

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DE SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

**Nathália Griebler**

**EFEITO AGUDO DOS TREINAMENTOS AERÓBICO E RESISTIDO NA  
MEMÓRIA DE IDOSOS**

**PORTO ALEGRE**

**2021**

**EFEITO AGUDO DOS TREINAMENTOS AERÓBICO E RESISTIDO NA  
MEMÓRIA DE IDOSOS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

**ORIENTADORA: PROFA. DRA. CAROLINE PIETTA DIAS**

**PORTO ALEGRE**

**2021**

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	4
LISTA DE ABREVIATURAS.....	6
LISTA DE FIGURAS .....	7
RESUMO .....	8
1. INTRODUÇÃO .....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	12
<b>2.1 O processo de envelhecimento .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Envelhecimento relacionado ao declínio cognitivo e comprometimento da memória .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Os tipos de memória .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Exercício Físico e Memória .....</b>	<b>16</b>
3. JUSTIFICATIVA.....	20
4. OBJETIVOS.....	21
5. REFERÊNCIAS .....	22
6. CAPÍTULO I.....	25
7. CAPÍTULO II .....	26
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	27
9. APÊNDICES .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## FICHA CATALOGRÁFICA

### CIP - Catalogação na Publicação

Griebler, Nathália  
Efeito agudo dos treinamentos aeróbico e resistido  
na memória de idosos / Nathália Griebler. -- 2021.  
71 f.  
Orientadora: Caroline Pietta Dias.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa  
de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano,  
Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Idosos. 2. Exercício de força. 3. Exercício  
aeróbico. 4. Memória. I. Dias, Caroline Pietta,  
orient. II. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Stela e Marcos, pelo o amor e dedicação de sempre, por me incentivarem e não medirem esforços para que eu alcançasse este sonho, por toda a preocupação com as minhas idas a Porto Alegre e por vibrarem tanto por cada conquista. Ao meu irmão Guilherme, que sempre acreditou em mim, você é uma das minhas maiores inspirações! Amo vocês!

À minha orientadora e amiga, Professora Caroline, agradeço por toda dedicação, seriedade e compreensão perante as minhas dificuldades durante esta trajetória, sem a tua orientação nada disso seria possível. São anos de trabalho iniciados antes mesmo do mestrado, a ti toda a minha gratidão e admiração!

Agradeço aos professores Eduardo Cadore, Nadja Schroeder e Elke Bromberg por todo auxílio que me foi dado durante a fase de construção e execução do projeto, foi de extrema importância, assim como o conhecimento que vocês me transmitiram. Vocês são inspiradores!

Um agradecimento especial aos idosos voluntários, que dispuseram do seu tempo para colaborar com este trabalho, participando de todas as etapas. Aos bolsistas de iniciação científica William e Mariana, que foram ótimos, me deixando tranquila durante as coletas de dados. E como eu digo, aos meus “presentes do mestrado”, Milena Artifon, Francesca Sonda e Michele Frigotto, que me ensinaram muito, construímos amizades que ultrapassam os limites da Universidade, obrigada por tanto!

À minha amiga da vida, Deise Bueno, que sempre me auxiliou em tudo o que estava ao seu alcance. Teu apoio e poder contar contigo não só nos momentos de alegria, mas também nos momentos de insegurança é uma das melhores coisas que posso ter.

Ao meu namorado Maykell, por compreender as ausências, madrugadas de estudo e por me dar amor incondicional. Não posso esquecer das várias tabelas e fórmulas que tu desenvolveu para facilitar meu trabalho, te ter ao meu lado nesta trajetória deixou tudo mais leve, muito obrigada!

Cada pessoa mencionada aqui, foi essencial para a realização e conquista deste título, devo tudo a vocês!

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**1RM** - uma repetição máxima

**BDNF** - fator neurotróficos derivado do cérebro

**CEP** - Comitê de Ética em Pesquisa

**ECR** – Ensaio clínico randomizado

**ESEFID:** - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança

**FC** - Frequência Cardíaca

**FC<sub>máx</sub>** - Frequência Cardíaca Máxima

**FCR** - Frequência Cardíaca de Reserva

**GA** – Grupo aeróbico

**GC** – Grupo controle

**GDS** - Escala de Depressão Geriátrica

**GR** – Grupo resistido

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IMC** - Índice de Massa Corporal

**LAPEX** - Laboratório de Pesquisa do Exercício

**MCD** - memória de curta duração

**MD** - memória declarativa

**ME** - memória episódica

**MEEM** - Mini Exame do Estado Mental

**MLD** - memória de longa duração

**MP** - memória procedural

**MS** - memória semântica

**MT** - memória de trabalho

**OMS** - Organização Mundial da Saúde

**PC** - perímetro da cintura

**RPE** - Escala de Borg de 6 a 20 – Ratings of perceived exertion

**SNC** - sistema nervoso central

**TCLE** - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**UFRGS** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**VO<sub>2</sub>max** - Volume de oxigênio máximo

## **LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1.** Distribuição da população brasileira por sexo e idade nos anos de 1950, 1980, 2000, e projeções para 2030, 2060 e 2100.

**Figura 2.** Regiões cerebrais onde estão armazenadas as memórias.

## RESUMO

**Introdução:** A literatura apresenta diversos estudos que apontam sobre os efeitos positivos do exercício agudo nas funções cognitivas gerais, porém, tratando-se de memória em idosos, ainda existe uma lacuna a ser preenchida. Por isto, torna-se importante investigar os estudos já existentes nesta população e identificar padrões de testes e treinamentos utilizados, bem como, realizar um protocolo experimental, afim de aumentar o conhecimento sobre o assunto e enriquecer a literatura sobre o efeito do exercício na memória. **Objetivo:** O capítulo I, tem como objetivo verificar, por meio de uma revisão sistemática os efeitos agudos do exercício físico, na memória de idosos saudáveis. O capítulo II tem como objetivo verificar se os protocolos de exercício aeróbico e resistido realizados de forma aguda, são eficientes nas memórias de curta e longa duração e na memória episódica de idosos cognitivamente saudáveis, através de um ECR. **Métodos:** Para o Capítulo I, as buscas foram realizadas nas bases de dados em saúde: PubMed (Medline); ScienceDirect (Elsevier); SciELO e LILACS, os estudos deveriam ser ECR com população idosa, ter o exercício físico como intervenção e memória como desfecho. Já no Capítulo II, os participantes foram randomizados nos grupos de intervenção GA, GR ou GC, realizaram o protocolo de familiarização e retornaram após sete dias. Durante a segunda visita, realizaram os testes de memória, protocolo de intervenção e o re-teste, com 24 horas de intervalo, retornaram para os testes tardios. **Resultados Capítulo I:** 3711 registros foram encontrados nas bases de dados. 27 estudos foram selecionados para leitura do texto completo. 10 registros atenderam aos critérios de inclusão e foram considerados elegíveis para análise qualitativa. A amostra total foi de 442 indivíduos, de ambos os sexos, entre 55 e 85 anos, saudáveis. **Resultados Capítulo II:** o GR melhorou significativamente a memória de curta duração, quando comparados aos demais grupos e teve um desempenho melhor do teste de memória episódica, seguido pelo GA e por último pelo GC, porém esta melhora não foi significativa. No teste de memória de longa duração, todos os grupos apresentaram ótimos resultados, sem indicar diferença entre eles. **Conclusão:** Com base na revisão sistemática, o exercício físico foi positivo na maioria dos estudos, porém, ao realizarmos o ECR, o mesmo não pode ser constatado. Sugere-se investigações com outros delineamentos para verificar a possível melhora das memórias de longa duração e episódica.

**Palavras-chave:** idosos, memória, exercício aeróbico, exercício resistido, revisão sistemática, efeito agudo.



## **ABSTRACT**

**Introduction:** The literature presents several studies that show the positive effects of acute exercise on general cognitive functions, however, when related to memory in the elderly, there is still a gap to be filled. For this reason, it is important to investigate the studies that already exist in this population and to identify patterns of tests and training used, as well as to carry out an experimental protocol, in order to increase the knowledge on the subject and enrich the literature about the effect of exercise on memory. **Objective:** Chapter I aims to verify, through a systematic review, the acute effects of physical exercise, on the memory of healthy elderly people. Chapter II aims to verify if the aerobic and resistance exercise protocols performed in an acute way, are efficient in the short and long term memories and in the episodic memory of cognitively healthy elderly people, through an RCT. **Methods:** For Chapter I, searches were carried out in the health databases: PubMed (Medline); ScienceDirect (Elsevier); SciELO and LILACS, the studies should be RCT with an elderly population, with physical exercise as an intervention and memory as an outcome. In Chapter II, the participants were randomized into the intervention groups AG, RG or CG, performed the familiarization protocol and returned after seven days. During the second visit, they performed the memory tests, intervention protocol and the re-test, with an interval of 24 hours they returned for the late tests. **Results Chapter I:** 3711 records were found in the databases. 27 studies were selected to read the full text. 10 records met the inclusion criteria and were considered eligible for qualitative analysis. The total sample was 442 individuals, of both genders, between 55 and 85 years old, healthy. **Results Chapter II:** the RG significantly improved short-term memory when compared to the other groups and had a better performance on the episodic memory test, followed by the AG and finally by the CG, however this improvement was not significant. In the long-term memory test, all groups showed excellent results, without indicating any difference between them. **Conclusion:** Based on the systematic review, physical exercise was positive in most studies, however, when performing the RCT, it cannot be verified. Investigations with other study designs are suggested to verify the possible improvement of long-term and episodic memories.

**Key-words:** elderly, memory, aerobic exercise, resistance exercise, systematic review, acute effect.

## INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o envelhecimento populacional está ocorrendo em larga escala tanto em países desenvolvidos, quanto em países que ainda se encontram em desenvolvimento, afirmando que envelhecer é um dos maiores êxitos da humanidade e um dos maiores desafios (WHO, 2002). Outro dado populacional, apontado pela DESA (2017) cita que população mundial de idosos cresce tanto em número, quanto em proporção. Melacon, Lorrain e Dionne (2014) explicam que o envelhecimento se dá por mudanças fisiológicas e funcionais que ocorrem com o passar dos anos, e comprometem a capacidade de resposta dos indivíduos diante do estresse ambiental e da manutenção da homeostasia e sua interação é diferente em cada sistema, órgão e indivíduo.

Os processos fisiológicos desta etapa da vida resultam no declínio da capacidade cognitiva e em alguns casos, uma transição para estágios de demência, dentre estes declínios cognitivos, encontra-se a perda de memória, que é comum em pessoas com mais de 60 anos, aumentando o risco de doenças neurodegenerativas (SANCHEZ-GONZALEZ, CALVO-ARENILLAS e SANCHEZ-RODRIGUEZ 2018). De acordo com Loprinzi *et al.* (2018) a memória é caracterizada como a habilidade de absorver, armazenar e evocar informações e conhecimentos já experimentados, sobre o que nos cerca e sobre nós mesmos, sendo considerada uma das mais importantes funções cognitivas. Os autores afirmam que alguns fatores podem estar relacionados com os efeitos do envelhecimento sobre a memória, como as relações sociais, genética, nível educacional e socioeconômico, estilo e qualidade de vida.

Os efeitos positivos da atividade física sobre as funções cognitivas e melhora da plasticidade cerebral, podem ser entendidos pelo aumento dos vasos sanguíneos no encéfalo, a partir dos vasos já existentes, também pelo aumento do fluxo sanguíneo nesta região (RHYU *et al.*, 2010). Estes achados indicam que ocorre uma otimização no transporte de oxigênio, nutrientes, neurotrofinas (BDNF) e também das catecolaminas no sistema nervoso central (SNC), (ETNIER *et al.* 2016). Os benefícios do exercício agudo estão fundamentados em teorias biológicas que atribuem estes efeitos de uma única sessão a um aumento transitório das catecolaminas, como epinefrina e dopamina, que desempenham um papel importante no processamento da memória (LOPRINZI *et al.* 2018). E também em teorias psicológicas (AUDIFFREN, TOMPOROWSKI,

ZAGRODNIK 2008), sugerindo que uma única sessão de exercício otimiza o nível de excitação, podendo facilitar o processamento cognitivo.

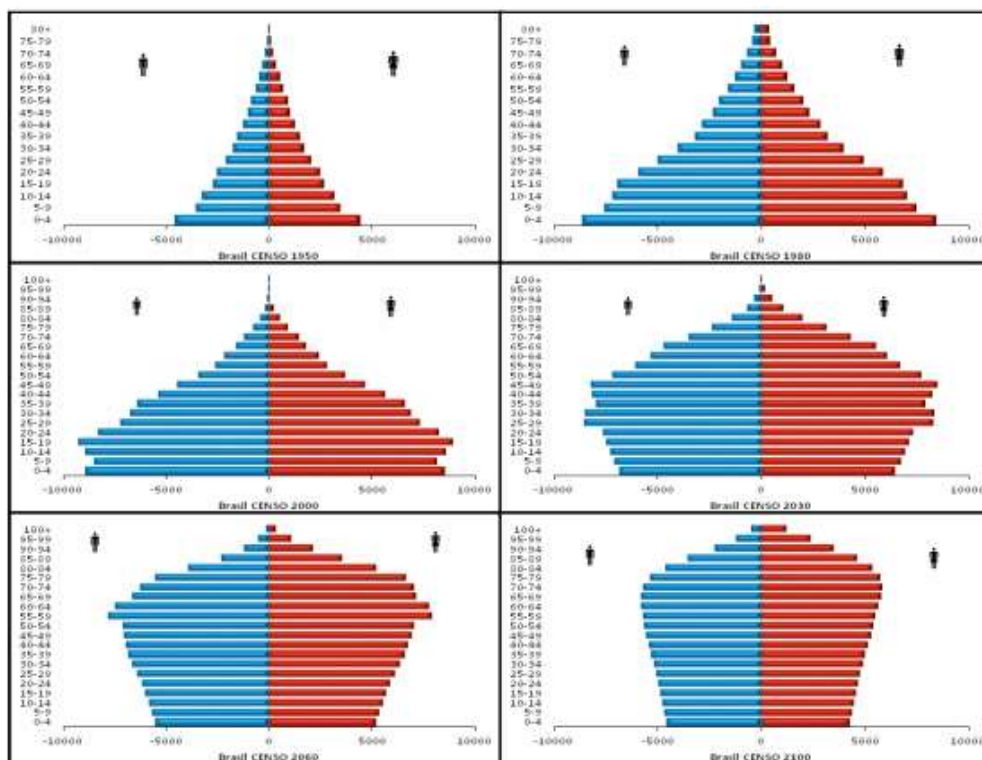
Pontifex *et al.* (2009) realizaram um estudo comparando os exercícios aeróbico e resistido em uma tarefa de memória de trabalho em adultos jovens, e observaram melhorias somente no grupo aeróbico e nenhum resultado para o grupo que realizou exercícios resistidos. Chang e Etnier (2009) apostam na teoria de excitação fisiológica para justificar seus achados, após encontrar melhora significativa no desempenho do teste Stroop em adultos saudáveis, depois de uma sessão moderada de exercícios de resistência (seis exercícios, 2 séries de 10 repetições). Os autores citam que com o protocolo adotado foi suficiente para gerar aumento da FC, promovendo uma excitação fisiológica. Chu *et al.* (2015) também encontraram melhoras na função cognitiva de adultos mais velhos, após 30 minutos de exercício aeróbico realizado em bicicleta ergométrica a 65% da FC de reserva, justificando que a melhora pode ser devido ao aumento da atividade neuronal que resulta em aumento do fluxo sanguíneo cerebral, induzido pelo exercício.

Neste contexto, é possível observar que o exercício físico realizado de forma aguda promove alterações fisiológicas no encéfalo como o aumento nos níveis de excitação o que seria um mecanismo para a melhora da memória. Além disso, exercícios aeróbicos bem como os resistidos são benéficos para a memória, embora não se tenha um consenso na literatura.

# 1. REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1 O processo de envelhecimento

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2000, a população idosa representava cerca de 14,5 milhões de pessoas, com um aumento de 35,5% proporcional ao ano de 1991. Atualmente, este número encontra-se acima de 29 milhões. Com uma expectativa de que até 2060 ocorra um aumento de 160% nesta população, representando 73 milhões de pessoas idosas no Brasil. Para a OMS (2019), um país pode ser considerado envelhecido quando 14% da sua população atinge a idade de 60 anos em países subdesenvolvidos, ou 65 anos em países desenvolvidos. No Brasil, essa classificação está prevista para 2032, onde essa população atingirá 32,5 milhões de habitantes. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GERIATRIA E GERONTOLOGIA, 2019). Em virtude dessa transição demográfica, a figura 1 representa a modificação etária pela qual o Brasil está passando, na qual consistia em uma pirâmide etária com predominância jovem, e atualmente está em um progressivo aumento da população idosa (ALVES, 2014).



**Figura 1.** Distribuição da população brasileira por sexo e idade nos anos de 1950, 1980, 2000, e projeções para 2030, 2060 e 2100 (ALVES, 2014).

Neste contexto, o processo de envelhecimento se dá por alterações biopsicossociais que tendem a aumentar os processos patológicos no organismo, favorecendo o processo de morbidade nesta população (UNTU *et al.* 2015).

Duas principais teorias biológicas sobre o processo de envelhecimento vem sendo propostas. A primeira delas é a Teoria Programada, que consiste em um envelhecimento advindo de processos biológicos que ocorrem ao longo da vida, dando continuidade aos processos de crescimento, desenvolvimento e amadurecimento. Os genes que sofrem mutações ao longo da vida, são os responsáveis pela manutenção, reparo e sistemas de defesa durante esse processo. A outra é a Teoria do Erro, onde diversas alterações físicas são apontadas, como por exemplo, as células e tecidos que sofrem desgaste e rompimento e a ideia de que a taxa do metabolismo basal do oxigênio é inversamente proporcional à duração da vida e ao processo de envelhecimento. As alterações fisiológicas deste processo levam a deterioração e disfunção celular. É possível que algumas alterações sejam revertidas, enquanto outras sofrem um acúmulo, isso ocorre porque os fatores de reparo não agem na mesma proporção em que os fatores de dano (WHITNEY *et al.* 2009; UNTU *et al.* 2015).

Em relação a classificação do envelhecimento, autores como Fiocco e Yaffe (2010), levam em consideração de que maneira o idoso se porta física e socialmente, quando comparados a outros sujeitos que se encontram na mesma idade cronológica, os classificando de maneira funcional. Consideram que o envelhecimento é vivido de maneira individual, e é um processo influenciado por experiências pessoais que incluem não só os processos cronológicos, mas também os processos biológicos, psicológicos e sociais.

## **2.2 Envelhecimento relacionado ao declínio cognitivo e comprometimento da memória**

Com o avanço da idade, os idosos tendem a vivenciar processos degenerativos decorrentes do envelhecimento, os quais norteiam uma série de implicações sociais, biológicas e epidemiológicas (ISAEV *et al.* 2017). Dentre esses processos degenerativos, encontram-se as alterações no plano molecular, tecidual e orgânico de cada indivíduo, promovendo expressivas modificações no cérebro, como a diminuição do tamanho e

peso, isso se dá em função da perda de neurônios e morte celular, e também redução da quantidade e velocidade das sinapses (ISAEV *et al.* 2017). Adicionalmente, podem ocorrer alterações anatômicas e bioquímicas que de acordo com Stern (2002), quando acompanhadas de baixa estimulação e baixa reserva cognitiva, contribuem para deterioração da memória.

Por conta destes declínios decorrentes do processo de envelhecimento, alguns idosos reduzem sua participação na sociedade e aumentam o uso de medicamentos, muitos deles acabam necessitando de auxílio para atividades básicas que antes eram realizadas de maneira independente, o que pode gerar um prejuízo para saúde física e mental facilitando o início de um declínio funcional e cognitivo contribuindo para o surgimento das demências (MOORHOUSE e ROCKWOOD, 2012). Levando em consideração que o declínio da função cognitiva pode ser entendido como a perda ou diminuição do processamento de informação, seja na aprendizagem, memória, atenção, raciocínio, percepção, vigilância ou solução de problemas (ISAEV *et al.* 2017) uma grande preocupação da saúde pública com o aumento da população de idosos tem-se voltado a este fator, visto que o indivíduo pode sofrer alterações na autoestima, qualidade de vida e também nas atividades do cotidiano que o tornava independente.

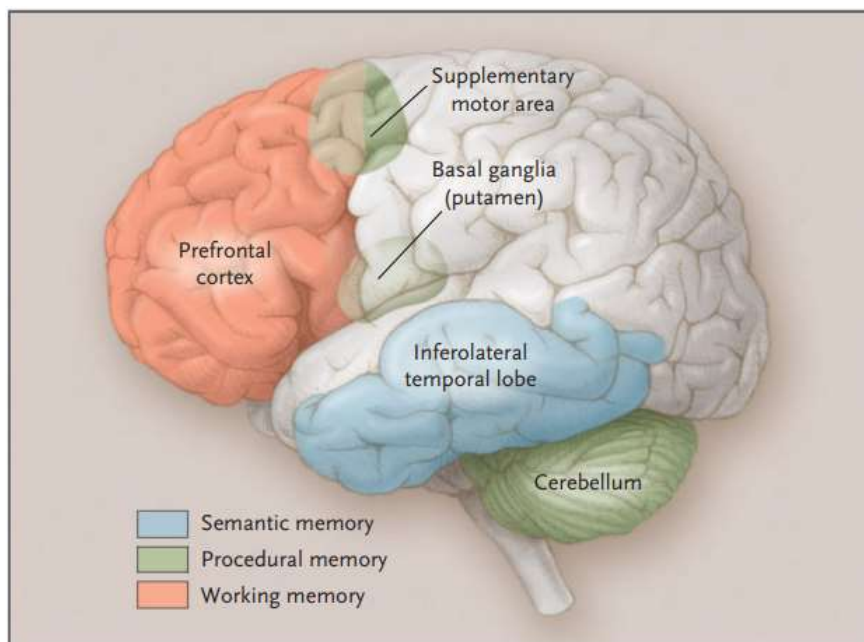
Isaev *et al.* (2017) cita que o declínio da cognição se dá por alterações, principalmente neuropsicológicas no SNC, que é o responsável pelas sensações, movimentos, funções psíquicas e pelas funções biológicas internas. Ocorre perda de fibras nervosas e desmielinização, redução das ramificações e comprimento dentrítico, perda de sinapses e danos nos neurotransmissores e fatores neurotróficos cerebrais. Dentre essas alterações neuropsicológicas no SNC, destaca-se a perda de memória, que é conceituada por Loprinzi *et al.* 2018, como a dificuldade de realizar o processo no qual o indivíduo codifica, armazena e evoca informações e conhecimentos. Essa perda de acordo com Budson e Price (2005), se dá por uma variedade de processos patológicos, incluindo doenças neurodegenerativas, derrames, tumores, traumatismo craniano, hipóxia, cirurgia cardíaca, desnutrição, transtorno de déficit de atenção, depressão, ansiedade, efeitos colaterais de medicamentos e mesmo na ausência de patologias, se dá por conta do envelhecimento.

Cada região cerebral é afetada pelo processo de envelhecimento de formas diferentes, por exemplo, foi identificada uma redução de 50% no núcleo basal de neurônios em macacos velhos e 32% de perda na quantidade neuronal da região pré

frontal do córtex (SMITH *et al.* 2004), e também podem ocorrer degenerações e rompimento da bainha de mielina dos lobos frontais em humanos (ISAEV *et al.* 2017).

### 2.3 Os tipos de memória

O encéfalo possui diferentes funções, dessa maneira, durante a execução de uma tarefa, uma determinada região tende a ser mais ativada que outra, o que contribui para o armazenamento das memórias e para a aprendizagem (ISAEV *et al.* 2017). Como citam os autores Budson e Price (2005), o lobo temporal inferolateral está relacionado a memória semântica que é importante nas tarefas de nomeação e categorização, porém, a memória semântica pode ocorrer em múltiplas e diversas áreas corticais. Os gânglios da base, cerebelo e área motora suplementar são importantes para a memória procedural (BUBSON e PRICE, 2005). O córtex pré-frontal está ativo em praticamente todas as tarefas de memória de trabalho. Outras regiões cerebrais corticais e subcorticais também estarão ativas, dependendo do tipo e da complexidade da tarefa de memória de trabalho (BUBSON e PRICE, 2005).



**Figura 2.** Regiões cerebrais onde estão armazenadas as memórias (BUDSON e PRICE, 2005).

Autores como Bear *et al.* (2008) e Headley e Paré (2017) citam que existe diversos tipos de memória podendo ser classificadas de duas maneiras: quanto a sua duração e

natureza. No que se refere a duração, ou seja, ao tempo de armazenamento a memória é dividida em memória de trabalho, memória de curta duração e memória de longa duração. Quanto a natureza, pode ser dividida em memória declarativa, a qual consta duas subdivisões, a memória episódica e memória semântica e pôr fim a memória não-declarativa ou procedural (MP).

A memória de curta duração possui uma limitação para sua capacidade de armazenamento e depende que o indivíduo esteja atento a informação. Já a memória de longa duração requer uma capacidade de armazenamento maior, tornando essa informação mais duradoura e facilmente evocada (BEAR *et al.* 2008). Uma das subdivisões da memória declarativa é a memória episódica e está relacionada a eventos situados no tempo e no espaço. É considerada por Naveh-Benjamin (2000), como a memória mais afetada a partir dos 60 anos de idade, onde seu armazenamento está localizado no lobo temporal medial, que é a primeira estrutura cerebral afetada pelo envelhecimento.

Straube (2012), cita que a memória passa por três fases distintas durante o seu processamento, incluindo codificação, consolidação e evocação. De acordo com este autor, a codificação de uma memória é um processo biológico que inicia enquanto o indivíduo está vivenciando o evento, e só ocorre a absorção daquilo que é mais relevante. A consolidação ocorre após o evento, pode levar de minutos a horas e para a sua absorção é acompanhada por fenômenos nas células (síntese de proteínas que facilitam a comunicação entre os neurônios) e nos sistemas (comunicação entre o hipocampo e outras áreas neocorticais). De acordo com Izquierdo (2013) como este processo é instável, passar pela exposição de um novo evento seguido da aquisição de uma informação, pode anular a consolidação de novas memórias. Já a evocação consiste no ato de recuperar uma memória já armazenada e utilizá-la, ocorrendo em segundos, podendo ser instáveis em um período de tempo e depois novamente estabilizadas (IZQUIERDO, 2013).

## **2.4 Exercício Físico e Memória**

O exercício físico tem relação profunda com a função cognitiva e isso ocorre por meio de diversos processos celulares e moleculares que promovem o aumento da aprendizagem, da memória e da plasticidade cerebral. O aumento da FC e a alteração das catecolaminas (epinefrina, norepinefrina e dopamina) plasmáticas, o aumento da



excitação e produção de BDNF, associados ao crescimento hipocampal, estão entre essas mudanças fisiológicas (ETNIER et al. 2016)

O giro denteado hipocampal é uma das regiões do encéfalo onde acontece a neurogênese, que se caracteriza pelo surgimento de novos neurônios durante a vida. Com o envelhecimento esse processo é influenciado negativamente, porém, positivamente pelo exercício físico (VAN PRAAG *et al.*, 1999; e CLARK *et al.*, 2008; BRUEL-JUNGERMAN *et al.*, 2009). Estudos realizados com roedores (VAN PRAAG *et al.*, 1999; EDDY *et al.*, 2014), mostraram que o exercício físico voluntário aumentou a proliferação e diferenciação celular no giro denteado, isso fez com que a atividade das catecolaminas (EDDY *et al.*, 2014) fosse alterada e melhorando a transmissão sináptica (VAN PRAAG et al., 1999).

Um estudo realizado por Winter *et al.* (2007), avaliou aprendizagem e memória por meio de aquisição de vocabulário, em 3 grupos com diferentes protocolos de exercício, G1: 6 minutos de exercício de alta intensidade (2 tiros de corrida de 3 minutos cada), G2: 40 minutos de corrida em baixa intensidade e G3: 15 minutos em repouso, com avaliações realizadas imediatamente após os protocolos de exercício. Os autores descobriram que o grupo que realizou a o exercício de alta intensidade teve um aprendizado 20% maior e uma memória de longa duração melhor do que as demais condições. Além disso, foi observado aumento nos níveis de dopamina, epinefrina e nos níveis de BDNF. Os autores sugerem que o BDNF e as catecolaminas avaliadas podem ser os meios pelos quais o exercício físico melhorou a aprendizagem. Schmolesky *et al.* (2013) cita que quando comparados a condições de repouso, os níveis de BDNF, principalmente no hipocampo e no córtex cerebral, que são áreas envolvidas na regulação da memória e atenção, aumentam 45% após o exercício aeróbico agudo e estão positivamente relacionados com melhoras nas funções cognitivas em humanos.

Tem sido sugerido que o exercício agudo altere os sistemas cerebrais que influenciam a maneira como os recursos mentais são dedicados ao desempenho das tarefas, otimizando o nível de excitação e facilitando o processamento cognitivo e a consolidação da memória (AUDIFFREN *et al.*, 2008). De acordo com os autores Chowchury *et al.* (2012), o exercício agudo gera um aumento transitório de neurotransmissores, como a epinefrina e a dopamina, ambas desempenhando um papel importante no processamento da memória. Concordando com Audiffren *et al.* (2008), os autores Mastorakos *et al.* (2006), citam que o exercício é um estressor físico, que tende a facilitar o desempenho da cognição em algumas circunstâncias, pois os estressores

secretam mediadores neuroendócrinos, que liberam epinefrina, norepinefrina e dopamina, resultando em uma resposta rápida do SNC.

Uma meta-análise de Roig *et al.* (2013), avaliou o efeito do exercício aeróbico agudo sobre a memória de adultos, e concluiu que houve melhora na tarefa de memória, principalmente nos mecanismos moleculares envolvidos na codificação e consolidação de informações recém-adquiridas. Estes achados indicam que exercícios agudos podem ser muito apropriados para melhorar a retenção de partes específicas da informação, e que podem ter aplicações importantes na reabilitação. Segal *et al.* (2012) apresentaram em seu estudo que seis minutos de exercício realizado em bicicleta estacionária a 70% do VO<sub>2</sub>max, após um teste de 20 imagens emocionais, foi suficiente para melhorar a recordação de imagem em um grupo de idosos saudáveis, bem como em pacientes com comprometimento cognitivo leve. Chang e Etnier (2009), concluíram que a realização de uma sessão de seis exercícios resistidos, composto por duas séries de 10 repetições, com intensidade de 75% de 1RM promoveu melhoras no desempenho da memória de trabalho na tarefa Stroop.

Além disso, Roig *et al.* (2013) supõem que os efeitos do exercício agudo sobre a memória sejam dependentes do tempo, facilitando os diferentes estágios de formação da memória, dependendo se a sessão do exercício é realizada antes, durante ou após a codificação de uma memória específica. Em estudo de revisão que avaliou a intensidade do exercício agudo sobre diferentes tipos de memória encontrou que, quando a sessão de exercício de intensidade moderada ou alta ocorre antes da codificação da memória, tende a ser mais favorável que os demais períodos temporais. Já, quando o exercício de alta intensidade é realizado após o teste de memória não indica associação, e que o exercício agudo em alta intensidade realizado durante a tarefa de memória, não promove ganhos em relação a memória de trabalho (LOPRINZI, 2018).

Tomprowski (2003) revisou estudos com base na intensidade e na duração do exercício agudo, concluindo que os resultados são diferentes quando se trata de processamento cognitivo. Alguns aspectos apresentaram melhora de desempenho significativa, como a resolução de problemas, precisão e velocidade de resposta, enquanto aspectos como memória, processamento perceptual e processamento sensorial não geraram efeitos similares. Alves *et al.* (2014), por exemplo, realizaram um estudo com protocolo agudo de treinamento intervalado de alta intensidade e um grupo controle e em indivíduos de meia idade, buscando investigar os efeitos agudos do exercício na memória de curta duração e atenção seletiva. Os resultados mostraram que o desempenho no teste

melhorou significativamente na subescala de atenção seletiva, porém, no teste de memória de curta duração e nas demais subescalas do teste de atenção, não foram encontradas diferenças significativas. Por outro lado, Coles e Tomporowski (2008), avaliaram os efeitos do exercício aeróbico agudo em sujeitos adultos, que consistiu em 40 minutos de bicicleta estacionária, iniciando com um aquecimento de 5 minutos a 30% do  $VO_2max$ , 30 minutos a 60% do  $VO_2max$  e 5 minutos de resfriamento, novamente 30% do  $VO_2max$ . Não encontraram diferenças para os testes de memória de trabalho e memória de curta duração, somente para o teste de MLD. Já o grupo controle apresentou declínio em todos os testes após condição de repouso.

Com estas informações, é notável a lacuna existente na literatura, onde não existe consenso sobre a eficácia do treinamento agudo e de que forma esses efeitos são demonstrados em indivíduos mais velhos. Assim, a realização deste estudo que tem como objetivo investigar o efeito do exercício na memória de idosos, fez-se pertinente.

## **2. JUSTIFICATIVA**

O aumento da expectativa de vida muitas vezes vem acompanhado de alterações cognitivas que ocorrem com o processo de envelhecimento, como por exemplo os prejuízos na memória. Por outro lado, já está bem evidenciado que a prática de exercícios físicos pode atuar na prevenção e/ou manutenção desses declínios. A literatura tem mostrado diversos estudos que investigam o efeito agudo do exercício físico sobre funções cognitivas gerais em idosos e normalmente a população investigada é composta por indivíduos com algum comprometimento cognitivo. São escassos os estudos que investiguem idosos cognitivamente saudáveis. A maioria dos estudos apresentam resultados de protocolos de exercício aeróbico e uma pequena parcela com protocolos de exercício resistido, porém os resultados são bastante controversos. Além disso, poucos estudos compararam diferentes modalidades de exercício físico, como o aeróbico e resistido, sendo estes os mais tradicionais se tratando da população idosa atual. Outro ponto observado, é que os desfechos avaliados nestes estudos dizem respeito às funções cognitivas gerais e não especificamente à memória. Assim, torna-se importante a realização de um estudo que revise a literatura referente ao efeito agudo dos exercícios aeróbico e resistido sobre a memória de idosos cognitivamente saudáveis além de verificar de forma experimental esse desfecho.

### **3. OBJETIVOS**

- ✓ Verificar, por meio de uma revisão sistemática, os efeitos agudos dos exercícios aeróbico e resistido sobre a memória de idosos cognitivamente saudáveis;
  
- ✓ Verificar e comparar, por meio de um ensaio clínico randomizado, os efeitos agudos do exercício aeróbico e resistido sobre a memória de idosos cognitivamente saudáveis.

#### 4. REFERÊNCIAS

- ALVES, C.R.R. *et al.* Influence of acute high-intensity aerobic interval exercise bout on selective attention and short-term memory tasks. **Perceptual and Motor Skills**, v. 118, n. 1, p. 63-72, 2014.
- AUDIFFREN, M.; TOMPOROWSKI, P.D.; ZAGRODNIK, J. Acute aerobic exercise and information processing: energizing motor processes during a choice reaction time task. **Acta Psychologica**, v. 129, n. 3, p. 410-419, 2008.
- BEAR, M.; CONNORS, B.; PARADISO, M.A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. 3a Ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- BRUEL-JUNGERMAN, E. *et al.* Inhibition of PI3K-Akt signaling blocks exercise-mediated enhancement of adult neurogenesis and synaptic plasticity in the dentate gyrus. **PLoS One**, v. 4, n. 11, p. e7901, 2009.
- BUDSON, A.E.; PRICE, B.H. Memory dysfunction. **New England Journal of Medicine**, v. 352, n. 7, p. 692-699, 2005.
- CHANG, Y.; ETNIER, J.L. Effects of an acute bout of localized resistance exercise on cognitive performance in middle-aged adults: A randomized controlled trial study. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 10, n. 1, p. 19-24, 2009.
- CHU, C.H. *et al.* Exercise and fitness modulate cognitive function in older adults. **Psychology and Aging**, v. 30, n. 4, p. 842, 2015.
- CLARK, P.J. *et al.* Intact neurogenesis is required for benefits of exercise on spatial memory but not motor performance or contextual fear conditioning in C57BL/6J mice. **Neuroscience**, v. 155, n. 4, p. 1048-1058, 2008.
- DESA, U. United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division (2009b): **World Population Prospects: The 2008 Revision**, 2017.
- EDDY, M.C.; STANSFIELD, K.J.; GREEN, J.T. Voluntary exercise improves performance of a discrimination task through effects on the striatal dopamine system. **Learning & Memory**, v. 21, n. 7, p. 334-337, 2014.
- ETNIER, J.L. *et al.* The effects of acute exercise on memory and brain-derived neurotrophic factor (BDNF). **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 38, n. 4, p. 331-340, 2016.

- FIOCCO, A.J.; YAFFE, K. Defining successful aging: the importance of including cognitive function over time. **Archives of neurology**, v. 67, n. 7, p. 876-880, 2010.
- HEADLEY, D.B.; PARÉ, D. Common oscillatory mechanisms across multiple memory systems. **NPJ science of learning**, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2017.
- ISAEV, N.K *et al.* Accelerated aging and aging process in the brain. **Reviews in the Neurosciences**, v.29, n.3, 233–240, 2017.
- IZQUIERDO, I.A. *et al.* Memória: tipos e mecanismos—achados recentes. **Revista USP**, n. 98, p. 9-16, 2013.
- LOPRINZI, P.D. *et al.* The effects of exercise on memory function among young to middle-aged adults: systematic review and recommendations for future research. **American Journal of Health Promotion**, v. 32, n. 3, p. 691-704, 2018.
- MASTORAKOS, G. *et al.* Exercise and the stress system. **Hormones (Athens)**, v. 4, n. 2, p. 73-89, 2005.
- MELANCON, M.O.; LORRAIN, D.; DIONNE, I.J. Exercise and sleep in aging: emphasis on serotonin. **Pathologie Biologie**, v. 62, n. 5, p. 276-283, 2014.
- NAVEH-BENJAMIN, M. Adult age differences in memory performance: tests of an associative deficit hypothesis. **Journal of experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition**, v. 26, n. 5, p. 1170, 2000.
- RHYU, I.J. *et al.* Effects of aerobic exercise training on cognitive function and cortical vascularity in monkeys. **Neuroscience**, v. 167, n. 4, p. 1239-1248, 2010.
- ROIG, M. *et al.* The effects of cardiovascular exercise on human memory: a review with meta-analysis. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 37, n. 8, p. 1645-1666, 2013.
- SANCHEZ-GONZALEZ, J.L.; CALVO-ARENILLAS, J.I.; SANCHEZ-RODRIGUEZ, J.L. The effects of moderate physical exercise on cognition in adults over 60 years of age. **Revista de neurologia**, v. 66, n. 7, p. 230-236, 2018.
- SCHMOLESKY, M.T.; WEBB, D.L.; HANSEN, R.A. The effects of aerobic exercise intensity and duration on levels of brain-derived neurotrophic factor in healthy men. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 12, n. 3, p. 502, 2013.
- SEGAL, S.K.; COTMAN, C.W.; CAHILL, L.F. Exercise-induced noradrenergic activation enhances memory consolidation in both normal aging and patients with amnesic mild cognitive impairment. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 32, n. 4, p. 1011-1018, 2012.

- SMITH, D.E. *et al.* Memory impairment in aged primates is associated with focal death of cortical neurons and atrophy of subcortical neurons. **Journal of Neuroscience**, v. 24, n. 18, p. 4373-4381, 2004.
- STERN, Y. What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. **Journal of the International Neuropsychological Society**. v. 8, n.3, p. 448-60, 2002.
- STRAUBE, B. An overview of the neuro-cognitive processes involved in the encoding, consolidation, and retrieval of true and false memories. **Behavioral and Brain Functions**, v. 8, n. 1, p. 35, 2012.
- TOMPOROWSKI, P.D. Effects of acute bouts of exercise on cognition. **Acta Psychologica**, v. 112, n. 3, p. 297-324, 2003.
- UNTU, I. *et al.* Ethical Implications of Bio-Psycho-Social Transformations Entailed by the Aging Process. **Revista de cercetare si interventie sociala**, v. 48, 2015.
- VAN PRAAG, H. *et al.* Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 96, n. 23, p. 13427-13431, 1999.
- WHITNEY, N.P. *et al.* Inflammation mediates varying effects in neurogenesis: relevance to the pathogenesis of brain injury and neurodegenerative disorders. **Journal of neurochemistry**, v. 108, n. 6, p. 1343-1359, 2009.
- WINTER, B. *et al.* High impact running improves learning. **Neurobiology of Learning and Memory**, v. 87, n. 4, p. 597-609, 2007.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. The world health report 2002: reducing risks, promoting healthy life. **World Health Organization**. 2002.



## 5. CAPÍTULO I

### OS EFEITOS DO EXERCÍCIO AGUDO NA MEMÓRIA DE IDOSOS COGNITIVAMENTE SAUDÁVEIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

#### RESUMO

**Objetivo:** Revisar sistematicamente os efeitos agudos do exercício físico, na memória de idosos saudáveis. **Fontes:** As buscas foram realizadas nas bases de dados em saúde: PubMed (Medline); ScienceDirect (Elsevier); SciELO e LILACS, até outubro de 2020. Os estudos incluídos deveriam ser ensaios clínicos, compreender a população idosa saudável, ter o exercício físico agudo como intervenção, comparado a outra sessão de exercício ou controle, e a memória de qualquer natureza ou duração como desfecho. **Resultados:** Um total de 3711 registros foram encontrados nas bases de dados. Após leitura de títulos e resumos, 27 estudos foram selecionados para leitura do texto completo. Um total de 10 registros atenderam aos critérios de inclusão e foram considerados elegíveis para análise qualitativa. A amostra total foi de 456 indivíduos, de ambos os sexos, entre 60 e 95 anos, saudáveis. **Conclusões:** Os exercícios aeróbico e resistido, realizados em intensidades baixas e moderadas, apresentam melhora na memória de idosos cognitivamente saudáveis. Manter uma rotina de treinamento se faz importante, visando a manutenção da saúde física e cerebral. A carência de estudos com essa população, utilizando intensidades de exercício mais altas, bem como uma variedade menor de testes de memória foi um fator limitante.

**Palavras-chaves:** memória; idosos; exercício físico; efeito agudo;

## 6. CAPÍTULO II

### EFEITO AGUDO DOS TREINAMENTOS AERÓBICO E RESISTIDO NA MEMÓRIA DE IDOSOS

#### RESUMO

**Introdução:** Os benefícios de uma única sessão de exercício físico em relação a memória vem sendo estudados com o passar dos anos, porém a literatura não é concisa sobre os achados em indivíduos idosos. Neste sentido, torna-se importante conhecer os efeitos agudos de uma única sessão de exercícios sobre a memória de idosos. **Objetivo:** Verificar o efeito agudo dos treinamentos aeróbico e resistido na memória de indivíduos idosos. **Métodos:** O estudo caracteriza-se como um ensaio clínico randomizado e os sujeitos incluídos foram idosos com idade de  $68,65 \pm 2,81$ , sendo 52,2% homens. Os participantes responderam a questionários de caracterização de amostra e foram randomizados nos grupos de intervenção GA (grupo de exercício aeróbico), GR (grupo de exercício resistido) e GC (grupo controle). Os sujeitos responderam aos instrumentos para caracterização da amostra, realizaram o protocolo de familiarização e retornaram após sete dias. Na segunda visita, foram submetidos aos testes de memória, em seguida ao protocolo de intervenção conforme randomização e posteriormente foram submetidos ao re-teste da memória de curta duração. Com 24 horas de intervalo, retornaram para testar a memória de longa duração e memória episódica. A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. As comparações inter-grupos foram realizadas pela ANOVA *One-way e teste de Kruskal-Wallis* e intra-grupos pelo teste t dependente, considerando como significativos valores de  $p < 0,05$ . **Resultados:** Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos testes realizados. Na comparação intra-grupos somente o GR apresentou melhora significativa da memória de curta duração. **Conclusão:** Foi observada diferença significativa entre os grupos após uma sessão de exercício somente para a memória de curta duração, na qual o GR apresentou melhores resultados quando comparado aos demais.

**Palavras-chave:** idosos, memória de curta duração, memória de longa duração, memória episódica, exercício aeróbico, exercício resistido.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomando os objetivos do trabalho, que foram: I) Investigar quais protocolos de exercício físico agudo e quais memórias são mais avaliadas na população idosa, e que benefícios isso traz; e II) Investigar os efeitos do exercício aeróbico e resistido na memória de idosos saudáveis e sedentários, foi possível observar que o exercício físico, mesmo de forma aguda, pode ser um mecanismo que pode melhorar e/ou preservar a memória de idosos e isso é relevante visto que a memória é uma habilidade muito importante para a independência desta população.

A partir do estudo de revisão sistemática (Capítulo I), pode-se observar que a maioria dos estudos incluídos foram realizados com idosos até 80 anos, utilizaram protocolos de exercício aeróbico em bicicleta ergométrica, em intensidades baixas e moderadas e encontraram efeitos positivos, os estudos que utilizaram protocolos resistidos foram minoria, e também optaram pela intensidade baixa e moderada. Protocolos de intervenções com exercícios de danças, lutas e ginásticas não foram encontrados. A principal limitação foi a demasiada diversidade de testes, mesmo quando utilizados para avaliar a mesma memória. Isto nos permitiu concluir que ainda não existe um padrão utilizado para essa população e implica na realização de mais estudos, visando identificar quais são as melhores ferramentas. A variedade de protocolos de treinamento também foi uma limitação, embora a maioria dos estudos tivesse realizado protocolo moderado em bicicleta, outros treinamentos também foram incluídos e a forma de controle de intensidade também variou.

O ECR desenvolvido no capítulo II aponta alguns resultados um pouco diferentes daqueles obtidos na revisão sistemática. O GA não obteve melhoras significativas em nenhum dos testes de memória e o GR apresentou melhora somente na memória de curta duração. A principal justificativa encontrada é de que a pontuação nos testes de memória episódica e de memória de longa duração foi extremamente alta em todos os grupos, nos fazendo crer que o nível de exigência das tarefas e a quantidade de perguntas não estavam adequadas para a população em questão, ou seja idosos cognitivamente saudáveis. Quanto ao GA não ter apresentado resultados melhores que o GR, resultado que foi encontrado na revisão sistemática, acreditamos que a partir dos resultados obtidos pela escala de Borg, a intensidade de exercícios na esteira esteve abaixo do que foi proposto, consistindo em uma atividade de intensidade baixa pela percepção dos participantes, e por isso talvez

não tenha sido suficiente para gerar uma excitação cerebral suficiente para promover melhoras cognitivas.

Estudos que investiguem a memória na população idosa, com testes mais sofisticados e amostras maiores devem ser conduzidos, com o objetivo de identificar as reais alterações ocasionadas pelo exercício físico. Investigar outros tipos de treinamentos, como esportes aquáticos, danças e afins, em intensidades diferentes seriam interessantes para enriquecer a literatura e auxiliar no preenchimento das lacunas ainda existentes.