MARIANA RODRIGUES GUEDES

**O efeito da umidade relativa no desempenho cognitivo de idosos saudáveis
submetidos a estresse térmico**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo, para obtenção do título
de Mestre em Ciências

Programa de Fisiopatologia Experimental

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Leopold Busse

SÃO PAULO

2019

MARIANA RODRIGUES GUEDES

**O efeito da umidade relativa no desempenho cognitivo de idosos saudáveis
submetidos a estresse térmico**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo, para obtenção do título
de Mestre em Ciências

Programa de Fisiopatologia Experimental

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Leopold Busse

SÃO PAULO

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Guedes, Mariana Rodrigues

O efeito da umidade relativa no desempenho
cognitivo de idosos saudáveis submetidos à estresse
térmico / Mariana Rodrigues Guedes. -- São Paulo,
2019.

Dissertação (mestrado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.

Programa de Fisiopatologia Experimental.

Orientador: Alexandre Leopold Busse.

Descritores: 1.Idoso 2.Envelhecimento 3.Cognição
4.Testes neuropsicológicos 5.Umidade relativa
6.Temperatura ambiente 7.Conforto térmico

USP/FM/DBD-064/19

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

Dedico esta dissertação,

Aos meus pais, Joaquim e Tânia, por todo o apoio e amor incondicional, sempre dispostos a me ajudar a qualquer momento. Sem vocês, eu não seria nada! Obrigada pelo afeto, paciência, confiança e investimento em mim e na minha carreira.

À minha irmã, Beatriz, por todo o suporte, foi meu maior apoio durante toda essa trajetória.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Alexandre Leopold Busse, que me acolheu tão gentilmente desde nosso primeiro encontro. Me faltam palavras para descrever o quanto me ajudou ao longo desses anos. Sempre disposto a me guiar, orientar e passando segurança dos passos a serem seguidos. Agradeço imensamente por toda a paciência, generosidade, por todas as palavras de apoio e por sempre me receber com seu jeito acolhedor. Serei eternamente grata!!

À Dra. Beatriz Trezza, por estar sempre disposta a esclarecer minhas dúvidas e por sua ajuda essencial nas análises estatística.

Ao Fabio Gonçalves, Arlindo Tribess, Douglas Fabichak, por todo o valioso suporte dado em relação à câmara térmica.

À Rafaela Sanches, pelo meu encaminhamento inicial em pesquisas e por toda a parceria.

Aos meus pais, por todo o suporte dado ao longo de toda a minha vida.

À minha irmã Beatriz e ao meu cunhado Murillo, por todas as sugestões no texto, revisões e auxílio nas traduções.

Ao Diego, por todo incentivo e paciência com minhas crises de angústia.

Aos idosos que aceitaram participar voluntariamente desse estudo, todos muito queridos, que dedicaram seu precioso tempo em prol da minha pesquisa.

Aos membros da minha banca de qualificação, Profa. Dra. Mônica Yassuda, Profa. Dra. Julia Greve e Profa. Dra. Claudia Suemoto, por colaborarem com o aperfeiçoamento dessa dissertação.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	
Lista de Tabelas	
Resumo	
1. INTRODUÇÃO.....	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1 Envelhecimento populacional.....	25
2.2 Mudanças climáticas e envelhecimento.....	26
2.3 Calor, umidade relativa e termorregulação	29
2.4 Cognição e envelhecimento.....	35
2.5 Pesquisas envolvendo estresse térmico, umidade relativa e desempenho cognitivo em seres humanos.....	38
3. JUSTIFICATIVA.....	43
4. OBJETIVOS.....	47
4.1 Objetivo primário.....	49
4.2 Objetivos secundários.....	49
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	51
5.1 Aspectos éticos.....	53
5.2 Casuística.....	53
5.2.1 Critérios para inclusão.....	54
5.2.2 Critérios para exclusão.....	54
5.3 Metodologia.....	54
5.3.1 Protocolo de Testes.....	56
5.3.2 Bateria de Testes Neuropsicológicos – CANTAB.....	60
5.232.1 MOT - Motor screening test.....	62

5.3.2.2 PAL - Paired associates learning.....	63
5.3.2.3 PRM - Pattern recognition memory.....	64
5.3.2.4 RTI - Reaction time.....	64
5.3.2.5 RVP - Rapid visual information processing.....	65
5.3.2.6 SSP - Spatial Span.....	66
6. ANÁLISE ESTATÍSTICA	67
6.1 Cálculo amostral.....	69
6.2 Cálculos dos escores compostos.....	69
6.3 Análise de interação.....	70
7. RESULTADOS	73
7.1 Caracterização da Amostra	75
7.2 Caracterização do ambiente.....	77
7.3 Caracterização dos idosos excluídos	77
7.4 Comparação entre os grupos alocados na primeira sessão no calor seco ou no calor úmido.....	79
7.5 Parâmetros fisiológicos	79
7.6 Conforto Térmico	80
7.7 Efeito da temperatura sobre a cognição.....	81
7.8 Análise de interação.....	82
8. DISCUSSÃO.....	83
9. CONCLUSÃO.....	93
10. REFÊRENCIAS.....	97
11. ANEXOS.....;	113
1. Mini-exame do estado mental.....	115
2. Escala de depressão geriátrica	116
3. Bateria de curto desempenho físico.....	117

Lista de Figuras

Figura 1. Avaliação do Desconforto Térmico.....	58
Figura 2. Caixa de resposta.....	60
Figura 3. Motor screening test (MOT).....	63
Figura 4. Paired associates learning (PAL) fase de apresentação (A) e de resposta (B).	63
Figura 5. Pattern recognition memory (PRM) - Fase de reconhecimento.....	64
Figura 6. Reaction time (RTI) - Tempo de reação simples (A) e Tempo de reação com 5 opções (B).....	65
Figura 7. RVP - Rapid visual information processing - fase de treino (A) e de avaliação (B).....	66
Figura 8. Spatial Span (SSP).....	66
Figura 9. Transformação dos resultados em Escore T.....	69
Figura 10. Escores compostos por domínios.....	71
Figura 11. Escore composto global.....	71
Figura 12. Fluxo amostra inicial.....	78

Lista de Tabelas

Tabela 1. Critérios determinados por Fanger (1970) para ambientes internos de acordo com intervalos de temperatura.....	56
Tabela 2. Distribuição das classes de conforto térmico.....	57
Tabela 3. Protocolo de avaliação.....	59
Tabela 4. Descrição dos testes neuropsicológicos.....	62
Tabela 5. Caracterização dos participantes incluídos.....	76
Tabela 6. Caracterização do ambiente.....	77
Tabela 7. Caracterização dos participantes excluídos.....	78
Tabela 8. Comparação entre os grupos alocados para primeira sessão no Calor Seco e Calor Úmido.....	79
Tabela 9. Parâmetro fisiológicos.....	80
Tabela 10. Conforto térmico.....	80
Tabela 11. Comparação do desempenho cognitivo no calor seco (CaS) e no calor úmido (CaU).....	82

RESUMO

Guedes MR. *O efeito da umidade relativa no desempenho cognitivo de idosos saudáveis submetidos a estresse térmico* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2019.

INTRODUÇÃO. Mudanças de temperatura que afetam a zona de conforto térmico têm influência na saúde da população por diferentes mecanismos. Durante o processo de envelhecimento ocorrem mudanças no mecanismo de termorregulação deixando os idosos mais suscetíveis a essas mudanças ambientais. Em estudos prévios, foi observado uma tendência a ter uma piora no desempenho cognitivo em idosos quando submetidos à calor úmido. **OBJETIVOS.** Comparar os efeitos do calor úmido com o calor seco do ambiente, no desempenho cognitivo de idosos da comunidade. Avaliar o impacto das intervenções na temperatura corporal, pressão arterial e sensação subjetiva de desconforto térmico e verificar a interação de variáveis sócio-demográficas e exercício físico no desempenho cognitivo. **MÉTODOS.** Cinquenta e um idosos saudáveis advindos do Ambulatório de Geriatria do HCFMUSP participaram duas baterias de testes de cognição em duas condições ambientais, sendo uma com calor seco de 32.5°C e 30% de umidade relativa (UR), e outra com o calor úmido de 32.5°C e 70% de UR. Foram aplicados 5 testes da Bateria Neuropsicológica Automatizada de Testes de Cambridge (CANTAB) com objetivo de avaliar a memória, velocidade de processamento e a atenção. Para a avaliação dos resultados, foi criado um escore composto global utilizando a medida mais representativa de cada um dos 5 testes. Antes de cada sessão foi aferida a pressão, temperatura auricular e a frequência cardíaca. Para a análise de interação foi usada a ANOVA com objetivo de analisar se o efeito da umidade relativa no desempenho cognitivo foi modificado em cada uma das amostras estudadas. **RESULTADOS.** A média de idade dos participantes foi de 73,27 anos, 72,55 % do sexo feminino, escolaridade média de 11,58 anos. Um pequeno aumento na temperatura auricular foi observado em ambos os protocolos, mas não houve diferença significativa entre eles. A pressão arterial média e a frequência cardíaca não apresentaram alterações significativas. No calor úmido, houve uma sensação subjetiva de desconforto térmico em 3/4 da amostra. Por outro lado, em apenas 1/3 da amostra, foi relatada alguma dificuldade subjetiva na realização dos testes computadorizados.

Nenhuma diferença significativa foi encontrada no escore cognitivo global entre calor seco e calor úmido ($100,47 \pm 8,91$, $99,52 \pm 7,57$, $p = 0,4$). Além disso, nenhuma diferença significativa foi encontrada em cada um dos testes computadorizados individualizados. O efeito da alta umidade relativa no desempenho cognitivo não foi modificado pela idade ($p=0,70$), gênero ($p=0,24$), cor da pele ($p=0,19$), escolaridade ($p=0,92$), prática de exercícios físicos ($p=0,82$), percepção de conforto ($p=0,81$).

CONCLUSÃO. Idosos saudáveis, ativos fisicamente, com boa funcionalidade e alta escolaridade não apresentaram diferenças significativas entre o desempenho cognitivo no calor seco e no calor úmido. Houve um pequeno aumento da temperatura auricular tanto no calor seco e no calor úmido, mas não houve um impacto significativo na pressão arterial e na frequência cardíaca. No estresse térmico úmido, a maioria dos idosos relataram algum grau de desconforto térmico. As variáveis sócio-demográficas e atividade física não tiveram influência na suscetibilidade ao calor úmido.

DESCRIPTORES: idoso; envelhecimento; cognição; testes neuropsicológicos; umidade relativa; temperatura ambiente; conforto térmico.

ABSTRACT

Guedes MR. *The effect of relative humidity on cognitive performance in healthy older adults submitted to thermal stress* [dissertation]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2019.

INTRODUCTION. Changes in temperature affecting the thermal comfort range have an influence on the health of the population by different mechanisms. Aging leads to changes in temperature control mechanisms that make elderly people more susceptible to environmental changes. Previous studies have shown a tendency to worsen cognitive performance in the elderly when subjected to moist heat. **OBJECTIVES.** To compare the effects of moist heat and dry heat in controlled environment on the cognitive performance among community-dwelling older persons. To evaluate the impact of interventions on body temperature, blood pressure and subjective sensation of thermal discomfort and to verify the interaction of socio-demographic variables and physical exercise on cognitive performance. **MÉTODOS.** Fifty-one healthy older adults from outpatient geriatrics clinic participated in two sets of cognition tests in two environmental conditions, one with dry heat of 32.5°C and 30% relative humidity (RH), and one with a humid heat of 32.5°C and 70% RH. Five tests of the Automated Neuropsychological Test Battery of Cambridge (CANTAB) were applied in order to evaluate executive function, processing speed and attention. For the evaluation of the results, a global composite score was created using the most representative measure of each of the 5 tests. Before each session the pressure, atrial temperature and heart rate were measured. For the interaction analysis, ANOVA was used to analyze if the effect of relative humidity on cognitive performance was modified in both samples studied. **RESULTS.** The mean age was 73.27 years, 72.55 % were female, with a mean educational level of 11.58 years. A small increase in tympanic temperature was observed in both protocols but no significant difference between them. Mean blood pressure and heart rate did not show significant changes. In the moist, there was a subjective sensation of thermal discomfort in 3/4 of the sample; on the other hand, in only 1/3 of the sample, some subjective difficulty in performing the computerized tests was reported. No significant difference was found in the global cognitive score between dry heat and moist heat (100.47 ± 8.91 , 99.52 ± 7.57 , $p = 0.4$). Also, no significant

difference was found in each of the individualized computerized tests. The effect of high relative humidity on cognitive performance was not modified by age ($p = 0.70$), gender ($p = 0.24$), race ($p = 0.19$), education ($p = 0.92$), physical exercises ($p = 0.82$), comfort perception ($p = 0.81$). **CONCLUSIONS.** Physically active healthy older adults with preserved functionality and high education did not show significant differences between cognitive performance in dry heat and in moist heat. There was a small increase in tympanic temperature in both dry heat and moist heat, but there was no significant impact on blood pressure and heart rate. In moist heat, most of the elderly reported some degree of thermal discomfort. Socio-demographic variables and physical activity had no influence on susceptibility to moist heat.

DESCRIPTORS: elderly; aging; cognition; neuropsychological tests; relative humidity; environment temperature; thermal comfort.

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A maioria da população vive em áreas urbanas. Estima-se que até 2030, cerca de 60% da população mundial vivará em cidades. Megacidades, cidades com mais de 10 milhões de habitantes, como São Paulo são mais suscetíveis a mudanças climáticas por fatores como crescimento desenfreado, degradação ambiental, aumento de edifícios, ocupação de sítios urbanos indevidos, entre outros (Nobre et al., 2010).

Mudanças de temperatura que afetam a zona de conforto térmico têm influência na saúde da população por diferentes mecanismos, essas mudanças atingem principalmente os extremos da pirâmide etária e os mais pobres (Nobre et al., 2010). Com o envelhecimento há mudanças no mecanismo de controle de temperatura, fazendo com que os idosos sejam mais suscetíveis a essas mudanças ambientais.

O clima de São Paulo é considerado úmido subtropical, com um inverno seco e frio e um verão úmido, com temperatura média anual de 18,6°C, e dias que podem chegar a temperaturas inferiores a 10°C ou superiores a 30°C (Batista, Gonçalves, da Rocha, 2016).

Os impactos das mudanças climáticas são sentidos diariamente, há uma tendência para um clima mais quente no mundo inteiro. Segundo Batista, Gonçalves e da Rocha (2016), São Paulo está localizado em uma zona de transição que fará com que a temperatura percebida seja maior devido ao aumento da umidade relativa na dessa região.

Os idosos podem apresentar um desempenho cognitivo abaixo do normal ao serem expostos a temperaturas acima a zona de conforto térmico (Hancock, Ross, Szalma, 2007). Esse comprometimento em tarefas rotineiras, ou não, é influenciado pela intensidade do evento estressor e a complexidade da tarefa realizada.

Tendo em vista que a população geriátrica cresce exponencialmente, são necessários maiores estudos sobre a influência do clima, com objetivo de averiguar a capacidade de adaptação e redução da vulnerabilidade nos idosos (Nobre et al., 2010).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Envelhecimento populacional

O envelhecimento populacional no Brasil é cada vez mais alvo de pesquisas. Caracteriza-se pelo aumento na expectativa de vida e a queda na fecundidade, onde podemos observar que a taxa de crescimento da população idosa sobressai a da população mais jovem. Esse aumento da população idosa e diminuição dos jovens é o responsável pela mudança na estrutura da população, formando um novo cenário demográfico onde haverá, a partir de 2030, a inversão da pirâmide etária (Mendes et al, 2012).

Hoje, de acordo com o IBGE (2018), a população brasileira é composta por 208 milhões de habitantes, desses, 27 milhões têm acima de 60 anos. Em 1960, a população total brasileira era de 70 milhões, desses, 3,3 milhões (4,7%) eram idosos com 60 anos ou mais. Ao considerarmos as projeções do IBGE para 2050, estima-se que a população idosa chegue a 50 milhões, correspondendo a 22,71% da população total. Outra estimativa é que a quantidade de idosos com 80 anos ou mais cresça 9% ao ano entre 2030 e 2050, correspondendo a 13,8 milhões em 2050. Esse número superará a população idosa de países ricos como a França, Inglaterra e Itália (Chaimowicz, Camargos, 2011; Minayo, 2012).

Segundo Laurenti (1990), a transição demográfica ocorre no momento em que o envelhecimento da população passa a ter, proporcionalmente, maior número de idosos do que jovens. O Brasil tem tido uma transição demográfica mais acelerada do que ocorreu em países desenvolvidos.

Em síntese, a transição demográfica no Brasil teve início no momento em que houve o maior controle de doenças potencialmente letais, possibilitando a mudança na expectativa de vida junto com a industrialização e a urbanização que influenciaram diretamente no envelhecimento populacional, além da queda da mortalidade e de fecundidade (Buchalla, Waldman e Laurenti, 2003).

O envelhecimento da população brasileira ocasiona diversos pontos que precisam de planejamento. Uma das consequências do aumento exponencial da população idosa é em relação à gestão de contas públicas. Além de acarretar na diminuição da população economicamente ativa, a proporção de despesas do governo

em 2000 com a população idosa foi de 38%, e estima-se que até 2050 essa proporção aumente para 68% (Turra e Rios, 2001).

Segundo Chaimowicz e Camargos (2016), em 2010 homens de 80 anos ou mais e de 60 a 70 anos atendidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS) apresentaram um gasto per capita aproximadamente cinco vezes maior e três vezes maior, respectivamente, quando comparado ao gasto com homens da faixa etária de 30 a 40 anos.

O envelhecimento da população com 80 anos ou mais, inclui, além dos maiores gastos do governo, a preocupação com o cuidado mais especializado. Esses idosos, na maioria fragilizados, são acometidos por doenças e complicações que os deixam mais dependentes. Concomitantemente, temos a diminuição do tamanho das famílias, reduzindo o número de possíveis cuidadores. Portanto, muitas vezes o cuidado torna-se responsabilidade do companheiro que apresenta um grau de dependência menor. A nova função do idoso menos dependente, agora responsável pelo cuidado do companheiro mais dependente, culmina em um maior comprometimento de sua saúde e capacidade funcional, tornando-o mais debilitado e muitas vezes sem apoio do restante da família (Chaimowicz e Camargos, 2016).

Segundo Wong e Carvalho (2005), em 1950 o número de familiares adultos para cada idoso era de 19 pessoas. A perspectiva é que esse número decline até 2050 para 3 pessoas, diminuindo consideravelmente a taxa potencial de apoio desses idosos.

2.2 Mudanças climáticas e envelhecimento

Silva, Ribeiro e Santana (2014), durante uma revisão na literatura, apontaram diversos estudos que investigaram o clima e a saúde da população em diferentes regiões urbanas do mundo e concluíram que na maioria das pesquisas citadas, a urbanização foi considerada um fator importante para explicar alterações climáticas. Esse fato é evidenciado no estudo de Garcia e Silva (2011) onde concluíram que é impossível para um meio urbano não causar impacto algum e não contribuir para tais mudanças climáticas.

A mudança climática é considerada um fenômeno global. Grandes cidades são mais propensas a essas mudanças (Garcia e Silva, 2011), porém os efeitos do

aquecimento global podem ser vistos no mundo todo. Muitos meteorologistas e climatólogos certificam que esse aquecimento é influenciado diretamente pela ação do homem (Pearce, 2002; IPCC, 2001).

Consideraremos nesse projeto a temperatura e umidade relativa do ar. A temperatura está aumentando com o passar dos anos. Considerando um cenário favorável para 2100, podemos ter um aumento na temperatura global em torno de 1,4°C podendo chegar a 2,9°C. Caso as emissões de gases de efeito estufa aumentem, a projeção passa a ser de 4°C podendo chegar até 6,4°C (Cavalcanti, 2016).

Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2001), o aumento da temperatura da Terra é causada pelo homem. Atividades como a queima de combustível fóssil, uso de águas subterrâneas, uso do solo para a agricultura industrial, aumento do consumo energético e todos esses fatores acarretam em uma maior poluição global.

Atualmente os idosos estão mais urbanos. Na década de 40, a maioria morava em regiões rurais, apenas 20% encontrava-se em regiões urbanas. Na década de 80, grande parte da população idosa tornou-se eminente urbana. Cerca de 80% dos idosos moram em grandes cidades (Nasri, 2008) e sofrem as consequências das alterações climáticas causadas pela urbanização (Silva, Ribeiro e Santana, 2014).

Idosos expostos à poluição apresentam maiores índices de internações e óbitos por doenças respiratórias e cardiovasculares (Martins, 2002). O Banco Mundial (2016) estimou que até 2045 as áreas urbanas receberão cerca de 2 bilhões de novos moradores, porem na maioria das vezes, essas cidades não estão preparadas para recebê-los.

Uma cidade muito edificada, que substitui vegetação por asfalto e com uma alta emissão de poluentes, como é o caso de São Paulo, é capaz de alterar as características originais do clima. Essa alteração denomina-se ‘clima urbano’ e ocasiona o aumento da temperatura de superfície (Silva e Ribeiro, 2006).

De acordo com Marengo e Valverde (2007), grandes cidades sofrem mais com o aquecimento, pois são mais vulneráveis a formações de ilhas de calor, uma vez que prédios e asfalto retêm muito mais radiação térmica do que as áreas não-urbanas. O

estudo de Lombardo e Freitas (2008) sobre alterações climáticas na cidade de São Paulo analisou a região central da cidade por meio de imagens captadas por um satélite de alta resolução, e se pode concluir que em áreas menos vegetadas de São Paulo houve mais ilhas de calor.

Segundo Ribeiro, Pesqueiro e Coelho (2016), crianças, idosos e doentes crônicos são os que mais sofrem com as ilhas de calor. A formação de ilhas, causa a potencialização das ondas de calor e são responsáveis por mais mortes dessa população vulnerável.

Houve um aumento da temperatura média da cidade de São Paulo de aproximadamente 2,1°C desde o início dos registros em 1933. Segundo o boletim climatológico divulgado pelo IAG-USP (2014), em 2013, o número de dias com temperatura igual ou acima de 30°C foi de 64, normalmente é esperado por ano apenas 47 dias com essas características. Essa variação faz com que moradores da capital convivam com ampla oscilação das condições meteorológicas ao longo do ano. Projeções de Batista, Gonçalves e Rocha (2016) mostram que o número de dias quentes tende a aumentar mais do que 50% até ao final do século.

No estudo sobre mortalidade relacionada ao calor, Beel et al. (2008) analisaram a temperatura da Cidade do México (México), São Paulo (Brasil) e Santiago (Chile) e chegaram a conclusão de que há associação da temperatura elevada com o risco de mortalidade. São Paulo foi a cidade mais quente estudada e obteve a associação mais forte. Isso se dá pelo fato de São Paulo ter pouca vegetação, propiciando formação de ilhas de calor (Lombardo e Freitas, 2008). Já o estudo de Burkart et al. (2015), realizado em Lisboa, mostra que a proximidade do rio ou vegetação faz com que a mortalidade devido ao calor seja menor. Inúmeros outros estudos estão documentados na literatura e mostram associação entre calor e mortalidade de idosos, expondo que essa população estudada é mais sensível ao efeito da alta temperatura quando comparada aos mais jovens (Basu e Samet, 2002; Gouveia, Hajat e Armstrong, 2003; Paixão e Nogueira, 2003; Linares e Diaz, 2008; Yip et al., 2008; Astrom, Forberg e Rocklov, 2011; Soares et al., 2012).

De acordo com Ribeiro, Pesqueiro e Coelho (2016), em 1943 o INMET iniciou as medições meteorológicas de umidade relativa (UR) do ar na cidade de São Paulo,

porém em apenas dois momentos na história houve uma UR do ar abaixo de 30%, a primeira vez em 1999 e a segunda com duração de 11 dias em agosto de 2010. Durante esse longo período com a baixa umidade relativa, o Serviço de Verificação de Óbitos indicou que a maior mortalidade de idosos por doenças cardiovasculares estava associada à baixa umidade relativa do ar.

No mesmo ano de 2010, a cidade de Santos registrou a morte de 32 idosos devido ao forte calor de 39°C combinado com 21% de umidade relativa, considerada baixa, causando um calor seco que gera bastante desconforto (Saldiva, et al. 2010). Segundo Montanheiro (2016), idosos quando expostos a temperaturas extremas apresentam maior o risco de hipotermia e hipertermia. As mudanças climáticas fazem com que essas situações extremas, que tiram a população da zona de conforto térmico, se tornem cada vez mais frequentes e atinjam, principalmente, os extremos da pirâmide etária.

2.3 Calor, umidade relativa e termorregulação

Estudos de Saldiva (2010) indicam que exposição à alta temperatura causa efeitos adversos nos segmentos mais frágeis e vulneráveis da população: crianças, idosos e os mais pobres.

Idosos com idade avançada que apresentam doenças cardiovasculares e pulmonares são os mais acometidos durante ondas de calor (Vogelaere e Pereira, 2005). Diversos estudos mostram o aumento da taxa de mortalidade nos idosos durante os dias mais quentes.

Ellis e Nelson (1978) relataram o aumento da mortalidade de idosos com doenças isquêmicas do coração em Nova York durante ondas de calor de 1972, 73 e 75. Estudos parecidos foram realizados em outros países e apresentaram o mesmo desfecho: altas taxas de mortalidade (Soares et al., 2012), como no caso de Londres, entre 1965 a 1972 (Macfarlane, 1978), em 107 comunidades dos Estados Unidos entre 1987 a 2000 (Brooke e Bell, 2009), no Brasil (Paes, 2000), Vasconcelos (2004) e Soares et al, (2012), em Portugal (Calado, et al., 2004), Italia (Conti, et al., 2005), Califórnia

(Knowlton, 2009), República Tcheca (Kysely e Kríz, 2008), Reino Unido (Ellis et al., 1980) e França (Stöllberger et al., 2009).

Muitos desses estudos sobre os óbitos relacionaram a morte dos idosos com uma combinação de golpe de calor, hipertermia e desidratação. Há pesquisas que associaram os efeitos colaterais de alguns medicamentos com a dificuldade da adaptação fisiológica ao calor, comprometendo a termorregulação dos idosos (Soares et al., 2012). Porém segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a grande maioria dos estudos aponta doenças cardiovasculares como o principal fator para mortes relacionadas ao calor.

A pele é o maior órgão do corpo humano e exerce funções vitais como revestimento, conservação, nutrição, melanogênese, reflexão, imunidade, absorção, respiratória, metabólica, termorreguladora, excretora e sensibilidade (Sampaio, 2001; Montanheiro, 2016). O ser humano é homeotérmico, uma particularidade dos mamíferos de conseguir manter a temperatura corporal interna constante, independente do ambiente externo, porém apresentamos diferentes respostas comportamentais e fisiológicas às variações térmicas ambientais.

Segundo Heschong (1979), com o envelhecimento há diminuição da sensibilidade térmica, retardando a percepção dos idosos à mudança de temperatura, porém na literatura não há um consenso se essa alteração ocorre mais ao frio ou ao calor. Taylor, Allsopp e Parkes (1995) e Guergova e Dufour (2011) indicam que há diminuição da sensibilidade térmica principalmente ao calor, ou seja, os idosos demoram mais do que outra faixa etária para sentir calor efetivamente; Hayflick (1997), Simões (1998) e Papaléo (1999), são unânimes ao dizer que há o aumento à sensibilidade ao frio. Por outro lado, Krüger, et al. (2012), defende haver uma tendência dos idosos serem sensíveis tanto ao frio quanto ao calor.

A temperatura central (TC) é a temperatura dos tecidos profundos do corpo, ela praticamente não se altera. Apresenta variação de mais ou menos 0,6°C, devido ao sistema termorregulador que possibilita manter a temperatura em torno de 36°C a 37,6°C com objetivo de manter as funções metabólicas. Estima-se que a TC seja muito próxima a do hipotálamo, local onde ocorre o controle central de impulsos termorreguladores provenientes de todo o organismo (Braz, 2005).

A temperatura periférica é a temperatura da pele e se altera de acordo com a temperatura do ambiente, normalmente é em torno de 3°C abaixo da temperatura central

podendo ocorrer o aumento ou diminuição em casos de patologias ou quando ocorrem temperaturas ambientais extremas (Biazzotto, 2006; Braz, 2005). Os órgãos internos são os principais responsáveis pela produção de calor. Esse calor produzido pelo fígado, cérebro, coração e músculos esqueléticos é transferido para a pele, onde é perdido para o meio ambiente (Moreira, et al., 2002).

De acordo com Beltrando e Chemery (1995) a manutenção do equilíbrio térmico do corpo e o ambiente proporciona o conforto. A regulação ocorre em grande parte por mecanismos nervosos de retroalimentação (feedback), os quais operam através dos centros reguladores da temperatura, localizados no hipotálamo (Guyton e Hall, 2002).

A temperatura central diminui quando há desequilíbrio entre a taxa de produção de calor e a perda de calor, para retomar o equilíbrio térmico o corpo usa de artifícios como tremores, vasoconstrição periférica, que induz a diminuição do fluxo sanguíneo com objetivo de aumentar a temperatura central mantendo-a estável. Já quando há o aumento da temperatura central, a taxa de perda de calor é insuficiente para manter a temperatura central estável, o corpo produz sudação e vasodilatação periférica, ou seja, o aumento do fluxo sanguíneo, com objetivo de restabelecer o equilíbrio térmico (Vogelaere e Pereira, 2005).

A termorregulação segundo Moran (1994) é:

“um sistema que mantém o equilíbrio térmico do corpo pela produção de calor como um subproduto dos processos metabólicos (termogênese) ou pela perda de calor para o ambiente (termólise)”.

A termorregulação nos humanos tem o objetivo de manter o calor interno do corpo entre 36,0° C e 37,5° C, se o corpo não está nesse intervalo de temperatura há desconforto. Quando o ambiente está mais quente excedendo a taxa de dissipação do corpo, nós sentimos calor, então o sistema termorregulador faz com que ocorra a termólise, produzindo suor com intuito de resfriar o corpo. Quando ocorre o contrário e a taxa de dissipação excede o calor do ambiente, nós sentimos frio, nesse caso o sistema termorregulador faz com que ocorra a termogênese, causando tremores com a intenção de produzir calor (Moran, 1994).

Esse mecanismo age sempre com objetivo de ajustar a temperatura central. Quando o objetivo é a perda de calor, há a dilatação das arteríolas faz com que aumente o fluxo sanguíneo, quando é necessário à conservação de calor, ocorre a vasoconstrição (Sampaio, 2001), no entanto, esses instrumentos de manutenção da temperatura corporal são menos eficientes nos idosos.

Com o avançar da idade esse sistema torna-se mais fragilizado, devido a mudanças intrínsecas o corpo fica mais desidratado, há diminuição do suor e o sistema cardiovascular começa a apresentar menor eficiência (Kenney e Munce, 2003; Inoue, Kuwabara e Araki, 2004; Spirduso, 2005). Segundo alguns pesquisadores, a deficiência na termorregulação dos idosos também se dá pelo fato dessa população usar mais medicações que prejudicam o sistema de homeostasia normal (Havenith, 2001; Basu e Samet, 2002).

Segundo Camargo e Furlan (2011), idosos têm maior probabilidade de apresentar um quadro de hipertermia e desidratação quando são expostos ou residem em locais com temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar devido a menor resposta homeostática que essa população geriátrica possui para o controle da temperatura corporal (Kenneyh, Craighead e Alexander, 2014).

A umidade relativa do ar está relacionada à taxa de perda de calor por meio da evaporação. Em dias em que a umidade relativa está acima de 60% o corpo encontra mais dificuldade em eliminar o suor, causando uma sensação de incômodo. Quanto menor for a umidade relativa, maior é a facilidade da evaporação, portanto em dias em que o ar está muito seco, as pessoas tendem a desidratar mais (Camargo e Furlan, 2011).

Em dias com altas temperaturas, corpo para resfriar-se precisa aumentar a distribuição de fluxo sanguíneo causando a sobrecarga do coração que no caso de alguns idosos está debilitado devido ao processo de envelhecimento (Neri e Freire; 2000), além de ativar as glândulas sudoríparas com objetivo de secretar o suor para regular a temperatura corporal, porém nos idosos há diminuição da sudorese (Inoue et al., 1995).

Esses esforços físicos do organismo associado à situação de alta temperatura e baixa umidade do ar são capazes de levar o idoso ao estresse por calor, ocasionando segundo Camargo e Furlan (2011), desde síncope e edemas até desidratação e hipertermia.

As sensações de frio ou calor causam desconforto e esse desconforto é amplificado na medida em que o sistema de termorregulação precisa de maior empenho para manter a temperatura interna. Já o conforto térmico, é a sensação de bem-estar, relacionada com a temperatura, obtida quando o sistema termorregulador não é acionado.

A definição de Olygay (1973) para o conforto térmico é:

"A zona de conforto representa aquele ponto no qual a pessoa necessita de consumir a menor quantidade de energia para se adaptar ao ambiente circunstante".

A sensação de bem-estar relacionada ao conforto térmico depende da temperatura, umidade relativa do ar, vento e pressão atmosférica. Segundo Silva et al. (2003), está associada ao ritmo de troca de calor entre o corpo humano e o meio ambiente. Quando o indivíduo está em um estado de conforto térmico, seu desempenho em uma atividade será otimizado. Em uma situação de desconforto térmico, o indivíduo sentirá sensações desagradáveis, terá dificuldade de eliminar o excesso de calor produzido pelo organismo, apresentará perda exagerada de calorias pelo corpo e desigualdade de temperatura entre as diversas partes do corpo (Silva et al., 2003)

A temperatura efetiva (TE) é um índice de conforto térmico muito utilizado em Biometeorologia, onde se correlaciona a temperatura de bulbo seco (temperatura do ar), temperatura de bulbo úmido e a velocidade do ar (Oliveira Junior, et al., 2015).

O corpo tem a capacidade de realizar um balanço entre a perda, produção, ou aquisição do calor, chamado de equilíbrio térmico, ou seja, a quantidade de calor ganho pelo corpo deve ser igual à quantidade de calor cedido para o ambiente (Moreira, et al, 2002). No corpo humano, a temperatura central permanece praticamente inalterada mesmo após a uma longa exposição a um ambiente quente ou frio, atingindo uma zona de equilíbrio térmico (Trezza, 2014).

Silva (2001) realizou uma pesquisa em uma câmara térmica com objetivo de avaliar a produtividade e o conforto térmico de trabalhadores de um centro de processamento de dados utilizando três temperaturas (13°C, 23°C e 30°C) e umidade relativa constante de 40% e concluiu que há maior produtividade em ambientes.

O organismo depende da água para funcionar, além de ter função estrutural, lubrificante e estar envolvida em reações bioquímicas e metabólicas, ela tem a função de hidratar os tecidos permitindo o transporte de nutrientes e manter a temperatura corporal estável e manutenção da função cerebral (Akram & Hamid, 2012).

Em recém-nascidos a água é responsável por 70% do peso, durante a infância e vida adulta permanece em torno 60% e em idosos chega a 50% para homens e 45% para mulheres (Hooper, 2014; Benton, Young e Jenkins 2015; Wotton, Crannitch e Munt 2008). Segundo evidências de Begum e Johnson (2010), Bennett, Thomas e Riegel (2004), Forsyth et al. (2008) e Stookey (1999) idosos apresentam elevadas taxas de desidratação.

Durante o envelhecimento ocorre diminuição da sensibilidade dos barorreceptores ocasionando menor percepção de sede, o fluxo sanguíneo diminui, há maior perda de fluídos, pele tende a ficar menos elástica e mais seca, a diminuição de massa muscular faz com que haja menor quantidade de água no organismo, a função renal fica debilitada e diminui a percepção da secura das mucosas, causando menor estímulo de sede (Schols, 2009), além da natural disfunção dos mecanismos termorreguladores. Essas mudanças fisiológicas fazem com que os idosos estejam mais suscetíveis a um estado de desidratação e mais vulneráveis a alterações da temperatura (Carvalho, 2009; Kenney e Chiu, 2003).

Excesso de suor e baixa reposição de sais minerais pode levar o idoso a um quadro de desidratação. Em situações extremas de desidratação, ocorre diminuição na produção do suor e elevação da temperatura interna, com essa falha na termorregulação a temperatura pode ficar acima de 40°C, deixando a pele quente, seca e avermelhada, a pressão sanguínea sofre uma queda e o cérebro e rins não recebem sangue o suficiente, podendo causar um colapso (Moreira, et al., 2002).

A tolerância a altas temperaturas está relacionada à umidade do ambiente. O indivíduo consegue permanecer em um ambiente quente e seco durante um período de tempo maior do que em um ambiente quente e com alta umidade relativa (Moreira, et al., 2002). Desse modo, estações quentes e úmidas como o verão e a primavera aumentam a chance de desidratação nos idosos quando comparado à outra faixa etária, pois o mecanismo de sede é insuficiente para repor a perda de água pelo suor. Para manter o equilíbrio hídrico do organismo é necessário ter um balanço entre a ingestão e a perda de líquidos (Cheuvront, 2006).

O corpo elimina água pela urina, pele, pulmões, fezes, vômitos, lágrimas e leite materno (Akram & Hamid, 2012). As perdas dadas pela transpiração e respiração durante o dia a dia não é perceptível, por isso é chamada de perda insensível. Perde-se em torno de 500 ml de água por via cutânea, a respiração é responsável pela perda de 400 ml devido a expiração do ar e esses valores podem ser acentuados em caso de calor extremo ou atividade física (Messinger-Rapport et al., 2009).

A hidratação é de extrema importância para as funções vitais e homeostasia. Sabe-se que a desidratação pode causar deterioramento da função cognitiva, motora e neurológica, porém não há muitos estudos sobre os efeitos (Araújo, 2013). Alguns dos efeitos da desidratação citados por Lieberman et al. (2005) além das alterações cognitivas e de humor, foram a dor de cabeça, decréscimo da concentração, atenção e tempo de reação. Barroso et al. (2014) observou a desidratação causada por ambientes quentes acarretam pior desempenho cognitivo e motor.

2.4 Cognição e envelhecimento

O envelhecimento cerebral é um processo individual, não segue um padrão fixo, podendo ser acelerado para uns e mais gradativo para outros. Em geral, há diminuição na velocidade do processamento de informações, acarretando em maior dificuldade para lembrar informações novas, aprender algo novo, realizar atividades do dia a dia (Yassuda, Lasca, Neri, 2005). Com o avanço da idade, há maior propensão do declínio da memória, atenção e funções executivas, mesmo em idosos saudáveis (Yassuda e Abreu, 2006).

Segundo Gil e Busse (2009) a diferença do desempenho cognitivo entre os idosos ocorre em virtude de diversos fatores como escolaridade, profissão, saúde física, meio em que vive, estimulação cognitiva ao longo da vida, entre outros, porém o processo de envelhecimento desencadeia alterações no sistema nervoso que são congêneres a todos, atingindo principalmente o sistema nervoso central (Navaratnarajah & Jackson, 2013).

Segundo Navaratnarajah & Jackson (2013) ocorre à diminuição dos neurônios, formação de emaranhados neurofibrilares, aparecimento de placas senis, os reflexos ficam mais prejudicados, a capacidade de coordenação e respostas motoras também são

afetadas. A atividade bioquímica é afetada, causando alteração no humor e na memória devido baixa produção de neurotransmissores, como serotonina, acetilcolina e catecolaminas.

Com o avanço da idade, o córtex cerebral perde de 10% a 20% de massa, outros locais do cérebro chegam a perder em média 50% da massa (Gallahue e Ozmun, 2005). Shephard (2003) atribui o obstáculo que idosos encontram muitas vezes ao tentar aprender novos assuntos e tarefas, fazer cálculos, assimilar novas informações, ou recordar memórias recentes e de curto prazo ao envelhecimento do cérebro, nessa etapa da vida as habilidades de raciocínio e a atenção tendem a diminuir.

Para Gallahue e Ozmun (2005) as alterações que o sistema circulatório sofre durante o envelhecimento associado ao sedentarismo faz com que a circulação sanguínea conduza menos oxigênio ao cérebro, acentuando as alterações cognitivas do envelhecimento. Por outro lado, os estudos de intervenção com exercícios físicos demonstram melhora nos testes cognitivos (Busse et al., 2008, Kasai et al., 2010).

Segundo Gil e Busse (2009), a memória é constituída das seguintes etapas: aquisição (entrada de informações novas), estocagem/memorização (consolidação) e evocação (acesso e produção de informações já armazenadas). A etapa de aquisição é prejudicada em decorrência do envelhecimento, prejudicando atividades que necessitem que as informações sejam transformadas, reorganizadas e associadas a outras informações já existentes, em contrapartida o envelhecimento não afeta a memória de procedimento e a memória explícita do tipo semântica.

As alterações do envelhecimento atingem a memória de trabalho, memória de curto que é responsável pelo estoque temporário e limitado de dados que serão utilizadas em um período curto de tempo, de alguns segundos a dois minutos, tendo a função de manter a informação até que seja processada e utilizada de maneira apropriada. O declínio da memória de trabalho faz com que os idosos encontrem dificuldade em fazer cálculos rápidos mentalmente, ordenar tarefas que precisam ser feitas, repetir uma sequência de números deixando-os mais suscetíveis a enfrentar problemas do cotidiano. (Yassuda e Abreu, 2006).

A habilidade de realizar em um curto período tarefas comuns está relacionada à velocidade de processamento. A diminuição da velocidade do processamento das informações é a mudança mais acentuada do envelhecimento cognitivo, o declínio físico

do sistema nervoso resulta na redução do número de interconexões entre neurônios e à menor eficiência dos neurotransmissores (Santos e Primi, 2005). Desse modo, idosos precisam de mais tempo para executar tarefas cognitivas básicas como ler, memorizar, aprender novas informações, compreender, lembrar e realizar ações rotineiras (Yassuda, Lasca, Neri, 2005).

A função executiva é um termo usado para denominar um conjunto de habilidades necessárias para planejamento e execução de atividades, é comprometida pelo processo de envelhecimento (Yassuda e Abreu, 2011), os idosos apresentam dificuldade no planejamento, tomada de decisão, na fluência verbal, flexibilidade mental, atrapalhando a rotina diária e a relações pessoais (Anstey & Low, 2004).

A atenção é uma atividade mental que permite que indivíduos se concentrem sobre um determinado estímulo ou informação, porém é uma capacidade sensível ao processo de envelhecimento (Oliveira, 2014).

Os jovens têm a capacidade de se concentrar e focar em estímulos relevantes e ignorar os estímulos irrelevantes, com o passar dos anos ocorre a perda dessa capacidade de concentração, fazendo com que os idosos tenham dificuldade em realizações de tarefas e testes de atenção (Vergaeghen e Cerella, 2002). Eles apresentam dificuldade em dividir a atenção quando executam tarefas simultâneas e quando é necessário alternar entre tarefas num curto espaço de tempo (Berardi et al. (2001).

Há diferentes tipos de atenção, segundo Batiz (2009):

“a atenção focalizada implica concentrar-se em um determinado estímulo; a atenção seletiva requer a concentração em um estímulo ou informação e a inibição das respostas a outros estímulos que possam distrair; a atenção mantida ou sustentada consiste na persistência e na manutenção da atenção durante a execução de uma tarefa”.

É necessário considerar os processos de atenção para poder avaliar a percepção, memória ou qualquer outra atividade mental (Campos, et al., 2008.)

Segundo Haines (1992), o risco de AVC aumenta em idosos submetidos a temperaturas acima de 25°C, e o aumento da temperatura e a qualidade do ar reduzem a performance do aprendizado, além de ser um risco para a população em geral (Wargocki et al., 2005; Mendell e Heath 2005).

2.5 Pesquisas envolvendo estresse térmico, umidade relativa e desempenho cognitivo em seres humanos

Um assunto pouco explorado é a relação do calor, umidade relativa do ar e suas implicações à cognição. A literatura abordando esses temas é bem escassa.

Quando o calor do corpo se iguala com a sensação térmica há uma maior produção de suor, que não é o suficiente para causar a resfriação do corpo. Segundo Hernandez e Nahas, (2009) o suor é feito a partir do líquido retirado da circulação sanguínea, portanto quanto mais o corpo sua, mais desidratado ele fica, fazendo com que o cérebro sinta os efeitos causados pela desidratação.

O estudo de Fadda et al (2012) avaliou 168 crianças residentes da Sardenha, Itália, com idade de 9 a 11 anos, intervalo de idade que apresentam mais disposição ao risco de um estado moderado de desidratação voluntária. A amostra foi dividida em dois grupos, controle e intervenção. Os pesquisadores correlacionaram os escores de mudança de status de hidratação e desempenho cognitivo. Houve uma correlação negativa entre a desidratação e a memória de curto prazo e uma correlação positiva entre desidratação e desempenho na tarefa de analogias verbais. Por fim, concluíram que a desidratação durante o dia escolar é capaz de influenciar negativamente o aprendizado, pois houve uma diminuição no desempenho cognitivo atrelado a um quadro de desidratação.

O ensaio randomizado de Ganio et al (2011) feito em um ambiente sem estresse térmico mostrou que a hipertermia, aclimação e o grau de desidratação ocasionou prejuízo no estado de vigília e na memória de trabalho em sua amostra de 26 jovens do sexo masculino.

Ando et al (2015) submeteu jovens do sexo masculino a realizarem testes de resposta espacial tardia e testes que avaliassem a função executiva. A amostra realizou os testes em repouso e em bicicletas com o objetivo de aumentar a FC para 160 bpm, causando extremo calor para que em seguida houvesse o resfriamento do pescoço com toalhas molhadas e ventiladores. Apesar do resfriamento do pescoço diminuir temporariamente a temperatura da pele não foi o suficiente para a melhora do desempenho cognitivo. O aumento da temperatura influenciou negativamente o desempenho cognitivo que teve uma pontuação mais alta quando a amostra realizou o teste em repouso.

Laitano (2015) também estudou a capacidade cognitiva e o seu efeito no calor, e concluiu que árbitros de esportes quando estão em jogos muito quentes sofrem prejuízos semelhantes aos dos jogadores de vôlei, uma vez que há uma diminuição da hidratação, ocasionando possíveis erros de arbitragem. A restrição de líquidos em um ambiente não aclimatado com um corpo desidratado, junto ao esforço físico são responsáveis pela perda de massa corporal, e quando essa perda de massa corporal chega a 1% ou mais da massa corporal o desempenho cognitivo e motor é prejudicado.

Uma pequena queda na hidratação corporal já é o suficiente para o cérebro perceber o déficit. Pesquisa feita com jogadores de vôlei, mostrou que a desidratação está relacionada a maior número de jogadas erradas, isso porque essa perda de água já é suficiente para atrapalhar a concentração, aumentar o tempo de tomada de decisão e o intervalo de resposta (Souza e Rezende 2017, Caremino et al 2016).

Wijayanto et al (2017) comparou homens que vivem no sudeste da Ásia, onde o clima é tropical, com homens que moravam no Japão onde o clima é temperado. A amostra foi submetida a teste de memória de curto prazo e teste aritmético mental, sob condições de controle e imersão das pernas em uma água quente mantida a 42 ° C em uma câmara controlada a 28 ° C de temperatura do ar e 50% de umidade relativa. Os moradores do clima tropical apresentaram melhor capacidade de manter sua homeostase durante a exposição ao calor, melhor resistência à perda de desempenho e menor aumento de oxihemoglobina, indicando menor esforço cognitivo para manter o desempenho.

Otani et al (2017) submeteu sua amostra composta por homens com média de idade de 22 anos, a um protocolo composto por quatro testes distintos em uma câmara ambiental mantida a 30 ° C e 50% de umidade relativa. A amostra foi randomizada entre os quatro seguintes testes: exercício em repouso, teste cognitivo com objetivo de induzir fadiga mental, imersão em água morna a 40 ° C durante os últimos 30 minutos para induzir aumento da temperatura central, ou teste cognitivo prolongado com imersão em água morna a 40 ° C durante os últimos 30 min. Conclui-se que um ambiente quente e a exposição ao estresse térmico causa um declínio cognitivo.

Por outro lado, há autores que dizem que o efeito negativo no desempenho cognitivo e motor são contraditórios. A pesquisa de Serwah e Marino (2006) feita com uma amostra de homens jovens submetidos à exercícios em condições quentes, ao fim

da bateria apresentaram uma perda de massa corporal de 1,7% e não foi encontrado diminuição no tempo de reação.

Grego et al (2005) realizou o estudo com uma amostra composta por homens atletas com média de idade de 30 anos, que foram submetidos à uma hora de exercício físico, e concluiu que não houve diminuição no desempenho cognitivo e motor.

Bandelow et al (2010), avaliou jogadores submetidos a atividade física no calor onde não apresentaram declínios cognitivos e motores.

No estudo de Caremino et al (2016) após duas horas de ciclismo a amostra não apresentou nenhuma alteração no desempenho físico e cognitivo-motor. Essas pesquisas concluem que o nível de perda de massa corporal, assim como o nível de desidratação não são suficientes para que o desempenho cognitivo e físico seja alterado.

Trezza (2014) realizou uma pesquisa de testes neuropsicológicos com idosos saudáveis em duas temperaturas, 24 °C e 32 °C e concluiu que não houve alterações nocivas no desempenho cognitivo dos idosos devido à exposição ao calor, em contrapartida na análise de interação feita pela mesma, demonstrou que a umidade relativa do ar pode alterar o desempenho cognitivo nos testes realizados (Trezza et al., 2015).

Xavier (1999) levantou a possibilidade de que a performance perceptiva, manual e intelectual é maior na presença de conforto térmico. Segundo Batiz et al. (2009) o aumento da temperatura e a má qualidade do ar prejudicam o aprendizado.

Mendell e Heath (2005) fizeram um levantamento bibliográfico de 21 artigos que relacionavam a influência do ambiente térmico no aprendizado dos alunos em sala de aula e concluíram que o ambiente térmico influencia negativamente o aprendizado.

Estudos exaustivos na área torna-se cada vez mais necessários, a medida que a urbanização cresce (Nobre et al., 2010). O crescimento do número de cidadãos idosos já é conhecido como fato, assim como suas altas projeções para as próximas décadas (Mendes et al, 2012; IBGE, 2018). Essa população também tende a se tornar mais e mais urbana (Nasri, 2008).

Com a mudança climática prevista a acontecer no futuro próximo, a temperatura do ambiente se elevará a níveis alarmantes nas próximas décadas (Cavalcanti, 2016). A ação do ser humano é a maior responsável para esse efeito (Pearce, 2002; IPCC, 2001), então, com a vegetação menos prevalente, maior poluição do ar e aumento no número

de edifícios, o aumento da temperatura configurará um risco à vida dos idosos (Martins, 2002).

Além das alterações cognitivas discutidas no estudo, a velhice está relacionada a um quadro de declínio cardiovascular (Kenney e Munce, 2003; Inoue, Kuwabara e Araki, 2004; Spirduso, 2005), sendo associado ao aumento de situações de internação e óbito em exposição à alta temperatura, ilhas de calor (Ribeiro, Pesqueiro e Coelho, 2016) e poluição atmosférica (Martins, 2002).

Há uma lacuna a ser preenchida com relação a pouca informação sobre o tema saúde/cognição e efeitos na saúde da população. A escassez de dados nesse tema nos levou a esse estudo.

3.JUSTIFICATIVA

Em 2005, criou-se com objetivo de combater o aquecimento global o C40, Grupo de Liderança das Grandes Cidades pelo Clima, composto pelas 40 maiores cidades do mundo incluindo São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador e Curitiba (Saldiva, 2011). Isso fez com que houvesse o maior interesse e consequentemente maior pesquisa abordando o tema Clima Urbano e Saúde. Segundo Ribeiro (2016), o Brasil lidera o número de pesquisas, seguido pela Alemanha e Estados Unidos.

Porém apesar do aumento significativo de estudos diversos sobre a crescente população idosa, há pouca pesquisa relacionando com temperatura e umidade relativa. Desse modo, eleva-se a necessidade de estudos sobre esse tema já que ocorrerão verões cada vez mais quentes, causando aos idosos maior vulnerabilidade ao calor devido a mudanças na termorregulação.

Segundo Silva, Ribeiro e Santana (2014) é fundamental a compreensão da vulnerabilidade dos idosos com temperaturas extremas devido ao avanço das mudanças climáticas, causando altas temperaturas e ondas de calor e frio. Portanto é necessário verificar o quanto as variáveis ambientais influenciam no conforto e na atenção em idosos.

O estudo de Trezza (2014) se propôs a verificar os efeitos da temperatura de 32°C no desempenho cognitivo de idosos saudáveis. Na amostra estudada não foi encontrado de maneira geral um desempenho alterado. Entretanto, em suas análises Trezza pode concluir que os idosos que foram submetidos ao estresse térmico com uma umidade relativa alta e que não praticavam atividades físicas regularmente apresentaram uma tendência a ter um desempenho pior na cognição, ou seja, naquele grupo onde tinha um calor mais úmido os idosos tiveram um pior desempenho cognitivo.

Desse modo, foi percebido que a umidade relativa poderia ter um efeito importante sobre o desempenho cognitivo da amostra avaliada. Hoje em dia, não sabemos se a umidade interage com o calor ao ponto de afetar a cognição.

Baseados nesses dados, esse estudo foi delineado para ter um maior controle sobre essa variável e verificar se o calor úmido realmente afeta a cognição. Nós desenvolvemos este estudo a fim de testar a hipótese de que alta umidade relativa tenha efeito deletério sobre o desempenho cognitivo de idosos saudáveis.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo primário

Avaliar o impacto do calor úmido do ambiente no desempenho cognitivo de idosos da comunidade numa bateria de testes neuropsicológicos computadorizados.

4.2 Objetivos secundários

- Avaliar o impacto do calor úmido do ambiente na temperatura corporal, pressão arterial e sensação subjetiva de desconforto térmico dos idosos.
- Avaliar se as variáveis sócio-demográficas e exercício físico modificam o efeito calor úmido do ambiente no desempenho cognitivo dos idosos.

5. MATERIAS E MÉTODOS

5.1 Aspectos éticos

O projeto de pesquisa teve autorização da Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob o número 1.374.393/15.

Os idosos convidados a participar do estudo foram instruídos sobre a garantia do sigilo de informações, a preservação da identidade e procedimentos envolvidos. Aos voluntários que aceitaram participar, solicitamos que assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TLCE).

5.2 Casuística

Foi realizado um ensaio clínico randomizado. A amostra foi selecionada por conveniência, os idosos eram oriundos do Ambulatório do Serviço de Geriatria do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP). Houve dois momentos distintos com os voluntários, primeiramente eles passaram por uma triagem no HCFMUSP a fim de confirmar que estavam aptos a participar do teste, os que eram aprovados na triagem foram agendados para a segunda parte do teste realizado no Laboratório de Conforto Térmico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP).

A triagem foi composta pela coleta de dados sócio demográficos, de saúde, medida do peso, aplicação do Mini Exame do Estado Mental (MEEM) (Folstein, Folstein e McHuchet al., 1975; Bertolucci et al., 1994) (anexo 1), da Escala Geriátrica de Depressão de 15 itens (GDS 15) (Yesavage et al., 1982; Almeida e Almeida, 1999) (anexo 2) e da Bateria Curta de Desempenho Físico (*Short Physical Performance Battery – SPPB*), proposta por Guralnik et al.(1994) (anexo 3). As triagens ocorreram no Laboratório de Avaliação Funcional do Idoso (LAFI) do Serviço de Geriatria do HCFMUSP e o tempo médio de duração foi de 45 minutos.

5.2.1 Critérios para inclusão

- Idades acima ou igual a 60 anos
- Pontuação igual ou superior a 24 no Mini Exame do Estado Mental (MEEM), nota de corte recomendada para indivíduos com média a alta escolaridade (Lourenço e Veras, 2006).
- Pontuação igual ou superior a 10 no Short Physical Performance Battery (Bateria Curta de Desempenho Físico – SPPB);
- Pontuação igual ou inferior a 5 na Escala Geriátrica de Depressão de 15 itens (GDS 15), ou seja, ausência de sintomas depressivos;
- Índice de massa corporal inferior a 30 kg/m²;
- Usar menos de 5 medicamentos;
- Ausência de sintomatologia ou descompensação das seguintes condições clínicas: doenças cardiovasculares, pneumopatia, hepatopatia, nefropatia, *diabetes mellitus*, hipertensão arterial, neoplasia e tireoidopatia.
- Ausência de tabagismo, ou abstinência maior que 15 anos.
- Ausência de etilismo, ou uso moderado de até 15 doses por semana para os homens e 10 doses por semana para as mulheres (1 dose contém de 8 a 13 gramas de etanol), segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS).

5.2.2 Critérios clínicos para exclusão

- Dados incompletos que comprometam a análise dos resultados.

5.3 Metodologia

Após passarem pela triagem, os idosos selecionados fizeram a segunda parte do teste no Laboratório de Conforto Térmico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, localizada no prédio de Engenharia Mecânica e Naval da POLI-USP. Esse laboratório faz parte de um projeto da Embraer em associação com as universidades de São Paulo (USP), Federal de Santa Catarina (UFSC) e Federal de São Carlos (UFSCar),

e recebeu apoio da FAPESP e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), projeto FAPESP nº 06/52570-1.

O espaço interno do laboratório (mock-up) era dividido em sala de máquina, sala de controle da temperatura e umidade relativa, sala de calibração e sala de testes. Nesse laboratório é possível realizar testes com temperatura controlada, além de produzir calor úmido e calor seco.

O laboratório de Conforto Térmico é dotado de um sistema de climatização do tipo expansão indireta composto por diversos equipamentos como o chiller e fan-coil. O chiller é o equipamento responsável por resfriar água que entra filtrada pelo sistema. Chiller, modelo Trane - CGAA-050 (6,5 kW + 1 cv). Essa água é bombeada para o fan-coil, onde é realizada a troca de calor entre o ar e a água gelada. Fan-coil, modelo Trane - Wave 04 (1,5 cv) com capacidade de resfriamento de 5 TR e vazão de ar nominal de 2.700 m³/h (máx: 3.420 m³/h).

A captação do ar do fan-coil é efetuada na casa de máquinas através de um duto com damper, ligado ao ambiente externo. Um exaustor, instalado na linha de retorno do ar, permite a exaustão e renovação de 100% do ar, importante para a realização dos testes.

Após essa etapa o ar frio é impulsionado nos dutos através de ventiladores, podendo ser aquecido através de resistências e/ou aumentar sua umidade através de boilers. A variação de temperatura e umidade relativa é controlada por um controlador lógico programável (CLP), um computador específico para automação e controle instalado na sala de controle da temperatura e umidade relativa.

O controle e o ajuste da temperatura e da umidade do ar são obtidos por meio de transmissores de temperatura e umidade relativa do ar da Vaisala, modelo HMT-333, com faixas de operação de 0 a 100 % UR $\pm (1,0 + 0,008 \times \text{leitura})$ % UR e - 40 a 80 °C ($\pm 0,2$ °C @ + 20 °C), que foram instalados nos dutos de insuflamento de ar do mock-up.

5.3.1. Protocolo de Testes

Foram realizadas duas baterias de testes de cognição por voluntário em duas condições ambientais, sendo uma com o clima seco de 32.5°C e 30% de umidade relativa (UR), e outra com o clima úmido de estresse térmico com 32.5°C e 70% de umidade.

Essas temperaturas foram fixadas com objetivo de causar desconforto térmico aos participantes. O desconforto está associado a sensações térmicas e respostas fisiológicas (Batista, 2012). Na tabela elaborada por Fanger (1970) e reproduzida por (Batista, 2012), observamos que a faixa de temperatura entre 22-25°C temos uma sensação térmica percebida confortável e a medida que a faixa de temperatura aumenta ou diminui, a sensação térmica percebida começa a causar desconforto.

Tabela 1. Critérios determinados por Fanger (1970) para ambientes internos de acordo com intervalos de temperatura.

Sensação térmica percebida	Faixa de temperatura (°C)
Muito frio	< 13
Frio	13-16
Frio moderado	16-19
Ligeiramente frio	19-22
Confortável	22-25
Ligeiramente quente	25-28
Quente moderado	28-31
Quente	31-34
Muito quente	> 34

Como o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho cognitivo em idosos expostos ao calor com uma umidade relativa alta, usamos como alvo uma temperatura efetiva de $27^{\circ}\text{C} \leq TE < 29^{\circ}\text{C}$, que de acordo com Santos e Andrade (2008), é uma faixa em que a maioria da população sente um relativo desconforto e há um significativo deterioramento da condição psicofísica, conforme pode ser visto na tabela a seguir elaborada por Thom e Bosen (1959) e reproduzida em Santos e Andrade (2008) e em Rafael (2013).

Tabela 2. Distribuição das classes de conforto térmico

Descrição	Classes de desconforto (TE)
Bem estar	$TE < 21^{\circ}\text{C}$
Menos de 50% da população possui um ligeiro desconforto	$21^{\circ}\text{C} \leq TE < 24^{\circ}\text{C}$
Outros 50% da população possui um crescente desconforto	$24^{\circ}\text{C} \leq TE < 27^{\circ}\text{C}$
A maioria da população um relativo desconforto e há um significativo deterioramento da condição psicofísica	$27^{\circ}\text{C} \leq TE < 29^{\circ}\text{C}$
Todos possuem um forte desconforto	$29^{\circ}\text{C} \leq TE < 32^{\circ}\text{C}$
Estado de emergência médica, um desconforto muito forte	$TE > 32^{\circ}\text{C}$

Os participantes foram randomizados entre as duas condições ambientais para evitar vieses como o de aprendizagem que pode ser encontrado na repetição dos testes. Ou seja, os participantes que iniciaram o estudo a $32,5^{\circ}\text{C}$ e 30% de UR, na segunda bateria de testes foram testados a $32,5^{\circ}\text{C}$ e 70% de UR e vice-versa. A UR de início foi selecionada com base em uma sequência de alocação gerada por computador para voluntários em uma proporção de 1:1.

Os testes neuropsicológicos foram randomizados também. Todos começaram com o MOT (teste de rastreamento visual e de familiarização com a tela touch screen), porém a sequência dos outros cinco testes eram determinadas pelo próprio programa de forma aleatória. A sequência de cada teste também foi feita de forma aleatória e diferente em cada uma das duas sessões, com objetivo de minimizar o eventual efeito de pior desempenho por cansaço devido ao tempo longo de cada bateria.

Não houve cegamento dos participantes. Os voluntários foram informados que a umidade relativa irá aumentar, ou diminuir dependendo da randomização inicial, porém não sabiam necessariamente que a umidade relativa alta causaria maior dificuldade para respirar, ficariam mais cansados e haveria possível comprometimento cognitivo. Portanto, com relação ao cegamento dos participantes, os voluntários eram avisados das condições, embora não foi especificado se piorava ou não a cognição.

As sessões de testes em duas diferentes condições climáticas foram realizadas no mesmo dia, durante o período da manhã e da tarde separadas por um intervalo de

descanso de 30 minutos. Os voluntários foram orientados a vestirem roupas leves durante os testes. No início e no fim de cada teste foi coletada as seguintes medidas:

- Pressão arterial e frequência cardíaca com esfigmomanômetro automático da marca Omron, modelo HEM-7200.
- Temperatura auricular com o Termômetro Clínico Digital de Ouvido por Infravermelhos G-Tech modelo IR1DB1.

Ao final das duas sessões, os voluntários responderam o seguinte questionário referente ao conforto térmico promovido na sessão do calor úmido.

Avaliação do Desconforto da Temperatura (calor úmido)				
1. Você notou dificuldade em realizar os testes de memória devido a fatores do ambiente como a temperatura?				
()sim ()não				
2. Como você classificaria o desconforto promovido pela temperatura?				
Desconforto ausente	Mínimo desconforto	Leve desconforto	Moderado desconforto	Intenso desconforto
()	()	()	()	()
3. Comparando o calor sentido no teste com a temperatura do dia de hoje você diria:				
Está muito mais quente que o teste	Está um pouco mais quente que o teste	Está aproximadamente a mesma temperatura	Está um pouco mais frio que o teste	Está muito mais frio que o teste
()	()	()	()	()
4. Comparando a temperatura da última semana e o calor sentido no teste com você diria que:				
Está muito mais quente que o teste	Está um pouco mais quente que o teste	Está aproximadamente a mesma temperatura	Está um pouco mais frio que o teste	Está muito mais frio que o teste
()	()	()	()	()

Figura 1. Avaliação do Desconforto Térmico na sessão de calor úmido

O tempo médio de permanência de cada voluntário no laboratório foi de aproximadamente três horas conforme detalhado na Tabela 1. O voluntário chegava à câmara térmica e havia um período de 30 minutos de aclimação da temperatura do dia para a temperatura da câmara. Nesse tempo coletávamos as medidas pré-teste: pressão arterial, frequência cardíaca e temperatura. Após isso entrávamos na sala de testes para iniciar a primeira bateria. Durante o repouso de 30 minutos entre a primeira e segunda bateria os idosos tinham a disposição bolachas, torradas, sucos e água, para que pudessem se alimentar e para que os efeitos da segunda bateria de testes não fossem devido à fome e cansaço.

Tabela 3. Protocolo da avaliação

Tempo	Atividade
00:00	Chegada ao Laboratório Medidas pré-teste: pressão arterial, frequência cardíaca e temperatura
00:30	Entrada na sala de testes climatizada para primeira temperatura Início da aplicação da primeira bateria de testes neuropsicológicos (aproximadamente 50 minutos)
01:20	Saída da sala de testes Medidas pós-teste: pressão arterial, frequência cardíaca e temperatura Repouso de 30 minutos
01:50	Medidas pré-teste: pressão arterial, frequência cardíaca e temperatura
02:00	Início da aplicação da segunda bateria de testes neuropsicológicos
02:50	Pergunta referente ao conforto Saída da sala de testes Medidas pós-teste: pressão arterial, frequência cardíaca e temperatura
03:05	Encerramento

5.3.2. Bateria de Testes Neuropsicológicos – CANTAB

A bateria de testes Neuropsicológicos foi a mesma utilizada em estudo prévio realizado pelo nosso grupo de pesquisa (Trezza et al., 2015), onde foram selecionados testes cognitivos que avaliassem de forma sensível as funções cognitivas consideradas mais susceptíveis a um fator estressor agudo e que fossem adequadas para idosos. A escolha dos testes neuropsicológicos foi baseada em estudos que avaliaram o efeito do calor na cognição (Gaoua et al., 2011; Gaoua et al., 2012; Parker et al., 2013; Hancock, Ross e Szalma, 2007; Pilcher, Nadler e Busch, 2002).

Foram selecionados testes com maior foco em atenção, velocidade de reação, tempo de resposta, funções executivas com o objetivo avaliar funções que impactam no dia a dia dos idosos, que possam ser representativas das atividades de vida diárias (AVDs).

Com a aplicação da bateria Neuropsicológica Automatizada de Testes de Cambridge (*Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery - CANTAB*) Eclipse versão 3.0, que foi especificamente desenvolvida para comparação de avaliações cognitivas repetidas realizadas no computador, foi usado um notebook com sistema operacional Microsoft Windows e tela touch screen.

O protocolo foi composto por testes simples e rápidos, feitos em ordem randomizada e realizados através de uma tela touch screen e um dispositivo de resposta fornecido pela própria empresa Cambridge Cognition Ltd, Bottisham Cambridge, UK (CamCog) (Figura 2) que permitiram um registro da velocidade e acurácia detalhado e preciso.

Os testes foram graduados o que permitiu evitar o efeito teto em indivíduos com bom desempenho. Os testes escolhidos foram considerados culturalmente independentes, pois sua apresentação padronizada era abstrata e não eram necessárias respostas verbais, portanto não havia ligação com uma linguagem.

Figura 2. Caixa de resposta

Para atenuar o efeito de aprendizagem, foi utilizada a opção para aplicações seriadas dos testes da CANTAB, chamados modos paralelos. Os modos paralelos eram idênticos na sua estrutura, mas o estímulo oferecido foi diferente (figuras e sequências diferentes), essencial para aplicação de testes de memória mais de uma vez a fim de se evitar o efeito do aprendizado.

Os roteiros dos testes foram fornecidos pela CamCog em inglês. A tradução elaborada pela Trezza, BM (2014) foi feita conforme descrito a seguir. Duas traduções independentes foram obtidas para todo o texto. Em seguida, três avaliadores julgaram frase a frase qual das duas traduções estava mais adequada. Na última etapa, o texto traduzido foi montado com as frases escolhidas e ajustes finais foram realizados de modo que as instruções ficassem claras. O roteiro foi então novamente traduzido para o inglês e comparado com a versão original.

Aplicou-se ao todo seis testes, a escolha se deu tendo por base a literatura sobre o efeito do calor e do envelhecimento na cognição. Foram aplicados: teste de rastreamento motor MOT - *Motor screening test*, PAL - *Paired associates learnin*, PRM - *Pattern recognition memory*, RTI - *Reaction time*, RVP - *Rapid visual information processing*, SSP - *Spatial Span*. O programa da CANTAB afere inúmeros resultados para cada teste. A escolha dos resultados foi pelos resultados que melhor representavam a função cognitiva avaliada e o desempenho global no teste.

Tabela 4. Descrição dos testes neuropsicológicos

TESTE	OBJETIVO	O que avaliou?
MOT (Motor screening test)	Treino	Rastreio visual
PAL (Paired associates learning)	Avaliar aprendizagem de pares de associações.	Número total de erros ajustado pelo número de estágios não completados e total de acertos na primeira tentativa.
PRM (Pattern recognition memory)	Avaliar a memória de acordo com o reconhecimento visual.	Número total de acertos e latência média de resposta
RTI (Reaction time)	Avaliar o tempo de reação e movimento	Tempo de reação e tempo de movimento com cinco opções.
RVP (Rapid visual information processing)	Teste com objetivo de avaliar a atenção sustentada.	Tempo médio de latência de resposta e A prime (A').
SSP (Spatial Span)	Avaliar memória de trabalho viso-espacial.	Extensão da maior sequência alcançada e tempo médio até a última resposta na fase com 3 blocos.

5.3.2.1 MOT - Motor screening test

O MOT é um teste classificado como treino, tem o objetivo de familiarizar o sujeito com a tela touch screen. Ele possibilita também que o aplicador rastreie possíveis perdas visuais, dificuldade no movimento e compreensão. Caso fosse detectado queixas relativas a visão o voluntário seria excluído do teste. O resultado deste treino não foi analisado. Como foi feito: Uma série de cruzes foi mostrada em diferentes localizações da tela, uma de cada vez e o sujeito foi orientado a tocar no centro das cruzes assim que elas aparecessem (Figura 3).

Figura 3. Motor screening test (MOT)

5.3.2.2 PAL - Paired associates learning

Esse teste tinha como objetivo avaliar aprendizagem de pares de associações tanto para figura quanto para localização das mesmas. Como foi feito: No modo utilizado, havia quatro estágios com duas, três, seis ou oito figuras. Nos três primeiros estágios apareciam seis caixas brancas que iam se abrindo em ordem aleatória. Havia figuras em “n” caixas (duas, três ou seis conforme o estágio) (Figura 4). O sujeito foi orientado a tentar lembrar que figura estava em que caixa. Se ele errasse, as caixas abriam novamente para que ele tivesse uma nova chance de memorizar onde as figuras estavam. Neste modo, o sujeito tinha seis chances para acertar todas as caixas. Isto é, se ele acertasse, ele passaria para a etapa seguinte, se ele errasse seis vezes seguidas o teste encerrava. Os seguintes resultados foram utilizados: número total de erros ajustado pelo número de estágios não completados e total de acertos na primeira tentativa.

Figura 4. Paired associates learning (PAL) fase de apresentação (A) e de resposta (B)

5.3.2.3 PRM - Pattern recognition memory

Esse foi um teste de memória de reconhecimento visual de padrões. Como foi feito: foram apresentadas ao sujeito duas séries separadas de doze padrões, em um quadrado no centro da tela, um a cada três segundos. Após cada série de apresentação, seguia-se uma fase de reconhecimento em que dois padrões apareceram de cada vez, um já visto e um novo (Figura 5). O sujeito foi orientado a tocar no já visto. Foram utilizados os resultados: número total de acertos e latência média de resposta.

Figura 5. Pattern recognition memory (PRM) - Fase de reconhecimento

5.3.2.4 RTI - Reaction time

Teste que mediu o tempo de reação simples e de escolha e o tempo de movimento na execução. Foi utilizado o modo clínico composto por cinco etapas, sendo que as três primeiras foram de treino e apenas as duas últimas foram pontuadas. Como foi feito: Nas fases pontuadas, o sujeito foi orientado a manter pressionado o botão da caixa de respostas até que o ponto amarelo aparecesse na tela, então deveria soltá-lo e tocar na tela onde o ponto amarelo apareceu o mais rápido possível. Em uma das fases pontuadas, o ponto amarelo apareceu em um círculo central único (tempo de reação simples) (Figura 6 A) e na outra ele apareceu aleatoriamente em um dos cinco círculos mostrados na tela (tempo de escolha com 5 opções) (Figura 6 B). Os seguintes resultados foram utilizados: tempo de reação e tempo de movimento com cinco opções.

Figura 6. Reaction time (RTI) - Tempo de reação simples (A) e Tempo de reação com 5 opções (B).

5.3.2.5 RVP - Rapid visual information processing

Teste com objetivo de avaliar a atenção sustentada. Como foi feito: Os algarismos de dois a nove iam aparecendo um de cada vez num quadrado no centro da tela, a uma velocidade de 40 dígitos por minuto. O sujeito foi orientado a responder o mais rápido possível apertando o botão da caixa de resposta quando detectasse as sequências alvo. O teste foi dividido em uma primeira fase de treino que levava cinco minutos, onde havia apenas uma sequência alvo: 3 – 5 – 7 (Figura 7 A). No início desta fase, foram dadas dicas nos primeiros minutos, como mudança de cor, e efeito sonoro a fim de alertá-lo que era a sequência correta, as dicas foram retiradas gradativamente. Na fase de avaliação, o sujeito deveria detectar mais duas sequências além da primeira: 3-5-7; 2-4-6 e 4-6-8 (Figura 7 B). Esta fase durou dez minutos e não havia dicas. Os seguintes resultados foram utilizados: tempo médio de latência de resposta e A prime (A'). A' era um escore combinado da probabilidade de respostas corretas e de falsos alarmes, cujo valor foi de zero a um, sendo que quanto maior, melhor o desempenho.

Figura 7.RVP-Rapid visual information processing - fase de treino(A) e de avaliação (B).

5.3.2.6 SSP - Spatial Span

Versão do teste de blocos de Corsi que avalia memória de trabalho viso-espacial. Como foi feito: Um conjunto de dez quadrados brancos foi mostrado, alguns quadrados mudavam brevemente de cor numa dada sequência e após o término o sujeito devia tocá-los na mesma ordem (Figura 8). O número de quadrados na sequência aumentava a cada sequência correta. Se o sujeito errasse, uma nova sequência de mesma extensão era apresentada. Se o sujeito errasse por três vezes consecutivas, o teste era encerrado. Os seguintes resultados foram utilizados: extensão da maior sequência alcançada e tempo médio até a última resposta na fase com 3 blocos.

Figura 8. Spatial Span (SSP)

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise foi feita através do software estatístico MEDCALC, versão 17.6 para Windows.

A amostra foi caracterizada através da análise estatística descritiva, com resultados expressos em porcentagem, médias, desvios padrão, mediana, variação interquartil e valores extremos.

A testagem da distribuição normal dos dados foi avaliada através da inspeção visual dos gráficos quantil-quantil (Q-Q plots) e também com testes de Shapiro Wilk. Para rastrear possíveis *outliers* utilizamos os critérios de Tukey.

Após isso, utilizamos testes t pareados para fazer a comparação entre os resultados dos testes cognitivos e fisiológicos das sessões de calor seco e calor úmido. Como todos os testes foram bicaudais, adotou-se um nível alfa de menos de 0,05 para indicar significância estatística.

6.1 Cálculo Amostral

O cálculo amostral foi o mesmo utilizado no estudo de Trezza (2015), onde a magnitude de efeito observado em estudos prévios similares a esse foi utilizada como a referência, calculada através da diferença média dos escores obtidos nas condições de controle e de estresse. O intuito de calcular a magnitude do efeito de um teste é possibilitar a padronização, ou seja, permitir a comparação entre estudos.

O tamanho da amostra foi calculado assumindo erro alfa de 5% para testes bicaudais e poder de 80%. Utilizando o teste "t" para amostra única submetida a duas condições, calculamos que uma amostra com 68 indivíduos apresentaria poder de 80% para detectar uma diferença com magnitude de efeito de 0,34; que foi relatado por Hancock, Ross e Szalma (2007) em uma revisão sobre desempenho cognitivo em jovens submetidos a uma temperatura de conforto e estresse térmico.

6.2 Cálculos dos escores compostos

Esse trabalho foi composto por muitas variáveis, para lidar melhor com multiplicidade combinou-se testes com intuito de formar escores compostos.

Cada um dos cinco testes do CANTAB analisados apresentava dois resultados, totalizando 10 resultados, para se obter o escores compostos por domínios, os resultados brutos de cada teste foram submetidos à transformação exponencial pelo método de Box-Cox.

Os testes aplicados nos dois protocolos havia métricas diferentes, então houve a conversão dos resultados brutos de cada teste em escores Z, usando a média amostral como referência. O escore Z é um escore padronizado, ele mostra quanto um resultado se afasta da média em unidades de desvios padrão. Os resultados brutos dos testes nos quais os escores mais baixos indicavam melhor desempenho tiveram os sinais invertidos nesse momento, permitindo desse modo, que houvesse um padrão em todos os resultados, dessa maneira em todos os testes os valores mais altos indicaram melhor desempenho (Figura 9).

Depois de calculado o escore Z de cada teste (que apresentavam média zero e desvio-padrão um) e multiplicado por -1 os devidos testes, para facilitar a interpretação foi feito a transformação do escore Z em escore T (com média de 100 e desvio-padrão de 15).

Figura 9. Transformação dos resultados em Escore T.

Após as devidas transformações dos 10 resultados em escore T, foram calculados os escores compostos por domínios (Figura 10) onde foi feita a média simples entre os dois escores T resultantes de cada teste. Isso foi feito para todos os resultados dos testes feitos no calor seco e todos feitos no calor úmido, a comparação do

resultado de um dado teste entre as diferentes unidades foi realizada pelo teste t para amostras pareadas.

Figura 10. Escores compostos por domínios.

Para o cálculo do escore composto global, foi selecionado apenas um resultado de cada teste, no caso, aquele que melhor representava a função cognitiva avaliada (Figura 11). Os testes selecionados foram: PRM - número total de acertos, PAL - número total de erros ajustado pelo número de estágios não completados, RTI - tempo de reação com cinco escolhas, SSP - tamanho da maior sequência, RVP A'. A comparação entre o Escore Composto Global do calor seco, e o Escore Composto Global do Calor úmido foi realizada pelo teste t para amostras pareadas.

Figura 11. Escore composto global.

6.3 Análise de interação

Para a análise de interação foi usada a ANOVA (análise de variância para medidas repetidas) com objetivo de analisar se o efeito da umidade relativa no desempenho cognitivo foi modificado em virtude da idade, sexo, escolaridade, cor da pele, prática de exercícios físicos, percepção de conforto a 70% UR e umidade relativa. A análise foi estratificada em dois níveis, usando a mediana.

7.RESULTADOS

7.1 Caracterização da Amostra

Inicialmente apenas 55 indivíduos entraram no estudo, pois alguns problemas técnicos atrasaram o início do estudo e a licença do software dos testes cognitivos computadorizados (Cantab) expirou antes de completar o tamanho amostral calculado. Também ocorreram alguns problemas técnicos com o controle de umidade durante o experimento com 4 participantes que foram excluídos das análises. Portanto a amostra deste estudo foi composta por 51 idosos que completaram os protocolos.

O maior número de mulheres na amostra (72,55%) já era esperado, pois é semelhante ao encontrado no Ambulatório de Geriatria do HCFMUSP, local onde os participantes provieram, onde a proporção é em torno de 7 mulheres para 3 homens.

A média de idade dos idosos participantes foi de 73,27 anos ($\pm 6,17$), com escolaridade média de 11,58 anos ($\pm 4,53$), 74,51% apresentavam apenas uma ou nenhuma doença crônica, a pontuação média no MEEM foi de 28,04 ($\pm 1,90$); no GDS 1,39 ($\pm 1,29$) e no SPPB 11, 23 ($\pm 0,90$). Portanto os participantes tinham alta escolaridade, eram bastante saudáveis e funcionais. Mais características podem ser observadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Caracterização dos participantes incluídos (n=51)

		N	%
Sexo			
	Feminino	37	72,55
	Masculino	14	27,45
Estado civil			
	Solteiro(a)	13	25,49
	Casado(a)	27	52,94
	Viúvo(a)	7	13,73
	Separado(a)	4	7,84
Uso de medicamentos			
	Não	6	11,76
	Sim	45	88,24
Doenças			
	Nenhuma	6	11,76
	1	32	62,75
	2 ou mais	13	25,49
Atividade Física Regular			
	Não	14	27,45
	Sim	37	72,55
Frequência Semanal Atividade Física			
	0	14	27,45
	1	9	17,65
	2 ou 3	15	29,41
	4 ou mais	13	25,49
Escolaridade			
	4 a 8	16	31,37
	9 a 14	16	31,37
	>= 15	19	37,25

Podemos pontuar que os critérios de inclusão e exclusão dos participantes nos deu uma amostra diferente da média da população idosa, limitando a validade externa para a população em geral.

7.2 Caracterização do ambiente

Durante as sessões de calor úmido, a média da temperatura foi de 32,86°C ($\pm 1,04$) e da umidade relativa do ar foi de 64,29% ($\pm 7,77$) resultando em uma temperatura efetiva de 29,61 ($\pm 1,45$). Nas sessões de calor seco, a média da temperatura foi 30,40°C ($\pm 1,65$) e a umidade relativa foi 32,92% ($\pm 2,79$) resultando em uma temperatura efetiva média de 24,92 ($\pm 1,11$) (Tabela 3).

Tabela 6 – Caracterização do ambiente.

Seco 30%	Média	DP	DP%	Mediana	Min-max
Temperatura	30,40	1,65	5,42%	30,62	26,78 - 33,06
UR	32,92	2,79	8,47%	33,34	26,84 - 40,48
Temp. Efetiva	24,92	1,11	4,45%	25,14	22,33-26,65
Úmido 70%	Média	DP	DP%	Mediana	Min-max
Temperatura	32,86	1,04	3,16%	32,84	29,45 - 35,15
UR	64,29	7,77	12,08%	62,62	45,31 - 74,06
Temp. Efetiva	29,61	1,45	4,89%	29,32	26,18-32,37

Desvio Padrão (DP), Desvio Padrão Relativo (DP%), Umidade Relativa (UR).

A escolha da umidade relativa e da temperatura teve como objetivo criar um clima desconfortável para os idosos, causando um estresse térmico.

7.3 Caracterização dos idosos excluídos

Dos 68 idosos previamente triados, 13 não participaram do teste, pois a licença do CANTAB expirou antes da data de seus testes. Todos eram pacientes do ambulatório de Geriatria do HCFMUSP e foram aprovados na triagem.

Dos 55 voluntários da pesquisa, quatro idosos foram excluídos, pois a umidade relativa do ar não chegou ao valor esperado, ficando aquém do necessário. Dentre os excluídos, 75% eram mulheres, a idade média foi 72,25 ($\pm 3,77$) anos, 75% fazia uso de

medicamentos e todos praticavam atividade física (Tabela 7). A amostra excluída apresentou características bem semelhantes à amostra incluída no estudo.

Figura 12. Fluxo amostra inicial

Tabela 7 – Caracterização dos participantes excluídos (n=4).

	Média	DP	Mediana	Varição Interquartil	Valores extremos
Idade (em anos)	72,25	3,77	72	69,5-75	68-77
Escolaridade (em anos)	8	5,65	6	4-12	4-16
GDS	1	0,81	1	0,5-1,5	0-2
MEEM	28	2,16	28,5	26,5-29,5	25-30
SPPB	11,5	0,57	11,5	11-12	11-12

Desvio Padrão (DP), Escala de Depressão Geriátrica (GDS), Mini Exame do Estado Mental (MEEM), Bateria Curta de Desempenho Físico (SPPB).

7.4 Comparação entre os grupos alocados para a primeira sessão no calor seco ou no calor úmido

Após aleatorização computadorizada, 22 (43,14%) voluntários realizaram a primeira sessão com calor seco e os demais 29 (56,86%) com calor úmido. Não foi observada diferença significativa entre os grupos, em relação à idade, escolaridade, pontuação no SPPB, MEEM, como podemos verificar na Tabela 8. Houve uma diferença significativa no GDS ($p=0,03$), entretanto consideramos que ambos os grupos apresentavam valores muito baixos de GDS e, portanto, de sintomas depressivos. Assim, acreditamos que a aleatorização separou dois grupos bastante semelhantes.

Tabela 8 - Comparação entre os grupos alocados para primeira sessão no Calor Seco (CaS) e Calor Úmido (CaU) (n=51).

Temperatura da 1ª Sessão	CaS (22)	CaU (29)	Valor de p
Idade (em anos)	74,36 (6,42)	72,44 (5,95)	0,28
Escolaridade (em anos)	10,86 (4,57)	12,13 (4,50)	0,32
SPPB	11,27 (0,70)	11,20 (1,04)	0,80
GDS	0,95 (0,95)	1,72 (1,43)	0,03
MEEM	28,63 (1,36)	27,58 (2,14)	0,05

Calor Seco (CaS) e Calor Úmido (CaU), Escala de Depressão Geriatria (GDS), Mini-Exame do Estado Mental (MEEM), Bateria Curta de Desempenho Físico (SPPB).

7.5 Parâmetros fisiológicos

Observou-se um aumento da temperatura auricular após a realização do protocolo de calor seco (diferença média de 0,18) e de calor úmido (diferença média de 0,30). A pressão arterial média e a frequência cardíaca não apresentaram mudanças significantes (Tabela 9).

Tabela 9 - Parâmetro Fisiológicos

	Média pré teste	Média pós teste	Diferença média	Valor de P	D de Cohen
Seco					
PAM	88,82 (12,41)	89,60 (10,53)	0,78	0,45	0,30
FC	74,25 (14,55)	74,33 (14,70)	0,07	0,98	0,005
TAU	36,48 (0,39)	36,67 (0,51)	0,18	0,04	0,41
Úmido					
PAM	87,77 (11,88)	88,82 (10,21)	1,04	0,31	0,09
FC	73,96 (13,11)	75,21 (15,25)	1,25	0,66	0,09
TAU	36,40 (0,49)	36,71 (0,35)	0,30	<0,001	0,43

Seco (30%), Úmido (70%), Pressão Arterial Média (PAM), Temperatura Auricular (TAU), Frequência Cardíaca (FC).

7.6 Conforto Térmico

Após os testes, foi feita a seguinte pergunta aos idosos:

“Você notou dificuldade em realizar os testes de memória devido ao calor úmido?”

Dos 51 idosos, 32 (62,75%) responderam que não notaram nenhuma dificuldade ao realizar os testes no calor úmido, enquanto 37,25% responderam que sentiram dificuldade. A tabela 10 a seguir mostra as respostas quando solicitados para classificarem o desconforto que o calor úmido causou:

“Como você classificaria o desconforto promovido pelo calor úmido?”

Tabela 10 – Conforto térmico

Classificação de desconforto	n (51)	%
Mínimo desconforto ou ausente	13	25,49%
Leve desconforto	12	23,53%
Moderado desconforto	23	45,10%
Intenso desconforto	3	5,88%

Salienta-se que conseguimos criar uma condição de potencial desconforto térmico no protocolo de calor úmido, para avaliar o efeito sobre a cognição, pois cerca de 3/4 da amostra referiu algum grau de desconforto (Tabela 10).

7.7 Efeito da temperatura sobre a cognição

Todos os voluntários fizeram a bateria de teste nas duas umidades, randomizamos apenas a ordem de início dos testes, um grupo começou com baixa umidade relativa, e o outro com alta umidade relativa.

A comparação do desempenho cognitivo dos idosos sob as duas umidades relativas propostas avaliadas através dos valores individuais de cada teste, escores compostos por domínio e o escore composto global não apresentaram diferenças significativas (Tabela 11).

Encontramos diferença significativa apenas no teste RTI – Tempo de Movimento com 5 escolhas, entretanto calculamos o tamanho de efeito demonstrando muito baixo significado clínico (d de Cohen = 0,14). Além disso, não foi encontrada diferença significativa no escore composto do RTI.

Tabela 11 – Comparação do desempenho cognitivo no calor seco (CaS) e no calor úmido (CaU).

	CaS	CaU	Valor de P
Escore Composto Global	100,47 (8,91)	99,52 (7,57)	0,40
Escore Composto PRM	100,82 (11,14)	99,17 (9,12)	0,32
PRM N° de Corretas	20,41 (2,76)	20,01 (2,53)	0,37
PRM Latência de Resposta (ms)	2603,48 (1336,61)	2582,12(986,58)	0,92
Escore Composto PAL	101,17 (15,83)	98,82 (12,67)	0,27
PAL No de certos na 1a tentativa	8,96 (4,39)	8,25 (3,21)	0,27
PAL Total de Erros Ajustado	34,37 (25,01)	36,86 (23,67)	0,46
Escore Composto RTI	100,13 (12,32)	99,86 (11,47)	0,79
RTI Reação com 5 escolhas (ms)	411,69 (100,82)	397,70 (77,66)	0,28
RTI Movimento com 5 escolhas (ms)	496,98 (228,52)	529,25 (226,28)	0,03
Escore Composto SSP	100,75 (11,47)	99,24 (10,20)	0,33
SSP Maior Sequência Correta	4,68 (1,40)	4,70 (1,08)	0,93
SSP T. de Resposta Fase 3 (ms)	4327,92 (824,77)	4565,00(968,01)	0,13
Escore Composto RVP	99,84 (11,88)	100,15 (11,70)	0,83
RVP A'	0,89 (0,08)	0,88 (0,09)	0,16
RVP Latência de Respostas (ms)	734,83 (498,47)	636,57 (185,17)	0,17
Calor seco (CaS), Calor úmido (CaU), <i>Pattern Recognition Memory</i> (PRM), <i>Paired Associates Learning</i> (PAL), <i>Reaction Time</i> (RTI), <i>Spatial Span</i> (SSP), <i>Rapid Visual Information Processing</i> (RVP), Tempo (T.), Milissegundos (ms).			

7.8 Análise de interação

O efeito da alta umidade relativa no desempenho cognitivo avaliado pelo escore composto global não foi modificado pela idade ($p=0,704$), gênero ($p=0,240$), cor da pele ($p=0,194$), escolaridade ($p=0,921$), prática de exercícios físicos ($p=0,821$), percepção de conforto a 70% UR ($p=0,816$).

8. DISCUSSÃO

8. DISCUSSÃO

Estudos com o objetivo de entendimento sobre os efeitos da exposição ao calor e à alta umidade relativa do ar no desempenho cognitivo em idosos são, ainda, muito escassos. A presente investigação avaliou uma população de idosos saudáveis, como fator de inclusão. Eram, na maioria, portadores de poucas doenças crônicas, com alta reserva funcional e praticantes de atividades físicas.

Houve mais mulheres em nossa amostra. Compreendemos que mulheres utilizam mais os serviços de saúde, apresentam um cuidado maior e fazem visitas mais periódicas aos médicos. Segundo Gomes, Nascimento e Araújo (2007), há alguns fatos que podem afastar a maioria dos homens dos serviços de saúde, como as amarras culturais que ainda existem em nossa sociedade, onde o homem tem o pensamento que ao procurar um serviço de saúde em uma perspectiva preventiva será associado à fraqueza. Muitos hesitam ir a serviços de saúde por medo de descobrir um diagnóstico grave ou até mesmo vergonha da exposição do seu corpo perante o profissional de saúde.

Após a exposição a um ambiente úmido (64,29% de umidade relativa do ar) e quente (32,86°C), os idosos não apresentaram diferença no desempenho da bateria de testes cognitivos em comparação à fase de exposição ao calor seco (30,4°C e 32,92% de umidade relativa do ar). A única diferença do escore, ocorreu no teste RTI - tempo de movimento com cinco escolhas, porém sem significância no escore composto do RTI. Consideramos que essa diferença ocorreu ao acaso, baseado nas comparações múltiplas, portanto, sem significado clínico.

Quando questionados se houve um desconforto térmico, 74,51%, ou seja, em torno de 3/4, respondeu que sim, entretanto apenas 37,25% relatou dificuldade em realizar os testes computadorizados no calor úmido, isso não interferiu realmente no desempenho, tendo em vista que não houve diferença entre os resultados encontrados nos testes feitos no calor úmido e no calor seco.

Como mostram os estudos de Soares et al. (2012), Badu e Saber(2002) e Havenith (2001), a termorregulação teria influência do consumo de medicamentos. O que poderia explicar, em parte, o adequado controle do grupo, visto que, em sua

maioria, não possuíam muitas doenças crônicas e não apresentavam doenças descompensadas ou sintomáticas. (Taylor, Allsopp e Parkes, 1995; Guergova & Dofour, 2011).

A alta escolaridade da amostra (11,58 anos de estudo) pode ter sido um fator determinante para o bom desempenho geral dos idosos nas baterias de teste cognitivo. Segundo Gil e Busse (2009), a educação formal é um dos fatores protetores da cognição, pois contribui para uma maior reserva cognitiva.

Além de bastante saudável, a população selecionada, tinha grande frequência de atividade física regular. A prática de atividades físicas, segundo Trezza (2014), representa um importante fator protetor, retardando alguns aspectos marcantes para o controle dessa função, como a redução da sudorese por desidratação e diminuição do fluxo sanguíneo na pele. Na presente pesquisa, 54,9% dos indivíduos relataram praticar exercícios físicos duas vezes ou mais por semana. Está média é alta em comparação com os dados coletados por Zaitane et al. (2010), cujos resultados mostraram que menos de 30% dos idosos participantes do estudo relatou praticar exercícios mais de uma vez por semana.

Estudos (Warburton, Nicol, Bredin, 2006; Nelson et al., 2007; Oliveira, 2013; Lopes, 2014) sugerem que o fato do idoso ser ativo fisicamente corrobora para que tenha uma melhora significativa na saúde em geral. Como mostra o estudo de Pinheiro e Coelho (2017) em que foram avaliados 374 idosos usuários de academias ao ar livre em Fortaleza, Ceará. Dessa amostra, 350 (93,6%) responderam ter percebido melhora na saúde após ter começado a praticar atividades físicas regulares.

Assim, é possível que a amostra estudada no atual trabalho não represente a maioria da população paulistana. Em São Paulo, há uma grande desigualdade entre bairros. Temos bairros muito ricos que fazem fronteira com bairros extremamente pobres, essa desigualdade é refletida também nos moradores idosos desses bairros, que muitas vezes não tem acesso a lazer e esportes. Portanto, seria necessária uma investigação centrada em idosos que sigam estilos de vida mais sedentários com o objetivo de alcançar maior validade externa.

O declínio em algumas funções cognitivas, como em habilidades de velocidade, atenção e concentração (Argimon & Stein, 2005), bem como memória e funções

executivas (Yassuda & Abreu, 2006), fazem parte do envelhecimento saudável. Segundo Fachine e Trompieri (2015), o declínio cognitivo pode advir de um acúmulo de alteração próprias do envelhecimento normal. A média de idade nesse estudo foi de 73,27 anos, as análises secundárias não mostraram influência da idade nos resultados.

A temperatura mais elevada utilizada na avaliação foi 32,86 °C, na fase de exposição ao calor úmido, foi escolhida com o objetivo de simular um dia quente na cidade de São Paulo, local de realização do teste e de residência dos sujeitos da pesquisa. O grau de calor mostra-se díspar se comparado a outros estudos, em que a temperatura chegou aos 50°C (Gaoua et al, 2012; Racinais, Gaoua e Grantham, 2008).

A ocorrência frequente de dias com temperaturas a 32°C ou mais no cotidiano dos nossos voluntários ativos fisicamente e saudáveis, pode ser o motivo de 25,49% deles não terem relatado sentir desconforto térmico durante a aplicação dos testes. Portanto, não sabemos se a utilização de temperaturas mais elevadas, teria maior impacto no desempenho cognitivo, entretanto nos preocupamos em simular uma situação compatível com o clima local.

Segundo Braz (2005), a temperatura central, referente aos tecidos internos do corpo, é regulada pelo hipotálamo entre 36 e 37,6°C. Essa temperatura configura uma diferença que varia de 3,14 a 4,74°C acima da utilizada nos testes de calor úmido. Isso mostra que mesmo com maior temperatura, os idosos tiveram um bom controle da termorregulação, não afetando o desempenho cognitivo.

A população idosa tende a apresentar menor sensibilidade térmica, principalmente ao calor (Taylor, Allsopp e Parkes, 1995; Guergova & Dofour, 2011). Então, essa faixa etária demora mais para perceber e sentir os efeitos da elevação térmica. Além disso, quando o aumento de calor está associado a um ambiente de alta umidade relativa do ar, ocorre uma diminuição da evaporação de suor (Camargo e Furlan, 2011), aliada à falta de produção sudorípara por desidratação (Kenney e Munce, 2003; Inoue, Kuwabara e Araki, 2004; Spirduso, 2005), podendo ocasionar maior dificuldade de regulação, mantendo a temperatura elevada e despendendo maior contingente energético no esforço termorregulatório. Com o decorrer do tempo, esses efeitos aumentam gradativamente, assim como a percepção do calor. Portanto, a

amostra apresentou um bom desempenho cognitivo quando submetido ao grande intervalo de exposição ao calor úmido.

A sensação que o calor úmido propicia é desagradável e desgastante. Além de causar maior incômodo, o corpo fica cansado e há dificuldade para respirar. De acordo com Guirguis et al. (2013), ondas de calor que ocorrem constantemente na Califórnia causam aumento nas admissões hospitalares, além de estarem correlacionadas a doenças cardiovasculares, respiratórias, desidratação, insuficiência renal aguda e interferirem na saúde mental.

A temperatura corporal foi medida através de um termômetro auricular. O estudo de Guraieb (1997) comparou a precisão de termômetros auriculares, axilares e retais em 247 indivíduos e não encontrou diferença significativa entre eles.

Segundo (Hancock, Ross, Szalma, 2007), a intensidade do evento estressor é um fator determinante para sua consequência. No caso da exposição ao calor e à umidade relativa, não é diferente. Embora tenha sido observado sucesso em causar sensação de estresse térmico, não é possível, nem ético, recriar situações extremas de exaustão e desidratação relacionadas ao calor. No entanto, fora do ambiente controlado do laboratório, eventos mais intensos podem se fazer presentes na vida de indivíduos. Portanto, o pior desempenho dos participantes em um ambiente mais estressor pode representar um fator preditivo de dificuldade cognitiva em idosos mais vulneráveis.

Ainda sobre a intensidade do estresse, como o ambiente em questão era controlado e não ocorreu desconforto exagerado, pode-se dizer que houve a aplicação de um estresse moderado nos participantes. Essa questão pode levantar a hipótese de ter ocorrido uma resposta hermética sobre a regulação térmica. Sinclair (2005), em seu estudo, demonstrou utilizando a restrição calórica em roedores, que um estresse em níveis moderados poderia causar uma resposta ótima das funções de manutenção biológica dos indivíduos. Essa hipótese, se extrapolada aos participantes deste estudo, pode configurar uma explicação para a preservação termorregulatória do grupo, no geral.

O envelhecimento saudável carrega, entre outros fatores, alterações cognitivas (Yassuda & Abreu, 2006). Ocorre uma tendência para o declínio de funções ligadas ao aprendizado, à atenção, às funções executivas e alguns tipos de memória, como de

trabalho, evocação e curto prazo (Gil e Busse, 2009). Segundo Ganio et al (2011), a exposição ao estresse térmico causaria efeitos negativos nessas mesmas funções cognitivas. Isso poderia causar uma potencialização dos efeitos naturais do envelhecimento cognitivo (Moreira, et al., 2002).

A tendência é a ocorrência de maior desidratação para indivíduos deste grupo etário (Begum e Johnson, 2010; Bennett, Thomas e Riegel, 2004; Forsyth et al. 2008; e Stookey, 1999). Desde o nascimento até a velhice, acontece uma perda sensível no volume corpóreo de água, passa de 70% do nosso peso no início da vida, para 50% nos homens e 45% nas mulheres em idades avançadas (Hooper, 2014; Benton, Young e Jenkins 2015; Wotton, Crannitch e Munt 2008).

A redução da taxa de água no corpo parece estar ligada a dificuldades cognitivas (Lieberman et al., 2005; Araújo, 2013; Barroso et al., 2014). Principalmente em funções que envolvem atenção, tempo de reação e concentração (Souza e Rezende 2017, Caremino et al 2016), testados no presente estudo, com os testes: Rapid Visual Information Processing (RVP) para atenção; e Reaction Time (RTI) para tempo de reação e movimento. No primeiro teste, RVP, não houve piora de desempenho. Isso mostra que a atenção dos nossos idosos não foi alterada devido a possível desidratação.

Durante a aplicação dos testes, houve um intervalo entre a troca de ambiente pelos grupos. Nessa pausa, foram servidos alimentos e bebidas aos idosos. Como descrito anteriormente, a desidratação configura um fator importante de declínio cognitivo. Então, o consumo de líquidos no período de descanso, pode ter influenciado no resultado dos testes. Além disso, no estado alimentado, a taxa de glicose circulante é maior e o cérebro, como um grande consumidor desta, obtém energia (Queiroz, 2008). Esse fator pode ter contribuído para a preservação cognitiva dos participantes, além de haver mais energia disponível para a termorregulação. Este quadro não necessariamente replica condições de ambientes menos controlados que os do teste.

Os idosos participantes do estudo são residentes da cidade de São Paulo, uma metrópole muito edificada e, em geral, com pouca vegetação. Dito isso, o grupo já possui como característica uma grande exposição a ilhas de calor e variações de temperatura. Esse pode ser um fator que contribuiu para o bom desempenho na

regulação da temperatura e nos testes cognitivos. Sendo, assim, seria interessante a realização de um estudo comparativo com populações baseadas em áreas mais rurais.

Além disso, na cidade de São Paulo, o clima é subtropical úmido. Isso torna a exposição ao calor úmido um acontecimento mais frequente, se comparado a regiões mais secas do país. Em um trabalho comparativo entre os climas diversos, o desconforto térmico tenderia a ser mais elevado e, por conseguinte, o efeito no desempenho cognitivo também seria.

Com a senescência, acontecem perdas na função normal do organismo. Podemos enfatizar a importância de se manter saudável ao longo da vida. As práticas de atividade físicas regulares, estimulações cognitivas, estilo e hábitos de vida saudáveis, ter uma alimentação saudável, não ingerir bebidas alcoólicas, não fumar, consumir poucos medicamentos e poucas morbidades são consideradas medidas de intervenções efetivas para reduzir ou prevenir declínios funcionais associados ao envelhecimento (Pollock et al, 1998), permitindo que os idosos consigam executar suas atividades da vida diária sem muitos problemas e mantenham a sua independência (Brandalize et al, 2011).

O fato de os idosos participantes serem saudáveis, ativos, com alta escolaridade, poucas comorbidades corrobora com o nosso resultado, mostrando que o calor úmido não influenciou o desempenho cognitivo de idosos com esse perfil.

No estudo de Trindade et al (2013) foi comparado o desempenho cognitivo de idosos institucionalizados e não institucionalizados, a autora concluiu que idosos institucionalizados apresentam menor desempenho cognitivo em relação a idosos que vivem na sociedade e participam de alguma atividade física.

Se faz necessário investir em ações individuais e intervenções de saúde pública afim de conscientizar desde cedo a importância de se manter saudável ao longo da vida (Peel, 2005). Com o resultado deste estudo, vemos que o envelhecimento bem sucedido corrobora para que essas mudanças ambientais não afetem os indivíduos saudáveis, principalmente do ponto de vista cognitivo.

Entre os pontos fracos do estudo, pode ser citada a impossibilidade de atingir a amostra pretendida, de 68 idosos. Entretanto, não parece que haveria uma mudança significativa nos resultados. Por outro lado, o tempo de exposição aos estressores térmicos pode ter sido insuficiente. Com uma maior permanência na câmara, eventualmente os efeitos poderiam ter sido diferentes.

Um dos pontos fortes, foi o rigor da avaliação cognitiva computadorizada. Entretanto, nossa pesquisa não abrangeu uma avaliação neuropsicológica completa, com todas as funções cognitivas incluídas. Avaliamos principalmente atenção sustentada, memória de curto prazo, algumas funções executivas e velocidade de processamento. Pouco avaliamos sobre a memória episódica e a linguagem. Portanto, apesar de não encontrarmos mudanças nos testes cognitivos com o estresse provocado pelo calor úmido, não podemos afirmar que refere-se a todas as funções cognitivas.

Outro ponto forte foi o controle de temperatura e umidade da câmara, que embora não tenha atingido integralmente as condições esperadas, foi apropriada para criar diferenças na umidade relativa nas duas condições propostas.

9. CONCLUSÃO

9. CONCLUSÃO

Concluimos que em nossa amostra de idosos saudáveis, ativos fisicamente, com boa funcionalidade e alta escolaridade não houve alterações no desempenho cognitivo quando expostos ao estresse por calor úmido em comparação com o calor seco.

Observamos uma pequena elevação da temperatura auricular dos indivíduos, mas sem diferença entre o calor úmido e calor seco. Não houve um impacto significativo na pressão arterial e na frequência cardíaca durante o estresse térmico.

No estresse térmico úmido, houve uma sensação subjetiva de desconforto térmico em 2/3 da amostra, por outro lado em apenas 1/3 da amostra foi relatada alguma dificuldade subjetiva em realizar os testes computadorizados, mas que não influenciou no desempenho objetivo.

As variáveis sócio-demográficas não modificaram o efeito do calor úmido no desempenho cognitivo dos idosos.

Como grande parte dos idosos participantes eram bastante funcionais e praticantes de atividades físicas regulares, podemos supor que esses podem ser fatores protetores do desempenho cognitivo frente às variações climáticas. Entretanto, consideramos importante a investigação deste tema abordando de modo mais profundo a relação entre idosos com maior vulnerabilidade e as alterações climáticas.

10. REFERÊNCIAS

Almeida OP, Almeida SA. Short versions of the geriatric depression scale: a study of their validity for the diagnosis of a major depressive episode according to ICD-10 and DSM-IV. *Int J Geriatr Psychiatry*. 1999; 14(10):858-65.

Akram M, Hamid A. A comprehensive review on water balance. *Biomedicine & Preventive Nutrition*. 2012; 3(2): 193-195.

Ando S, Komiyama T, Sudo M, Kiyonaga A, Tanaka H, Higaki Y. The effects of temporal neck cooling on cognitive function during strenuous exercise in a hot environment: a pilot study. *BMC Res Notes*. 2015; 8(202).

Anstey KJ, Low LF. Normal cognitive changes in aging. *Australian Family Physician*. 2004; 33 (10): 783-787.

Araujo MLA. Desidratação no idoso [dissertação]. Porto, Portugal: Universidade Fernando Pessoa; 2013.

Argimon, II, Stein, LM. Habilidades cognitivas em indivíduos muito idosos: um estudo longitudinal. *Cadernos de Saúde Pública*. 2005; 21: 64-72.

Astrom DO, Forsberg B, Rocklov J. Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: A review of recent studies. *Maturitas*. 2011; 69(2): 99–105.

Banco Mundial. Urban Development. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>>.

Bandelow S, Maughan R, Shirreffs S, Ozgüven K, et al. The effects of exercise, heat, cooling and rehydration strategies on cognitive function in football players. *Scand J Med Sci Sports*. 2010; 20(3): 148-160.

Barroso SS, Almeida RD, Gonzaga WS, Camerino SRAS, Lima RCP, Prado ES. Estado de hidratação e desempenho cognitivo-motor durante uma prova de fast triathlon no calor. *Rev. educ. fis*. 2014; 25(4): 639-650.

Batista RJR. Climatologia e previsão climatológica, via modelo RegCM3, de índices de conforto térmico para a região metropolitana de São Paulo. [tese]. São Paulo: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo; 2012.

Batista RJR, Gonçalves FLT, da Rocha RP. Present climate and future projections of the thermal comfort index for the metropolitan region of São Paulo, Brazil. *Climatic Change*. 2016; 137(3): 439-454.

Batiz EC, Goedert J, Morsch JJ, Kasmirski P, Venske R. Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre a influência na atenção e memória. *Produção*. 2009; 19(3): 477-488.

Basu R, Samet JM. Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev*. 2002; 24(2):190-202.

Begum MN, Johnson CS. A review of the literature on dehydration in the institutionalized elderly. *Clinical Nutrition Espen*. 2010; 5(1): 47-53.

Bell M, Neill MSO, Ranjit N, Borja-Aburto VH, Cifuentes LA, Gouveia NC. Vulnerability to heatrelated mortality in Latin America: a case-crossover study in São Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City, Mexico. *Intern J Epidemiol*. 2008; 37(4): 796–804.

Beltrando G, Chémery L. *Dictionnaire du climat*. Paris: Larousse; 1995.

Bennett JA, Thomas V, Riegel B. Unrecognized chronic dehydration in older adults: examining prevalence rate and risk factors. *J Gerontol Nurs*. 2004; 30(11): 22- 28.

Benton D, Young H, Jenkins K. The development of the predisposition to dehydration questionnaire. *Appetite*. 2015; 87(1): 76-80.

Berardi A, Parasuraman R, Haxby J. Overall vigilance and sustained attention decrements in health aging. *Exp. Aging Res*. 2001; 27(1): 19-39.

Bertolucci PH, Brucki SM, Campacci SR, Juliano Y. The Mini-Mental State Examination in a general population: impact of educational status. *Arq Neuropsiquiatr*. 1994; 52(1): 1-7.

Biazzotoo CB, Brudniewski M, Schmidt AP, Auler JJOC. Hipotermia en el período perioperatorio. *Rev. Bras. Anesthesiol*. 2006; 56(1): 89-106.

Brandalize D, Almeida PGF, Machado J, Endrigo R, Chodur A, Israel VL. Efeitos de diferentes programas de exercícios físicos na marcha de idosos saudáveis: uma revisão. *Fisioter. mov.* 2011; 24(3): 549-556.

Braz JRC. Fisiologia da Termoregulação Normal. *Revista Neurociências.* 2005; 13(3): 12- 17.

Brooke AG, Bell ML. Weather-Related Mortality: How Heat, Cold, and Heat Waves Affect Mortality in the United States. *Epidemiology.* 2009; 20(2): 205–213.

Buchalla CM, Waldman EA, Lautenti R. A mortalidade por doenças infecciosas no início e no final do século XX no Município de São Paulo. *Rev. bras. epidemiol.* 2003; 6(4): 335-344.

Busse AL, Jacob Filho W, Magaldi RM, Coelho VA, Melo AC, Betoni RA, et al. Efeitos dos exercícios resistidos no desempenho cognitivo de idosos com comprometimento da memória: resultados de um estudo controlado. *Einstein* 2008; 6(4): 402-407.

Burkart M, Meier F, Schneider A, Breitner S, Canário P, et al. Modification of Heat-related mortality in an elderly urban population by vegetation (urban green) and proximity to water (urban blue): evidence from Lisbon, Portugal. *Environmental Health Perspective.* 2015; 124(7): 927-934.

Calado R, Nogueira P, Catarino J, Paixão EJ, Botelho J, Carreira M, et al. A onda de calor de Agosto de 2003 e os seus efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa. *Rev Portug Saúde Pub.* 2004; 22(2): 7-20.

Camargo MG, Furlan MMDP. Resposta fisiológica do corpo às temperaturas elevadas: exercício, extremos de temperatura e doenças térmicas. *Rev Saúde e Pesquisa.* 2011; 4(2): 278-288.

Camerino SRAS, et al. Efeito de diferentes estados de hidratação sobre o desempenho físico e cognitivo-motor de atletas submetidos a exercício em ambiente de baixo estresse ao calor. *Rev Andal Med Deporte.* 2016; 10(4): 181-186.

Campos JA, Santacana MF, Nebot TK. Repertorios cognoscitivos de atención, percepción y Memoria. Documento de trabajo. [tese] Barcelona, Espanha: Faculdade de psicologia. Universidade de Barcelona; 2006.

Carvalho T, Rodrigues T, Meyer F, Lancha Jr AH, De Rose EH, et al. Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina Esportiva: Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. Rev Bras de Med Esporte. 2009; 15(3): 3-12.

Cavalcanti IFA. Tempo e clima no Brasil. São Paulo: Oficina de textos; 2016.

Chaimowicz F; Camargos MCS. Envelhecimento e Saúde no Brasil. In: Freitas EV, Py L. Tratado de geriatria e gerontologia. 3ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2016, 74.

Cheuvront SN. Avaliação da Hidratação de Atletas. Sports Science Exchange. 2006; 18(2): 1-6.

Conti S, Meli P, Minelli G, Solimini R, Toccaceli V, Vichi M, et al. Epidemiologic study of mortality during the summer 2003 heat wave in Italy. Environ Res. 2005; 98(3): 390-399.

Damasceno B. Envelhecimento cerebral: O problema dos limites entre o normal e o patológico. Arquivos de Neuropsiquiatria. 1999; 57 (1): 78-83.

Ellis FP, Princé HP, Lovatt G, Whittington RM. Mortality and Morbidity in Birmingham during the 1976 heat wave. Q J Med. 1980; 49(193): 1-8.

Ellis FP, Nelson F. Mortality in the elderly in a heat wave in New York City, august 1975. Environ Res. 1978; 15(3): 504-512.

Fadda R et al. Effects of drinking supplementary water at school on cognitive performance in children. Appetite. 2012; 59(3): 730-737.

Fanger P. Thermal comfort. Nova Iorque: McGraw-Hill book company; 1970.

Fechine BRA, Trompieri N. O processo de envelhecimento: as principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos. InterSciencePlace. 2015; 1(20): 106-132.

Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. “Mini-mental state”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975; 12(3): 189-198.

Forsyth DM, Lapid MI, Ellebecker SM, Smith Lk, O’Neil MI, Low DJ, Clobes JE, et al. Hydration status of geriatric patients in a psychiatric hospital. *Issues Ment Health Nurs.* 2008; 29(8): 853-62.

Gallahue DL, Ozmun JC. *Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos.* São Paulo: Phorte; 2005.

Ganio MS, Armstrong LE, et al. Mild dehydration impairs cognitive performance and mood of men. *Br J Nutr.* 2011; 106(10): 1535-1543.

Gaoua N. Cognitive function in hot environments: a question of methodology. *Scand J Med Sci Sports.* 2010, 20(3): 60–70.

Gaoua N, Grantham J, Racinais S, Massioui FE. Sensory displeasure reduces complex cognitive performance in the heat. *J Environ Psychol.* 2012; 32: 158- 163.

Gaoua N, Grantham J, Massioui FE, Girard O, Racinais S. Cognitive decrements do not follow neuromuscular alterations during passive heat exposure. *Int J Hyperthermia.* 2011; 27(1):10-9.

Garcias CM, Silva CM. Meio urbano e mudanças climáticas – estudo de caso do município de Castro, PR. *Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo.* 2011; 14(2): 28-40.

Gil G, Busse AL. Avaliação neuropsicológica e o diagnóstico de demência, comprometimento cognitivo leve e queixa de memória relacionada à idade. *Arq Med Hosp Fac Cienc Med Santa Casa São Paulo.* 2009; 54(2): 44-50.

Gouveia N, Hajat S, Armstrong B. Socioeconomic differentials in the temperature mortality relationship in São Paulo, Brazil. *Internat J Epidemiol.* 2003; 32(3): 390–397.

Grego F, Vallier JM, Collardeau M, Rousseu C, Cremieux J, Influence of exercise duration and hydration status on cognitive function during prolonged cycling exercise. *Int J Sports Med*. 2005; 26 (1): 27-33.

Guergova S, Dufour A. Thermal sensitivity in the elderly: A review. *Ageing Res Rev*. 2011; 10(1): 80–92.

Guirguis K, Gershunov A, Tardy A, Basu R. The impact of recent heat waves on human health in California. *J Appl Meteorol Climatol*. 2013;53, 3–19.

Guraieb R. Medición de temperatura en los niños. *Acta Pediatrica de Mexico*. 1997; 18(3), 155-158.

Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, Scherr PA, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol. A Biol Sci Med Sci*. 1994; 49(2): 85-94.

Guyton AC, Hall JE. *Tratado de fisiologia médica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.

Haines A. Implicações para a saúde. In: *Aquecimento global – o relatório do Greenpeace*. Rio de Janeiro: Fund. Getúlio Vargas; 1992.

Hancock PA, Ross JM, Szalma JL. A meta-analysis of performance response under thermal stressors. *Hum Factors*. 2007; 49(5): 851–877.

Havenith G. Temperature regulation and technology. *Gerontechnology*. 2001; 1(1): 41-49.

Hayflick, L. *Como e por que envelhecemos*. Rio de Janeiro: Campus; 1997.

Hernandez AJ, Nahas RM. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Rev. Bras. Med. Esporte*. 2009. 15(3): 3-12.

Hooper L, Bunn D, Jimoh FO, Fairweather-Tait SJ. Water-loss dehydration and aging. *Mech Ageing Dev*. 2014; 136(137): 50-58.

IAG-USP (Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo). Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP/ Seção Técnica do Serviço Meteorológico v 16, 2013 – São Paulo.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Projeção da População. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: < <https://ww2.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/> >.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Tábua completa de mortalidade para o Brasil 2014. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Tabuas_Completas_de_Mortalidade/Tabuas_Completas_de_Mortalidade_2014/notastecnicas.pdf>

Inoue Y, Nakao M, Okudaira S, Ueda H, Araki T. Seasonal variation in sweating responses of older and younger men. *Eur J Appl Physiol.* 1995; 70(1): 6–12.

Inoue Y, Kuwabara T, Araki T. Maturation and aging-related changes in heat loss effector function. *J Physiol Antropol Appl Human Sci.* 2004; 23(6): 289–294.

Kasai JYT, Busse AL, Magaldi RM, Soci MA, Moraes RP, Curiati JA, Jacob Filho W. Effects of Tai Chi Chuan on cognition of elderly women with mild cognitive impairment. *Einstein.* 2010; 44: 40-5.

Kenney WL, Munce TA. Invited Review: Aging and human temperature regulation. *J Appl Physiol.* 2003; 95(6): 2598–2603.

Kenney WL, Chiu P. Influence of age on thirst and fluid intake. *Med Sci Sports Exerc.* 2001. 33(9): 1524-32.

Kenneyh WL, Craighead DH, Alexander LM. Heat Waves, Aging and Human Cardiovascular Health. *Med Sci Sports Exerc.* 2014; 46(10): 1891-1899.

Knowlton K, Rotkin-Ellman M, King G, Margolis HG, Smoth D, Solomon g, et al. The 2006 California Heat Wave: Impacts on Hospitalizations and Emergency Department Visits. *Environm Health Perspec.* 2009; 117(1): 61-67.

Kruger EL, Drach PRC, Emmanuel R, Corbella OD. Estudo de conforto em espaços abertos em região de clima temperado: o caso de Glasgow, Reino Unido. *Ambient. constr.* 2012; 12(1) 7-25.

Kysely J, Kriz B. Decreased impacts of the 2003 heat waves on mortality in the Czech Republic: an improved response? *Int J Biometeorol*, 2008; 52(8): 733– 745.

Laitano O. Mais longe do pódio - Como as mudanças climáticas afetarão o esporte no Brasil. Observatório do Clima. São Paulo, 2015.

Laurenti R. Transição demográfica e transição epidemiológica. In: Congresso Brasileiro de Epidemiologia; 1990, Campinas: ABRASCO, 1990.

Linares C, Diaz J. Impact of high temperatures on hospital admissions: comparative analysis with previous studies about mortality (Madrid). *Europ J Pub Health* 2008; 18(3): 317–322.

Lourenço RA, Veras RP. Mini-Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. *Rev. Saúde Pública*, 2006; 40(4): 712-719.

Lombardo MA, Freitas MK. Urban Climate change in central area of São Paulo using high resolution satellite imagery. In: Proceedings of the 4th wseas international conference on remote sensing; 2008; Venice, Italy.

Macfarlane A. Daily mortality and environment in English conurbations. II. Deaths during summer hot spells in Greater London. *Environ Res.* 1978; 15(3): 332-334.

Marengo JA, Valverde MC. Caracterização do clima no século XX e cenários de mudanças de clima para o Brasil no século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. *Revista Multiciência.* 2007; 8: 5-28.

Martins LC, Latorre MR, Cardoso MR, Gonçalves FL, Saldiva PH, Braga AL. Air pollution and emergency room visits due to pneumonia and influenza in Sao Paulo, Brazil. *Rev Saude Publica* 2002; 36:88-94.

Mendell MJ, Heath, GA. Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature. *Indoor Air.* 2005; 15(1): 27-52.

- Mendes ACG, Sá DA, Miranda GM, Lyra TM, Tavares RA. The public healthcare system in the context of Brazil's demographic transition: current and future demands. *Cad Saúde Pública*. 2012; 28:955-64
- Messinger-rapport BJ, Thomas DR, Gammack JK, Morley JE. Clinical Update on Nursing Home Medicine: 2009. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2009; 10(8): 530–553.
- Minayo MCS. O Envelhecimento da população brasileira e os desafios para o setor saúde. *Caderno de Saúde Pública*. 2012; 28(2): 208-209.
- Montanheiro FP. Percepção térmica de idosos [dissertação]. Bauru: Universidade Estadual Paulista; 2016.
- Moran EF. Adaptabilidade humana. São Paulo: Edusp; 1994.
- Moreira AL, Magalhães S, Albuquerque RR, Pinto JC. Termorregulação – Texto de apoio. Portugal: Faculdade de Medicina da Universidade do Porto; 2002.
- Moyen NE, Ellis CL, Ciccone AB, Thurston TS, Cochrane KC, Brown LE, Coburn JW, Judelson DA. Increasing Relative Humidity Impacts Low-Intensity Exercise in the Heat Aviation, Space, and Environmental Medicine. 2014; 85(2).
- Nasri F. O envelhecimento populacional no Brasil. *Einstein*, 2008; 6(1): 5-6.
- Navaratnarajah A, Jackson SHD. The physiology of ageing. *Medicine*. 2013; 41(1): 5–8.
- Neri AL, Freire AS. E por falar em boa velhice. Campinas, SP: Papirus; 2000.
- Nobre CA, et al. Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. Sumário Executivo. INPE, IPT, UNICAMP, USP, UNESP- Rio Claro. 2010.
- Olgay V. Design with Climate. New Jersey: Princeton University Press; 1973.

Oliveira RS. Impacto da poluição sonora urbana no desempenho de indivíduos idosos da comunidade: estudo experimental. [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina. Universidade de São Paulo; 2014.

Oliveira Júnior AJ, Souza SRL, Barros ZX, Sartori MMP, Franco LV. Índice de desconforto e índice de temperatura efetiva: uma implementação para smartphones e tablets. *Energ. Agric.* 2015; 30(2), 155-163.

Organização Mundial de Saúde. Ageing and Life Course. Geneva: (WHO); 2001.

Paes NA. A geografia da mortalidade por causas dos idosos no Brasil. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais; dez. 2000; Caxambu: ABEP, 2000. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2000/Todos/saut18_3.pdf>.

Otani H, Kaya M, Tamaki A. Separate and combined effects of exposure to heat stress and mental fatigue on endurance exercise capacity in the heat. *Eur J Appl Physiol.* 2017; 29:117-119.

Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. Summary for Policymakers. Climate Change 2013: The physical Science Basis. New York: IPCC; 2013.

Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge: IPCC; 2001.

Paixão EJ, Nogueira PJ. Efeitos de uma onda de calor na mortalidade. *Rev Portug Saúde Pública.* 2003; 21(1): 41-54.

Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, Després J, Dishman RK, Franklin, et al. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(6):975-91.

Papaléo, NP. Gerontologia. São Paulo: Atheneu; 1999.

Parker SM, Erin JR, Pryor RR, Khorana P, Suyama J, Guyette FX, Reis SE, Hostler D. The effect of prolonged light intensity exercise in the heat on executive function. *Wilderness Environ Med* 2013; 24: 203–210.

Pearce F. O Aquecimento Global Causas e Efeitos de um Mundo mais Quente. Série Mais Ciência. São Paulo: Publifolha; 2002.

Peel NM, McClure RJ, Bartlett HP. Behavioral determinants of healthy aging. *Am J Prev Med.* 2005;28 (3) :298-304.

Pilcher JJ, Nadler E, Busch C. Effects of hot and cold temperature exposure on performance: a meta-analytic review. *Ergonomics.* 2002; 45: 682-698.

Queiroz JF. Secreção e sensibilidade periférica à insulina e hormônios contra-regulatórios do morcego hematófago *Desmodus rotundus*. [dissertação]. Brasília: UNB, 2008.

Racinais S, Gaoua N, Grantham J. Hyperthermia impairs short-term memory and peripheral motor drive transmission. *J Physiol.* 2008; 586 (19):4751 - 4762.

Ribeiro H, Pesquero CR, Coelho MSZS. Clima urbano e saúde: uma revisão sistematizada da literatura recente. *Estudos avançados.* 2016; 30(86): 67-82

Saldiva PHN, et al. Meio Ambiente e Saúde: O desafio das metrópoles. São Paulo: Ex-Libris Comunicação Integrada; 2010.

Saldiva PHN, et al. Carta de Recomendações em Saúde São Paulo, C40 2011. São Paulo, 2011.

Santos MA, Primi R. Desenvolvimento de um teste informatizado para avaliação do raciocínio, da memória e da velocidade do processamento. *Estudos de Psicologia.* 2005; 22(3): 241-254.

Santos RL, Andrade HO. Avaliação quantitativa do conforto térmico de uma cidade em área de transição climática: Feira de Santana-Bahia, Brasil. *Revista de geografia Norte Grande.* 2008; 1(40): 77-84.

Schols JMG, De Groot CPGM, van der Cammen TJM, Olde Rikkert MGM. Preventing and treating dehydration in the elderly during periods of illness and warm weather. *J Nutr Health Aging.* 2009; 13(2): 150–157.

Serwah N, Marino FE. The combined effects of hydration and exercise heat stress on choice reaction time. *J Sci Med Sport*. 2006; 9(1): 157-164.

Shephard RJ. Envelhecimento, atividade física e saúde. São Paulo: Phorte; 2003.

Silva EM, Correa DM, Ribeiro AG. O Conforto Térmico na cidade de Uberlândia-Mg. II Simpósio Regional de Geografia. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2003.

Silva EN, Ribeiro H. Alterações da temperatura em ambientes externos de favela e desconforto térmico. *Revista de Saúde Pública*. 2006; 40(4): 1-8.

Silva EN, Ribeiro H, Santana P. Clima e Saúde em contextos urbanos: uma revisão da literatura. *Biblio 3w*. 2014; 19(1092).

Silva LB. Análise da relação entre Produtividade e conforto térmico: o caso dos digitadores do centro de processamento de dados da Caixa Econômica Federal de Pernambuco. [tese] Florianópolis: Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina; 2001.

Simões R. Corporeidade e Terceira Idade. Piracicaba: Unimep; 1998.

Sinclair DA. Toward a unified theory of caloric restriction and longevity regulation. *Mechanisms of ageing and development*. 2005; 126(9): 987-1002.

Soares FV, Greve P, Sendín FA, Benze BG, Castro AP, Rebelatto JR. Relação entre alterações climáticas e fatores determinantes da mortalidade de idosos no município de São Carlos (SP) em um período de dez anos. *Ciênc. saúde coletiva*. 2012; 17(1): 135-146.

Souza MBS, Rezende EM. Os impactos da mudança climática na prática esportiva e a responsabilidade civil do estado. *DIET*. 2017; 12(1):665-690.

Spiriduso WW. Dimensões físicas do envelhecimento. São Paulo: Manole; 2005.

Stöllberger C, Lutz W, Finsterer J. Heat-related sideeffects of neurological and non-neurological medication may increase heatwave fatalities. *Europ J Neurol*. 2009; 16(7): 879-882.

Stookey JD. High prevalence of plasma hypertonicity among community-dwelling older adults: results from NHANES III. *J Am Diet Assoc.* 2005; 105(8): 1231-1239.

Taylor NAS, Allsopp NK, Parkes DG. Preferred Room Temperature of Young vs Aged Males: the influence of thermal sensation, thermal comfort, and affect. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences.* 1995; 50(4): 216-221.

Thom EC, Bosen JF. The discomfort index. *Weatherwise.* 1959; 1(12): 57–60.

Trezza BM. O efeito da exposição ao calor sobre o desempenho cognitivo de idosos: um estudo controlado. [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2014.

Trezza BM, Apolinario D, de Oliveira RS, Busse AL, Gonçalves FLT, Saldiva PHN, Jacob-Filho W. Environmental heat exposure and cognitive performance in older adults: a controlled trial. *Age.* 2015; 37(3): 43.

Trindade APNT, Barboza MA, Oliveira FB, Borges APO. Repercussão do declínio cognitivo na capacidade funcional em idosos institucionalizados e não institucionalizados. *Fisioter. mov.* 2013; 26(2): 281-289.

Turra CM, Rios-Neto E. Intergenerational Accounting and Economic Consequences of Aging in Brazil. Trabalho apresentado no XXIV IUSSP General Population Conference, Salvador, Brasil, 2001.

Vasconcelos AMN. Causas de morte em idosos no Brasil. In: XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais; set. 2004; Caxambu: ABEP, 2004. Disponível em: <www.abep.nepo.unicamp.br/site_eventos_abep/PDF/ABEP2004_664.pdf>.

Verhaeghen P, Cerella J. Aging executive control and attention: a review of meta-analyses. *Neurosci Biobehav Rev.* 2002; 26(7): 849-57.

Vogelaere P, Pereira C. Termoregulação e Envelhecimento. *Revista Port Cardiologia.* 2005; 24(5): 747-761.

Xavier AAP. Condições de conforto térmico para estudantes de 2º Grau na região de Florianópolis [dissertação]. Florianópolis, Faculdade de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina; 1999.

Wargocki P, Wyon DP. The effects of classroom air temperature and outdoor air supply rate on performance of school work by children. *Proceedings of Indoor Air I*. 2005; 1(1): 368-372.

Wijayanto T, Toramoto S, Maeda Y, Son SY, Umezaki S, Tochihara Y. Cognitive performance during passive heat exposure in Japanese males and tropical Asian males from Southeast Asian living in Japan. *J Physiol Anthropol*. 2017; 36:8.

Wong L, Carvalho JAM. Demographic bonuses and challenges of the age structural transition in Brazil. Trabalho apresentado no XXV IUSSP General Population Conference. Tours, France, 18-23 July, 2005.

Wotton K, Crannitch K, Munt R. Prevalence, risk factors and strategies to prevent dehydration in older adults. *Contemp Nurse*. 2008; 31(1):44–56.

Yassuda MS, Abreu VPS. Avaliação Cognitiva. In: Freitas EV, Py L, et al. Tratado de geriatria e gerontologia. Rio de Janeiro: Koogan, 2011, 1486.

Yassuda MS, Lasca VB, Neri AL. Meta-memória e Auto-eficácia: Um Estudo de Validação de Instrumentos de Pesquisa sobre Memória e Envelhecimento. *Psicologia: Reflexão e Crítica*. 2005; 18(1), 78-90.

Yesavage JA, Brink TL, Rose TL, Lum O, Huang V, Adey M, Leirer VO. Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *J Psychiatr Res*. 1982; 17(1): 37-49.

Yip FY, Flanders WD, Wolkin A, Engelthaler D, Humble W, Neri A, et al. The impact of excess heat events in Maricopa County, Arizona: 2000–2005. *Int J Biometeorol*. 2008; 52(8): 765-772.

Zaitane MPA, Barros MBA, César CLG, Carandina L, Goldbaum M, Alvez MCGP. Fatores associados à prática de atividade física global e de lazer em idosos: Inquérito de Saúde no Estado de São Paulo (ISA-SP). *Cad. Saúde Pública*. 2010; 26(8):1606-1618.

11. ANEXOS

ANEXO 1 - MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL

MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL (Folstein, Folstein & McHugh, 1.975)	
Paciente:	_____
Data da Avaliação:	____/____/____ Avaliador: _____
ORIENTAÇÃO	
• Dia da semana (1 ponto)	()
• Dia do mês (1 ponto)	()
• Mês (1 ponto)	()
• Ano (1 ponto)	()
• Hora aproximada (1 ponto)	()
• Local específico (apartamento ou setor) (1 ponto)	()
• Instituição (residência, hospital, clínica) (1 ponto)	()
• Bairro ou rua próxima (1 ponto)	()
• Cidade (1 ponto)	()
• Estado (1 ponto)	()
MEMÓRIA IMEDIATA	
• Fale 3 palavras não relacionadas. Posteriormente pergunte ao paciente pelas 3 palavras. Dê 1 ponto para cada resposta correta() Depois repita as palavras e certifique-se de que o paciente as aprendeu, pois mais adiante você irá perguntá-las novamente.	
ATENÇÃO E CÁLCULO	
• (100 - 7) sucessivos, 5 vezes sucessivamente (1 ponto para cada cálculo correto)() (alternativamente, soletrar MUNDO de trás para frente)	
EVOCAÇÃO	
• Pergunte pelas 3 palavras ditas anteriormente (1 ponto por palavra)()	
LINGUAGEM	
• Nomear um relógio e uma caneta (2 pontos)	()
• Repetir "nem aqui, nem ali, nem lá" (1 ponto)	()
• Comando: "pegue este papel com a mão direita dobre ao meio e coloque no chão (3 pts)	()
• Ler e obedecer: "feche os olhos" (1 ponto)	()
• Escrever uma frase (1 ponto)	()
• Copiar um desenho (1 ponto)	()
<div style="text-align: right;">ESCORE: (____/30)</div> <div style="text-align: center;"> </div>	

ANEXO 2 – ESCALA DE DEPRESSÃO GERIÁTRICA

1	Você está satisfeito com a sua vida?
2	Você deixou de lado muitos de suas atividades e interesses?
3	Você sente que sua vida está vazia?
4	Você sente-se aborrecido com frequência?
5	Está você de bom humor na maioria das vezes?
6	Você teme que algo de ruim lhe aconteça?
7	Você se sente feliz na maioria das vezes?
8	Você se sente freqüentemente desamparado?
9	Você prefere permanecer em casa do que sair e fazer coisas novas?
10	Você sente que tem mais problemas de memória que antes?
11	Você pensa que é maravilhoso estar vivo?
12	Você se sente inútil?
13	Você se sente cheio de energia?
14	Você sente que sua situação é sem esperança?
15	Você pensa de que a maioria das pessoas estão melhores do que você?
Contagem máxima de GDS = 15	

ANEXO 3 – BATERIA CURTA DE DESEMPENHO FÍSICO
(SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY - SPPB)

Teste de Equilíbrio	4 pontos
1ª Posição: Pés unidos em paralelo. . ☐ < 10" - 0 ponto. Marque o tempo _____. _____. ☐ > 10" - 1 ponto. Passe para a 2ª posição.	1 ponto
2ª Posição: Hálux encostado na borda medial do calcanhar. ☐ < 10" - 0 ponto. Marque o tempo _____. _____. ☐ > 10" - 1 ponto. Passe para a 3ª posição.	1 ponto
3ª Posição: Hálux encostado na borda posterior do calcanhar. ☐ < 3" - 0 ponto. Marque o tempo _____. _____. ☐ () 3" > e ≤ 9" 99 - 1 ponto ☐ () > 10" - 2 pontos	2 pontos
Teste de Velocidade de Marcha	4 pontos
Caminhar normalmente como se fosse atravessar a rua. Repetir 2 vezes o teste. Pode ser utilizado meio auxiliar de marcha, exceto cadeira de rodas. Tempo de Ida _____ Tempo da Volta _____ Escolher o melhor tempo para a pontuação, assinalando o quadrado abaixo. ☐ < 4" 82 - 4 pontos ☐ 4." 82 > e ≤ 6" 20 - 3 pontos ☐ 6" 21 > e ≤ 8" 70 - 2 pontos ☐ > 8" 70 - 1 ponto ☐ Incapaz - 0 ponto.	
Teste de Força do Membros Inferiores	4 pontos
Primeiro realizar um Pré-teste: levantar-se apenas 1 vez da cadeira. Repita o teste 5 vezes consecutivas o mais rápido possível, com os Membros superiores cruzados sobre peito e marque o tempo: _____ ☐ > 16" 70 - 1 ponto ☐ 13" 70 > e ≤ 16" 69 - 2 pontos ☐ 11" 20 > e ≤ 13" 69 - 3 pontos ☐ < 11" 19 - 4 pontos ☐ Incapaz ou tempo > 60" 0 ponto.	

Pontuação Final do SPPB

Soma Total das pontuações nos 3 Testes: _____

0 a 3 pontos – incapacidade ou desempenho muito ruim

4 a 6 pontos – baixo desempenho

7 a 9 pontos – moderado desempenho

10 a 12 pontos – bom desempenho