivix – Serra, ES.

RESUMO

O acidente vascular encefálico (AVE) ocupa a segunda posição no ranking das principais causas de morte e incapacidade a nível global segundo a OMS, afetando principalmente homens de meia-idade e idosos. Estudos atuais apontam que fatores genéticos e o aumento das comorbidades favorecem o surgimento da lesão. O AVE pode ser isquêmico (obstrução de uma artéria) ou hemorrágico (ruptura de um vaso sanguíneo). O AVE isquêmico é mais comum e apresenta maior chance de sobrevivência, mas a falta de tratamento adequado na fase aguda causa o agravamento das sequelas. Em consonância, o objetivo deste estudo é aprofundar o conhecimento acerca das terapias não-convencionais (realidade virtual e hidroterapia) e exercícios convencionais na recuperação de sequelas sensório-motoras (equilíbrio, marcha e força muscular) de homens e mulheres com idade >30 anos acometidos por AVEi na fase crônica. Foi realizada uma revisão integrativa da literatura, nas bases de dados científicas PubMed e BVS com descritores “virtual reality”, “aquatic therapy”, “treadmill exercises”, “balance”, “walking” e “strenght”, foram considerados estudos publicados entre 2013 e 2023, no idioma inglês ou português, ensaios clínicos com texto completo e qualidade metodológica PEDro > 5/10. Após análise, foram identificados um total de 267 artigos e somente 9 foram selecionados para compor o estudo. Foi possível concluir que as abordagens não-convencionais apresentaram bons resultados na recuperação das sequelas, no entanto, quando associadas aos exercícios convencionais demonstram maior eficácia durante o tratamento.

Palavras-Chave: Realidade virtual; Hidroterapia; Exercícios; AVE isquêmico.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde), o acidente vascular encefálico (AVE) é definido como um comprometimento neurológico focal ou global, de início insidioso e com duração superior a 24 horas e de origem vascular (GO *et al.*, 2013). O AVE é considerado hoje um dos grandes preditivos de incapacidade e a segunda maior causa de óbitos no mundo, afetando principalmente a população do sexo masculino de meia-idade e idosos (BRASIL, 2023). No ano de 2019, a estimativa de saúde global realizada pela OMS demonstrou que o AVE foi responsável por cerca de 11% do total de mortes no mundo, perdendo apenas para as doenças cardiovasculares (WHO, 2018).

Além disso, devido ao aumento das comorbidades e ao gradual envelhecimento da população, as projeções do American Heart Association (AHA – Associação Americana do Coração) indicam que, até o ano de 2030, pelo menos 4% dos adultos nos Estados Unidos poderão sofrer um AVE (GORELICK, 2019). Paralelamente, estudos atuais acerca da carga global de doenças, uma série de fatores de risco modificáveis e não-modificáveis contribuem para o aumento da probabilidade da ocorrência de um evento isquêmico (FEIGIN *et al.*, 2021). Entre os fatores de risco modificáveis, destacam-se a hipertensão arterial, tabagismo, diabetes mellitus, obesidade, sedentarismo e o consumo excessivo de álcool. Por outro lado, entre os fatores de risco não passíveis de alteração, incluem-se a idade avançada, sexo masculino, história familiar de AVE e a presença de doenças cardiovasculares (ABBAFATI *et al.*, 2020; FEIGIN *et al.*, 2021; MARTINS, *et al.*, 2013).

No Brasil, entre os anos de 2007 e 2016, o Departamento de Informática do Sistema único de Saúde (DATASUS) registrou mais de um milhão de óbitos por AVE (COSTA; ROMEO, 2021). Portanto, o impacto do AVE não se limita apenas no âmbito do serviço de saúde, mas também afeta diretamente a economia do país.

De acordo com informações do Sistema Único de Saúde (SUS), em 2012, cerca de 163 milhões de reais foram alocados para internações hospitalares relacionadas ao AVE. Além disso, os custos não se restringem à fase hospitalar, já que muitos dos casos são de natureza isquêmica, e aproximadamente metade dos sobreviventes necessitam de assistência financeira durante o processo de reabilitação ambulatorial (SANTOS; WATERS, 2020).

Com relação à etiologia do AVE, pode ser classificado em dois tipos: o isquêmico (AVEi) e o hemorrágico (AVEh). O primeiro é mais frequente e tem maior chance de sobrevivência, tendo como causa a obstrução de um ou mais vasos

cerebrais, ocasionando a interrupção total ou parcial do fluxo sanguíneo na região afetada. Já o segundo é menos frequente e tem maior chance de o indivíduo evoluir a óbito, e tendo como causa principal o colapso de um vaso sanguíneo devido ao aumento da pressão intracraniana (BAI *et al.*, 2020).

O diagnóstico do AVEi é feito pelo médico com base em exames clínicos e de imagem (MARTINS, 2013). Atualmente, no AVEi agudo o tratamento indicado é a remoção do trombo ou êmbolo por meio da trombectomia (mecânica) ou trombólise (farmacológica) (HENNINGER; FISHER, 2016). Entretanto, existem muitas contraindicações acerca do uso desses tratamentos, as quais estão associadas a localização da obstrução e/ou a curta janela terapêutica para o uso do único trombolítico disponível comercialmente (HENNINGER; FISHER, 2016; RÖTHER; FORD; THIJIS, 2013).

Com isso, a limitação do tratamento na fase aguda do AVEi resulta em piora das sequelas, reduzindo a funcionalidade e a qualidade de vida (QV) dos pacientes (MARTINS, 2013). Estas sequelas podem impactar negativamente o sistema sensório-motor, causando alterações na fala, audição, visão, equilíbrio, marcha, fraqueza muscular e déficits cognitivos, como problemas de memória, linguagem, atenção, orientação temporal e espacial, conforme observado em estudos recentes (BENJAMIN *et al.*, 2019). Assim, na fase ambulatorial a reabilitação desempenha um papel crucial na redução dessas sequelas e na restauração da funcionalidade dos pacientes (MARTINS, 2013).

Nesse sentido, abordagens inovadoras como a Realidade Virtual (RV) e Hidroterapia (HT) tem ganhado destaque como formas alternativas de tratamentos na reabilitação de sequelas decorrentes do AVEi, quando combinados com exercícios convencionais. A RV oferece uma experiência imersiva que permite aos pacientes praticarem movimentos e atividades específicas em ambientes virtuais controlados, estimulando o sistema sensório-motor e proporcionando uma abordagem mais motivadora e dinâmica durante a recuperação (JO; YU; JUNG, 2012; KIPER *et al.*, 2018; LAVER *et al.*, 2012). Por outro lado, a HT, que envolve exercícios em água, proporciona um ambiente com sustentação e resistência reduzida, o que facilita o movimento durante o processo de reabilitação desses pacientes (CANDELORO; CAROMANO, 2007; GIURIATI *et al.*, 2021; RESENDE; RASSI; VIANA, 2008).

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo aprofundar o conhecimento acerca dos efeitos das terapias não convencionais (realidade virtual e hidroterapia)

em relação aos exercícios convencionais na recuperação das sequelas sensório-motoras (força muscular, equilíbrio e marcha) de pacientes acometidos por um evento isquêmico crônico por meio de uma revisão bibliográfica, bem como identificar as lacunas na literatura e propor sugestões para futuras pesquisas acerca do tema.

Sendo assim, a proposta do estudo é verificar se há diferenças sobre os efeitos das terapias de realidade virtual e hidroterapia quanto aos exercícios convencionais em pacientes com diagnóstico de AVEi crônico, do sexo masculino e feminino com idade acima de 30 anos com alterações de marcha, equilíbrio e força muscular.

Visto que, o AVEi pode levar a prejuízos físicos e cognitivos severos, levando ao aumento da incapacidade dos indivíduos acometidos. A reabilitação é fundamental para redução das sequelas, aumento da funcionalidade e melhora da QV (BENJAMIN *et al.*, 2019). No entanto, é escasso os estudos que explanem os efeitos de diferentes métodos convencionais ou não na reabilitação dessas sequelas. Nesse contexto, é imperioso que novos estudos de revisão bibliográfica sejam realizados a fim de elucidar a eficácia dessas terapêuticas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Acidente Vascular Encefálico

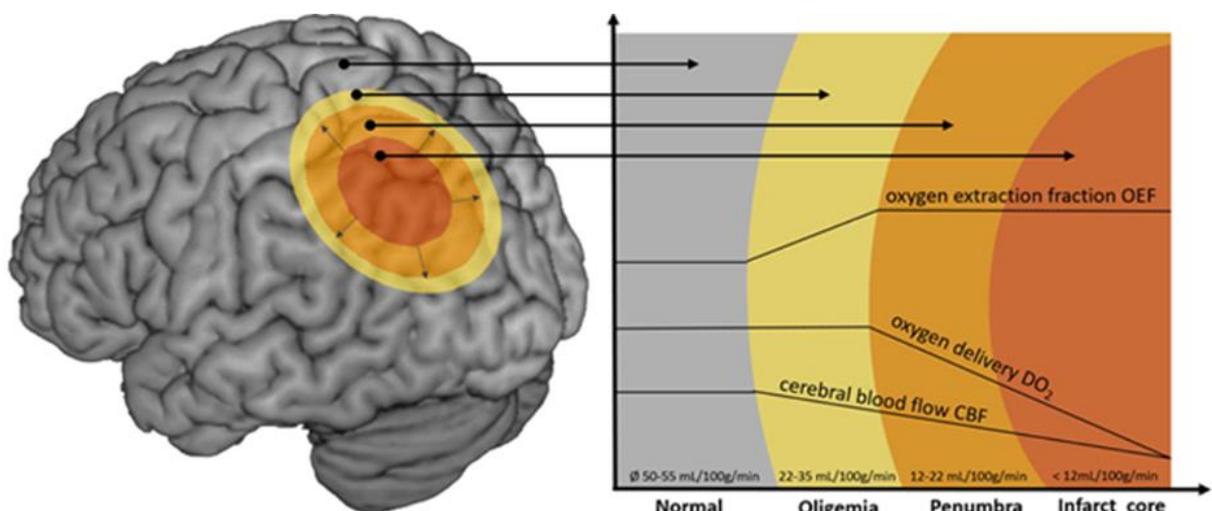
O cérebro é um órgão extremamente ativo e metabolicamente exigente, sendo responsável por uma série de funções vitais, incluindo o controle do sistema nervoso, percepção dos sentidos, pensamento, memória, emoções, movimento e entre outros processos essenciais para a vida. Para isso, o cérebro necessita de cerca de 20% do suprimento de oxigênio do corpo e aproximadamente 15% do débito cardíaco para manter sua homeostasia na regulação dos processos supracitados (PARE; KAHN, 2012; SCHELP; BURINI, 1995).

Entretanto, algumas condições podem interferir no funcionamento desse sistema causando a interrupção ou redução do suprimento arterial resultando na oferta diminuída de oxigenação ao tecido neural (MARTIN *et al.*, 2014). Entre elas, destaca-se o AVE, definido em 1970 pela OMS como uma síndrome com “sinais clínicos de desenvolvimento rápido de distúrbio focal ou global da função cerebral, durando em média mais de 24 horas ou levando à morte, sem causa aparente que não seja de origem vascular” (WHO, 1971).

Ainda, quanto a sua origem o AVE pode ser classificado em dois tipos: AVEi e AVEh (BAI *et al.*, 2020). No primeiro ocorre o decréscimo substancial do suprimento sanguíneo em virtude da oclusão da luz do vaso, frequentemente por um trombo ou êmbolo, estreitamento gradual do lúmen arterial (estenose) ou pela redução significativa da pressão arterial, como durante uma parada cardíaca (AMADO *et al.*, 2022; TSENG; ZHANG; LEI, 2022; MARTIN *et al.*, 2014). Já o segundo, é resultado do rompimento de uma artéria causando o extravasamento do sangue para o tecido circundante, ocorre em virtude do aumento da pressão intracraniana ou aneurismas (AMADO *et al.*, 2022; CAMPBELL *et al.*, 2019).

Em consonância, após a interrupção parcial ou total do fluxo sanguíneo no cérebro, podem ser identificadas três regiões distintas no tecido afetado pelo evento isquêmico: o núcleo, oligemia e penumbra (MARTIN *et al.*, 2014). O núcleo representa a região onde ocorrem danos irreversíveis às células cerebrais, culminando em morte celular por necrose (JUNG *et al* 2017). Já a área de penumbra é caracterizada por uma acentuada redução no suprimento de sangue, indicando risco iminente de dano cerebral irreversível e está intimamente ligado à gravidade da lesão (JUNG *et al* 2017; MARTIN *et al.*, 2014). Por fim, a região de oligemia é localizada próxima ao tecido com fluxo sanguíneo normal e apresenta uma diminuição na perfusão, embora os níveis de fluxo sanguíneo encontram-se próximos do estado saudável (JUNG *et al* 2017), como demonstra a figura 1:

Figura 1. Representação das distintas regiões teciduais identificadas após evento isquêmico, bem como suprimento e captação de oxigênio.



Fonte: JUNG *et al.*, (2017). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29231236/>.

Em consequência, após o diagnóstico do AVEi pelo médico, na fase aguda da lesão, o objetivo primordial é a restauração do fluxo sanguíneo cerebral (FSC) através da trombectomia ou trombólise (BAI *et al.*, 2020; THOMALLA *et al.*, 2020; YEW; CHENG, 2015). Atualmente, na fase aguda, o ativador de plasminogênio tecidual humano (rt-PA) é a única terapia trombolítica validada para uso (THOMALLA *et al.*, 2020). No entanto, essa terapia apresenta uma série de contraindicações, além de possuir curta janela para administração, entre 4-5 horas após início dos sintomas, sob pena de acarretar um incremento no risco de hemorragia (THOMALLA *et al.*, 2020; TSENG *et al.*, 2020).

Após a lesão isquêmica, o indivíduo pode apresentar comprometimentos motores e cognitivos, os quais podem ser temporários ou permanentes de acordo com a extensão da lesão (BRASIL, 2013). Dentre eles, as sequelas mais comuns envolvem a paralisia, fraqueza muscular, paresia, déficit no equilíbrio, alteração do tônus muscular (hipertonia e espasticidade), coordenação motora, alterações de sensibilidade e reflexos, dificuldade na fala (disartria), déficits de memória, alterações comportamentais e emocionais (RODRIGUES *et al.*, 2012). Sendo assim, a reabilitação deve ser realizada precocemente, tendo início na fase hospitalar, cujos objetivos concentram-se em diminuir o tempo de hospitalização e a ocorrência de novas complicações (CRUZ; FILHO; COLAÇO, 2016; MARTINS, 2013). E ainda, na fase ambulatorial, o fisioterapeuta busca minimizar as sequelas e a incapacidade, com objetivo de devolver a funcionalidade e independência (MARTINS, 2013).

2.4 Exercícios Convencionais

De acordo com o guia prático da American Physical Therapy Association (APTA - Associação Americana de Fisioterapia) (2003) destaca que o exercício terapêutico desempenha um papel central na prática clínica do fisioterapeuta, sendo um componente essencial na elaboração de programas destinados a promoção e restauração da função do indivíduo, ou até mesmo como forma de prevenir a ocorrência de disfunções. Com isso, os exercícios terapêuticos ou convencionais visam desenvolver ações de promoção e recuperação da saúde, almejando tratar e/ou restaurar as alterações cinético-funcionais ocasionadas em decorrência de diversas afecções no corpo humano (KISNER; COLBY; BORSTAD, 2021).

Atualmente, a fisioterapia dispõe de uma ampla gama de abordagens para o tratamento do AVEi, destacando que a reabilitação do paciente acometido pelas

sequelas de um evento isquêmico tem como base primária os EC, o qual envolve o planejamento de movimentos corporais ou atividades físicas (OVANDO *et al.*, 2010; KISNER; COLBY; BORSTAD, 2021).

Segundo Baldin (2009) indivíduos afetados pelo AVEi devem obter a intervenção do exercício convencional em todas as fases da doença - aguda, subaguda e crônica - sendo que é necessário incluir precocemente intervenções na fase aguda, buscando facilitar a recuperação e a prevenção de complicações futuras. Contudo, se a reabilitação for introduzida durante a fase crônica, apesar do tempo e sequelas que esse paciente se encontra, o indivíduo também pode apresentar boas evoluções e ganhos funcionais (RODRIGUES, 2012).

Os exercícios convencionais para o tratamento do AVEi podem ser caracterizados por técnicas de aquecimentos, alongamentos e mobilidade, exercícios aeróbicos e resistidos, eletroestimulação, treino coordenação motora e equilíbrio, tais exercícios podem ser incluídos durante todas as fases da lesão (BARROS *et al.*, 2014). Contudo, os exercícios aeróbicos e resistidos, técnicas de aquecimento e resfriamento, apresentam um destaque durante o tratamento na fase crônica do AVEi (BARROS *et al.*, 2014).

Outra modalidade convencional utilizada na reabilitação é o exercício com suporte parcial de peso corporal em piso fixo, aplicado em pacientes que apresentam uma marcha deficitária e hemiparesia crônica (SOUSA *et al.*, 2009). Após o tratamento da atividade em piso fixo com os pacientes, os resultados apresentaram mudanças positivas, no equilíbrio dinâmico, marcha, velocidade, cadência, força muscular, confiança e qualidade de vida (SOUSA *et al.*, 2009). Adicionalmente, essa atividade de suporte de peso corporal em piso fixo quando comparado às estratégias durante a marcha na esteira se diferem, visto que no piso fixo o tipo de superfície acaba sendo mais habitual durante a marcha (MIDDLETON *et al.*, 2014).

Nesse sentido, segundo o autor Ovando *et al.* (2010) os treinos aeróbicos na fase crônica da doença demonstram melhora significativa na velocidade de marcha em indivíduos com hemiparesia, tornando a deambulação mais confortável. Outro autor, verificou em seus estudos que os exercícios de resistência combinados aos exercícios aeróbicos na recuperação do equilíbrio e marcha são capazes de promover efeitos benéficos para os indivíduos na fase crônica do AVEi (LUND *et al.*, 2018)

Do mesmo modo, a fraqueza muscular está intimamente ligada a um mal desempenho durante a realização de diversas tarefas funcionais, como, mudanças de

decúbitos, sentar e levantar, subir e descer escadas e marcha, o treinamento de resistência pode levar a uma melhora do desempenho funcional (BARBOSA *et al.*, 2018)

O estudo de Oliveira (2019) utilizou um protocolo de treinamento com exercícios aeróbicos, de resistência e equilíbrio em pacientes hemiplégicos pós-AVEi, e os resultados demonstraram que o lado afetado obteve melhora da força, aumento do equilíbrio e capacidade funcional. Ao combinar o exercício aeróbio, treino de resistência, alongamentos e relaxamento o estudo de Jakaitis *et al.* (2011) mostrou bons resultados na melhora do equilíbrio e funcionalidade.

Portanto, a utilização dos exercícios convencionais durante reabilitação do AVEi visa melhorar as funções dos indivíduos, proporcionando maior independência durante a realização das AVD'S e maior participação social. Contudo, Pompeu *et al.* (2014) relata que a longo prazo esse tipo de terapia pode se tornar pouco estimulante para os indivíduos durante o tratamento. Fazendo-se necessário a adição de novos métodos a fim de otimizar a recuperação, bem como tornar o tratamento mais atrativo para o paciente (KIM; PARK; LEE, 2015).

2.2. Realidade Virtual

No contexto da reabilitação fisioterapêutica, a RV tem emergido como uma tecnologia inovadora, apesar de para muitos ser uma novidade, essa abordagem não é recente, visto que desde 1990 diversos estudos vêm sendo conduzidos com o propósito de explorar potenciais aplicações terapêuticas da RV na reabilitação das sequelas causadas por condições neurológicas, entre elas o AVE (BONDAN *et al.*, 2016; SOARES *et al.*, 2020).

A origem da RV remonta ao desenvolvimento de simuladores de vôos para a *United States Air Force* (USAF - Força Aérea dos Estados Unidos), no final da Segunda Guerra Mundial (MONTEIRO, 2011). Posteriormente, a indústria do entretenimento se estabeleceu como a principal promotora do avanço tecnológico nesse campo (JACOBSON, 1994; MONTEIRO, 2011). Um marco nesse desenvolvimento foi a criação do Sensorama, patenteado em 1962 por Morton Heilig (MONTEIRO, 2011; MOREIRA, 2012).

Este simulador consistia em uma cabine onde eram realizados diversos estímulos audiovisuais, proporcionando aos usuários uma experiência multissensorial e imersiva durante um passeio de motocicleta (JACOBSON, 1994; MOREIRA, 2012;

RODRIGUES; PORTO, 2013). Embora não tenha alcançado sucesso comercial, Heiling foi o pioneiro no que se refere à imersão do usuário em ambientes sintéticos (MOREIRA, 2012; RODRIGUES; PORTO, 2013).

Em meados da década de 1960, a comunidade científica conheceu por meio de Ivan Sutherland o que hoje entendemos como computação gráfica (RODRIGUES; PORTO, 2013). Ele sugeriu a ideia de usar a tecnologia computacional para criar imagens e projetos de maneira digital, por meio da escrita direta na tela de um computador utilizando uma caneta óptica (PIMENTEL; TEIXEIRA., 1995; MONTEIRO, 2011).

Alguns anos após essa ideia inicial, Sutherland criou um capacete de vídeo funcional, que permitia ao usuário visualizar e interagir com objetos virtuais em um ambiente tridimensional, proporcionando uma experiência imersiva de RV muito antes da tecnologia ser amplamente conhecida e utilizada (PIMENTEL; TEIXEIRA, 1995; MONTEIRO, 2011; RODRIGUES; PORTO, 2013).

O termo "Realidade Virtual" foi difundido no final de 1980 no âmbito científico, pelo estudioso Jaron Lanier (ARAÚJO, 1996; RODRIGUES; PORTO, 2013). Ele conseguiu combinar ideias opostas e formar algo inovador a partir do seu conhecimento na área da tecnologia e computação (ARAÚJO, 1996). A partir da criação do termo RV e o conceito associado a ele, Lanier estabeleceu uma distinção importante entre as simulações tradicionais feitos por computador, que eram experiências individuais, das simulações envolvendo mais de um usuário dentro de um espaço compartilhado, proporcionando uma experiência imersiva única (MONTEIRO, 2011; RODRIGUES; PORTO, 2013).

Visto isso, Pimentel (1996) conceituou à RV como uma interação avançada de usuário-máquina e que ocorre por meio de um ambiente tridimensional, criado por um computador. Por meio de jogos interativos e objetos lúdicos é criado um ambiente simulado do mundo real, permitindo que o indivíduo realize interações em tempo real com o cenário desse meio, estimulando não só a visão, mas também o tato e a audição (SOARES *et al.*, 2020).

Acerca do seu funcionamento, à RV baseia-se em uma tríade composta pelos seguintes princípios: interação, envolvimento e imersão (MONTEIRO, 2011; GIBARA, 2014; SOARES 2020). A interação envolve a captura e reprodução dos estímulos do usuário pelo computador (MOREIRA *et al.*, 2012). O envolvimento refere-se à motivação do usuário para interagir com objetos no ambiente virtual (GIBARA, 2014).

A imersão está relacionada ao tipo de dispositivo usado para criar a sensação de presença no mundo virtual, podendo ser imersiva (sensação de presença completa por meio capacetes ou óculos) ou não-imersiva (sensação parcial de presença por meio de monitores de projeção ou consoles) (KIRNER; TORI, 2006; SOARES *et al.*, 2020).

Visto isso, cada vez mais à RV vem sendo implementada no âmbito da fisioterapia, atuando no tratamento de sequelas causadas por doenças neurológicas (REBÊLO; DE SOUZA SILVA; DONÁ 2021). Diversos estudos, acerca da RV têm demonstrado efeitos positivos na recuperação sensório-motora de pacientes acometidos por um AVEi em fase crônica (TONETTA *et al.*, 2017). Em seus estudos, Rebêlo, Silva e Doná (2021), cita que os principais jogos utilizados durante a reabilitação se baseiam nos princípios de treino do equilíbrio e que promovam alterações do centro de gravidade estático e dinâmico, a exemplo os jogos Wii Remote e a Wii Balance Board.

Soares *et al.* (2020) relata que “[...] à RV apresenta diversos benefícios, sendo eles: sentimentos de autonomia e autoeficácia; aumento da autoestima; estimulação de funções cognitivas básicas e encorajamento a atuação ativa [...]”. Visto isso, através da RV os pacientes sentem-se mais capazes e independentes por terem a sensação de estar no controle da situação, o que implica em um maior engajamento ao aprendizado, além disso estudos demonstram que idosos apresentam maior aderência ao tratamento quando associado à RV (REBÊLO *et al.*, 2021). Ainda, é evidenciado que a interação entre o indivíduo e o ambiente simulado através da observação ativa do movimento auxilia no seu treinamento, por meio da ativação de neurônios espelhos que contribuem no processo da plasticidade neural, reorganização cortical e facilitação do aprendizado motor (SOARES *et al.*, 2020).

Sendo assim, a reabilitação baseada nas premissas da RV pode complementar as abordagens tradicionais, oferecendo estímulos variados (visuais, auditivos, motivacionais) e proporcionando experiências diversificadas ao paciente, favorecendo seu processo de recuperação e otimizando seu retorno às AVD's (TONETTA *et al.*, 2017).

2.3 Hidroterapia

De acordo com o COFFITO a fisioterapia aquática compreende o uso da água em diferentes locais ou ações, em quaisquer uma de suas formas físicas, como parte da prática do fisioterapeuta (COFFITO, 2014).

Segundo (MOOVENTHAN; NIVETHITHA, 2014), a água tem sido utilizada desde os tempos antigos como recurso terapêutico, para as mais diversas disfunções do movimento humano, contudo a HT também conhecida como reabilitação aquática ou fisioterapia aquática, pode ser utilizada em suas diversas formas, conforme determinado pelo COFFITO, com temperaturas, pressão, duração e localizações variadas para promover a saúde e prevenir ou tratar doenças (SANTOS *et al.*, 2011).

O ambiente aquático tem sido cada vez mais utilizado para treinamento e práticas de atividades físicas. Um corpo que se encontra imerso na água recebe a pressão exercida por ela, esta pressão é uma força perpendicular que atua em cada ponto da superfície corporal juntamente com a força de empuxo (PARREIRA; BARATELLA, 2011; NAJAFABADI *et al.*, 2021).

Segundo Najafabadi *et al.* (2021), a força de empuxo exercida sobre um corpo totalmente ou parcialmente imerso em água, é capaz de trazer a melhora da marcha e equilíbrio. Em seus estudos, Giuriati *et al.* (2020), confirma que os efeitos biológicos da imersão em água envolvem todo o sistema homeostático do corpo humano que reage às leis físicas específicas como a pressão hidrostática, fluutuabilidade, viscosidade, temperatura e densidade. A pressão hidrostática e a viscosidade proporcionam feedback proprioceptivo e sensorial diferente dos experimentados em terra, a fluutuabilidade é uma força que fornece suporte, fazendo com que o paciente consiga realizar movimentos que não pode fazer em terra (GIURIATI *et al.*, 2020).

Atualmente, a HT é classificada como um recurso fisioterapêutico importante para reabilitação e ou prevenção de alterações funcionais, tendo como princípios os efeitos físicos, fisiológicos térmicos e cinesiológicos promovidos pela água (CANDELORO; CAROMANO, 2007; FÔNSECA *et al.*, 2010). Nesse sentido, entende-se que a água otimiza a recuperação de lesões em conjunto com a melhora da mobilidade articular em virtude dos seus princípios físicos, oferecendo benefícios como o relaxamento muscular e a analgesia (KRUGER; SILVA; SAMPAIO, 2021).

Segundo Parreira e Baratella (2007, p.197), a reabilitação em ambiente aquático, além de transmitir uma sensação lúdica e de independência para o paciente, otimizando a recuperação devido às propriedades da água. Além disso, a água

quando aquecida possui vários benefícios dentre eles redução do sintoma doloroso e relaxamento muscular (GIURIATI *et al.*, 2020)

Os exercícios aquáticos têm demonstrado mudanças positivas no equilíbrio e em outras funções físicas, os pacientes neurológicos submetidos a exercícios aquáticos têm dado feedback positivo em relação ao tratamento na melhora da marcha, mobilidade e redução do medo das quedas, devido a melhora significativa no equilíbrio (CHAN *et al.*, 2016).

Segundo Resende, Rassi e Viana (2008), após a mensuração do equilíbrio utilizando a Escala de Equilíbrio de Berg (EEG) e o teste Timed Up and Go (TUG), verificou melhora significativa nesta variável ao final da execução de um programa de HT. Outros autores, afirmam que a água é excelente para conseguir atingir níveis máximos de exercícios em pacientes com alguma deficiência ou não, devido a fluabilidade da água que faz a redução das forças gravitacionais que atuam no sistema musculoesquelético, conseqüentemente diminuindo o estresse nos músculos e articulações, o que é importante para pacientes pós AVEi durante a realização dos exercícios (PARK; ROH, 2011).

De acordo com Bei *et al.* (2023), o treinamento de marcha é crucial para pacientes com AVE, ao ficar de pé e realizar exercícios de levantamento de peso enquanto caminha na água, os pacientes podem se beneficiar da estimulação sensorial fornecida pelo ambiente aquático em virtude da sua capacidade de formar bolhas. O efeito térmico da água e a distribuição uniforme da pressão também podem ajudar a reduzir o edema dos membros inferiores.

Além disso, o efeito térmico da água é capaz de contribuir para o ganho de amplitude de movimento (ADM), e conseqüentemente reduzindo a rigidez articular (PARREIRA; BARATELLA, 2011). Essas modificações ocorrem em virtude dos mecanismos de flutuação que diminui a carga na articulação e pela pressão hidrostática, que se combina com as outras propriedades fornecendo sustentação e relaxamento muscular. Todas estas propriedades facilitam o ganho de movimento com mínima dor (PARREIRA; BARATELLA, 2011).

Em suma, a integração da hidroterapia no tratamento das sequelas do AVEi proporciona uma abordagem abrangente e benéfica. Por meio das propriedades terapêuticas da água, como a sustentação e a resistência controlada, a HT contribui para a recuperação, melhorando a mobilidade, equilíbrio, força muscular e qualidade de vida dos pacientes. Visto isso, a HT torna-se um incremento às práticas

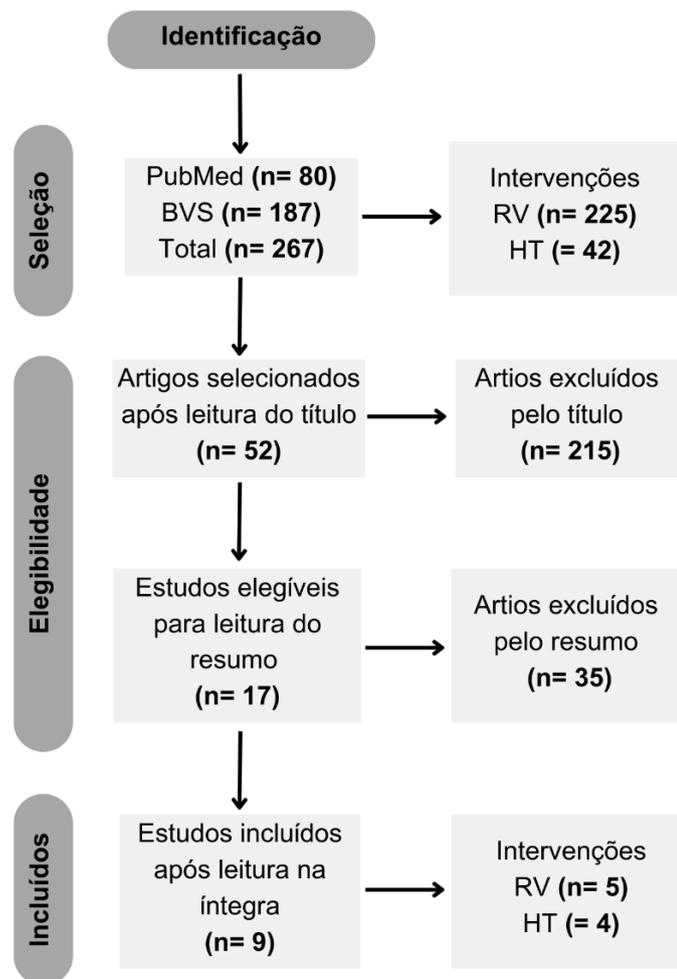
convencionais de reabilitação, promovendo uma recuperação mais completa e melhorando a QV dos indivíduos acometidos (SALEH; REHAB; ALY, 2019).

3 METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA

O presente estudo adotou uma metodologia de revisão integrativa de natureza aplicada e caráter descritivo. Inicialmente, foi realizada uma extensa busca na literatura utilizando bases de dados científicas, como PubMed (Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos), BVS (Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde) e PEDro, com o emprego dos descritores: “virtual reality”, “aquatic therapy”, “treadmill exercises”, “balance”, “walking” e “strenght”, acompanhados pelo operador booleano AND. Foram estabelecidos critérios de inclusão que contemplavam estudos publicados entre 2013 a 2023, com texto completo, idioma em inglês e português, ensaios clínicos controlados que investigassem a aplicação de realidade virtual, hidroterapia e exercícios convencionais como formas de intervenção na reabilitação do equilíbrio, marcha e força de homens e mulheres com idade >30 anos e acometidos por AVEi crônico. Os critérios de exclusão consistiram em revisões sistemáticas e meta-análise ou estudos observacionais, estudos incompatíveis com o tema, publicação inferior ao ano de 2013, idade dos participantes <30 anos, AVEi em estágio agudo/subagudo ou AVEh e estudos que avaliassem apenas o membro superior. A seleção e a extração de dados foram realizadas de forma independente por três revisores, com resolução de discrepâncias por consenso. Além disso, a qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada e registrada utilizando a escala PEDro, considerando estudos com pontuação superior a 5/10. A análise dos resultados foi conduzida de maneira descritiva, categorizando os estudos de acordo com seus principais achados e tendências na pesquisa.

Na etapa inicial para síntese deste estudo, foram identificados um total de 267 artigos nas bases de dados eletrônicas PubMed e BVS. Esses estudos relacionavam as intervenções de RV (n = 225) e HT (n = 42). Mediante uma triagem inicial com base nos títulos, 215 estudos foram excluídos, resultando na seleção de 52 artigos para análise adicional. Após a avaliação dos resumos, 35 estudos foram excluídos devido à falta de adequação aos critérios de inclusão, deixando 17 para leitura na íntegra, como mostra a figura 2, abaixo:

Figura 2. Fluxograma do processo de seleção dos artigos.



Fonte: Acervo dos autores. Legenda: RV (Realidade Virtual); HT (Hidroterapia).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa final, após a revisão completa dos textos, 9 estudos foram considerados pertinentes e incluídos na análise. Adicionalmente, para facilitar a análise e compreensão das evidências científicas selecionadas, os estudos foram descritos na tabela 1, realçando informações cruciais que incluem o título e ano do artigo, nomes dos autores, periódico de publicação, objetivos do estudo, descrição da intervenção, os principais desfechos observados em cada intervenção e a qualidade metodológica da PEDro.

Tabela 1. Descrição dos artigos selecionados.

Autor(es) / Título / Ano	Objetivos	Intervenção	Desfecho	PEDro
Cruz, S.P. / Comparação entre terapia aquática e terapia em terra seca para melhorar a mobilidade de pacientes com AVEi crônico / 2020.	Comparar a eficácia de três diferentes propostas de tratamento para melhorar a dor, a marcha e o equilíbrio em pacientes com AVEi crônico.	40 participantes com AVEi crônico foram randomizados em três grupos: terapia combinada, terapia Ai Chi e terapia em terra firme (controle). Receberam um total de 24 sessões 2x por semana, durante 12 semanas. As sessões de treinamento tiveram duração de 45-50 min.	12 semanas de terapia aquática com Ai Chi e terapia aquática combinada com terapia em terra firme são eficazes na melhoria da dor, equilíbrio estático e dinâmico, habilidade funcional e, conseqüentemente, QV dos indivíduos com AVEi crônico.	S/A
Saleh <i>et al.</i> / Efeito do tratamento de dupla tarefa motora aquática versus terrestre no equilíbrio e na marcha de pacientes com AVE crônico: Ensaio clínico randomizado / 2019.	Compara o efeito do treinamento motor em ambiente aquático versus em ambiente terrestre, com tarefas duplas, no equilíbrio e na marcha em pacientes com AVEi crônico.	50 indivíduos com AVE crônico participaram do estudo, de ambos os sexos, idade entre 45 e 55 anos, randomizados em dois grupos aquático e terrestre. Os grupos receberam o mesmo treinamento motor de dupla tarefa, na água ou em terra, por 45 min, 3x na semana durante 1 mês e 2 semanas.	O treinamento de dupla tarefa motora aquática é mais eficaz na melhoria do equilíbrio e nas habilidades de marcha de pacientes com AVE crônico do que o treinamento de dupla tarefa motora terrestre.	6/10
Cha, Shin e Kim / Efeitos do método Bad Ragaz Ring na ativação da musculatura dos MMII e na capacidade de equilíbrio no AVE crônico: Um Ensaio Clínico randomizado / 2017.	Avaliar os efeitos do método Bad Ragaz Ring na recuperação funcional em pacientes com AVE crônico.	Participaram 22 pacientes com AVEi crônico foram randomizados em dois grupos: grupo do método bad ragaz ring e grupo controle.	O método Bad Ragaz Ring demonstrou ser benéfico para melhorar o equilíbrio e a ativação muscular dos MMII de pacientes com AVE crônico.	8/10
Park <i>et al.</i> / Exercícios de tronco terrestre e aquático para melhora do controle de tronco, o equilíbrio e na capacidade de atividades de vida diária em pacientes com AVE crônico / 2019.	Pesquisar os resultados de um programa de exercícios de tronco terrestre e aquático no controle do tronco, equilíbrio e AVD's em paciente com AVE crônico.	Os participantes foram randomizados em grupo: ETTA (exercício de tronco terrestre e aquático) e grupo controle. O programa consistiu em exercícios de tronco terrestre e aquático, realizados durante 30 minutos por dia, 5x por semana, durante 1 mês.	Os resultados sugerem que o programa ETTA pode ajudar a melhorar o controle do tronco, o equilíbrio e as AVD's em pacientes com AVE crônico e pode ser usado como um complemento prático à fisioterapia convencional.	7/10

<p>Fishbein <i>et al.</i> / Um estudo de treinamento com dupla tarefa usando a realidade virtual: influência na caminhada e no equilíbrio em sobreviventes pós AVE crônico / 2019.</p>	<p>Investigar a viabilidade do uso de uma dupla tarefa baseada em RV durante a caminhada em esteira, para melhorar o desempenho da marcha e do equilíbrio de sobreviventes pós AVE crônico.</p>	<p>Participaram 22 indivíduos, randomizados em dois grupos TMW (dupla tarefa) e DTW (tarefa única) realizaram 10 min de alongamento, mobilidade e caminhada fora da esteira. O grupo DTW realizou caminhada por 20min em esteira com dupla tarefa em RV e o grupo TMW realizou o mesmo tempo de caminhada com RV, porém com tarefa única. Realizado 8 sessões durante 1 mês.</p>	<p>O treinamento de dupla tarefa utilizando RV durante a caminhada em esteira apresentou melhora significativa na caminhada e equilíbrio nos indivíduos após AVEi, em comparação com a caminhada de tarefa única.</p>	6/10
<p>Yaman <i>et al.</i> / O treinamento em RV é superior ao tratamento convencional na melhoria da função motora dos MMII em pacientes hemiplégicos crônicos? / 2022.</p>	<p>Examinar o efeito do treinamento em RV, no estado funcional dos MMII, mobilidade, equilíbrio e velocidade da caminhada em pacientes com AVEi crônico.</p>	<p>Participaram 60 indivíduos, randomizados em dois grupos: realidade virtual (RV) e controle (CT). O grupo RV recebeu 30 min de treinamento em VR e 30 min de fisioterapia convencional, enquanto o grupo CT recebeu 60 min de fisioterapia convencional.</p>	<p>O treinamento em RV combinado com a terapia convencional foi considerado superior à fisioterapia convencional isolada na melhoria do estado funcional dos MMII em pacientes com AVE crônico.</p>	7/10
<p>Cho e Lee / Efeito do treinamento em esteira baseado na gravação de vídeo do mundo real no equilíbrio e na marcha em pacientes com AVE crônico: Um ensaio clínico randomizado / 2013.</p>	<p>Determinar o papel da gravação de vídeo do mundo real baseado em treinamento em esteira (TRWRV) para equilíbrio e capacidade de marcha em pacientes com AVE crônico.</p>	<p>Participaram 30 pacientes randomizados em dois grupos: TWRV e TT. O grupo TT realizou treinamento de caminhada em esteira sem RV enquanto o grupo TRWRV realizou caminhada em esteira associada à RV de recreação baseada em trilhas. Realizado 3x por semana durante 6 semanas.</p>	<p>A gravação do vídeo do mundo real tem efeito no equilíbrio dinâmico e na marcha em pacientes com AVE crônico quando adicionada à caminhada em esteira.</p>	7/10
<p>Yom, Cho e Lee / Efeitos dos exercícios de tornozelo baseado em RV no equilíbrio dinâmico, tônus muscular e marcha de pacientes com AVEi / 2014.</p>	<p>Investigar os efeitos terapêuticos do exercício e tornozelo baseado em RV no equilíbrio dinâmico, tônus muscular e capacidade de marcha de indivíduos com AVE.</p>	<p>22 pacientes, divididos em dois grupos: RVAE e CT. Ambos os grupos receberam fisioterapia convencional por 30min, 10x por semana e durante 1 mês e meio. O grupo RVAE realizou exercícios de tornozelo baseados em RV e o grupo CT assistiu um documentário ambiental sem relação com exercícios para tornozelos.</p>	<p>O exercício de tornozelo com RV melhorou a velocidade e segurança da caminhada no lado afetado, aumentando o comprimento da passada e reduzindo o tempo de apoio duplo dos membros, resultando em uma melhora significativa na capacidade de marcha dos participantes.</p>	6/10

Kim, Park e Lee / Efeitos do treinamento comunitário em esteira com RV na capacidade de equilíbrio em pacientes cm AVE crônico / 2015.	Investigar os efeitos do treinamento em esteira combinado com treinamento de RV baseado na comunidade sobre o equilíbrio estático em pacientes com AVE crônico.	Participaram 20 indivíduos, randomizados em dois grupos: CRVTT e CT. Ambos os grupos receberam 1h de fisioterapia convencional (5x por semana). O grupo CRVTT realizou caminhada em esteira associado à RV por 30min e o grupo CT realizou caminhada no solo, escadas, em declives e em superfície instável (3x por semana durante 1 mês).	O treinamento em esteira RV tem um efeito positivo nas medidas de equilíbrio estático e é um regime de tratamento eficaz para melhorar o equilíbrio estático em pacientes com AVE.	7/10
--	--	--	--	------

Fonte: Acervo dos autores. Legenda: S/A = sem avaliação.

Cruz (2020), verificou em seu estudo que incluiu 40 participantes distribuídos aleatoriamente em três grupos, grupo de terapia combinada (n=13), grupo de terapia em terra firme (n=14) e grupo de Ai Chi (n=13). Foram utilizados escala visual analógica para mensurar a dor, teste TUG para mensurar a velocidade que os pacientes conseguiam se levantar da cadeira e o teste de Tinetti para avaliar velocidade da marcha, distância dos passos e o equilíbrio em pé.

Os grupos foram avaliados antes de iniciar a terapia, ao final da terapia e um mês após o término, o estudo mostra que não houve diferenças significativas nas variáveis clínicas entre os grupos na medição inicial, porém houve uma diferença significativa na evolução dos pacientes, independente do grupo de tratamento. Os grupos de terapia aquática com Ai Chi e terapia combinada mostraram melhorias significativas ao final do tratamento e essas melhorias se mantiveram até um mês após a conclusão do tratamento, não foram encontradas diferenças entre os valores obtidos no grupo de terapia em terra firme (CRUZ, 2020).

Em concordância, Cha, Shin e Kim (2017) em seus estudos contou com um total de 22 participantes, randomizados em dois grupos: experimental (n=11) e controle (n=11). O grupo experimental teve acesso a terapia aquática por meio do método Bad Ragaz Ring associado terapia convencional enquanto o grupo controle recebeu apenas a terapia convencional, durante 6 semanas completando 18 sessões. O grupo experimental indicou melhora da força muscular de tibial anterior e gastrocnêmio, bem como aumento do equilíbrio dinâmico, enquanto o grupo controle mostrou melhora apenas no equilíbrio, resultados evidenciados por meio do TUG teste.

Saleh, Rehab e Aly (2019), afirma que os pacientes submetidos ao treinamento motor com duplas tarefas aquáticas pós-AVEi crônico, tiveram melhorias significativas relacionados a marcha incluindo a velocidade e o comprimento do passo, diferente dos pacientes que realizaram treinamento motor com duplas tarefas terrestres os quais não apresentaram melhora do equilíbrio e da marcha.

Park et al. (2018) destaca em sua pesquisa, que os exercícios aquáticos trabalham a independência de pacientes em estágio crônico do AVEi. Este estudo contou com 29 pacientes, sendo dividido em dois grupos: ETTA (n=14) e o grupo controle (n=15). O grupo ETTA realizou exercícios de tronco em meio terrestre combinado com fisioterapia aquática, que foi realizado por 30 minutos, durante 5 dias na semana, por 4 semanas e como complemento de 30 minutos de terapia convencional em meio terrestre, já o grupo controle utilizou apenas terapia física convencional por 30 minutos, 2x ao dia e 5 dias por semana durante 4 semanas.

Os pacientes foram avaliados antes e depois da intervenção com a escala de avaliação de tronco em coreano (KTIS), a escala de avaliação postural para acidente vascular cerebral de 3 níveis (PASS - 3L) com 5 itens para avaliar o controle de tronco, a escala de equilíbrio de berg (BBS - 3L), o teste de alcance funcional para avaliar o equilíbrio (FRT) e o índice de barthel modificado (MBI) para avaliar as AVD'S. Ao final do estudo o grupo ETTA teve uma melhora expressiva quando comparado ao grupo de controle que teve apenas a terapia convencional em meio terrestre. Esses achados enfatizam a importância de considerar abordagens aquáticas na reabilitação de pacientes acometidos pelo AVEi.

Os estudos de Fishbein et al. (2019), exploraram o treinamento com dupla tarefa (DT) usando RV para melhorar a marcha e o equilíbrio de indivíduos pós-AVEi. Os resultados indicaram que o treinamento com DT associado à RV levou a melhorias significativas na marcha e no equilíbrio em comparação com o treinamento apenas em esteira. Mais especificamente, os resultados deste estudo apontaram um aumento significativo na velocidade e no comprimento dos passos dos participantes no grupo tratamento DTW após intervenção, em comparação ao grupo controle TMW o qual não demonstrou mudanças entre os participantes.

Corroborando um outro estudo, de Cho e Lee (2013) o qual demonstrou que o grupo tratado com a associação da RV combinado ao exercício em esteira (TRWRV) em relação ao grupo tratado apenas com caminhada em esteira (TRW), obteve melhor resultado na velocidade de caminhada e no número de passos após 18 sessões de

treinamento, bem como, o grupo TRWRV em relação ao grupo TWR demonstrou melhoria de aproximadamente 25% no teste de alcance funcional (TAF).

Outro estudo, que investigou os efeitos da RV combinada a fisioterapia convencional em esteira na velocidade da marcha demonstrou aumentos semelhantes desta variável no grupo tratado com RV. O protocolo conduzido por Kim, Park e Lee (2015), que utilizou o treinamento em esteira associado à RV em ambiente comunitário, demonstrou que a pontuação na BBS aumentou significativamente em maior medida no grupo treinamento com RV em comparação com o grupo controle. Nesse sentido, os autores determinaram que a RV era superior ao tratamento convencional de forma isolada, no entanto, é importante destacar que o grupo RV recebeu mais sessões de treinamento do que o grupo controle, o que pode ter afetado os resultados.

Outra pesquisa recente, de Yaman et al. (2022), demonstrou que tanto a fisioterapia convencional utilizando os EC quanto a associação com a RV são eficazes na recuperação da função motora, mobilidade, equilíbrio e velocidade de caminhada. Entretanto, nas comparações entre os grupos acerca das funções motoras da extremidade inferior e equilíbrio, os autores evidenciaram que as mudanças na Escala de Avaliação Fugl-Meyer para Extremidade Inferior (FAMA-LE) e BBS foram significativamente maiores apenas no grupo RV (FAMA-LE média inicial = 16.5 e média final = 27.0 / BBS média inicial = 35.5 e média final = 29.9), tendências que não se mantiveram no grupo que realizou apenas exercícios convencionais (FAMA-LE média inicial = 19.5 e média final = 22.0 / BBS média inicial = 31.0 e média final = 25.5).

Adicionalmente, o estudo de Yom, Cho e Lee (2015) foi o único a avaliar os efeitos de um programa de exercícios de tornozelo baseado em RV na melhora do equilíbrio dinâmico e força muscular dos membros inferiores. Neste estudo Yom, Cho e Lee evidenciaram que a espasticidade diminuiu em 55% com base na Escala de Ashworth Modificada (EAM) e em 50% na escala de Tardieu e consequentemente aumento da força muscular do tibial anterior e sóleo, além de aumento na mobilidade articular do tornozelo.

Os resultados do estudo precitado, corroboram com os resultados encontrados nas pesquisas de Cho e Lee (2014), Fishbein et al. (2019) e Kim, Park e Lee (2015), com relação a melhora da velocidade da marcha, o que demonstrou que o exercício de tornozelo baseado em RV foi capaz de diminuir o tempo e aumentar a velocidade

da marcha do lado afetado, a segurança e o comprimento do passo, reduzindo assim o tempo de duplo apoio.

Adicionalmente, os estudos apresentados demonstram que as terapias não convencionais de HT e RV possuem efeitos benéficos na recuperação do equilíbrio, marcha e força muscular de indivíduos acometidos por um AVEi em estágio crônico quando associados ao tratamento convencional. A RV demonstrou melhorias em parâmetros motores como o equilíbrio e marcha em alguns pacientes, no entanto os resultados variam entre os estudos, o que ressalta a eficácia da RV em algumas situações, mas também sugere que seus benefícios podem não ser consistentes para todos os pacientes. A HT mostrou-se eficaz na melhoria da mobilidade e qualidade de vida, especialmente quando combinada com terapia em terra firme, indicando a importância da abordagem de HT em conjunto com a terapia convencional.

Entretanto, as pesquisas também ressaltam a existência de importantes lacunas que necessitam de investigações futuras, bem como a qualidade metodológica na escala PEDro. Uma das questões prementes é a carência de estudos a longo prazo, capazes de avaliar a durabilidade dos efeitos benéficos observados. Muitos dos estudos revisados não contemplaram avaliações em períodos estendidos, o que torna crucial a realização de pesquisas adicionais para determinar se as melhorias na mobilidade, equilíbrio e função motora perduram ao longo do tempo. Além disso, as disparidades na função cognitiva entre os grupos, destacadas em alguns dos estudos, salientam a necessidade de aprofundar a compreensão dos parâmetros cognitivos na reabilitação pós-AVE.

5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, é possível verificar que a utilização de abordagens não-convencionais associados aos exercícios convencionais apresenta maior eficácia durante o tratamento, proporcionando ao fisioterapeuta uma gama de diferentes estratégias para reabilitação desse público. Contudo, as limitações representadas pelo tamanho amostral relativamente pequeno nos estudos ressaltam a importância de futuras investigações com coortes mais abrangentes, bem como melhora da qualidade metodológica, visando produzir resultados mais sólidos e passíveis de generalização na prática clínica.

6 REFERÊNCIAS

- ABBAFATI, C. et al. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. **The Lancet**, v. 396, n. 10258, p. 1223–1249, 2020.
- AMADO, B. et al. Ischemic Stroke, Lessons from the Past towards Effective Preclinical Models. **Biomedicines**, v. 10, n. 10, 2022.
- American Physical Therapy Association: Guide to Physical Therapist Practice, ed. 2. **Phys Ther** 81:9–744, 2001, revised 2003.
- ARAÚJO, R. B. Especificação e análise de um sistema distribuído de realidade virtual, São Paulo, **Tese (Doutorado)**, Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, junho, 1996.
- BAI, Q. et al. Intracerebral haemorrhage: From clinical settings to animal models. **Stroke and Vascular Neurology**, v. 5, n. 4, p. 388–395, 2020.
- BALDIN, A. D. Atividade física e acidente vascular cerebral. n. 109, 2009.
- BARBOSA, D. D. et al. Strength training protocols in hemiparetic individuals post stroke: a systematic review. **Fisioterapia em Movimento**, v. 31, n. 0, p. 1–11, 2018.
- BARROS, A. F. D.E S. et al. Análise de intervenções fisioterapêuticas na qualidade de vida de pacientes Pós-AVC. **Revista Neurociencias**, v. 22, n. 2, p. 308–314, 2014.
- BEI, N. et al. Effect of Water Exercise Therapy on Lower Limb Function Rehabilitation in Hemiplegic Patients with the First Stroke. **Alternative therapies in health and medicine**, v. 29, n. 7, p. 429–433, 2023.
- BENJAMIN, E. J. et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2019 Update: A Report From the American Heart Association. **Circulation**, v. 139, n. 10, p. e56–e528, 5 mar. 2019.
- BRASIL. Campanhas da Saúde. Acidente Vascular Cerebral. **Ministério da saúde**, 2023. Disponível: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/avc>.
- BONDAN, D. E. Realidade virtual na fisioterapia: utilização para crianças com paralisia cerebral: revisão da literatura. *Revista Contexto & Saúde*, v. 16, n. 31, p. 79, 22 dez. 2016.
- CAMPBELL, B. C. V. et al. Ischaemic stroke. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 5, n. 1, 2019.
- CANDELORO, J.; CAROMANO, F. Effects of a hydrotherapy program on flexibility and muscular strength in elderly women. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 4, p. 303–309, 2007.

CHA, H. G.; SHIN, Y. J.; KIM, M. K. Effects of the Bad Ragaz Ring Method on muscle activation of the lower limbs and balance ability in chronic stroke: A randomised controlled trial. **Hong Kong Physiotherapy Journal**, v. 37, p. 39–45, 2017.

CHAN, K. et al. The effect of water-based exercises on balance in persons post-stroke: A randomized controlled trial. **Topics in Stroke Rehabilitation**, v. 24, n. 4, p. 228–235, 2016.

CHO, K. H.; LEE, W. H. Effect of treadmill training based real-world video recording on balance and gait in chronic stroke patients: A randomized controlled trial. **Gait and Posture**, v. 39, n. 1, p. 523–528, 2013.

CONSELHO REGIONAL DE FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL – COFFITO. Disciplina a Especialidade Profissional de Fisioterapia Aquática e dá outras providências, 2014. Disponível em: <https://www.coffito.gov.br/nsite/?p=3205>.

COSTA, G. V. S.; ROMEO, A. L. B. Perfil epidemiológico dos óbitos por acidente vascular encefálico no Brasil entre 2007 e 2016: um estudo de base de dados nacional. **Revista de Medicina**, v. 100, n. 4, p. 335–342, 2021.

CRISTIANE MALUHY GIBARA. Exposição à realidade virtual no tratamento da fobia social: um estudo aberto. p. 1–145, 2014.

CRUZ, B. M. S.; FILHO, R. H. G. M.; COLAÇO, M. A. X. P. Sequelas Motoras De Acidente Vascular Cerebral Isquêmico: Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Inspirar**, v. 10, n. 3, p. 28–36, 2016.

CRUZ, S.P.D.L. Comparison of aquatic therapy vs. Dry land therapy to improve mobility of chronic stroke patients. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 13, p. 1–12, 2020.

ESTEVEZ, M.D.J.C. Exercícios terapêuticos no doente após Acidente Vascular Cerebral: revisão sistemática da literatura. **PQDT-Global**, 2018.

FEIGIN, V. L. et al. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. **The Lancet Neurology**, v. 20, n. 10, p. 1–26, 2021.

FISHBEIN, P; HUTZLER, Y; RATMANSKY, M; et al. A preliminary study of dual-task training using Virtual Reality: Influence on walking and balance in chronic poststroke survivors. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases: the official journal of National Stroke Association*, v. 28, n. 11, p. 104343, 2019.

FONSÊCA, A.N.N. et al. Hidroterapia: revisão histórica, métodos, indicações e contraindicações. **Revista Digital**. Buenos Aires, v. 15, n. 147, 2010.

GARCIA, S. A. Os efeitos da hidroterapia sobre o déficit de equilíbrio em indivíduo com sequela de acidente vascular cerebral. **Fisioterapia Brasil**, v. 11, n. 6, p. 444–448, 2017.

GHAYOUR NAJAFABADI, M. et al. Aquatic Therapy for improving Lower Limbs Function in Post-stroke Survivors: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Topics in Stroke Rehabilitation**, v. 00, n. 00, p. 1–17, 2021.

GIBARA, C. M. Exposição à realidade virtual no tratamento da fobia social: um estudo aberto. 2014. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

GIURIATI, S. et al. The effect of aquatic physical therapy in patients with stroke: A systematic review and meta-analysis. **Topics in Stroke Rehabilitation**, v. 28, n. 1, p. 19–32, 2020.

GO, A. S. et al. Heart disease and stroke statistics-2013 update: A Report from the American Heart Association. **Circulation**, v. 127, n. 1, 2013.

GORELICK, P. B. The global burden of stroke: persistent and disabling. **The Lancet Neurology**, v. 18, n. 5, p. 417–418, 2019.

HENNINGER, N.; FISHER, M. Extending the Time Window for Endovascular and Pharmacological Reperfusion. **Translational Stroke Research** 2016 7:4, v. 7, n. 4, p. 284–293, 7 jan. 2016.

JACOBSON, L. Realidade virtual em casa. Rio de Janeiro, **Berkeley Brasil Editora**, 1994.

JAKAITIS, F. et al. Atuação da Fisioterapia Aquática no Condicionamento Físico do Paciente com AVC. **Revista Neurociências**, v. 20, n. 2, p. 204–209, 2011.

JO, K.; YU, J.; JUNG, J. Effects of virtual reality-based rehabilitation on upper extremity function and visual perception in stroke patients: A randomized control trial. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 24, n. 11, p. 1205–1208, 2012.

JUNG, S. et al. Relevance of the cerebral collateral circulation in ischaemic stroke: time is brain, but collaterals set the pace. **Swiss medical weekly**, v. 147, n. December, p. w14538, 2017.

KIM, N.; PARK, Y.; LEE, B. H. Effects of community-based virtual reality treadmill training on balance ability in patients with chronic stroke. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 27, n. 3, p. 655–658, 2015.

KIPER, P. et al. Virtual Reality for Upper Limb Rehabilitation in Subacute and Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 99, n. 5, p. 834- 842.e4, 1 maio 2018.

KIRNER, C.; TORI, R. **Fundamentos de Realidade Virtual**. p. 2-22, 2006.

KISNER, C.; COLBY, L.A.; BORSTAD, J. Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas. **Editora Manole**, 2021. E-book. ISBN 9786555765670. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555765670/>.

KRUGER, C.R.P.; SILVA, I.M.; SAMPAIO, A.C.R.I.; A Eficácia da Hidroterapia Em Pacientes Com Osteoartrose No Joelho. **Rev Inic Cient Ext**. v.4, n. 1, p. 595-602, 2021.

LAVIER, K. et al. Virtual reality for stroke rehabilitation. **Stroke**, v. 43, n. 2, 2012.

LIMA REBÊLO, F. et al. Immersive virtual reality is effective in the rehabilitation of older adults with balance disorders: A randomized clinical trial. **Experimental Gerontology**, v. 149, n. March, 2021.

LUND, C. et al. Balance and walking performance are improved after resistance and aerobic training in persons with chronic stroke. **Disability and Rehabilitation**, v. 40, n. 20, p. 2408–2415, 2018.

MARTIN, John H. Neuroanatomia. **Grupo A**, 2014. E-book. ISBN 9788580552645. Disponível em: <https://encurtador.com.br/giFH8>.

MARTINS, S. C. O. et al. Manual de rotinas para atenção ao AVC. **Ministério da Saúde**, 2013. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_rotinas_para_atencao_avc.pdf.

MIDDLETON, A. et al. Body weight-supported treadmill training is no better than overground training for individuals with chronic stroke: A randomized controlled trial. **Topics in Stroke Rehabilitation**, v. 21, n. 6, p. 462–476, 2014.

MONTEIRO, C.B.M. Realidade Virtual na Paralisia Cerebral. São Paulo: **Pleiade**; 123-132, 2011. Disponível em: <https://www5.each.usp.br/wp-content/uploads/2017/11/carlos-monteiro-ebook.pdf>.

MOOVENTHAN, A.; NIVETHITHA, L. Scientific evidence-based effects of hydrotherapy on various systems of the body. **North American Journal of Medical Sciences**, v. 6, n. 5, p. 199–209, 2014.

MOREIRA, M. C. A utilização da realidade virtual como intervenção terapêutica para a melhora do controle postural e da mobilidade funcional em crianças com paralisia cerebral. **Dissertação (Mestrado em Fisioterapia)** – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10836/1/>

NAJAFABADI, G.M. et al. Aquatic Therapy for improving Lower Limbs Function in Post-stroke Survivors: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Topics in Stroke Rehabilitation**, v. 00, n. 00, p. 1–17, 2021.

OLIVEIRA, F. M. et al. Efeitos a longo prazo na capacidade funcional de indivíduos com hemiplegia pós acidente vascular cerebral que participaram de um programa de condicionamento físico. **Acta Fisiátrica**, v. 26, n. 2, p. 88–94, 2019.

OVANDO, A.C. et al. Treinamento de marcha, cardiorrespiratório e muscular após acidente vascular encefálico: estratégias, dosagens e desfechos. **Fisioterapia em Movimento**, v. 23, p. 253-269, 2010.

- PARE, J. R.; KAHN, J. H. Basic Neuroanatomy and Stroke Syndromes. **Emergency Medicine Clinics of North America**, v. 30, n. 3, p. 601–615, 2012.
- PARREIRA, Patrícia; BARATELLA, Thaís V. Fisioterapia Aquática. **Editora Manole**, 2011. E-book. ISBN 9788520452387. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788520452387/>.
- PARK, H. K. et al. Land-based and aquatic trunk exercise program improve trunk control, balance and activities of daily living ability in stroke: A randomized CLINICAL trial. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 55, n. 6, p. 687–694, 2019.
- PARK, J.; ROH, H. Postural balance of stroke survivors in aquatic and land environments. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 23, n. 6, p. 905–908, 2011.
- PIMENTEL, K; TEIXEIRA, K. Virtual reality - through the new looking glass. 2. **New York**, McGraw-Hill, 1995.
- POMPEU, J. E. et al. Os efeitos da realidade virtual na reabilitação do acidente vascular encefálico: Uma revisão sistemática. **Motricidade**, v. 10, n. 4, p. 106–117, 2014.
- REBÊLO, F.L.; DE SOUZA SILVA, L.F.; DONÁ, F. Immersive virtual reality is effective in the rehabilitation of older adults with balance disorders: A randomized clinical trial. **Experimental gerontology**, v. 149, n. 111308, p. 111308, 2021.
- RESENDE, S. M.; RASSI, C. M.; VIANA, F. P. Effects of hydrotherapy in balance and prevention of falls among elderly women. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 12, n. 1, p. 57–63, 2008.
- ROCHA, Marco A.; JÚNIOR, Marco Antônio R.; ROCHA, Cristiane F. Neuroanatomia. **Thieme Brasil**, 2015. E-book. ISBN 9788554651596.
- RODRIGUES P.G.; PORTO, C. Realidade Virtual: Conceitos, Evolução, Dispositivos E Aplicações. **Interfaces Científicas**, p. 97–109, 2013.
- RODRIGUES, T. A. et al. Projeto Diretrizes Acidente Vascular Encefálico Crônico: **Reabilitação Projeto Diretrizes**. p. 1–26, 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_reabilitacao_acidente_vascular_cerebral.pdf.
- RÖTHER, J.; FORD, G. A.; THIJIS, V. N. S. Thrombolytics in acute ischaemic stroke: Historical perspective and future opportunities. **Cerebrovascular Diseases**, v. 35, n. 4, p. 313–319, 2013.
- SALEH, M. S. M.; REHAB, N. I.; ALY, S. M. A. Effect of aquatic versus land motor dual task training on balance and gait of patients with chronic stroke: A randomized controlled trial. **NeuroRehabilitation**, v. 44, n. 4, p. 485–492, 2019.

SANTOS, D. G. D, et al. Avaliação da mobilidade funcional do paciente com seqüela de AVC após tratamento na piscina terapêutica, utilizando o teste Timed Up and Go. **Einstein (São Paulo)**, v. 9, n. 3, p. 302–6, 2011.

SANTOS, L. B.; WATERS, C. Perfil epidemiológico dos pacientes acometidos por acidente vascular cerebral: revisão integrativa. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 2749–2775, 2020.

SCHELP, A. O.; BURINI, R. C. Controle do fornecimento e da utilização de substratos energéticos no encéfalo. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 53, n. 3b, p. 690–697, 1995.

SOARES, B. R. et al. A realidade virtual na reabilitação do paciente com sequelas de acidente vascular encefálico: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e734986253, 31 jul. 2020.

SOUSA, C.D.O. Estudo da marcha com suporte parcial de peso corporal em piso fixo em pacientes hemiparéticos. 2009. 69 f. **Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)** - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

THOMALLA, G. et al. Intravenous alteplase for stroke with unknown time of onset guided by advanced imaging: systematic review and meta-analysis of individual patient data. **The Lancet**, v. 396, n. 10262, p. 1574–1584, 2020.

TONETTA, M. C. et al. Realidade virtual em pacientes pós-acidente vascular cerebral: revisão sistemática com metanálise de ensaios clínicos randomizados. **Fisioterapia Brasil**, v. 18, n. 1, p. 80–96, 2017.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada. **Editora SBC**, Porto Alegre, 2006.

TSENG, Y. J. et al. Risk factors associated with outcomes of recombinant tissue plasminogen activator therapy in patients with acute ischemic stroke. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 2, 2020.

TUO, Q.; ZHANG, S. TING; LEI, P. Mechanisms of neuronal cell death in ischemic stroke and their therapeutic implications. **Medicinal Research Reviews**, v. 42, n. 1, p. 259–305, 2022.

WANG, J. Effectiveness of physical exercise on the recovery of limb function in stroke patients. **Revista Brasileira De Medicina Do Esporte**, 27(3), 262–265.

WHO World Health Organization. Cerebrovascular diseases: prevention, treatment, and rehabilitation. **Technical Report Series**. n. 469, 1971. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/40898?&locale-attribute=ar>

WHO World Health Organization. The top 10 causes of death. **[Internet] Geneva**; 2018. Disponível: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>.

YAMAN, F. et al. Is virtual reality training superior to conventional treatment in improving lower extremity motor function in chronic hemiplegic patients? **Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 68, n. 3, p. 391-398, 2022.

YEW, K.S.; CHENG, E.M. Diagnosis of acute stroke. **American Family Physician**, v. 91, n. 8, p. 528-536, 2015.

YOM, C.; CHO, H. Y.; LEE, B.H. Effects of virtual reality-based ankle exercise on the dynamic balance, muscle tone, and gait of stroke patients. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 27, n. 3, p. 845-849, 2014.