

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE GERIATRIA E GERONTOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GERONTOLOGIA BIOMÉDICA

**EFICÁCIA DO MÉTODO PILATES E DA SUPLEMENTAÇÃO COM EXTRATO DE CAMELLIA SINENSIS
NOS MARCADORES DO METABOLISMO REDOX E NA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE VOLUNTÁRIAS
PORTADORAS DE CRITÉRIOS DIAGNÓSTICOS PARA SÍNDROME METABÓLICA:**

ENSAIO CLÍNICO, PLACEBO-CONTROLADO E DUPLO CEGO.

SILVANA JUNGES

PORTO ALEGRE

2016

SILVANA JUNGES

**EFICÁCIA DO MÉTODO PILATES E DA SUPLEMENTAÇÃO COM EXTRATO
DE CAMELLIA SINENSIS NOS MARCADORES DO METABOLISMO REDOX E
NA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE VOLUNTÁRIAS PORTADORAS DE
CRITÉRIOS DIAGNÓSTICOS PARA SÍNDROME METABÓLICA:
ENSAIO CLÍNICO, PLACEBO-CONTROLADO E DUPLO CEGO.**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor do Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul– PUCRS.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Gabriela Valle
Gottlieb

PORTO ALEGRE

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

J788e Junges, Silvana

Eficácia do método pilates e da suplementação com extrato de camellia sinensis nos marcadores do metabolismo redox e na composição corporal de voluntárias portadoras de critérios diagnóstico para síndrome metabólica: ensaio clínico, placebo-controlado e duplo cego / Silvana Junges. – Porto Alegre, 2016.
000 f. : il.

Tese (Doutorado em Gerontologia Biomédica) – Instituto de Geriatria e Gerontologia, PUCRS.
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Gabriela Valle Gottlieb.

1. Envelhecimento. 2. Pilates, Método de. 3. Técnicas de Exercício e de Movimento. 4. Camellia Sinensis. 5. Síndrome Metabólica. 6. Mulheres. I. Gottlieb, Maria Gabriela Valle. II. Título.

CDD 613.70565
CDU 613.72:612.43
NLM WB 541

**Ficha Catalográfica elaborada por Vanessa Pinent
CRB 10/1297**

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Doutora Maria Gabriela Valle Gottlieb, que me incentivou e acreditou em meu trabalho.

Aos colegas de trabalho, pela dedicação e competência.

Às participantes deste estudo pelo esforço e dedicação que contribuíram para a realização deste estudo.

A minha família, que me apoiaram e acreditaram em meu trabalho.

O exercício físico e a temperança permitem conservar até na velhice um pouco da resistência de outrora.

É preciso resistir à velhice e combater seus inconvenientes à força de cuidados; é preciso lutar contra ela como se luta contra a doença; conservar a saúde, praticar exercícios apropriados, comer e beber para recompor as forças sem arruiná-las. Mas não basta estar atento ao corpo; é preciso ainda mais ocupar-se do espírito e da alma. Ambos, com efeito, se arriscam ser extintos pela velhice como a chama de uma lâmpada privada de óleo. E se o corpo se afadiga sob o peso dos exercícios, o espírito se alivia exercitando-se. (CÍCERO, 103-43 A.C).

RESUMO

Introdução: Síndrome Metabólica (SM) é um transtorno complexo e de grande importância epidemiológica, pois é responsável pelo aumento da mortalidade cardiovascular, todavia, pouco se conhece a respeito de sua etiologia. A predisposição genética, a alimentação inadequada e o sedentarismo estão entre os principais fatores de risco cardiovasculares que podem contribuir para o seu desencadeamento, devido a distúrbios que esses fatores causam ao sistema REDOX celular. Existem na literatura amplas evidências de que tanto a ingestão de alimentos funcionais como a *Cammelia sinensis* (ECS) como o exercício Pilates podem auxiliar na promoção da saúde e ter um efeito protetor contra os processos oxidativos, desempenhando um importante papel na redução do risco de SM. **Objetivos:** Avaliar a eficácia do treinamento com Pilates e da suplementação com o extrato de *Cammelia sinensis* (ECS) na modulação de marcadores bioquímicos, oxidativos, capacidade antioxidante e na composição corporal de voluntárias pós-menopáusicas portadoras de critérios diagnósticos para Síndrome Metabólica. **Metodologia:** Foi conduzido ensaio clínico randomizado, placebo controlado e duplo cego, com voluntárias pós-menopáusicas da comunidade de Porto Alegre, portadoras de critérios diagnósticos para Síndrome Metabólica. Foram randomizadas 60 voluntárias e divididas em 04 braços: grupo 1) Pilates + ECS (15 voluntárias); grupo 2) Pilates + Placebo (15 voluntárias); grupo 3) ECS (15 voluntárias) e grupo 4) Placebo (15 voluntárias). Os grupos intervenção com ECS e ECS + Pilates consumiram uma cápsula com excipiente 500mg de ECS ao dia, que poderia ser ingerida uma hora após a refeição mais importante, durante 24 semanas consecutivas. O grupo placebo também consumiu uma cápsula com excipiente de placebo por 24 semanas consecutivas. O treinamento com o método Pilates foi realizado durante 24 semanas, por 60 minutos, realizado duas vezes por semana. As variáveis analisadas foram: sociodemográficas, de composição corporal e marcadores do metabolismo oxidativo (AOPP, FRAP, NOx, IMA). A estatística aplicada foi: para comparar médias, a Análise de Variância (ANOVA) one-way complementada pelo teste de Tukey foram aplicadas. Em caso de assimetria, o teste de Kruskal-Wallis foi utilizado. Para ajustar as diferenças em relação à medida basal, a Análise de Covariância (ANCOVA) complementada pelo teste de Bonferroni foram aplicados. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$). **Resultados:** A média de idade da amostra foi de $61,3 \pm 6,6$ anos (intervalo de 51 a 77 anos). A média de idade não diferiu entre os grupos ($p = 0,462$), sendo respectivamente: grupo Pilates + ECS ($60,5 \pm 6,2$), grupo Pilates + Placebo ($62,6 \pm 6,7$), grupo ECS ($59,1 \pm 4,7$) e grupo Placebo ($62,9 \pm 8,0$). Foi verificado que a circunferência da cintura do grupo Pilates + Chá Verde foi significativamente mais baixa do que a dos grupos Chá verde e Placebo após a intervenção ($p < 0,001$). Os níveis de triglicédeos dos grupos Pilates + Chá Verde e Pilates + Placebo foram significativamente mais baixos do que os do grupo Placebo ($p = 0,010$). Os níveis de glicemia ($p = 0,041$), IMC ($p = 0,008$) e massa gorda do grupo Pilates + Chá Verde foi significativamente mais baixo do que os do grupo

Placebo ($p=0,013$). As médias da massa magra, em kg, dos grupos Pilates + Chá Verde e Pilates + Placebo foram significativamente mais elevadas do que as dos grupos Chá Verde e Placebo ($<0,001$). Assim como o percentual de massa magra do grupo Pilates + Chá Verde foi significativamente maior do que o dos grupos Chá Verde e Placebo, sendo que o percentual de massa magra do grupo Pilates + Placebo foi significativamente mais elevado somente em relação ao Placebo ($p=<0,001$). Em relação ao percentual de massa gorda, o grupo Pilates + Chá Verde foi significativamente menor do que o dos grupos Chá Verde e Placebo, sendo que o percentual de massa gorda do grupo Pilates + Placebo foi significativamente mais baixo do que o Placebo ($p=0,001$). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas no pós-intervenção em relação aos marcadores do metabolismo redox ($p>0,05$). **Conclusão:** Os resultados sugerem que os exercícios do método Pilates com e sem suplementação com ECS são eficazes para a redução das médias das variáveis circunferência da cintura, triglicérides e glicemia, bem como nas variáveis da composição corporal em mulheres pós-menopausa.

Palavras-chave: Pilates, Extrato *Camellia sinensis*, chá verde, síndrome metabólica.

ABSTRACT

Introduction: Metabolic syndrome (MS) is a complex and large epidemiological importance disorder, it is responsible for the increase in cardiovascular mortality, however, little is known about its etiology. Genetic predisposition, poor diet and physical inactivity are among the major cardiovascular risk factors that may contribute to its appearance due to disturbances that these factors cause the cellular redox system. The literature is ample evidence that both the intake of functional foods such as *sinensis* Cammelia (ECS) as the exercise Pilates can assist in health promotion and have a protective effect against oxidative processes, playing an important role in reducing the risk of MS. **Objectives:** To evaluate the effectiveness of training with Pilates and supplementation with the extract *Cammelia sinensis* (ECS) in the modulation of biochemical markers, oxidative, antioxidant capacity and body composition after voluntary menopausal patients with diagnostic criteria for metabolic syndrome. **Methods:** We conducted a randomized clinical trial, placebo controlled, double-blind, post-menopausal volunteers from the community of Porto Alegre, carrying diagnostic criteria for metabolic syndrome. Were randomized 60 volunteers and divided into 04 arms: Group 1) Pilates + ECS (15 volunteers); group 2) Pilates + Placebo (15 volunteers); group 3) ECS (15 volunteers) and group 4) Placebo (15 volunteers). Intervention groups ECS and ECS + Pilates consumed a capsule with 500mg excipient ECS per day, which could be ingested one hour after the main meal, for 24 consecutive weeks. The placebo group also consumed a placebo capsule with excipient for 24 consecutive weeks. The training with Pilates was performed for 24 weeks for 60 minutes, performed twice a week. The variables were: sociodemographic, body composition and markers of oxidative metabolism (AOPP, FRAP, NOx, IMA). Statistical applied was: to compare averages, analysis of variance (ANOVA) one way, Tukey test were applied. In the case of asymmetry, the Kruskal-Wallis test was used. To adjust for differences in relation to the baseline measurement, the Analysis of Covariance (ANCOVA) complemented by the Bonferroni test were applied. The significance level was 5% ($p < 0.05$). **Results:** The mean age of the sample was 61.3 ± 6.6 years (range 51-77 years). The mean age did not differ between groups ($p = 0.462$), being respectively: Pilates + ECS group (60.5 ± 6.2), Pilates + Placebo group (62.6 ± 6.7), ECS group ($59.1 \pm 4, 7$) and placebo group (62.9 ± 8.0). It was found that the circumference of Pilates + Green Tea groups waist was significantly lower than that of Green Tea and Placebo groups after intervention ($p < 0.001$). Triglyceride levels of Pilates groups + Green Tea and Pilates + Placebo were significantly lower than the placebo group ($p = 0.010$). Glucose levels ($p = 0.041$), BMI ($p = 0.008$) and fat mass + Green Tea Pilates group was significantly lower than in the placebo group ($p = 0.013$). The means of lean mass in kg of Pilates and Pilates + Green Tea + placebo groups were significantly higher than the group Green Tea and Placebo (< 0.001). As the percentage of lean mass from the + Green Tea Pilates group was significantly higher than the groups Green Tea and Placebo, and the percentage of lean mass Pilates + Placebo group was significantly higher only compared to placebo ($p = < 0.001$). Regarding body fat percentage, a + Green Tea Pilates group was significantly lower than the groups Green Tea and Placebo, and the body fat percentage Pilates + Placebo group was significantly lower than the placebo ($p = 0.001$). There were no statistically significant differences in post-intervention in relation to the redox metabolism markers ($p > 0.05$). **Conclusion:** The results suggest that the Pilates method of exercise with and without supplementation with ECS are effective for

reducing the means of the waist circumference, triglycerides and glucose, as well as the variables of body composition in postmenopausal women.

Keywords: Pilates, Camellia sinensis extract, green tea, metabolic syndrome.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de recrutamento, elegibilidade e randomização das mulheres adultas para o estudo de intervenção com Pilates e extrato de *Camellia sinensis*....50

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - A prevalência da Síndrome Metabólica de acordo com Organização Mundial da Saúde (OMS), Grupo Europeu para o Estudo da Resistência à Insulina (EGIR) e National Cholesterol Education - Terceiro Programa Painel de Tratamento de Adultos (NCEP ATP III).20
- Tabela 2** - Comparação entre os grupos investigados das variáveis sociodemográficas, racial, cultural e econômica da amostra.62
- Tabela 3** - Comparação das variáveis relacionadas à SM, à composição corporal e aos marcadores REDOX entre os grupos de intervenção no período pré-intervenção.....64
- Tabela 4** - Comparação das variáveis relacionadas à SM, à composição corporal e aos marcadores REDOX entre os grupos de intervenção no período pós-intervenção.....66
- Tabela 5** - Comparação das variáveis relacionadas à SM, à composição corporal e aos marcadores REDOX intragrupos pré e pós-intervenção.....67
- Tabela 6** - Comparação das variáveis relacionadas à SM, à composição corporal e aos marcadores REDOX intragrupos pré e pós-intervenção - continuação.....69

LISTA DE ABREVIATURAS

- ABDU** – Unidade de absorvância
- AGE** – Glicação avançada
- AOPP** – Produto avançado da oxidação proteica
- AP-1** – Proteína ativadora
- ATP** – Adenosina Trifosfato
- CAT** – Catalase
- COX** – Ciclo-oxigenase
- DCNT** – Doenças Crônicas Não Transmissíveis
- DCV** – Doenças Cardiovasculares
- DTT** – Ditioneitol
- ECS** – Extrato de *Camellia sinensis*
- EGIR** – European Group for the Study of Insulin Resistance
- eNOS** – Óxido Nítrico sintétase endotelial
- ERO** – Espécies Reativas de Oxigênio
- FEFID** – Faculdade de Educação Física e Ciências do Desporto
- Fe³⁺ - TPTZ** – Ferri-tripiridiltriazina
- Fe²⁺ - TPTZ** – Ferroso-tripiridiltriazina
- FRAP** – Habilidade de redução férrica plasmática ou “poder antioxidante”
- GPx** – Glutathione-peroxidase
- GST** – Glutathione-S-transferase
- HDL** – Alta densidade de lipoproteína
- IDF** – Federação Internacional de Diabetes
- IL6** – Interleucina-6
- IL-1 β** – Interleucina 1 β
- IMA** – Albumina Modificada pela Isquemia
- IMC** – Índice de Massa Corporal
- iNOS** – NOS induzível
- LAPAFI** – Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Atividade Física
- MAPK** – Atividade Mitógena da Proteína Quinase
- mAOPPs** – Produto avançado da oxidação proteica modificada
- MDA** – Malondialdeído
- MPO** – Mieloperoxidase

NCEP – he National Cholesterol Education Program
NCEP-ATP III – Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults
NF-kB – Fator Nuclear kB
nNOS – NOS Neuronal
NO – Óxido Nítrico
NOS – Óxido Nítrico Sintetase
NOX – Nitrito + Nitrato
O2- – Superóxido
OH – Radical Hidroxila
OMS – Organização Mundial da Saúde
Ox-LDL – Baixa Densidade de Lipoproteína Oxidada
PA – Pressão Arterial
PAD – Pressão Arterial Diastólica
PAS – Pressão Arterial sistólica
PCR – Proteína C-reativa
PCR-us – Proteína C reativa-ultrassensível
ReBEC- Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos
REDOX - Reações de redução-oxidação
SM – Síndrome Metabólica
SOD – Superóxido Dismutase
TG – Triglicerídeos
XO – Xantina oxidase

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 CONTEXTUALIZANDO A SÍNDROME METABÓLICA	18
2.1.1 Epidemiologia.....	18
2.1.2 Etiologia da Síndrome Metabólica	22
2.1.3 Estresse oxidativo e SM.....	23
2.2 CAMELLIA SINENSIS: UM ALIMENTO FUNCIONAL.....	31
2.3 EXERCÍCIO FÍSICO COMO MODULADOR DO ESTRESSE OXIDATIVO E DA COMPOSIÇÃO CORPORAL: O MÉTODO PILATES	36
3. HIPÓTESE	44
3.1 HIPÓTESE NULA	44
3.2 HIPÓTESE ALTERNATIVA.....	44
4. OBJETIVOS	45
4.1 GERAL.....	45
4.2 ESPECÍFICOS	45
5. METODOLOGIA	46
5.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO	46
5.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	46
5.3 RECRUTAMENTO	46
5.4 RANDOMIZAÇÃO	47
5.5 INTERVENÇÃO	48
5.5.1 Extrato de <i>Camellia sinensis</i> (ECS) e Placebo.....	48
5.5.2 Treinamento com o método Pilates	50
5.5.3 Exercícios com Aparelhos.....	52
5.5.4 Exercícios no solo	53
5.5.5 Coleta de Sangue.....	54
5.5.6 Cegamento	54
5.5.7 Avaliação da Adesão ao Estudo	55
5.5.8 Avaliação dos Efeitos Adversos.....	55
5.6 VARIÁVEIS E INSTRUMENTOS DE COLETA.....	56

5.6.1 Antropométricas e Fisiológicas	57
5.7 DIAGNÓSTICO DE SÍNDROME METABÓLICA	58
5.8 LOGÍSTICA DO ESTUDO	58
5.9 ESTATÍSTICA	59
5.10 ÉTICA	59
6. RESULTADOS	61
7. DISCUSSÃO	70
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
9. CONCLUSÃO.....	77
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICE A – Artigo Publicado	93
APÊNDICE B – Artigo Publicado	94
APÊNDICE C – Artigo para Submissão	95
ANEXO A – Comissão Científica.....	96
ANEXO B – Comissão de Ética	97

1. INTRODUÇÃO

Há aproximadamente três décadas, ocorre uma discussão sobre o desencadeamento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) em idosos, e essa discussão tem se concentrado em torno de fatores genéticos, metabólicos e estilo de vida, principalmente no que se refere à atividade física e dieta. Tal discussão e tais estudos científicos a ela relacionados são de grande relevância em nível de saúde pública, uma vez que as doenças cardiovasculares (DCV) representam a principal causa de morbimortalidade em países desenvolvidos e em desenvolvimento, como é o caso do Brasil (LAKKA et al., 2002; GIRMAN et al., 2004)

As doenças cardiovasculares provêm de distúrbios de origem metabólica cuja influência ainda precisa ser mais bem caracterizada. Neste sentido, já está bem estabelecido, tanto na literatura científica como na clínica médica, que a Síndrome Metabólica (SM) é um fator de risco cardiovascular, usualmente relacionado à deposição central de gordura, ou obesidade central e à resistência à insulina (BRASIL, 2005). A SM, segundo a I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica, é um transtorno complexo e de grande importância epidemiológica, pois é responsável por aumento da mortalidade e eventos cardiovasculares em torno de 2,5 vezes (COMISSÃO ORGANIZADORA DA IDIRETRIZ BRASILEIRA DE DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DA SÍNDROME METABÓLICA, 2005). Entretanto, pouco se conhece a respeito da etiologia da SM. Sabe-se, contudo, que a predisposição genética, a alimentação inadequada e o sedentarismo estão entre os principais fatores de risco que podem contribuir para o seu desencadeamento devido a distúrbios que esses fatores causam ao sistema redox celular (LIESE et al., 1998).

Dentro deste contexto, em relação à fisiopatologia da SM, um fator que se destaca é o estresse oxidativo. Há evidências de que a maior produção de radicais livres está inversamente correlacionada à ação insulínica, sendo ainda observadas em portadores de SM baixas concentrações de alguns antioxidantes, o que pode aumentar o risco de desenvolvimento de diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares (FORD et. al., 2005).

Existem, na literatura, amplas evidências de que o consumo diário de alimentos contendo substâncias que auxiliam na promoção da saúde pode ter um efeito protetor contra os processos oxidativos que ocorrem naturalmente no organismo, desempenhando um importante papel na redução do risco de DCNTs como a SM.

Alimentos com estas características são denominados “alimentos funcionais” e são definidos como

(...) alimento ou ingrediente que além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica. (I DIRETRIZ BRASILEIRA DE DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DA SÍNDROME METABÓLICA, 2005, p 12).

O chá verde (*Camellia sinensis*) tem sido alvo de numerosos estudos, cujos resultados demonstram possíveis efeitos antioxidantes, anticarcinogênicos, de redução do peso e protetores contra DCV e SM (PIMENTEL et al., 2010; TINAHONES et. al., 2008; JIAN et. al., 2004). Entretanto, é preciso destacar que não somente os alimentos funcionais têm potencial de prevenir doenças, pois a prática de exercício físico regular também exerce efeitos benéficos e preventivos à saúde.

Alguns estudos conduzidos no Brasil sobre a prevalência da SM têm demonstrado que o estilo de vida, principalmente o sedentarismo e a dieta inadequada, é um fator ambiental fortemente associado com o aumento da prevalência de DCNT e mortalidade. Além disso, é importante ressaltar que o sedentarismo aumenta e tende a se cristalizar com o avanço do processo de envelhecimento, e a dieta tende a se tornar monótona e calcada em carboidratos simples.

Nesse sentido, enfatiza-se a necessidade de mudanças no estilo de vida que promovam a prática regular de exercício físico, aliada a uma dieta balanceada, rica em componentes bioativos com atividade antioxidante para o controle do estresse oxidativo, visando à promoção de saúde.

Investigações que avaliem o papel dos exercícios físicos (Pilates) e da dieta (suplementação com extrato de chá verde), de forma controlada, nos níveis de marcadores oxidativos e antioxidantes em mulheres pós-menopáusicas portadoras de fatores de risco cardiometabólico, são essenciais não somente para aprofundarmos o conhecimento a respeito da sua etiologia, mas, principalmente, para contribuir para o melhor manejo terapêutico dessa condição. Corroborando essa ideia, é essencial investir em uma agenda científica e tecnológica de investigação interdisciplinar para se elucidar os fatores envolvidos na etiologia e os mecanismos fisiopatológicos da SM, que, em última instância, seja aplicável à saúde pública.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONTEXTUALIZANDO A SÍNDROME METABÓLICA

2.1.1 Epidemiologia

A Síndrome Metabólica (SM) é considerada um distúrbio metabólico complexo, provocado pela quebra da homeostase corporal, razão pela qual é também chamada de “Síndrome da Civilização” (FORD, et al., 2003). Por se tratar de um distúrbio que envolve o metabolismo dos lipídeos, carboidratos e proteínas provenientes da dieta, bem como programação e predisposições genéticas, marcadores bioquímicos relacionados com a sua etiologia têm sido intensamente investigados nos últimos anos (VALE, 2008).

A SM é uma condição de prevalência elevada e crescente em algumas populações, destacando-se as afrodescendentes, americanas e hispânicas (VALE, 2008). Segundo Park et al. (2003), a incidência e a prevalência da SM aumentam com a idade, principalmente depois dos 60 anos, tanto em homens como em mulheres (PARK et al., 2003). De acordo com esse estudo, nos Estados Unidos, a prevalência dessa síndrome está em torno dos 23% em pessoas não idosas de ambos os sexos, chegando a 43% nos indivíduos com mais de 60 anos de idade (FORD et al., 2003). O trabalho mostrou também que a SM estava presente em 4,6% dos indivíduos com peso normal, em 22,4% dos indivíduos com sobrepeso e em 59,6% nos indivíduos obesos. O sedentarismo também foi associado com o aumento do risco de desenvolvimento da síndrome (PARK et al., 2003).

Em 2004, a Federação Internacional de Diabetes (IDF) organizou um workshop com 21 participantes dos cinco continentes, de diversos ramos da saúde: *World Health Organization* (WHO), *European Group for the Study of Insulin Resistance* (EGIR) e *Third Adult Treatment Panel* (NCEP ATP III). Observou-se no encontro que existem múltiplas definições e dados estatísticos de prevalência e incidência para a SM. Sendo assim, surgem inevitáveis dificuldades para comparação e análise de estudos científicos sobre os critérios de diagnósticos para a doença (ALBERTI, ZIMMET, SHAW, 2006).

A prevalência da SM está aumentando rapidamente em todo o mundo, não apenas nos países industrializados, mas também nos países em desenvolvimento. Associada ao aumento na ingestão de alimentos hipercalóricos e à inatividade física, está se tornando uma epidemia mundial (FRANKLIN, KANALEY, 2009; OTANI, 2011).

Etnias com variantes genéticas e padrões culturais diferentes dificultam a padronização de critérios para diagnóstico em estudos sobre a prevalência e a incidência da SM (BANERJEE, VATS, 2013; GALASSETI, 2012). Para enfrentar essa dificuldade, a *International Diabetes Federation (IDF)* tem produzido um novo conjunto de critérios para o uso tanto nos estudos epidemiológicos em SM, como também em prática clínica a nível mundial. O objetivo é identificar as pessoas com SM para esclarecer a natureza da síndrome e concentrar-se em estratégias terapêuticas para reduzir o risco em longo prazo de doença cardiovascular. (ALBERTI, ZIMMET, SHAW, 2006).

A existência de várias definições para a SM gerou muitos estudos e trabalhos de pesquisa, comparando os méritos de cada definição. Porém, não é possível fazer comparações diretas entre os dados de estudos quando definições diferentes foram usadas para identificar indivíduos com a síndrome. Assim, como a prevalência dos componentes individuais da SM varia entre as populações, o mesmo acontece com a própria SM. Diferenças de fundo genético, de dieta, de nível de atividade física e exercícios físicos, de idade e de sexo da população influenciam a prevalência da SM e dos seus componentes. O que é muito claro a partir dos dados epidemiológicos é que a SM é um problema frequente e crescente no mundo. (ALBERTI, ZIMMET, SHAW, 2006; CAMERON, SHAW, ZIMNE, 2006). Os dados de prevalência para a SM em diferentes países e diferentes grupos étnicos estão resumidos na Tabela 1, utilizando-se as três principais definições.

No Brasil, os dados sobre a incidência e a prevalência da SM ainda são pontuais e escassos. Entretanto, um estudo realizado na cidade de Londrina-PR, que envolveu mulheres entre 60 e 84 anos, mostra que a prevalência de SM foi de 39,9%. No período de seguimento de sete anos, observou-se que 51,6% dessas mulheres apresentaram eventos cardiovasculares fatais, e 49,4%, não fatais (CABRERA et al. 2007).

Outro estudo, realizado no Brasil, em Vitória/ES, mostrou uma prevalência de SM de 29,8% (segundo o critério de diagnóstico NCEP-ATPIII) em uma população entre 25 e 64 anos. A prevalência aumentou com a idade, sendo 15,8% no grupo mais

jovem (26-34 anos), e 48,3% no grupo mais velho (55-64 anos) (SALAROLI, 2007). No caso do Rio Grande do Sul, na cidade de Porto Alegre, o estudo conduzido por Bopp M et al., em 2009, apresentou uma prevalência de SM alta na população, em torno de 61,5%, diagnosticado pelo critério do NCEP-ATPIII (BOPP, BARBEIRO, 2009).

Os critérios adotados no Brasil são semelhantes aos adotados pelas organizações internacionais, tais como a *International Diabetes Federation*. Entretanto, é importante ressaltar que existem diferentes critérios diagnósticos para a SM (Quadro 1), os quais, muitas vezes, apresentam taxas de prevalências também diferentes, bem como, não há um consenso adotado entre esses critérios, o que pode dificultar a execução de investigações sobre o tema. (ALBERTI, ZIMMET, SHAW, 2006).

Tabela 1 - A prevalência da Síndrome Metabólica de acordo com Organização Mundial da Saúde (OMS), Grupo Europeu para o Estudo da Resistência à Insulina (EGIR) e National Cholesterol Education - Terceiro Programa Painel de Tratamento de Adultos (NCEP ATP III).

	OMS	EGIR	NCEP ATP III
Austrália	≥ 30 anos	> 24 anos	> 24 anos
Homens	25.2	18.6	19.5
Mulheres	16.7	13.3	17.2
França	30-64 anos	30-65 anos	30-64 anos
Homens	23.0	16.4	10.0
Mulheres	12.0	10.0	7.0
Maurício	> 24 anos	> 24 anos	> 24 anos
Homens	20.9	9.0	10.6
Mulheres	17.6	10.2	14.7

Fonte: Alberti K.G.M.M et al., 2009

Quadro 1 - Critérios diagnósticos da SM de acordo com diferentes entidades.

	OMS	IDF	NCEP
Obesidade	Relação cintura/quadril >0,9 em homens e >0,85 em mulheres e/ou IMC > 30kg/ m ²	Cintura abdominal > 94cm em homens europeus, > 90cm em homens asiáticos e > 80cm em mulheres	Cintura abdominal > 102cm em homens e > 88cm em mulheres
Glicose plasmática	Diabetes, intolerância glicídica ou resistência à insulina comprovada pelo clamp	≥100mg/dL ou diagnóstico prévio de diabetes	≥110mg/dL
Triglicerídeos	≥150mg/dL	150mg/dL ou tratamento para dislipidemia	≥150mg/dL
HDL	<35mg/dL homens e <39mg/dL mulheres	<40 mg/dL homens e <50mg/dL mulheres ou tratamento p/ dislipidemia	<40mg/dL homens e <50mg/dL mulheres
Pressão arterial	P. sistólica ≥ 140mmHg ou diastólica ≥ 90mmHg ou tratamento p/ hipertensão arterial	P. sistólica ≥ 130mmHg ou diastólica ≥ 85mmHg ou tratamento p/ hipertensão arterial	P. sistólica ≥ 130mmHg ou diastólica ≥ 85mmHg
Outros	Excreção urinária de albumina ≥ 20mcg ou relação albumina/creatinina ≥ 30mg/g		

Fonte: Arq Bras Endocrinol Metab. 2009; 53/91096.

Uma vez que a incidência da SM tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, tal distúrbio tem sido alvo constante de debate e investigação, principalmente a respeito de sua etiopatogênese e de seu manejo clínico. Neste sentido, Gottlieb et al. realizou uma revisão sobre os principais aspectos genéticos, evolutivos e nutricionais envolvidos no desencadeamento da SM. Com base na literatura, os autores reportaram que uma vez que os genes exprimem seus efeitos no fenótipo via reações bioquímicas, tais efeitos dependem do meio químico e físico em que essas reações ocorrem. Deste modo, o hábito alimentar e o estilo de vida da espécie humana, principalmente no que diz respeito à atividade física, podem ter sido cruciais para o desenvolvimento de distúrbios metabólicos, como é o caso da SM²³. Um aporte nutricional inadequado e ao menor dispêndio de energia, via inatividade

física, são, em conjunto, os principais fatores capazes de alterar de forma negativa o metabolismo redox celular (LIESE, 1998).

2.1.2 Etiologia da Síndrome Metabólica

A SM é uma morbidade multifatorial e sistêmica, uma vez que afeta a homeostase de diversos sistemas corporais, principalmente o vascular. Na sua patogênese, estão incluídos, além dos fatores cardiovasculares clássicos, a predisposição genética e os fatores de risco modificáveis, como o sedentarismo e a dieta focada na alta ingestão de gorduras, carboidratos simples e sal (CAMERON, SHAW, ZIMNE, 2006).

Os resultados de diferentes estudos têm mostrado que o estresse oxidativo pode desempenhar um papel chave no aparecimento de doenças crônicas, tais como a SM, a obesidade e, subsequentemente, as DCVs. O papel do estresse oxidativo na SM ainda não está totalmente esclarecido, mas a sua importância nesse processo reside principalmente nas manifestações associadas à SM, como aterosclerose, hipertensão, obesidade e resistência à insulina. Adicionalmente, estudos em modelos experimentais com roedores já demonstraram que o estresse oxidativo aumenta a resistência à insulina e a adiposidade (OGIHARA, ASANO e ANDO, 2002; NDISANG, LANE e JADHAV, 2009; URAKAWA, KATSUKI e SUMIDA, 2003).

Corroborando esses achados, pacientes com SM têm elevados níveis de dano oxidativo (peroxidação lipídica, níveis aumentados de malondialdeído (MDA), carbonilação de proteínas e aumento da atividade da xantina oxidase), evidenciado pela diminuição da proteção antioxidante (diminuição da concentração de vitamina C, α -tocoferol, da atividade da enzima superóxido dismutase) (ARMUTCU, 2008). Portanto, níveis elevados de oxidação lipídica e baixos níveis de atividade antioxidante são encontrados em indivíduos com SM (ARCARO, 2002). Além disso, também foram verificadas significativas e positivas correlações entre essas moléculas e níveis de albumina modificada pela isquemia (IMA), uma molécula gerada a partir de processos isquêmicos e hipóxia. (VALLE et al., 2010)

Por esses motivos, tem sido sugerido que o estresse oxidativo pode ser um estímulo inicial e desencadeador da SM, e não um evento subsequente (OGIHARA, ASANO e ANDO, 2002). Nesse contexto, destaca-se a necessidade de estudos

focados em alimentos funcionais aliados a exercícios físicos controlados, pois são considerados promotores de saúde por estarem associados à diminuição dos riscos de desencadeamento da SM.

2.1.3 Estresse oxidativo e SM

A produção de radicais livres e/ou de espécies reativas de oxigênio (ERO) em condições normais no organismo é uma via fisiológica contínua que desempenha diversas funções essenciais para o funcionamento celular ideal (OTANI, 2011; POLJSK, MILISAV, 2013), dentre as quais se destacam: mediação da transferência de elétrons nas várias reações bioquímicas, geração de ATP, processos imunológicos, ativação e regulação gênica e fertilização do óvulo. Porém, a produção excessiva de ERO pode conduzir a danos oxidativos e ocasionar o que chamamos de estresse oxidativo, que é um desequilíbrio entre a produção de ERO e de atividade antioxidante. Logo, a superprodução de ERO pode ser uma alteração no sistema de defesa endógeno antioxidante, incluindo antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos, que levam à ativação de vias de sinalização sensíveis ao estresse e ao desenvolvimento de condições patológicas (POLJSK, MILISAV, 2013; BARBOSA et. al., 2010; RAHAS, 2014).

A produção de radicais livres, principalmente superóxido (O_2^-), está presente em uma variedade de sistemas enzimáticos celulares, principalmente os NAD (P) H oxidase, xantina oxidase (XO), ciclo-oxigenase (COX), óxido nítrico sintetase endotelial (eNOS) e mieloperoxidase (MPO), e está relacionada ao aumento do aporte de glicose ao ciclo de Krebs. Os quatro principais mecanismos moleculares relacionados à toxicidade da glicose e à formação de ERO no desencadeamento de lesão celular são: fluxo aumentado via do poli-ol, aumento do produto final da glicação avançada (AGE), ativação da proteína quinase C (PKC) e aumento do fluxo isoformas de via de hexosamina, que têm sido implicados na lesão vascular mediada por glicose. A superóxido-dismutase (SOD), a catalase (CAT), a glutatona-peroxidase (GPx), a glutatona-S-transferase (GST) e o óxido nítrico sintetase (NOS) são enzimas envolvidas no metabolismo antioxidante que controlam a produção de ERO. Adicionalmente, estudos têm demonstrado que polimorfismos funcionais nos genes

que codificam estas enzimas antioxidantes podem estar envolvidos na patogênese de diabetes tipo 2 (KUMAWAT et al., 2012; BANERJEE, VATS, 2014).

A teoria do estresse oxidativo ou dos radicais livres é uma das explicações mais aceitas para o processo de envelhecimento, postulando que os níveis aumentados de ERO levam a alterações funcionais, condições patológicas e outros sinais de envelhecimento clinicamente observáveis e que, finalmente, podem levar a morte do indivíduo. (POLJSAK, MILISAV, 2013; RAHAL et. al., 2014). Não importa se o dano ao DNA mitocondrial está envolvido ou se os danos na cadeia de transporte de elétrons são responsáveis pelo envelhecimento, à modulação da resposta de sinal celular ao estresse ou a ativação de fatores de transcrição REDOX-sensíveis relacionados com a idade, faz com que ocorra uma regulação positiva da expressão de genes pró-inflamatória, finalmente leve a um aumento nos níveis de ERRO (RAHAL et., al, 2014). A causa é o envelhecimento.

A disfunção endotelial é uma característica chave da SM e está intimamente relacionada com a resistência à insulina. Essa relação funcional parece ser resultado, em parte, da indução do estresse oxidativo pela hiperinsulinemia (ARMUTCU, 2008). Estudo realizado por Gottlieb et al. (2010) suporta a hipótese da associação entre SM e estresse oxidativo, uma vez que foram observados níveis elevados de moléculas geradas pelo e associadas ao estresse oxidativo, como a Ox-LDL e o anti-OxLDL, bem como moléculas envolvidas na resposta inflamatória, como a PCR-us e a IL-6.

Além disso, também foram verificadas significativas e positivas correlações entre essas moléculas e níveis de albumina modificada pela IMA, uma molécula gerada a partir de processos isquêmicos e hipóxia (BARBOSA et al., 2008). Os estudos têm mostrado que o estresse oxidativo promove processos inflamatórios pró-aterogênicos em estágios iniciais do desenvolvimento da doença coronariana e tem sido previamente associado com SM e diabetes tipo 2 (SILVA et al.; SCHWARZENBACH, 2013).

Urakawa et al. (2003) sugerem que o estresse oxidativo pode ser considerado um evento prematuro ou desencadeador da etiopatogênese da SM, não uma mera consequência. Durante o envelhecimento, tanto homens quanto mulheres apresentam deficiência no mecanismo de defesa antioxidante, o que acarreta aumentos dos níveis de ERO. Entretanto, para as mulheres na menopausa, a produção reduzida de estrogênio provoca hipertrigliceridemia, hipercolesterolemia e hiperlipoproteinemia, cuja oxidação faz com que a acumulação de radicais livres na célula aumente o

estresse oxidativo (POLJSAK, MILISAV, 2013). Mulheres pós-menopausa também apresentam valores altos de leptina e aumento da circunferência da cintura, que são importantes preditores de resistência à insulina (POLJSAK, MILISAV, 2013; KUMAWAT et al. 2012; BANERJEE, VATS, 2014).

2.1.3.1 Produtos avançados da oxidação proteica

O desequilíbrio entre agentes oxidantes e antioxidantes deixa as proteínas mais vulneráveis à oxidação e à formação de produtos avançados de oxidação proteica (AOPP), fragmentos carbonilados e outros produtos indesejados da oxidação (PANDEY, RIZVI, 2010).

Os AOPP correspondem a proteínas altamente oxidadas, formadas durante o estresse oxidativo, por meio de reações de proteínas plasmáticas com oxidantes clorados. Para muitos pesquisadores, os AOPP são considerados um novo marcador de dano oxidativo mediado pela proteína-oxidante (BARSOTTI, 2011). Recentemente, tem sido destacada a importância desse marcador em estudos com doenças cardiometabólicas, assim como também, por diversas complicações por agentes patogênicos. Esses produtos de fato podem agir como mediadores pró-inflamatórios e podem desencadear a ativação de neutrófilos, monócitos e linfócitos T, com o aumento dos níveis de AOPP. Alguns estudos têm demonstrado que, independentemente dos níveis de fibrinogênio e da proteína C reativa, os AOPP podem prever eventos cardiovasculares ateroscleróticos em pacientes com risco de aterosclerose elevada (BARSOTTI, 2011).

Em um estudo com pacientes com síndrome coronariana aguda, foram observados um nível elevado de concentração de AOPP e uma correlação positiva entre os níveis de IL-1 β . O grupo de pacientes hiperglicêmicos, que sofreram infarto agudo do miocárdio, apresentou maior ativação inflamatória com maior risco para eventos recorrentes (BARSOTTI, 2011).

A diabetes mellitus é uma complexa desordem metabólica entre agentes oxidantes/antioxidantes, sendo os AOPP um expressivo marcador para estimar o grau de danos oxidativos na proteína em pacientes portadores de diabetes tipo 2 (Pandey et. al., 2010; Piwowar et. al., 2007). Neste estudo com pacientes diabéticos tipo 2, eles foram separados em subgrupos: um era composto por pacientes com complicações

vasculares e outro com pacientes acima do peso. A concentração de AOPP foi significativamente mais alta nos grupos de pacientes com macro angiopatia e obesidade (PIWOWAR et. al., 2007).

Codoñer-Franch et al. (2012) investigaram o AOPP em crianças obesas. A principal novidade do estudo foi a constatação de que os níveis de AOPP medidos pelo ensaio modificado (mAOPPS) foram elevados em crianças obesas, principalmente nos indivíduos com fator de risco metabólico. O nível de mAOPPS foi, positivamente, correlacionado com os triglicerídeos e negativamente correlacionado com os níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL). As alterações oxidativas de proteínas permanecem evidentes em crianças obesas quando os AOPP são medidos em plasma delibilitado.

Assim, esta abordagem pode produzir uma melhor estimativa do nível de AOPP, evitando o efeito de confusão dos triglicerídeos endógenos (CODOÑER-FRANCH et al., 2012). Na verdade, as concentrações de mAOPPS em crianças obesas foram ainda mais elevados nas que apresentavam um perfil lipídico aterogênico e resistência à insulina, o que confirmou os resultados de outros estudos em mostrar AOPP como um preditor, independente de fatores de risco, para a SM (CODOÑER-FRANCH et al., 2012).

2.1.3.2 Metabólitos do óxido nítrico (NOx)

O óxido nítrico (NO) é um gás produzido pela ação da enzima óxido nítrico sintetase (NOS), encontrada em todos os tecidos, incluindo endotélio, tecido nervoso e macrófagos. Existem três principais isoformas de NOS, codificadas por genes separados em cromossomos distintos: NOS neuronal (nNOS), ou tipo 1; NOS induzível (iNOS), ou tipo 2; e endotelial-eNOS, ou tipo 3 (HUANG, 2009). Acredita-se que a sua produção local determina as ações fisiológicas e que ela é responsável também pela formação de muitos produtos finais envolvidos no estresse oxidativo, direta ou indiretamente, após a reação com o oxigênio (GHASEMI, ZAHEDIASL, 2011; HUANG, 2009). Parâmetros da SM podem estar relacionados à disfunção endotelial celular que (HUANG, 2009; GHASEMI, ZAHEDIASL, AZIZI, 2010), segundo hipótese, está relacionada com a diminuição do conteúdo de NO por meio de inativação de NO por superóxido, considerando-se que o NO modula o tônus vascular através da sua

ação vasodilatadora. A interação de NO com superóxido pode produzir peroxinitrito, que se decompõe para formar um radical hidroxila (OH), resultando assim em aumento do estresse oxidativo. Esta perda de biodisponibilidade do NO é uma característica importante da disfunção endotelial (CODOÑER-FRANCH, 2011)

Os componentes nitrito e nitrato, no plasma humano, são os produtos de oxidação derivados de NO e da eNOS (óxido nítrico sintetase endotelial), que é indicador quantitativo da formação de NO. Os nitritos têm sido propostos como indicadores de NO bioativo sintetizado por eNOS na parede vascular. Em contraste, o nitrato do plasma, NO_x, será indicativo do total de síntese. A mensuração de NO_x (plasma/soro) é o método mais adequado para avaliar a síntese de NO *in vivo*. (GHASEMI, ZAHEDIASL, 2011).

No organismo, 90% do NO é convertido em nitrato, que é o principal produto final estável de formação de NO *in vivo* (GHASEMI, ZAHEDIASL, 2011). O tecido adiposo pode ser uma fonte potencial de produção de NO, porque nele ambas as eNOS e iNOS (óxido nítrico sintetase indutível) foram encontrados (GHASEMI, ZAHEDIASL, AZIZI, 2010).

Apesar do papel protetor do NO na função cardiovascular, devido à sua ação vasodilatadora, as evidências indicam que maiores níveis de NO_x estão presentes em indivíduos com SM (GHASEMI, ZAHEDIASL, AZIZI, 2010; CODOÑER-FRANCH, 2011; ZAHEDI et al., 2008; UEYAMA, 2008). A alta concentração de NO_x está diretamente associada aos fatores de riscos metabólicos e pode estar envolvida na patofisiologia das doenças. No entanto, Zahedi et al. (2008) observou em seu estudo que a insulina estimula a produção de NO a partir do endotélio, o que poderia explicar o aumento nas concentrações de NO_x, pois tem sido demonstrado que a expressão de eNOS diminui na síndrome de resistência à insulina.

Uma redução na biodisponibilidade do eNOS pode resultar em anormalidades na homeostase de energia, ocasionando geração insuficiente de energia da gordura armazenada no tecido adiposo branco e geração insuficiente de calor (termogênese) a partir de tecido adiposo escuro. Ambos os efeitos levariam a um aumento de armazenamento de gordura e risco para SM (HUANG, 2009).

A relação recíproca entre resistência à insulina e disfunção endotelial fornece um mecanismo fisiopatológico ligado a distúrbios da homeostase metabólica e cardiovascular, típicos na SM (GHASEMI, ZAHEDIASL, AZIZI, 2010).

Os valores de referência (resistência à insulina, disfunção renal e endotelial) para a concentração de NOx têm sido relatados tanto em adultos como na pediatria. Os distúrbios da homeostase metabólica iniciam cedo na vida, muito antes de a doença clínica ficar evidente, e persistem ao longo da infância para a adolescência e idade adulta (GHASEMI, ZAHEDIASL, 2011; GHASEMI, ZAHEDIASL, AZIZI, 2010; CODOÑER-FRANCH, 2011).

Ghasemi et al. (2010) concluiu em seu estudo a associação entre NOx no soro com SM em crianças e adolescentes na cidade de Teerã. O NOx foi correlacionado a outros componentes da SM, especialmente à glicemia de jejum, na análise de agrupamento de fatores de riscos metabólicos que podem ter um papel unificador no agrupamento de componentes de SM. Nesse estudo, também foi notado que indivíduos do sexo masculino apresentaram valores mais elevados de NOx do que as mulheres.

Outros estudos também mostram uma associação positiva entre os níveis de NOx e pressão arterial. Em um estudo comparando o grupo de afroamericanos normotensos e o grupo experimental, foi observado um aumento nos níveis de NOx no grupo experimental que apresentava pressão arterial elevada. Os autores desse estudo sugeriram que a análise deste marcador possa ajudar a monitorar estados de severa hipertensão (HIGASHINO, MIYA e MIYA, 2007).

Nos estudos experimentais com ratos jovens, observaram-se numerosos distúrbios metabólicos, como a hipertensão, a arterosclerose, a resistência à insulina e a obesidade visceral. Verificou-se que um único gene defeituoso, o da eNOS, causava um agrupamento de fatores de riscos cardiovasculares. Especula-se que a deficiência na eNOS pode desencadear muitas anormalidades que compõe a SM, inclusive em humanos (COOK et al., 2003).

Ueyama et al.(2008) analisou a correlação do componentes da SM com o NOx em grupos de adultos de meia idade e idosos. Os níveis de NOx (algoritmicamente transformado e ajustado à idade) foram significativamente maiores nos indivíduos com os níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL) baixo, e altas nos índice de massa corporal (IMC), pressão arterial (PA) e triglicédeos (TG). Observou-se também que os níveis de NOx eram significativamente maiores em indivíduos que apresentavam quatro ou mais componentes que representam a SM.

2.1.3.3 Albumina modificada pela isquemia (IMA)

Alterações da albumina sérica têm sido avaliadas como um possível marcador bioquímico de isquemia cardíaca. A ligação desta molécula com o cobalto resulta na albumina modificada pela isquemia. (DUARTE et al., 2009).

A geração de ERO pode modificar a região N-terminal da albumina e produzir um aumento da concentração de albumina modificada com IMA, um novo marcador para isquemia. IMA demonstra ser um marcador bioquímico sensível de interesse crescente, especialmente para o diagnóstico de isquemia do miocárdio (DUARTE et al., 2009). Recentes estudos vêm investigando a associação entre IMA e disfunções metabólicas como a SM (DUARTE et al., 2009).

Segundo Gottlieb et al. (2010), os níveis alterados do IMA não estão presentes somente em condições biológicas agudas, como infarto do miocárdio, mas em microambientes que podem aumentar a hipóxia tecidual. Em seu estudo, os indivíduos com SM apresentaram níveis mais elevados de IMA que poderiam indicar uma importante condição subclínica de uma insuficiência de oxigenação periférica e um estado inflamatório de baixo grau. Nos sujeitos que apresentaram hipercolesterolemia e diabetes, os níveis de IMA foram mais elevados do que indivíduos saudáveis. O estudo sugeriu que a molécula de albumina no plasma de pacientes diabéticos é modificada nas condições de hipóxia crônica provocada principalmente por hiperglicemia e o estresse oxidativo na diabetes. Essa associação corrobora outros estudos, que também avaliaram esse marcador com os marcadores oxidativos inflamatórios encontrados em suas amostras, como a proteína C-reativa (PCR), Ox-LDL, anti-OxLDL e IL-6. (Gottlieb et al., 2010; DUARTE et al., 2009).

A hiperglicemia e a inflamação reduzem a capacidade da albumina para se ligar ao cobalto, resultando em níveis mais elevados de IMA (KAEFER et al., 2010). Kaefer et al. (2010) observou em seu estudo um aumento de IMA e proteína C-reativa em pacientes portadores de diabetes tipo 2, especialmente naqueles com controle glicêmico inadequado e maior atividade inflamatória. Pacientes diabéticos apresentavam aumento dos níveis de PCR e baixos níveis de albumina em comparação com indivíduos controle. Isso muitas vezes é observado em processos inflamatórios devido a uma resposta de fase aguda discreta, resultando na diminuição da síntese de albumina pelo fígado em favor de proteínas de fase aguda. Menor nível

de albumina também leva a uma maior quantidade de cobalto livre disponível para reagir com ditiotreitol (DTT), resultando no aumento das unidades de absorvância (ABDU) em ensaio IMA.

Segundo Kaefer et al. (2010), a IMA não se correlaciona com IMC e circunferência da cintura, o que pode indicar que o processo inflamatório está mais associado com o aumento de IMA, gordura visceral e obesidade em pacientes com diabetes tipo 2.

2.1.3.4 Capacidade de redução férrica plasmática (FRAP)

A capacidade de redução férrica plasmática (FRAP) é um ensaio enzimático recente desenvolvido que testa diretamente o "poder antioxidante total." O ensaio FRAP é robusto, sensível, simples, rápido e facilita estudos experimentais em humanos e clínicos que investigam a relação entre estado antioxidante, hábitos dietéticos e risco de doenças (BENZIE, STRAIN, 1996). A medição do poder antioxidante total de fluidos – tais como o plasma sanguíneo – pode ser realizada diretamente. O teor antioxidante de vários agentes dietéticos pode ser medido de forma objetiva e reprodutível, observando seu potencial para melhorar a capacidade antioxidante do corpo investigado e compará-lo (BENZIE, STRAIN, 1996). O ensaio de FRAP também é sensível e analiticamente preciso o suficiente para ser utilizado na avaliação da biodisponibilidade dos antioxidantes de agentes dietéticos para ajudar a monitorar mudanças longitudinais no status antioxidante, associado com um aumento da ingestão de antioxidantes dietéticos e investigar os efeitos da doença sobre o estado antioxidante (IRIS, BENZIE, STRAIN, 2004).

O FRAP é um exame clinicamente utilizado que oferece índices de redução férrica plasmática consideráveis sobre o sistema de defesa antioxidante, dentro do alcance tecnológico de cada laboratório e sobre o interesse em estudos sobre os efeitos do estresse oxidativo (IRIS, BENZIE, STRAIN, 2004). Os exames podem ser feitos no plasma sanguíneo como também em certos alimentos, como exemplo as frutas etc. O teste avalia a redução do complexo Fe³⁺-TPTZ (Ferri-tripiridiltriazina) e Fe²⁺-TPTZ (ferroso-tripiridiltriazina). Indivíduos que apresentam níveis elevados de FRAP demonstram maior capacidade antioxidante em reduzir o ferro. (IRIS, BENZIE, STRAIN, 2004; COLAK, 2005).

Neergheen-Bhujun et al. (2013), em um estudo piloto, abordou as condições antioxidantes *in vivo* em pacientes com diabetes tipo 2, que não apresentavam complicações vasculares, associado com o estresse oxidativo. Para avaliar a capacidade antioxidante total, foram utilizados o ensaio de FRAP e a atividade da enzima catalase, os quais mostraram resultados significativamente maiores no grupo não diabético. Estes dados sugerem que a defesa antioxidante *in vivo* está comprometida nos pacientes com diabetes tipo 2.

Este mesmo resultado foi encontrado em um ensaio clínico com chineses saudáveis comparados com diferentes grupos de populações, segundo o qual a mudança no FRAP foi associada aos estados patológicos. Segundo Benzie e Strain, são necessários estudos clínicos, comparando diferentes grupos de população, medindo as mudanças nos valores FRAP associados às diferentes estados patológicos e monitoramento dos valores FRAP durante a mudança de estratégias utilizadas no tratamento dos estados patológicos. (BENZIE, STRAIN, 1996).

2.2 CAMELLIA SINENSIS: UM ALIMENTO FUNCIONAL

Os mecanismos biológicos e celulares responsáveis pelo envelhecimento não são totalmente conhecidos. Eles envolvem fatores complexos que se inter-relacionam, incluindo enzimas oxidativas induzidas por estresse, danos no DNA, instabilidade de genomas mitocondriais e nucleares, inflamação crônica não infecciosa causada por aumento da produção de adipocitocinas e citocinas, alterações no metabolismo dos ácidos graxos, incluindo liberação excessiva de ácidos graxos livres no plasma, resistência à insulina, acumulação de produtos finais do metabolismo, tais como produtos da glicação e oxidação avançada de proteínas que interferem com a função normal das células (FONTANA, KLEIN, 2007; POLJSK, MILISAV, 2009).

Uma dieta, além de suas características nutricionais, possui elementos em que as propriedades são reconhecidas por serem agentes antioxidantes. No estudo de Morales-Gozález JÁ (2014), foram encontradas as vitaminas C, E, D, A, alguns aminoácidos, os flavonoides e alguns oligoelementos. Todos estes elementos antioxidantes representam uma alternativa coadjuvante para o tratamento e a prevenção de doenças crônico-degenerativas, que representam uma taxa muito elevada de morbimortalidade. (MORALES-GONZÁLEZ, 2014).

Muitos estudos têm relatado que certos padrões dietéticos em grupos de alimentos ou nutrientes podem diminuir a incidência de SM, proporcionando uma melhor estratégia de prevenção e prognóstico entre os indivíduos com SM (Otsuka et. al., 2010; SOHRAB et. al., 2013). Alimentos funcionais, como o chá verde, são definidos como

(...) aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutritivas básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica. (PIMENTEL, FRANCKI, GOLLÜCKE, 2005, p. 95).

Estudos epidemiológicos sugerem que os benefícios destes alimentos estão na redução do risco de desenvolvimento das DCNT, como o câncer, doenças cardiovasculares, distúrbios metabólicos, doenças neurodegenerativas e enfermidades inflamatórias (PIMENTEL, FRANCKI, GOLLÜCKE, 2005; VIEIRA SENER, SCHWANKE, VALLE, 2010; TINAHONES, RUBIO, GARRIDO-SÁNCHEZ, 2008).

Existem evidências de que uma ampla categoria de compostos bioativos possuem a capacidade de produzir efeitos benéficos à saúde humana, variando extensamente em estrutura química e função biológica.³ Desta forma, as substâncias bioativas devem possuir algumas características fundamentais (PIMENTEL, FRANCKI, GOLLÜCKE, 2005):

- a) ação metabólica ou fisiológica específica;
- b) alegação de propriedade de saúde;
- c) relação entre o alimento ou ingrediente com a doença ou condição relacionada à saúde;
- d) alegação de propriedade funcional, relativa ao papel metabólico ou fisiológico em funções normais do organismo humano.

Dentre as substâncias bioativas mais estudadas até o momento, está a categoria dos flavonóides, que foram reconhecidos em várias pesquisas na última década pelos seus efeitos antioxidantes, anticarcinogênicos, anti-inflamatórios, antitrombóticos, hipolipidêmicos e antidiabéticos. Também apresentam atividades antibacterianas e antivirais, as quais refletem diretamente na prevenção e no

tratamento de várias doenças, principalmente as cardiovasculares. (CROZIER et al. 2006).

Os flavonóides fazem parte do grupo dos compostos fenólicos, também denominados polifenóis, e estão amplamente distribuídos nos alimentos de origem vegetal que compõe a dieta humana. Nos vegetais, são responsáveis por funções essenciais como pigmentação, crescimento, reprodução e resistência a patógenos. As principais fontes de flavonoides são as frutas cítricas (limão, laranja, tangerina), uva, maçã, hortaliças como cebola, tomate e brócolis e bebidas como o vinho, o suco de uva e os chás (CROZIER et al., 2006). Os flavonoides constituem o mais importante grupo de compostos fenólicos e estão divididos nos seguintes subgrupos: antocianinas, flavanas, flavononas, flavonas, flavonóis e isoflavonóides (FORD et al., 2003)

Vários estudos epidemiológicos têm demonstrado uma relação inversa entre o consumo de flavonoides e a ocorrência de DCV, e essas substâncias, quando ingeridas de forma regular por meio da alimentação diária, podem auxiliar na prevenção das DCNT (VIEIRA, SCHWANKE, VALLE, 2010). Esses compostos possuem capacidade de regular a permeabilidade capilar, impedindo a saída de proteínas e células sanguíneas, permitindo o fluxo constante de oxigênio, dióxido de carbono e nutrientes essenciais (CABRERA et al., 2007). Além disso, os flavonoides atuam relaxando os músculos lisos do sistema cardiovascular, contribuindo, portanto, para redução da pressão arterial e melhorando a circulação em geral. Devido a suas propriedades antioxidantes, também previnem a oxidação do colesterol LDL, responsável pela formação das placas de ateromas, as quais aumentam o risco de trombose. (CABRERA et al., 2007).

Atualmente, no campo da pesquisa com alimentos funcionais, a planta *Camellia sinensis* tem sido amplamente investigada, devido ao seu conteúdo específico de flavonoides, que lhe confere inúmeras propriedades terapêuticas. Suas folhas são a base para a produção de diversos tipos de chás, entre eles o chá verde rico em catequinas e por isso considerado um potente recurso na prevenção de DCV e outras doenças crônicas. (CABRERA et al., 2007).

A composição química do chá verde inclui diversas classes de compostos fenólicos, tais como flavanas, flavonóis e ácidos fenólicos, além de cafeína, pigmentos, carboidratos (5%), aminoácidos e certos micronutrientes como as

vitaminas B, E, C e minerais como o cálcio, magnésio, zinco, potássio e ferro. (BASU, LUCAS, 2007).

As principais flavanas encontradas no chá verde são os monômeros de catequinas, que incluem a catequina (C), a galocatequina (GC), a epicatequina (EC), a epigalocatequina (EGC), a epicatequina galato (ECG) e a epigalocatequina galato (EGCG), esta, a mais abundante (50-60%). Porém, o teor de catequina no vegetal depende de alguns fatores externos, como a forma do processamento das folhas antes da secagem, a localização geográfica do plantio e as condições de cultivo (VIEIRA, SCHWANKE, VALLE, 2010).

Considerado pela medicina chinesa tradicional como uma bebida medicinal, o chá verde tem sido alvo de numerosos estudos, cujos resultados demonstram possíveis efeitos antioxidantes, anticarcinogênicos, de redução do peso e protetores contra DCV (CABRERA et al., 2007). No que diz respeito à atividade antioxidante, o chá verde, além de ser rico em flavonoides, também contém carotenoides, tocoferol, ácidos ascórbicos e minerais (Zn, Ca, K, Mn) que aumentam seu potencial antioxidante. Os polifenóis do chá verde apresentam atividade antioxidante, *in vitro* que neutralizam espécies reativas de oxigênio e nitrogênio. Ainda demonstram capacidade de quelar metais, como o ferro, prevenindo assim sua participação em reações geradoras de radicais livres como as de Fenton e Haber-Weiss, as quais são extremamente danosas aos lipídios, a proteínas e ao DNA. Sua atuação básica consiste em transferir elétrons para as espécies reativas de oxigênio, estabilizando-as e formando com os radicais livres capturados, um radical flavínico bem menos reativo (CABRERA et al., 2007). Ainda assim, são poucos estudos em humanos que investigam os efeitos da ingestão de flavonoides sobre a SM, e os documentados até este momento são em sua maioria estudos com animais roedores. (SOHRAB et al., 2013; ALMOOSAWI et al., 2012; BOSE, 2008).

Estudos com ratos e hamsters utilizados em terapia com epigalocatequina galato (EGCG) têm demonstrado efeitos benéficos na hemodinâmica e na homeostase metabólica. É possível que esse resultado deva-se, em parte, à melhoria na função endotelial e nas ações vasculares da insulina. No estudo com hamsters alimentados com frutose, observou-se aumento nos níveis de adiponectina, que é secretada exclusivamente por células adiposas e tem propriedades anti-inflamatórias e antiaterogênicas (POTENZA et al., 2007; LI et al., 2006; BONNEAU, PEDROZO, BERG, 2014).

Em outro estudo, também foi observada uma diminuição de ganho de peso em animais tratados com EGCG (KAO, HIIPAKKA, LIAO, 2000), aliado à ingestão reduzida de alimentos. Tomados em conjunto, estes resultados sugerem que o EGCG pode ter efeitos pleiotrópicos, diretos ou indiretos, para menor peso corporal, que podem ser benéficos no contexto de excesso de peso. Na verdade, a redução de peso corporal observada em animais magros e obesos tem sido correlacionada com a capacidade do EGCG ou extrato de chá verde de diminuir a ingestão de alimentos, a qual chega, em alguns casos, a 50-60%. Leptina soro, IGF-I e GH também foram reduzidos após a restrição alimentar. (KAO, HIIPAKKA, LIAO, 2000).

Um estudo realizado *in vitro* com o extrato de chá verde observou diminuição da absorção de energia e aumento da oxidação das gorduras, inibição da lipólise de triglicerídeos e síntese de ácidos graxos, que são reguladores importantes do comportamento alimentar. (JUHEL et al., 2000).

Em uma meta-análise de estudos relevantes com humanos que apresentavam perfil lipídico, foram selecionados 1.136 indivíduos de quatorze ensaios clínicos randomizados controlados. Os estudos analisavam os efeitos do consumo do chá verde para este perfil (ZHENG et al., 2011). No grupo experimental, o consumo de chá verde reduziu significativamente a concentração de Triglicerídeos (TC) e colesterol LDL. Mas a alteração média da concentração de colesterol HDL no sangue não teve resultados significativos. (ZHENG et al., 2011).

Natz et al. (2009) conduziram um estudo randomizado duplo cego com 52 homens e 72 mulheres saudáveis, com idade entre 21 e 70 anos. A intervenção foi feita em três semanas, e foram consumidas cápsulas de compostos *Camellia sinensis* duas vezes ao dia, pelo grupo intervenção, enquanto o grupo controle consumiu cápsulas de placebo. Foram analisados níveis de lipídios séricos, pressão arterial, proteína amiloide (marcador de inflamação crônica) e malondialdeído (MDA). Os resultados mostraram uma redução significativa de todas as variáveis: houve uma diminuição da pressão sistólica e diastólica de 4 e 5 mmHg, respectivamente; a redução total do LDL, entre homens e mulheres, foi de 9 mg/dL; a proteína amiloide e o MDA diminuíram 42% e 11,9%, respectivamente. Nesse estudo, independentemente de riscos cardiovasculares, o chá verde foi eficiente na redução de variáveis preditoras de doenças cardiovasculares.

Em outro ensaio clínico randomizado duplo cego, com mulheres obesas entre 16 e 60 anos, foram verificados os efeitos do extrato de chá verde com cápsulas de

400 mg, consumidas três vezes ao dia no período de 12 semanas. As mulheres foram divididas em dois grupos: 41 mulheres tomaram as cápsulas do extrato, e 37, placebo (celulose). Foram analisados dados antropométricos como:

- a) peso, IMC e circunferência da cintura;
- b) exames clínicos (triglicerídeos, colesterol, HDL e LDL, além dos hormônios insulina, adiponectina, leptina e grelina).

Os resultados do estudo apresentaram uma diferença significativa de 0,3% no peso corporal no grupo intervenção, além de uma pequena redução nos níveis LDL e triglicerídeos e aumento nos níveis HDL, adiponectina e grelina. Por outro lado, o grupo placebo mostrou também uma pequena redução nos triglicerídeos e aumento do nível de grelina. (HSU et al., 2008).

2.3 EXERCÍCIO FÍSICO COMO MODULADOR DO ESTRESSE OXIDATIVO E DA COMPOSIÇÃO CORPORAL: O MÉTODO PILATES

Os exercícios físicos são reconhecidos e relacionados como um importante indicador de estilo de vida saudável, principalmente por contribuir na prevenção de doenças crônicas e agravos à saúde. Exercícios físicos realizados regularmente podem atenuar as perdas ósseas e musculares e também reduzir o risco de fraturas em até 60%, estimular o aumento de força muscular, condicionamento aeróbico, flexibilidade e equilíbrio, contribuindo para a manutenção da reserva fisiológica e de uma melhor qualidade de vida. (CABRERA et al., 2007).

Com o aumento da idade e o sedentarismo, as funções fisiológicas vão diminuindo em um ritmo mais acelerado; e este processo está associado à elevação de biomarcadores do estresse oxidativo e ao declínio da produção dos endógenos antioxidantes (TAKAHASHI et al., 2013a). Os exercícios físicos têm um papel importante neste processo; eles podem reduzir os marcadores de estresse oxidativo e induzir aumento adaptativo na atividade da enzima antioxidante eritrócitos, especialmente o SOD, mesmo em homens e mulheres mais velhos e muito velhos (TAKAHASHI et al., 2013b).

Além do processo natural de envelhecimento, em torno da menopausa começam a surgir alterações específicas, de causas diversas, que favorecem o ganho

de peso e desenvolvimento ou o agravamento da obesidade. Tanto a idade cronológica como a idade do ovário contribuem para um aumento na circunferência da cintura, na massa gorda e na diminuição da massa muscular (HO et al., 2010). Para esta população, estudos com o método Pilates vêm mostrando que os exercícios deste método proporcionam qualidade de vida, além de serem seguros e eficientes no tratamento de complicações relacionadas à insuficiência ovariana, como a perda da densidade mineral óssea e mudanças na composição corporal. (HO et al., 2010; ANGIN, ERDEN, CAN, 2015; KÜÇÜKÇAKIR N, ALTAN, KORKMAZ, 2012).

O Pilates, além de comportar essas especificidades, tornou-se conhecido e reconhecido pelo fato de minimizar ou eliminar algias, desconfortos osteomioarticulares e por ser uma atividade de baixo impacto articular, que trabalha com uma grande margem de segurança, podendo ser realizado por qualquer indivíduo, independentemente da faixa etária (WELLS, KOLT, BIALOCERKOWSKI, 2012). Nesse sentido, diversos estudos têm demonstrado que os exercícios do Pilates podem ser seguros e benéficos para a melhora da força e do desempenho do músculo esquelético, da flexibilidade, da postura e de habilidades motoras e cognitivas em idosos (FRIEDMAN, EISEN, 2004). Para Vale et al. (2004), o treinamento de força com deste método pode trazer inúmeros benefícios aos idosos, dentre os quais se destacam a manutenção da musculatura e do metabolismo, o ganho do tecido muscular, a redução da gordura corporal, o aumento da densidade mineral óssea, a redução da pressão arterial e a melhora da postura, da mobilidade e da flexibilidade.

Os efeitos do Pilates no metabolismo, principalmente o redox, ainda não foram relatados, sendo este mais um motivo para se iniciar investigações nessa área do conhecimento. Contudo, se os estudos demonstram efeitos na composição corporal, principalmente com relação à redução de gordura e ao aumento de massa muscular, muito provavelmente isso ocorra via metabolismo celular (JUNGES, JACONDINO, GOTTLIEB, 2015).

O ensaio clínico randomizado conduzido por Junges et al. (2012) mostrou que o método Pilates é capaz de proporcionar uma melhora significativa na flexibilidade de todos os movimentos cervical e do tronco, redução do grau de cifose (média de 8 graus), da porcentagem de gordura corporal e da circunferência da cintura em mulheres pós-menopausa. Com relação à composição corporal, em outro estudo de revisão sistemática, Junges et al. (2012), observaram que aproximadamente 86% dos estudos mostraram a eficácia do Pilates na redução de parâmetros corporais e

fisiológicos, principalmente na redução da obesidade abdominal, demonstrando, assim, a eficácia do exercício na redução da obesidade corporal. Ainda que a maioria dos estudos tenha sido realizada em indivíduos jovens, sugere-se que idosos também possam se beneficiar com a prática do Pilates.

Os estudos investigando o efeito do método Pilates nas doenças crônicas não transmissíveis em idosos ainda são recentes e escassos (JUNGES, JACONDINO, GOTTLIEB, 2015). Os estudos realizados com os exercícios do método Pilates em idosos, com vistas a marcadores do metabolismo oxidativo, até o presente momento, são inexistente na literatura. Entretanto, já está bem estabelecido na literatura e no manejo clínico da SM que o exercício físico regular tem a capacidade de fazer com que o organismo consuma mais oxigênio pelo aumento de capilares que circulam em cada fibra muscular, e pelo aumento de número e de tamanho de mitocôndrias, proporcionando ao músculo maior capacidade para o metabolismo oxidativo (MCARDLE, 2012; LARRY, WILMORE, COSTILL, 2013). Corroborando este achado, um estudo conduzido em modelo experimental (camundongos) verificou que a mitocôndria produz mais radicais livres quando o organismo está em repouso, respirando em ritmo lento e consumindo pouco oxigênio. Já quando a mitocôndria está trabalhando mais ativamente, mais oxigênio é consumido, e menos radical livre é gerado (SILVA et al., 2004). Esse achado corrobora a evidência de que o sedentarismo é um fator de risco importante para doenças que têm fator causal um desbalanço redox, como é o caso da SM (SILVA et al., 2004).

Grande parte das pessoas envelhece de forma sedentária, adquirindo uma reduzida complacência cardíaca e arterial causada pela rigidez do coração e das grandes artérias elásticas. Além disso, os vasos sanguíneos envelhecidos também exibem uma alteração no controle local de fluxo sanguíneo, incluindo uma disfunção na capacidade do endotélio em liberar e responder a vasodilatadores, como o NO e as prostaglandinas, denominada disfunção endotelial. Essa alteração contribui para a incapacidade de dilatação do vaso sanguíneo e redução no fluxo sanguíneo muscular periférico durante os exercícios físicos (SEALS et al., 2009). Ainda não se sabe o quanto o decréscimo da função cardiovascular é atribuível exclusivamente ao processo de envelhecimento e o quanto ao descondicionamento decorrente da redução da atividade física. Contudo, muitos estudos indicam que estas mudanças são minimizadas em atletas idosos que continuam treinando. Isso indica que a inatividade desempenha um papel significativo. (LARRY, WILMORE, COSTILL, 2013).

Evidências recentes sugerem que o exercício resistido (levantamento de peso) é uma maneira eficaz de manter a massa muscular durante o envelhecimento (MCARDLE, 2012; LARRY, WILMORE, COSTILL, 2013). No entanto, têm sido demonstradas nas últimas duas décadas que o exercício de muita intensidade aumenta a geração de radicais livres e o risco de dano oxidativo no músculo esquelético (BOUCHARD et al., 1999; SEIDELL, VISSCHER, HOOGEVEEN, 1999; SEALS et al., 2009;). Além do mais, o aumento da taxa de consumo de oxigênio, o aumento do índice metabólico por fibras musculares, o aumento da temperatura e a diminuição do pH celular no músculo durante o exercício físico podem acelerar a produção de radicais livres (PINHO, DA SILVA, 2013; YAVARI et al., 2015). Estes riscos são agregados no músculo envelhecido devido às seguintes razões:

(a) A taxa de produção de ERO no músculo esquelético aumenta com a idade (OTANI, 2011; POLJSAK, MILISAV, 2013). Ambas as fontes mitocondriais e extramitocondrial de ERO contribuem para este incremento. (POLJSAK, MILISAV, 2013).

(b) O músculo envelhecido gera mais ERO durante o exercício intenso do que nos músculos mais jovens, mesmo que a carga de trabalho seja reduzida. Além do mais, os idosos são mais suscetíveis à lesão muscular, que pode provocar reação inflamatória e mais estresse oxidativo e disfunções mitocondriais.¹²³ Ocorre também com o envelhecimento uma diminuição no sistema de reparação e na capacidade de regeneração das fibras musculares. (MCARDLE, 2013; LARRY, WILMORE, COSTILL, 2013; POLJSAK, MILISAV, 2013).

Exercícios agudos e crônicos tem um efeito diferente sobre o estresse oxidativo, sendo que exercícios físicos especialmente não exaustivos, como o exercício moderado, podem agir como o melhor antioxidante. Ji LL (2002), em seus estudos, demonstrou que o exercício agudo induz a produção espécies reativa de oxigênio e estresse oxidativo (JI, 2002; JI, 2006). O exercício regula o sistema antioxidante endógeno que protege o organismo contra os efeitos adversos da lesão oxidativa. Além disso, diferentes órgãos também têm várias respostas ao estresse oxidativo induzido pelo exercício agudo e crônico. Desta forma, a geração do ERO pode ser tanto prejudicial como benéfica durante os exercícios físicos (YAVARI et al., 2015; JI, 2002; JI, 2006).

Foram observados de forma consistente que os indivíduos submetidos aos exercícios físicos apresentam altos níveis de enzimas antioxidantes e certos antioxidantes não enzimáticos no músculo esquelético e demonstram uma maior resistência ao estresse induzido pelo exercício (SEN, 1995; STEINBACHER, ECKL, 2015). Recentes estudos indicam que ERO gerados durante o exercício são iniciadores de duas importantes vias de sinalização redox-sensíveis, incluindo fator nuclear kB (NFkB) e atividade mitógena da proteína quinase (MAPK). A ativação destas vias conduz à indução de enzimas antioxidantes, incluindo a superóxido dismutase mitocondrial (MnSOD) e da glutatona peroxidase (GPX), bem como induz a síntese do NO, melhorando a função endotelial que restaura a biossíntese normal do NO e a redução da excessiva produção de ERO. (YAVARI et al., 2015; STEINBACHER, ECKL, 2015; BELVIRANLI, GÖKBEL, 2006).

O estresse oxidativo induzido pelo exercício físico serve como um sinal importante para estimular a adaptação do músculo dos sistemas antioxidantes através da ativação das vias de sinalização redox-sensíveis, como catalase, GPx e MnSOD2. Enquanto uma contração intensa é suficiente para ativar essas vias, alta regulação da síntese de proteínas requer efeitos cumulativos de movimentos repetidos de exercícios, isto é, o treinamento físico (STEINBACHER, ECKL, 2015). A prática regular de exercícios físicos e uma dieta com elementos antioxidantes são fatores de grande importância na modulação do estresse oxidativo, mantendo o processo oxidativo dentro dos limites fisiológicos, impedindo que os danos celulares alcancem grandes proporções e culminem em danos sistêmicos muitas vezes irreparáveis. (PINHO, DA SILVA, 2013; YAVARI et al., 2015).

A baixa capacidade aeróbia é um dos preditores mais fortes e independentes de todas as causas de mortalidade em indivíduos com obesidade e resistência à insulina, portanto, é essencial melhorar essa capacidade em pessoas com SM (YOKOTA et al., 2013). O metabolismo energético do músculo esquelético é um dos principais determinantes da capacidade aeróbia, e sua regulação metabólica é altamente dependente da função mitocondrial, que desempenha um papel fundamental na homeostase energética, incluindo o metabolismo de nutrientes e produção de ATP. Estudos recentes têm demonstrado que a função mitocondrial prejudicada no músculo esquelético pode estar envolvida na patogênese da resistência à insulina (YOKOTA et al., 2013). São feitas muitas investigações sobre intervenções apropriadas na fisiopatologia da obesidade e da SM. Os exercícios

físicos moderados têm apresentado efeitos positivos sobre o metabolismo da glicose, metabolismo aeróbio, densidade mitocondrial e de proteínas da cadeia respiratória em pacientes com SM. (YAVARI et al., 2015).

Na literatura científica existem poucos estudos relacionados ao método Pilates que comprovem sua eficácia na redução de fatores de risco cardiometabólicos, principalmente em idosos (JUNGES et al., 2015). Junges et al. (2015) realizou uma revisão sistemática da literatura sobre estes fatores de risco. Foram analisados aproximadamente 86% dos estudos incluídos na revisão, mostrando que os exercícios do método Pilates são eficazes na redução de porcentagem de gordura corporal, massa gorda, relação cintura/quadril e pressão arterial em indivíduos de diferentes faixas etárias. Esses benefícios, principalmente os da relação cintura/quadril e da pressão arterial, têm um impacto clinicamente relevante na morbimortalidade por doenças cardiovasculares e cerebrovasculares. (I DIRETRIZ BRASILEIRA DE DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DA SÍNDROME METABÓLICA, 2005).

O método Pilates surgiu através de muitos estudos e experimentos com humanos realizados por Joseph H. Pilates. Apenas no início do século XX, é que os exercícios foram introduzidos paulatinamente na sociedade, através da criação da ginástica moderna, baseada na antiga ginástica grega (LATEY, 2001; FRIENDMAN, EISEN, MILLER, 1980; JUNGES, 2014). O método possui princípios fundamentais para uma boa execução dos movimentos. Um dos princípios importantes é a técnica de manobras respiratórias, que exige um gasto energético constante em todos os movimentos (LATEY, 2001; SILER, 2000). Estudos mostram que na respiração profunda e diafragmática ocorre aumento do nível de consumo de energia durante o exercício, não só pelos músculos ativos, mas também pelos músculos respiratórios, que estão envolvidos em todos os movimentos e que consomem mais energia. Por outro lado, a respiração profunda faz com que melhore a oferta de oxigênio aos músculos ativos (JUNGES et al., 2012). Além disso, Fourie M et al (2013) mostra que, por meio dessa respiração, além do aumento de oferta de oxigênio para todo o corpo, ocorre também aumento do nível de sensibilidade para a secreção de insulina (FOURIE et al., 2013).

A técnica respiratória, quando executada corretamente, durante os exercícios do método Pilates, pode prevenir um excessivo estresse no coração, resultando em total relaxamento do corpo e da mente. Esta redução do estresse resulta também na redução de outras sérias complicações. Estes resultados podem refletir direta ou

indiretamente nas melhorias dos parâmetros cardiometabólicos, especialmente em idosos, resultando na redução do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. (TORABIAN et al., 2013).

No estudo de Fourie et al. (2013) com idosas sedentárias com variáveis cardiometabólicas, foi elaborado um treinamento no período de 8 semanas, com 3 sessões semanais de 60 minutos. Nesse estudo, as idosas que participaram do grupo de intervenção tiveram uma diminuição estatisticamente significativa da pressão arterial sistólica. Já no estudo de Martins-Meneses et al. (2014), feito com mulheres hipertensas com média de idade de 50 anos, envolvendo um período de treinamento de 16, semanas, com duas sessões semanais de 60 minutos, ao se comparar o resultado entre os grupos, verificou-se que houve uma diminuição na pressão sistólica e diastólica.

Em um estudo de 24 semanas com 303 mulheres idosas, com idade acima de 60 anos, residentes na cidade de Novi Sad (Sérvia), foi realizado um programa de exercícios de solo com duas sessões semanais de 60 minutos. Este programa consistia em aquecimento com exercícios ritmados baseado na dança aeróbica e exercícios dos níveis básico e intermediário do método Pilates. Os resultados desse estudo indicaram muitos benefícios, como a estabilidade da massa magra e a diminuição da massa gorda, além de proporcionar bem-estar e independência funcional para este grupo de mulheres (MARTINS MENESES et al., 2014).

Em dois estudos realizados por Cakmakçi (2011; 2012), mulheres com a idade média de 30 a 35 anos, sedentárias, com sobrepeso e obesas, praticaram exercícios do método Pilates em períodos diferentes. De 10 e 8 semanas, correspondente a 3 e 4 sessões semanais com o mesmo tempo de duração das sessões de 60 minutos. Nesses grupos analisados, os resultados apresentados nos estudos mostraram diferenças estatisticamente significativas na massa gorda e massa magra, além da diminuição da relação cintura/quadril e IMC.

Acredita-se que esta coordenação junto a movimentos multidimensionais faz com que ocorra a mobilização do tecido adiposo, reduzindo assim as medidas de cintura e quadril. Independentemente da idade e do nível de treinamento, os exercícios do método Pilates exigem um gasto energético considerável. (FRIENDMAN, EISEN, MILLER, 1980; CAKMAKÇI, 2012; ROGERS, GIBSON, 2009).

Diante do exposto, até o presente momento, este é o primeiro estudo randomizado a investigar o papel do Pilates e da suplementação com extrato de chá

verde na modulação de marcadores oxidativos e na composição corporal em mulheres pós-menopáusicas portadoras de componente da SM. Evidências científicas sobre a eficácia dos exercícios físicos regulares executados em intensidade moderada e o consumo de alimentos que possuem propriedades antioxidantes suportam a hipótese sobre os efeitos benéficos e preventivos destas medidas em pessoas com componentes da SM.

3. HIPÓTESE

3.1 HIPÓTESE NULA

Os exercícios do método Pilates com a suplementação do extrato de *Camellia sinensis* (ECS), exercícios sem suplementação e somente a suplementação, não apresentam eficácia em comparação com o grupo placebo, na redução de marcadores oxidativos, no aumento da capacidade antioxidante e na melhora da composição corporal de mulheres adultas portadoras de critérios diagnósticos para síndrome metabólica.

3.2 HIPÓTESE ALTERNATIVA

Os exercícios do método Pilates com a suplementação do extrato de *Camellia sinensis* (ECS), exercícios sem suplementação e somente a suplementação, são eficazes em comparação com o grupo placebo, na redução de marcadores oxidativos, no aumento da capacidade antioxidante e na melhora da composição corporal de mulheres adultas portadoras de critérios diagnósticos para síndrome metabólica.

4. OBJETIVOS

4.1 GERAL

Avaliar a eficácia do treinamento com Pilates e da suplementação do extrato de *Camellia sinensis* (ECS) na alteração de marcadores bioquímicos oxidativos, na capacidade antioxidante e na composição corporal em mulheres adultas portadoras de critérios diagnósticos para síndrome metabólica.

4.2 ESPECÍFICOS

Verificar os efeitos (aditivo e isolado) do Pilates e do extrato de *Camellia sinensis* (ECS) intragrupos e entre grupos nos seguintes parâmetros:

- a) Nos níveis de marcadores oxidativos: produtos proteicos de Oxidação Avançada (AOPP), metabólitos do óxido nítrico: nitrito/nitrato (NOx), e da capacidade de redução férrica plasmática (FRAP) e IMA;
- b) Nas variáveis que compõem os critérios diagnósticos da síndrome metabólica (HDL, glicose, triglicerídeos, cintura e pressão arterial);
- c) Na composição corporal (porcentagem de gordura, massa magra, massa gorda, porcentagem de massa magra, massa total e água corporal total).

5. METODOLOGIA

5.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Ensaio clínico, placebo-controlado, randomizado e duplo cego.

5.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população investigada foi de mulheres pós-menopáusicas residentes da capital do Rio Grande do Sul (Porto Alegre), portadoras de fatores de risco cardiometabólicos que compõem os critérios diagnósticos para síndrome metabólica sem evento cardiovascular até o início do estudo. A partir de estudos prévios, o tamanho inicial estimado da amostra era de 60 voluntárias (FOURIE et al., 2013), durante o estudo houve perda de 10 voluntárias, finalizando com tamanho amostral de 50 voluntárias. (Figura 2).

5.3 RECRUTAMENTO

O recrutamento das mulheres portadoras de componentes da SM foi feito através de contato telefônico, jornais e folder. Todas as voluntárias que apresentaram no recrutamento exames clínicos e declaração de uso de medicamentos que sugeriam serem portadoras de componentes da SM foram convidadas a participar do estudo. As que aceitaram foram convidadas a comparecerem à reunião inicial, para esclarecimentos do projeto e palestra sobre o assunto em questão. Após os esclarecimentos, foram analisados os exames iniciais apresentados pela paciente, para a confirmação das variáveis que compoem dos critérios diagnósticos da SM, segundo o critério diagnóstico NCEP-ATPIII, de 2001, o que incluiu medida da cintura, verificação da pressão arterial, da glicose, do HDL-c e de triglicerídeos e questionamento sobre o uso de medicamentos (anti-hipertensivos, hipolimiantes e hipoglicemiantes). Após esta seleção, foram feitos o recrutamento e o agendamento para as análises no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Atividade Física

(LAPAFI) da Faculdade de Educação Física e Ciências do Desporto (FEFID) da PUCRS, prédio 60. Foram esclarecidos os procedimentos como coleta de sangue em jejum, bioimpedância, medidas antropométricas, verificação da pressão arterial e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. O agendamento foi feito separado em grupos de no máximo 15 voluntárias por dia.

Critérios de Inclusão:

- ✓ Estar na menopausa;
- ✓ Ser do sexo feminino;
- ✓ Ser portadora de no mínimo dois critérios diagnósticos da SM;

Critérios de Não inclusão

- ✓ Ter sofrido eventos cardiovasculares prévios (infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral, angina, insuficiência cardíaca);
- ✓ Ser portadora de doenças hepáticas;
- ✓ Ser portadora de doenças gástricas;
- ✓ Ter problemas na tireóide;
- ✓ Ter problemas de memória;
- ✓ Distúrbios da ansiedade e do sono;
- ✓ Ter problemas físicos que impossibilitem o treinamento com o Pilates;
- ✓ Ter realizado no passado o Pilates ou outra modalidade de exercício físico de forma regular;
- ✓ Consumir de forma habitual e regular o chá verde ou suplementos vitamínicos;
- ✓ Estar fazendo terapia de reposição hormonal.

5.4 RANDOMIZAÇÃO

Todas as senhoras portadores de componentes da SM elegíveis foram randomizadas em um dos quatro grupos do estudo, conforme mostra a Figura 2. A randomização foi realizada mediante sorteio de 1 por 1, utilizando-se uma caixa de onde foram sorteados números que correspondiam às senhoras. Dessa forma, as

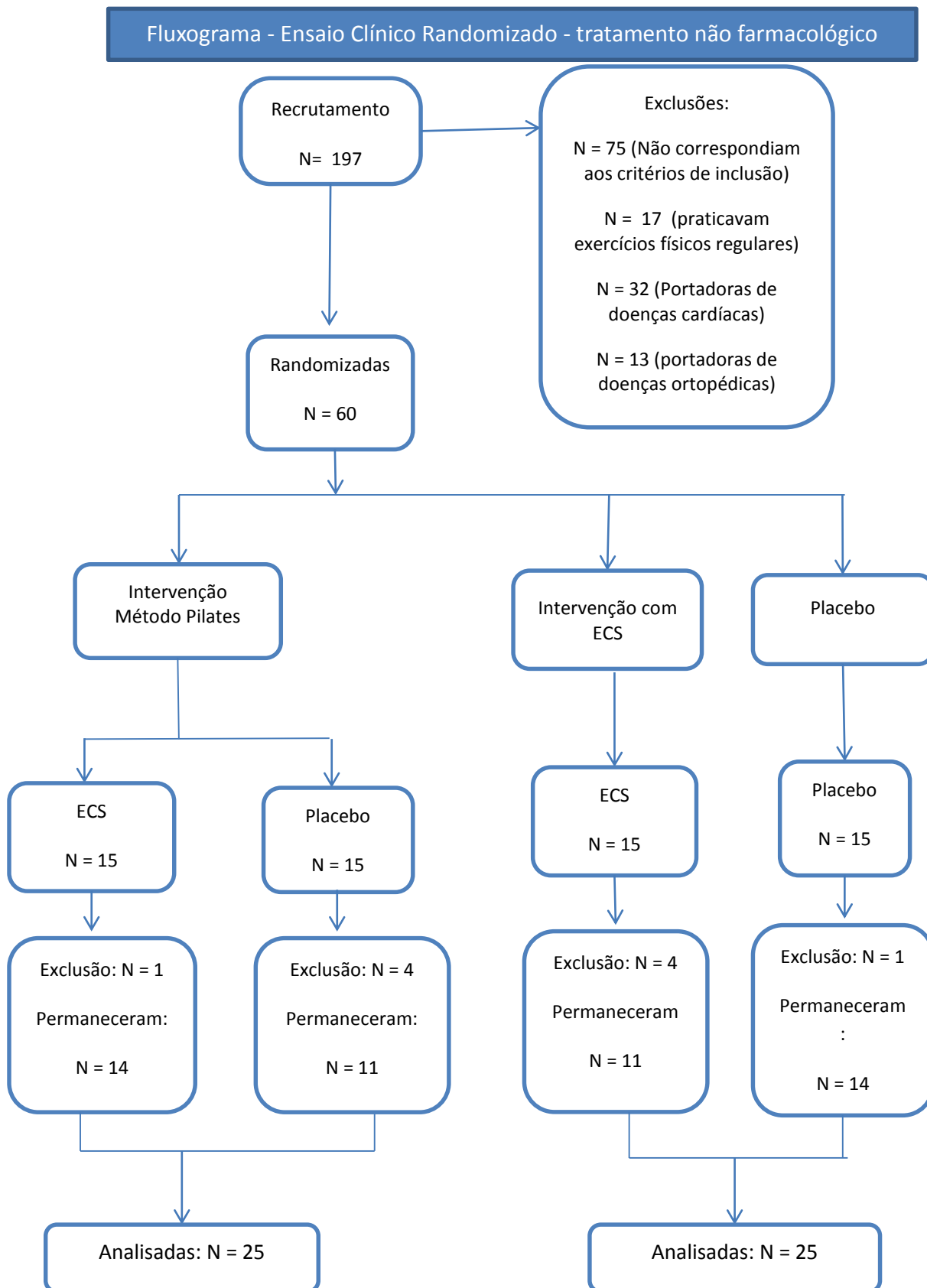
mulheres foram divididas randomicamente em quatro grupos: grupo 1) Pilates + ECS (15 voluntárias); grupo 2) Pilates+Placebo (15 voluntárias); grupo 3) ECS (15 voluntárias) e grupo 4) Placebo (15 voluntárias).

5.5 INTERVENÇÃO

5.5.1 Extrato de *Camellia sinensis* (ECS) e Placebo

Tanto o placebo como as cápsulas de extrato de *Camellia sinensis* (ECS) tinham os mesmos tamanhos, quantidade de excipiente (500 mg) e cor e estavam dispostas no mesmo lote, adquirido da farmácia de manipulação Dapelle Ltda. Cada cápsula de placebo continha 1.0000 QSP de amido de milho, 0,5% de estearato de magnésio, 0,5% de aerosil (talco farmacêutico, carbonato de magnésio leve, óxido de magnésio leve, talco, fosfato de cálcio dibásico, etc.) e 29% de celulose microcristalina, não devendo conter nenhum ingrediente, em níveis detectáveis, de polifenóis. Cada cápsula de ECS continha 500mg de extrato seco das folhas de chá verde, contendo 4,24% de polifenóis totais, 3,60% de taninos e 0,70% de cafeína (LI et al., 2009; CHEN et al., 2015). A análise dos componentes do extrato seco do chá verde encontra-se no anexo 4. Os grupos intervenção com ECS e ECS + Pilates consumiram uma cápsula com 500 mg de chá verde ao dia, que poderia ser ingerida uma hora após a refeição mais importante, durante 24 semanas consecutivas. O grupo placebo também consumiu uma cápsula de placebo por 24 semanas consecutivas.

Figura 1 - Fluxograma de recrutamento, elegibilidade e randomização das mulheres adultas para o estudo de intervenção com Pilates e extrato de *Camellia sinensis*.



5.5.2 Treinamento com o método Pilates

Para este estudo, foram aplicados exercícios do nível básico, executados em aparelhos especializados e em solo.

Os exercícios com o método Pilates inicialmente foram executados com 30 mulheres randomizadas nos grupos Placebo + Pilates e Pilates + ECS durante 24 semanas, por 60 minutos, duas vezes por semana¹.

O treinamento foi dividido em quatro macrociclos, cada um deles classificado em fase inicial, segunda fase e fase final. Um macrociclo geralmente é mais curto no último ciclo e depende do calendário de treinamento ou, no caso de atletas, do calendário de competição. Os critérios para o planejamento de um macrociclo diferem do tipo de exercícios ou desporto. Um macrociclo de quatro a seis semanas é comum no período preparatório, pois é um período importante para a adaptação neural. Este período é necessário para desenvolver ou aperfeiçoar um elemento técnico, equivalendo ao tempo necessário para desenvolver uma capacidade biomotora, e envolve diferentes tipos e objetivos de treinamento (BOMPA, HAFF, 2012).

Planejamento e periodização – Macrociclos

FASE INICIAL

Exercícios de cadeia aberta e fechada com variações no solo e aparelhos.

1º Ciclo (4 semanas)

- Aquecimento: 10 minutos na esteira ergométrica (velocidade 50).
- Aplicação dos princípios do método.
- Técnica respiratória.
- Exercícios Gerais de nível básico do método Pilates.

¹IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Arquivos Brasileiros de Cardiologia - Volume 88, Suplemento I, Abril 2007.

SEGUNDA FASE

2º Ciclo (8 semanas)

- Aquecimento: 10 minutos na esteira (velocidade 50).
- Inclusão de exercícios específicos de reforço e alongamento.
- Reforço: Extensores da coluna, serrátil, serrátil anterior, abdominais, quadríceps (vasto medial) e manguito rotador. Alongamento: peitorais (maior e menor), romboides, trapézio, tríceps, psoas-íliaco, ísquios-tibiais, adutores e piriformes.

3º Ciclo (8 semanas)

- Aquecimento: 10 minutos na esteira (velocidade 50).
- Aumento da resistência de molas com a manutenção de séries apresentadas anteriormente.

FASE FINAL

4º Ciclo (4 semanas)

- Aquecimento: 10 minutos na esteira (velocidade 50).
- Variação de ângulos articulares e distâncias com a manutenção da carga e séries.
- Técnica de relaxamento.
- Aquecimento.

Está bem documentado que um aquecimento adequado melhora a função muscular e prepara o aluno para as demandas de exercícios. O aquecimento geral de 10 minutos é destinado a aumentar a temperatura corporal, o que provavelmente aumenta a taxa de condução do nervo e acelera reações metabólicas, tornando a contração muscular mais eficiente e, com isso, reduzindo o potencial de lesão com a diminuição da viscosidade de resistência do músculo e das articulações (BOMPA,

HAFF, 2012; HENRIQUE et al., 2014). Além disso, quando a temperatura eleva, aumenta a quantidade de oxigênio no músculo, como resultado de maior vasodilatação e fluxo de sangue (BOMPA, HAFF, 2012). Finalmente, segundo Bompa TO, o aquecimento prepara o atleta não apenas fisiologicamente para os exercícios, mas também psicologicamente para melhorias no desempenho.

5.5.3 Exercícios com Aparelhos

Os exercícios executados em aparelhos proporcionam muitas adaptações de ângulos, buscando um bom alinhamento, de uma forma segura e confortável, facilitando tanto correções como o aumento da intensidade dos exercícios. Também há muitas variações de movimentos, o que facilita todo o processo de aprendizagem. O método obedece a uma ordem pré-estabelecida de níveis, básico, intermediário e avançado, sendo que o primeiro deles foi o aplicado no presente estudo.

Para a execução dos movimentos, foram utilizados aparelhos especializados, como Reformer, Cadillac, Wall unit, Chair e Ladder Barrel, os quais, exceto o último, possuem um sistema de molas com variações de intensidade e comprimento. Na realização dos movimentos em que a mola é estirada, a deformação sofrida pela mola é definida como a diferença entre seu comprimento final e inicial. Esta constante é denominada constante elástica da mola e depende apenas do material da mola e da sua geometria, não da força ou deformação. Para exigir maior aproveitamento da mola, considera-se a posição da articulação utilizada como eixo para que o movimento ocorra com maior torque segundo a posição da articulação. Para isto, deve-se considerar o braço fixo da alavanca e perpendicular ao braço móvel. Esse posicionamento da mola promove a deformação máxima à medida que o torque do movimento vai atingindo seu ponto máximo. (MELO et al., 2011).

Classificação dos exercícios planejados e periodizados: Macro ciclos

Exercícios no Classificação dos exercícios planejados e periodizados: Macro ciclos breathing, scapular movement and stabilization Mermaid, footwork, running, hip lift, hip rolls. shoulder bridge bend and stretch , leg circles, frog, single thigh stretch, front rowing, arms work, Long stretch, chest expansion, arm (internal rotation, external rotation, adduction, abduction),

twist, straight forward and biceps curls.(Merrithew Corporation, Essential Reformer Manual, 2003)

Cadillac e Wall Unit: cat prep, mermaid, roll-down, lat press, press down, press down with triceps, breathing, lat pull, scapula isolation, pull down, push-thru on back with roll up, swan, side arm pull, leg press, bíceps curls supine, midback series, back rowing press, front rowing preps, lower, middle, upper trap strengthener, chest expansion, bíceps curls, tríceps press, side arm work, arms sideways, snow angels, standing pull down, leg circles, leg bend & stretch walks, abduct top leg, adduct top leg, lift & lower, side stretch. (Merrithew Corporation, Essential Cadillac Manual, 2003).

Ladder Barrel: foram realizados exercícios específicos de alongamento para grupos musculares encurtados. (Merrithew Corporation, Complete Stability Ladder Barrel, 2003)

WundaChair: mermaid, lower& lift standing, footwork, foot press on long box, hamstring press hips down, hamstring press hips up, adductor press, ankle exercise, crossover press, standing leg press, forward step up, side step up, tríceps press sitting, cat standing front, cat kneeling, cat standing back, horseback, swan, mermaid, mermaid kneeling.(Merrithew Corporation, Complete Stability Chair Manual, 2003.)

Obs.: O nome dos equipamentos e a classificação dos exercícios estão descritos na língua inglesa por ser uma nomenclatura universal, utilizada em todas as escolas do método Pilates.

Os aparelhos foram elaborados para auxiliar a execução dos exercícios de solo, além de restabelecer o corpo humano das principais fraquezas, causadas por falta de mobilidade entre segmentos vertebrais, restrições de movimentos na articulação coxofemoral, rigidez e encurtamento dos músculos flexores do quadril e extensores da coluna, excessivas tensão na cintura escapular e dificuldade para dissipar tensões. (JUNGES, 2004).

5.5.4 Exercícios no solo

Cada exercício no solo emprega todos os músculos, da ponta dos dedos da mão à ponta dos dedos do pé, pois, no método Pilates, nunca se isolam certos músculos, negligenciando outros (SILER, 2000). A grande maioria dos exercícios de solo criados por Joseph Pilates é de exercícios direcionados para um público específico que possui um bom condicionamento físico, como no caso de bailarinos e atletas, exigindo domínio corporal e aplicação correta dos princípios do método. Para o público descondicionado, são aplicados exercícios educativos com a utilização de

materiais como a *theraband* e bola (SILER, 2000). Nos exercícios de reforço, como a extensão do tronco e a estabilização da pelve, foi utilizado uma meia lua (“*spine corrector*”)² Além do trabalho de reforço, foram aplicados exercícios de alongamento para os grupos musculares encurtados, com a utilização da “*tonic-ball*” e da “Franklin Ball”.

5.5.5 Coleta de Sangue

A coleta de sangue foi agendada previamente com as senhoras, as quais deveriam estar com 8 horas de jejum. A coleta foi realizada em dois momentos diferentes (pré-intervenção e pós-intervenção), por punção venosa periférica direta com tubo siliconizado do sistema Vacutainer (Becton-Dickinson), contendo 0,5 ml de solução de EDTA com gel e agulha descartável 19 G (25 x 10), em fossa cubital e em condições assépticas. Para as mulheres com dificuldade de acesso venoso, foram utilizados seringa de plástico e agulha descartável 21G (25 mm x 8 mm) ou dispositivo venoso periférico 23 G (25 mm x 6 mm). Todo material perfuro-cortante foi descartado em recipiente especiais, e os materiais com resíduo biológico foram descartados em saco branco. Todas as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Bioquímica, Genética Molecular e Parasitologia do Instituto de Geriatria e Gerontologia-PUCRS, para o devido processamento (separação do plasma e do soro e camada leucocitária), e armazenadas em freezer a -20°C.

5.5.6 Cegamento

Todos os pesquisadores envolvidos na pesquisa foram cegados para este estudo. Entretanto, o farmacêutico que distribuiu as cápsulas e as senhoras que foram treinadas por professores do Studio Pilates Silvana Junges Pilates não permaneceram cegos durante o estudo.

² De acordo com o *Spine Corretor Manual*, 2003.

5.5.7 Avaliação da Adesão ao Estudo

O conceito de adesão é variável, mas de forma geral é compreendido como participante aderente à terapêutica aquele que utiliza os medicamentos prescritos ou outros procedimentos em pelo menos 80% de seu total, observando horários, doses e tempo de tratamento. Para avaliar o percentual de adesão dos participantes dos grupos Placebo, ECS e ECS + Pilates foi solicitado à apresentação das cápsulas que porventura não foram consumidos durante o período de intervenção. Mulheres com consumo menor que 80% das cápsulas foram excluídas do estudo, assim como as que frequentaram menos de 80% dos treinamentos com Pilates (JUNGES et. al., 2012).

5.5.8 Avaliação dos Efeitos Adversos

As participantes do estudo foram solicitadas que relatassem, a qualquer momento, efeitos adversos, tanto referentes ao placebo como quanto ao chá verde ou ao Pilates. As participantes que apresentaram efeitos adversos relacionados à intervenção foram excluídas. No estudo, somente uma participante foi excluída por relatar efeito adverso, como palpitações.

Segundo Chen I-J et al., não existem efeitos adversos no consumo do extrato de chá verde na dosagem de até 856.8 mg ao dia durante 12 semanas em pessoas que apresentam obesidade central. Em seu estudo, não houve abandono por causa de desconforto ou eventos adversos associados ao tratamento: três indivíduos apresentaram desconforto abdominal leve após tratamento com ECS, e um sujeito teve desconforto abdominal após o tratamento de celulose (placebo). Todos os sintomas foram observados na primeira semana de tratamento e resolvidos naturalmente, sem qualquer outro medicamento ou tratamento (CHEN et al., 2012).

5.6 VARIÁVEIS E INSTRUMENTOS DE COLETA

Em todas as participantes do estudo, foram investigadas as seguintes variáveis:

- 1) **Demográficas:** idade, estado civil, escolaridade e renda foram coletadas através de questionário estruturado.
- 2) **Bioquímicas:** a glicemia de jejum e o perfil lipídico foram mensurados através de kits Labtest e analisados por espectrofotometria de acordo com o fabricante.
- 3) **Oxidativos:** a determinação dos níveis de AOPP foi realizada de acordo com Witko-sarsat et al. (1998), no analisador Cobas MIRA® (Roche Diagnostics, Basel, Suíça). (WITKO-SARSAT, 1998).
- 4) **Metabólitos do Óxido nítrico (NOx):** a mensuração dos níveis de NOx foi realizada conforme técnica descrita por Tatsch et al. (2011), no analisador Cobas MIRA® (Roche Diagnostics, Basel, Suíça).¹⁵⁰
- 5) **Capacidade de redução férrica plasmática (FRAP):** a dosagem de FRAP foi realizada conforme técnica descrita por Benzie et al. (1996), no analisador Cobas MIRA® (Roche Diagnostics, Basel, Suíça); (BENZIE, STRAIN, 1996)
- 6) **Albumina modificada pela isquemia (IMA):** a IMA foi mensurada por ensaio colorimétrico com cobalto, descrito por Bar-Or et al.¹⁵² Esse método envolve a adição de 50 µl de 0,1% de cloreto de cobalto (Sigma, CoCl₂.6H₂O) em H₂O para 200 µl de soro e espera de 10 min para a adequada ligação do cobalto com a albumina. 50 µl de dithiothreitol (DTT) (Sigma, 1.5 mg/ml H₂O) foram adicionados para acontecer a reação de cor; após 2 minutos, foi adicionado 1.0 ml de 0.9% de NaCl para encerrar a reação. Toda a reação deve acontecer a uma temperatura de 37°C. A absorbância foi lida em espectrofotômetro a 470 nm (Hitachi U-2800A®, Hitachi High-Technologies Corporation, Japan), utilizando o cobalto sérico branco sem DTT, e os resultados foram reportados em unidade de absorbância (ABSU). O ensaio colorimétrico mede o cobalto que não se ligou à albumina depois da reação de ligação. Assim, com menos cobalto ligado à albumina, mais cobalto livre fica disponível, resultando em elevada absorbância. A curva padrão foi preparada no intervalo de 6,0-60,0g CoCl₂/ml. Uma unidade IMA foi definida como "g" de liberdade Co (II) na mistura de reação por ml de amostra de soro. O ensaio encontrou linearidade dentro desta faixa. O coeficiente de variação (CV) para testar a reprodutibilidade foi calculado pela repetição de

uma amostra de pacientes (15,6 unidades IMA) em seis ensaios em duplicata e o resultado encontrado foi <15%, o qual foi considerado baixo, mas dentro de níveis aceitáveis. Estas condições foram semelhantes aos descritos anteriormente por Chawla et al. (2006).

5.6.1 Antropométricas e Fisiológicas

O peso foi aferido utilizando-se balança antropométrica calibrada com capacidade para 150 kg e incremento de 100 g, e o resultado foi indicado em quilograma (kg). A participante foi avaliada vestindo apenas traje de banho, sem calçados descalço. Com os resultados da pesagem e da aferição da altura realizada com o trena da balança, foi realizado o cálculo do índice de massa corpórea, utilizando-se a equação peso (kg) dividido pela altura (m) ao quadrado. A classificação do estado nutricional seguiu a referência específica da OMS: abaixo do peso: $IMC < 18,5 \text{ Kg/m}^2$; peso normal: $IMC = 18,5 - 24,9 \text{ Kg/m}^2$; sobrepeso: $IMC = 25,0 - 29,9 \text{ Kg/m}^2$; obesidade: $IMC \geq 30,0 \text{ Kg/m}^2$. (OTWAY et al., 2011).

A medição da circunferência abdominal mínima ou cintura foi realizada em nível da crista ilíaca; valores até 80 cm foram considerados normais para mulheres. Acima destes valores, os indivíduos foram considerados portadores de obesidade central. (CHAMPAIGN, 1988).

Para a composição corporal, foi utilizado o equipamento de Bioimpedância Bio Tetric Tetrapolar Sanny, com sistema de eletrodos tetrapolar com 04 pontos (eletrodos de superfície), que fornece os resultados de gordura corporal em quilos e porcentagem, massa magra em quilos e porcentagem, massa total e água corporal total. Todas as participantes que foram avaliadas apresentaram-se com trajes de banho, e as medidas foram avaliadas na posição de decúbito dorsal.

A pressão arterial foi aferida a partir da medida das pressões arteriais sistólica (PAS) e diastólica (PAD) utilizando-se de um esfigmomanômetro de mercúrio (Erka, Germany), com manguito adequado para a circunferência do braço direito. Para tanto, cada participante permaneceu em repouso (sentado), por no mínimo 5 minutos, antes do início das medições. Foram tomadas duas medidas, guardando-se intervalos de aproximadamente 30 minutos entre cada uma. O aparecimento dos sons foi utilizado para a identificação da PAS, e o desaparecimento (fase V de Korotkoff), para identificação da PAD. Devido à possibilidade da existência de pseudo-hipertensão

causada pelo enrijecimento da artéria braquial por aterosclerose (que pode elevar a pressão em 30 mmHg ou mais), utilizou-se, concomitante à medição da PAS, a manobra de Osler (que é considerada positiva quando a artéria radial permanece palpável ao se insuflar o manguito acima do nível da PAS), sendo que estes casos não serão incluídos. Valores de pressão arterial até 130/85 mmHg foram considerados normais, de acordo com as recomendações do *National Cholesterol Education Program* (NCEP), *Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults* (Adult Treatment Panel III). (NCEP, 2001).

5.7 DIAGNÓSTICO DE SÍNDROME METABÓLICA

A classificação para SM foi feita pelo critério de classificação do NCEP-ATP III (Anexo 3). (NCEP ATP III, 2001). Para o presente estudo foi adotado que todas as voluntárias elegíveis deveriam ter a circunferência da cintura aumentada (> 88cm) e quaisquer outro critério, que poderia ser ou pressão arterial, ou triglicerídeos ou glicose elevada.

5.8 LOGÍSTICA DO ESTUDO

As voluntárias foram convidadas e recrutadas para estudo através de contato telefônico, jornais e folder. Nesse momento, a voluntária recebeu todas as informações a respeito de benefícios e efeito adversos pertinentes ao estudo e foi convidada a comparecer ao Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Atividade Física (LAPAFI) da Faculdade de Educação Física e Ciências do Desporto (FEFID) da PUCRS, prédio 60 da PUCRS, para a coleta de dados. No LAPAFI, as voluntárias passaram por uma bateria de coleta de dados sociodemográficos, de estilo de vida (que inclui dieta e histórico de atividade física), antropométricos e clínicos. As senhoras elegíveis e que aceitaram permanecer no estudo tiveram o seu sangue coletado, e foi realizada a bioimpedância em data a ser marcada. A partir disso, foi conduzida a randomização do estudo (conforme figura 2), foram agendadas as aulas de Pilates, e foram realizadas as avaliações subsequentes. O treinamento com o

Pilates foi oferecido por um instrutor capacitado, no Studio Pilates, localizado na Rua Dr. Mário Totta, 625 – Bairro Tristeza, Porto Alegre - RS, CEP 91920-130.

A coleta de sangue foi realizada por uma enfermeira da equipe do grupo de pesquisa, e a bioimpedância foi realizada por um profissional capacitado. O sangue coletado foi transportado, acondicionado em caixa térmica com gelo para o Laboratório de Bioquímica, Genética Molecular e Parasitologia do Instituto de Geriatria e Gerontologia da PUCRS, onde foi processado e armazenado em freezer a -20°C para as análises bioquímicas do estudo.

5.9 ESTATÍSTICA

As variáveis contínuas foram descritas por média e desvio padrão/erro padrão ou mediana e amplitude interquartílica. As variáveis categóricas foram descritas por frequências absolutas e relativas.

Para comparar médias, a Análise de Variância (ANOVA) one-way complementada pelo teste de Tukey foram aplicadas. Em caso de assimetria, o teste de Kruskal-Wallis foi utilizado. Para ajustar as diferenças em relação à medida basal, a Análise de Covariância (ANCOVA) complementada pelo teste de Bonferroni foram aplicados.

As comparações intra grupos foram avaliadas pelos testes t-student para amostras pareadas (distribuição simétrica) ou teste de Wilcoxon (distribuição assimétrica).

O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$) e as análises foram realizadas no programa SPSS versão 21.0.

5.10 ÉTICA

A pesquisa foi submetida e aprovada pela Comissão Científica do Programa de Pós Graduação em Gerontologia Biomédica do Instituto de Geriatria e Gerontologia da PUCRS, bem como pelo Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (parecer nº 474.390). Após a aprovação, foram iniciadas as coletas de dados, cumprindo as exigências da Resolução 196/96, atualizada pela Resolução 466/2012 do Ministério da Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos. Todos

os sujeitos da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 5). O projeto foi encaminhado ao Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos ReBEC e recebeu o número de registro: RBR-2sgtn2

6. RESULTADOS

A amostra foi composta por 50 voluntárias portadoras de critérios diagnóstico para a SM, com média de idade de $61,3 \pm 6,6$ anos (intervalo de 51 a 77 anos). A média de idade não diferiu entre os grupos, sendo respectivamente: grupo Pilates + ECS ($60,5 \pm 6,2$), grupo Pilates + Placebo ($62,6 \pm 6,7$), grupo ECS ($59,1 \pm 4,7$) e grupo Placebo ($62,9 \pm 8,0$) com ($p = 0,462$). Conforme a Tabela 2, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas das variáveis sociodemográficas, de raça, renda e escolaridade entre os grupos investigados ($p > 0,05$).

Tabela 2 - Comparação entre os grupos investigados das variáveis sociodemográficas, racial, cultural e econômica da amostra.

Características	Pilates+ECS 14 (28%)	Pilates+Placebo 11(22%)	ECS 11(22%)	Placebo 14(28%)	P
Idade em anos (Média±DP)	60,5±6,2	62,6±6,7	59,1±4,7	62,9±8,0	0,462 ^a
Raça					
Branca	14 (100,0)	9 (81,8)	11 (100,0)	13 (92,9)	
Parda	0 (0,0)	2 (18,2)	0 (0,0)	1 (7,1)	0,273 ^b
Renda pessoal (salário mínimo)					
Sem renda	3 (21,4)	2 (18,2)	3 (27,3)	4 (28,6)	
1	0 (0,0)	1 (9,1)	1 (9,1)	2 (14,3)	
1 e 2	4 (28,6)	4 (36,4)	2 (18,2)	4 (28,6)	0,891 ^b
2 e 4	4 (28,6)	4 (36,4)	2 (18,2)	4 (28,6)	
4 e 6	1 (7,1)	0 (0,0)	1 (9,1)	0 (0,0)	
6	2 (14,3)	0 (0,0)	2 (18,2)	0 (0,0)	
Renda familiar (salário mínimo)					
1	1 (7,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (7,1)	
1 e 3	4 (30,8)	5 (50,0)	4 (36,4)	4 (28,6)	
3 e 5	2 (15,4)	2 (20,0)	3 (27,3)	5 (35,7)	0,960 ^b

5 e 8	4 (30,8)	1 (10,0)	3 (27,3)	2 (14,3)	
8	2 (15,4)	2 (20,0)	1 (9,1)	2 (14,3)	
Escolaridade (anos)					
0-4	1 (7,1)	1 (9,1)	0 (0,0)	1 (7,1)	
5-8	4 (28,6)	5 (45,5)	4 (36,4)	6 (42,9)	0,941 ^b
>9	9 (64,3)	5 (45,5)	7 (63,6)	7 (50,0)	
Estado civil					
Solteira	2 (14,3)	1 (9,1)	0 (0,0)	1 (7,1)	
Casada	7 (50,0)	8 (72,7)	8 (72,7)	11 (78,6)	0,753 ^b
Separada	3 (21,4)	0 (0,0)	2 (18,2)	1 (7,1)	
Viúva	2 (14,3)	2 (18,2)	1 (9,1)	1 (7,1)	

a: ANOVA; b: Teste Exato de Fischer. ECS = extrato de *Camellia sinensis*.

Com relação aos componentes da SM, foi verificado que, das 50 participantes, 35 (70%) apresentavam três critérios diagnóstico da SM (NCEP ATP III), e 15 (30%) apresentavam dois critérios diagnósticos para a SM. Todas as participantes apresentavam a variável circunferência da cintura > 88 cm.

Na tabela 3, foram comparadas as medidas dos resultados iniciais entre os 4 grupos em todas as variáveis apresentadas. Foi observado que os níveis de triglicérides dos pacientes do grupo chá verde iniciaram significativamente mais baixos do que dos demais grupos. Nas demais características, as diferenças não foram estatisticamente significativas antes da intervenção.

Tabela 3 – Comparação das variáveis relacionadas à SM, à composição corporal e aos marcadores REDOX entre os grupos de intervenção no período pré-intervenção.

Variáveis	Pilates + Chá Verde (n=14) Média ± DP	Pilates + Placebo (n=11) Média ± DP	Chá Verde (n=11) Média ± DP	Placebo (n=14) Média ± DP	p
Componentes da Síndrome Metabólica					
CC	100,5 ± 11,7	95,5 ± 9,3	100,9 ± 11,7	105,5 ± 6,5	0,114
PAS	125,7 ± 9,4	120,0 ± 14,1	126,4 ± 13,6	122,9 ± 19,0	0,707
PAD	80,0 ± 9,6	77,3 ± 10,1	77,3 ± 10,1	76,4 ± 10,1	0,799
TG	187,1 ± 61,7 ^b	154 ± 42,7 ^b	100,7 ± 31,2 ^a	154,1 ± 49,5 ^b	0,001
HDL	44,6 ± 9,7	41,9 ± 7,1	48,5 ± 11,1	46,6 ± 9,0	0,397
Glicemia	152,7 ± 66,9	119,8 ± 33,7	112,8 ± 24,5	113,7 ± 45,8	0,106
Composição Corporal					
Massa total	83,5 ± 15,9	76,9 ± 11,7	80,0 ± 17,9	87,9 ± 13,4	0,298
IMC	33,8 ± 6,0	30,3 ± 4,2	32,1 ± 5,8	35,2 ± 2,5	0,080
Massa magra	45,9 ± 5,6	46,1 ± 3,2	45,2 ± 6,6	48,5 ± 5,6	0,436
% Massa magra	55,8 ± 6,1	60,9 ± 8,1	57,6 ± 6,7	55,7 ± 6,0	0,204
Massa gorda	37,6 ± 11,4	30,7 ± 10,6	34,7 ± 12,1	39,4 ± 10,0	0,239
% Massa gorda	44,1 ± 6,1	39,0 ± 8,0	42,4 ± 6,7	44,3 ± 6,0	0,195
Água	34,6 ± 4,1	33,6 ± 3,2	33,6 ± 5,0	35,9 ± 4,8	0,508
Marcadores do metabolismo Redox					
AOPP*	56,9 (36,9-71,1)	57,2 (45,9-77,4)	69,1 (43,2-83,8)	51,2 (28,7-81,5)	0,869
FRAP*	519 (308-639)	423 (394-477)	513 (261-639)	497 (248-594)	0,775

NOX*	122 (89-323)	125 (74-182)	96 (64-159)	125 (98-177)	0,511
IMA	0,58 ± 0,09	0,58 ± 0,25	0,53 ± 0,18	0,61 ± 0,18	0,846

Na tabela 4, foram comparadas as variáveis pós-intervenção entre os 4 grupos. Quando ajustadas as variáveis pela medida basal, a CC do grupo Pilates + Chá Verde foi significativamente mais baixa do que a dos grupos Chá verde e Placebo após a intervenção.

Os níveis de TG dos grupos Pilates + Chá Verde e Pilates + Placebo foram significativamente mais baixos do que os do grupo Placebo. Os níveis de glicemia, IMC e massa gorda do grupo Pilates + Chá Verde foi significativamente mais baixo do que os do grupo Placebo.

As médias da massa magra, em kg, dos grupos Pilates + Chá Verde e Pilates + Placebo foram significativamente mais elevadas do que as dos grupos Chá Verde e Placebo. Já o percentual de massa magra do grupo Pilates + Chá Verde foi significativamente maior do que o dos grupos Chá Verde e Placebo, sendo que o percentual de massa magra do grupo Pilates + Placebo foi significativamente mais elevado somente em relação ao Placebo.

Em relação ao percentual de massa gorda, o grupo Pilates + Chá Verde foi significativamente menor do que o dos grupos Chá Verde e Placebo, sendo que o percentual de massa gorda do grupo Pilates + Placebo foi significativamente mais baixo do que o Placebo.

Tabela 4 – Comparação das variáveis relacionadas à SM, à composição corporal e aos marcadores REDOX entre os grupos de intervenção no período pós-intervenção.

Variáveis	Pilates + Chá Verde (n=14) Média ± EP	Pilates + Placebo (n=11) Média ± EP	Chá Verde (n=11) Média ± EP	Placebo (n=14) Média ± EP	p _{ajustado*}
Componentes da Síndrome Metabólica					
CC	96,8 ± 0,94 ^a	99,6 ± 1,10 ^{ab}	101,4 ± 1,06 ^b	103 ± 0,97 ^b	<0,001
PAS	121,4 ± 1,6	123,7 ± 1,8	125,4 ± 1,8	127,1 ± 1,6	0,086
PAD	79,0 ± 1,3	77,7 ± 1,4	77,7 ± 1,4	77,4 ± 1,3	0,819
TG	92,6 ± 3,4 ^a	99,4 ± 3,6 ^a	98,9 ± 4,0 ^{ab}	107,6 ± 3,2 ^b	0,010
HDL	45,4 ± 2,3	49,7 ± 2,7	42,8 ± 2,7	40,2 ± 2,3	0,074
Glicemia	101 ± 13,1 ^a	117,9 ± 14,1 ^{ab}	135,8 ± 14,2 ^{ab}	154,0 ± 12,6 ^b	0,041
Composição Corporal					
Massa total	81,1 ± 0,6	82,6 ± 0,7	81,7 ± 0,7	82,6 ± 0,6	0,222
IMC	31,5 ± 0,5 ^a	32,9 ± 0,6 ^{ab}	32,9 ± 0,6 ^{ab}	34,1 ± 0,5 ^b	0,008
Massa magra	49,2 ± 0,3 ^b	48,9 ± 0,3 ^b	46,8 ± 0,3 ^a	46,9 ± 0,3 ^a	<0,001
% Massa magra	61,5 ± 0,6 ^c	60,7 ± 0,7 ^{bc}	58,3 ± 0,7 ^{ab}	57,1 ± 0,6 ^a	<0,001
Massa gorda	32,1 ± 0,9 ^a	33,3 ± 1,0 ^{ab}	33,4 ± 1,0 ^{ab}	36,3 ± 0,9 ^b	0,013
% Massa gorda	38,5 ± 0,7 ^a	39,4 ± 0,8 ^{ab}	41,5 ± 0,7 ^{bc}	42,2 ± 0,6 ^c	0,001
Água	34,3 ± 0,1	34,6 ± 0,1	34,5 ± 0,1	34,5 ± 0,1	0,443
Marcadores do metabolismo Redox					
AOPP**	68,8 ± 5,3	71,7 ± 5,5	74,2 ± 5,8	75,2 ± 4,9	0,853
FRAP**	703,5 ± 67,5	627,2 ± 69,8	595,6 ± 73,3	787,1 ± 62,1	0,155
NOX**	207,2 ± 28,4	180,9 ± 29,1	191,7 ± 31,1	182,9 ± 36,5	0,946
IMA	0,50 ± 0,06	0,45 ± 0,06	0,54 ± 0,07	0,64 ± 0,07	0,240

* Ajustado para a medida basal; ^{a,b,c} Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância; ** variáveis sofreram transformação logarítmica para a realização da ANCOVA

Na tabela 5 são comparadas as variáveis intragrupos. No grupo Pilates + Chá verde, houve redução significativa da CC, TG, glicemia, IMC, massa gorda e percentual de gordura. Também houve aumento significativo de massa magra, percentual de massa magra e FRAP. No grupo Pilates + Placebo, houve redução significativa de TG, massa gorda e percentual de gordura. Também houve aumento significativo de massa magra e percentual de massa magra. No grupo Chá Verde, houve redução significativa de massa total e aumento significativo de NOX. No grupo Placebo, houve aumento significativo de CC e FRAP. No entanto, houve redução significativa de triglicerídeos.

Tabela 5 – Comparação das variáveis relacionadas à SM, à composição corporal e aos marcadores REDOX intragrupos pré e pós-intervenção.

Variáveis	Pilates + Chá Verde (n=14)			Pilates + Placebo (n=11)		
	Pré	Pós	p	Pré	Pós	p
	Média ± DP	Média ± DP		Média ± DP	Média ± DP	
Componentes da Síndrome Metabólica						
CC	100,5 ± 11,7	96,4 ± 10,9	0,003	95,5 ± 9,3	94,5 ± 10,6	0,295
PAS	125,7 ± 9,4	122,9 ± 4,7	0,165	120,0 ± 14,1	120,9 ± 7,0	0,756
PAD	80,0 ± 9,6	80,7 ± 7,3	0,720	77,3 ± 10,1	77,3 ± 7,9	1,000
TG	187,1 ± 61,7	92,9 ± 12,5	<0,001	153,9 ± 42,7	94,5 ± 10,3	0,002
HDL	44,6 ± 9,7	45,1 ± 10,1	0,770	41,9 ± 7,1	48,7 ± 9,2	0,078
Glicemia	152,7 ± 66,9	109,9 ± 32,9	0,021	119,8 ± 33,7	115,9 ± 34,2	0,690
Composição Corporal						
Massa total	83,5 ± 15,9	82,1 ± 15,9	0,104	76,9 ± 11,7	77,1 ± 12,0	0,812
IMC	33,8 ± 6,0	32,2 ± 5,9	0,002	30,3 ± 4,2	30,3 ± 4,4	0,993

Massa magra	45,9 ± 5,6	48,7 ± 5,5	<0,00 1	46,1 ± 3,2	48,5 ± 3,4	<0,00 1
% Massa magra	55,8 ± 6,1	60,0 ± 6,4	0,001	60,9 ± 8,1	64,2 ± 8,6	0,001
Massa gorda	37,6 ± 11,4	33,6 ± 11,5	<0,00 1	30,7 ± 10,6	28,4 ± 10,8	0,006
% Massa gorda	44,1 ± 6,1	39,9 ± 6,4	0,001	39,0 ± 8,0	35,8 ± 8,6	0,001
Água	34,6 ± 4,1	34,5 ± 4,2	0,184	33,6 ± 3,2	33,7 ± 3,2	0,511
Marcadores do metabolismo Redox						
AOPP*	56,9 (36,9-71,1)	70,1 (62,2-76,2)	0,158	57,2 (45,9-77,4)	68,3 (62,6-82,2)	0,182
FRAP*	519 (309-639)	654 (527-907)	0,041	423 (394-477)	690 (488-753)	0,075
NOX*	122,4 (88,9-323)	184,9 (116-357)	0,433	125,4 (73,5-182)	209 (113-227)	0,328
IMA	0,58 ± 0,10	0,49 ± 0,18	0,199	0,55 ± 0,25	0,45 ± 0,11	0,258

* Descritas por mediana (Percentis 25-75)

Tabela 6 – Comparação das variáveis relacionadas à SM, à composição corporal e aos marcadores REDOX intragrupos pré e pós-intervenção.-continuação

Variáveis	Chá Verde (n=11)			Placebo (n=14)		
	Pré	Pós	p	Pré	Pós	p
	Média ± DP	Média ± DP		Média ± DP	Média ± DP	
Componentes da Síndrome Metabólica						
CC	100,9 ± 11,7	101,4 ± 12,1	0,669	105,5 ± 6,5	107,4 ± 6,8	0,022
PAS	126,4 ± 13,6	127,3 ± 12,7	0,341	122,9 ± 19,0	126,4 ± 18,6	0,055
PAD	77,3 ± 10,1	77,3 ± 11,0	1,000	76,4 ± 10,1	76,4 ± 9,3	1,000
TG	100,7 ± 31,2	98,5 ± 16,3	0,828	154,1 ± 49,5	107,6 ± 6,6	0,005
HDL	48,5 ± 11,1	43,6 ± 5,8	0,289	46,6 ± 9,0	40,5 ± 9,7	0,064
Glicemia	112,8 ± 24,5	131,6 ± 54,1	0,301	113,7 ± 45,8	150,1 ± 64,6	0,054
Composição Corporal						
Massa total	80,0 ± 17,9	79,2 ± 18,1	0,050	87,9 ± 13,4	88,0 ± 12,9	0,921
IMC	32,1 ± 5,8	32,1 ± 5,8	0,626	35,2 ± 2,5	36,2 ± 3,4	0,274
Massa magra	45,2 ± 6,6	45,5 ± 6,5	0,351	48,5 ± 5,6	48,8 ± 5,3	0,227
% Massa magra	57,6 ± 6,7	58,6 ± 6,9	0,090	55,7 ± 6,0	55,6 ± 5,7	0,490
Massa gorda	34,7 ± 12,1	32,2 ± 11,3	0,161	39,4 ± 10,0	39,5 ± 9,2	0,884
% Massa gorda	42,4 ± 6,7	41,3 ± 7,0	0,072	44,3 ± 6,0	43,8 ± 5,7	0,163
Água	33,6 ± 5,0	33,5 ± 5,1	0,348	35,9 ± 4,8	35,8 ± 4,8	0,413
Marcadores do metabolismo Redox						
AOPP*	69,1 (43,2-83,8)	69,7 (49,3-91,3)	0,333	51,2 (28,7-81,5)	79 (60,3-84,7)	0,158

FRAP*	513 (261-639)	477 (409-830)	0,333	496 (247-593)	723 (619-1004)	0,001
NOX*	96,2 (64,4-160)	169 (112-204)	0,009	125,2 (97,9-176)	176,1 (138-231)	0,310
IMA	0,53 ± 0,19	0,55 ± 0,20	0,886	0,61 ± 0,19	0,63 ± 0,30	0,907

* descritas por mediana (Percentis 25-75)

7. DISCUSSÃO

Apesar de existirem poucos estudos relacionados ao método Pilates e à suplementação com extrato de *Camellia Sinensis* que comprovem eficácia na redução de fatores de risco cardiometabólico em mulheres pós-menopausa e em idosos, (JUNGES, 2015) o presente estudo apresentou resultados que sugerem eficácia dos exercícios do método Pilates com suplementação do extrato de *Camellia Sinensis* e dos exercícios do método Pilates sem suplementação.

Os exercícios aliados à suplementação com ECS apresentaram resultados estatisticamente significativos e de maior efeito nas alterações dos critérios diagnóstico da SM e da composição corporal, além de aumento do marcador FRAP. O grupo que fez os exercícios sem a suplementação com extrato de *Camellia Sinensis* também apresentou resultados significativos nos componentes da SM e na composição corporal. O grupo que somente suplementou com ECS não apresentou resultados estatisticamente significativos dos critérios diagnóstico da SM mas, na composição corporal houve redução significativa de massa total e aumento do NOx. Há hipótese, assim como a insulina estimula a produção de NO a partir do endotélio, o ECS fazer o mesmo, o que poderia explicar o aumento nas concentrações de NOx (Zaheli et. al., 2008). No presente estudo, os exercícios do método Pilates com a suplementação do extrato de *Camellia sinensis* apresentaram importante papel na regulação dos critérios diagnóstico da SM, como triglicerídeos, glicemia em jejum e circunferência da cintura. No grupo que realizou os exercícios sem a suplementação do extrato de *Camellia sinensis*, foi observada diferença estatisticamente significativa nos triglicerídeos. Nos demais, como glicemia, circunferência da cintura, PAS e HDL, houve pequenas alterações após a intervenção com os exercícios do método Pilates; no entanto estes resultados foram positivos, o que impediu que houvesse aumento significativo desses componentes, como a glicemia, circunferência da cintura e a diminuição do HDL, contrariamente ao encontrado no grupo controle. No estudo de meta-análise conduzido por Kodama S et al., foi observado que um programa de treinamento de 120 minutos de exercícios moderados por semana, similar ao protocolo de treinamento utilizado em nosso estudo, é o suficiente para aumentar os níveis de HDL-c. (KODAMA et. al., 2007). Os triglicerídeos são considerados fontes de energia em eventos de resistência, e sua decomposição é um processo mais lento no metabolismo celular, para formação dos componentes básicos como glicerol e

ácidos graxos, que são utilizados na formação do ATP (LARRY, WILMORE, COSTILL, 2013). O resultado do presente estudo reforça a hipótese de que nos exercícios do método Pilates ocorre um gasto energético considerável através dos exercícios resistidos e multidimensionais, sendo eles de baixa e moderada intensidade. (JUNGES, JACONDINO, GOTTLIEB, 2015).

No estudo de Chagas EFB et al., desenvolvido para analisar o impacto dos exercícios físicos na composição corporal e nos componentes de risco cardiovasculares, em grupos senhoras obesas, sedentárias e pós-menopausa (faixa etária de 50 a 79), observou-se, no período de 12 semanas, que os exercícios físicos são eficientes em reduzir os valores de triglicédeos, apresentando ainda efeito positivo no HDL-c, uma vez que impediram a redução deste parâmetro no grupo que se exercitava, diferentemente do observado no grupo controle que não realizou o treinamento. Nesta pesquisa, a glicemia do grupo de intervenção não se alterou significativamente após a intervenção com os exercícios, o que também foi observado em outros estudos com protocolos de exercícios semelhantes. (CHAGAS et. al., 2015)

Em outro estudo, Félix-Redondo et al. (2013) realizaram uma revisão com os principais estudos observacionais e ensaios clínicos randomizados que estudaram a relação entre as doenças cardiovasculares e medidas terapêuticas recomendadas para prevenir doenças cardiovasculares e para reduzir os níveis de colesterol em idosos, tais como mudanças de estilo de vida e medicamentos hipolipemiantes. O estudo mostrou que o exercício físico regular não reduz o colesterol total e o LDL, se não houver perda de peso, embora seja eficaz no aumento do colesterol HDL e na redução dos triglicédeos (FELIX-REDONDO et al., 2013). O mesmo resultado observamos no estudo de Alkahtani et al., que examinou a associação entre exercícios físicos e sedentarismo em homens com componentes de SM (ALKAHTANI, ELKILANY, ALHARIRI, 2015).

No estudo de revisão sistemática sobre o efeito do método Pilates em fatores de risco para doenças cardiometabólicas, realizado por Junges et al. (2015), foram citados dois estudos que apresentaram efeitos benéficos do método Pilates para a pressão arterial sistêmica. Os autores atribuíram estes resultados à técnica de respiração, que pode estar relacionada à diminuição da tensão e que, associada aos movimentos de resistência e força, proporciona um aumento da força de ejeção do sangue na parede vascular, gerando, com isso, maior capacidade de produção de óxido nítrico no endotélio, que mantém a tensão arterial dentro dos parâmetros

normais. Ainda segundo os autores, também foi analisada a relação cintura/quadril em quatro estudos, e todos apresentaram diferenças estatisticamente significativas dentro de todos os grupos experimentais (JUNGES, JACONDINO, GOTTLIEB, 2015).

No presente estudo, o grupo que realizou os exercícios do método Pilates com a suplementação do ECS obteve os melhores resultados comparados aos demais grupos de intervenção. Esse grupo apresentou resultados com diferenças estatisticamente significativas nos componentes: circunferência da cintura, triglicerídeos e glicemia. O HDL não apresentou alteração nas concentrações.

Em um estudo de meta-análise realizado por Zheng XX et al., com 1.136 indivíduos com perfil lipídico, de quatorze ensaios clínicos randomizados controlados, foram analisados os efeitos do chá verde para este perfil. Os resultados mostraram que o consumo do chá verde reduziu significativamente a concentração de triglicerídeos e colesterol LDL ($p < 0,001$), mas a alteração média da concentração de HDL no sangue não teve resultados significativos.

Em outro estudo com animais roedores, Kao YH et al. observaram uma diminuição de ganho de peso nos animais que foram tratados com ECS, o que coincidiu com a ingestão reduzida dos alimentos. Tomados em conjunto, estes resultados sugerem que o ECS pode ter efeitos pleiotrópicos, diretos e indiretos, para menor peso corporal tanto em animais magros como em animais obesos, o que leva à hipótese de que o ECS tem efeitos benéficos na redução do colesterol LDL e da glicemia. Esses efeitos têm sido correlacionados com a capacidade do EGCG ou extrato de *Camellia sinensis* de diminuir a ingestão de alimentos, em alguns casos em 50-60%. (KAO, HIIPAKKA, LIAO, 2000)

Deste modo, surge a hipótese de que os exercícios do método Pilates com a suplementação de ECS podem produzir maior efeito nos critérios diagnóstico da SM, mantendo os valores dentro do padrão de normalidade. Nas análises dos marcadores do metabolismo redox desse grupo, foi apresentado aumento no marcador FRAP. Segundo Benzie et al., e Colak et al., indivíduos que apresentam níveis elevados de FRAP demonstram maior capacidade antioxidante em reduzir o ferro. (BENZIE, STRAIN, 1996; BENZIE, STRAIN, 2004).

Estudo in vitro com ECS, realizado por Sohrab et al., demonstrou a capacidade dos polifenóis do ECS de quelar metais, como o ferro, prevenindo sua participação em reações geradoras de radicais livres como as de Fenton e Haber-weiss, que são extremamente danosos aos lipídios, a proteínas e ao DNA (SOHRAB et al., 2013).

Além de o ECS possuir propriedades antioxidantes, segundo Steinbacher e Eckl, o estresse oxidativo induzido pelo exercício serve como sinal importante para estimular a adaptação do músculo dos sistemas antioxidantes através da ativação das vias de sinalização redox-sensíveis. Enquanto uma contração intensa é suficiente para ativar essas vias, alta regulação da síntese de proteínas requer efeitos cumulativos de movimentos repetitivos de exercícios. Essas formação e adaptação também permitem que a célula incorpore níveis elevados de antioxidantes exógenos em forma de suplementação dietética.

Esse achado corrobora os resultados apontados neste estudo, inclusive a hipótese de que os exercícios do método Pilates com a suplementação do ECS são eficazes na regulação da glicemia e da gordura visceral.

Os resultados da avaliação da composição corporal para estes grupos foram estatisticamente significativos. Ambos os grupos apresentaram diminuição estatisticamente significante na porcentagem de gordura corporal, na massa gorda, na porcentagem de massa magra e na massa magra, sendo que o grupo que se exercitou com suplementação teve resultado melhor na diminuição da massa gorda. A revisão da literatura, até o presente momento, sobre os efeitos da aplicação do método Pilates na composição corporal para faixa etária investigada neste estudo, apresentou resultados similares.

Cakmakçi O, em 2011, conduziu um estudo sobre o efeito dos exercícios do método Pilates na composição corporal em senhoras obesas e sedentárias. Foi observada em seu estudo uma diminuição significativa nas porcentagens de gordura e de massa gorda. No ano seguinte, o autor conduziu outro estudo com senhoras de sobrepeso e sedentárias, em que se observou diferença significativa na redução da massa gorda e aumento da massa magra. (CAKMAKÇI, 2011; CAKMAKÇI, 2011).

Martins Meneses et al., em seu estudo com 303 mulheres idosas com o mesmo período de treinamento e frequência deste estudo, apresentou resultados que produziram muitos benefícios, como a estabilidade da massa magra e diminuição da massa gorda. (MARTINS MENESES et al., 2014).

Fourie M et al., em seu estudo com 50 idosas sedentárias apresentou diminuição significativa da porcentagem de gordura corporal. (FOURIE et al., 2014).

Os resultados apresentados no grupo placebo mostraram aumento da circunferência da cintura e FRAP. No entanto, houve redução significativa dos triglicerídeos.

Esses achados, em parte corroboram com os resultados desta pesquisa. Apesar dos bons resultados apresentados em nosso estudo, ocorreram algumas limitações. A primeira delas diz respeito ao tamanho amostral, que devido as exclusões ficou reduzido nos grupos. A segunda está relacionada a não avaliação da ingestão de macro e micronutrientes da amostra, o que pode ter interferido nos resultados obtidos em relação aos marcadores do metabolismo REDOX, bem como em alguns resultados inesperados nos grupos placebo, principalmente em relação aos triglicérides e ao FRAP. Contudo, ressalvada as limitações o presente ensaio clínico demonstrou a eficácia do Pilates e da suplementação da *Cammelias sinensis* em mitigar a SM, e melhorar a composição corporal de mulheres pós menopáusicas, o que pode ter um impacto muito benéfico na saúde global dessa amostra. Adicionalmente, o estudo reforça a preconização de exercícios de resistência, como os exercícios do método Pilates para essa faixa etária e de uma alimentação rica em compostos bioativos, como os flavonoides da *Cammelia sinensis* não somente como um tratamento coadjuvante, mas também para a prevenção de DCVs.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, o envelhecimento populacional representa um desafio para muitos países desenvolvidos, assim como para os países em desenvolvimento. O aumento da expectativa de vida é uma preocupação mundial que causa um aumento nas demandas econômicas e sociais. Organizações governamentais de diversos países vêm adotando medidas preventivas com estratégias para racionalizar o uso de medicamentos, evitando assim a prática de polifarmácia e suas consequências na saúde da população idosa.

A literatura científica vem investigando diversos recursos não farmacológicos para o tratamento e prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como as cardiovasculares que estão relacionadas a fatores metabólicos e estilo de vida, principalmente as relacionadas a prática de atividade física e exercícios físicos, aliados à dieta com elementos antioxidantes.

Em mulheres sedentárias e pós-menopausa, o risco para o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas são mais frequentes, devido à perda do efeito protetor dos estrógenos, sendo que os mecanismos de ação desses hormônios estão relacionados ao metabolismo das lipoproteínas plasmáticas. Dessa forma, os exercícios físicos aliados à suplementação com agentes antioxidantes proporcionam melhor estratégia de prevenção e prognóstico em pessoas portadoras de critérios diagnóstico da SM. O método Pilates, além de comportar especificidades para a manutenção da postura e alívio de dores, principalmente na coluna vertebral, mostrou nesse estudo ser eficaz em manter os valores dos componentes da SM dentro dos padrões de normalidade e alterar a composição corporal com os exercícios, além de melhorar a ação de alguns marcadores do metabolismo redox.

O estudo nos mostrou que a suplementação com o ECS para sedentários tem pouco efeito nos critérios diagnóstico da SM, assim como na composição corporal. Mas o ECS, junto aos exercícios moderados do método Pilates, produz maior efeito, principalmente nos componentes como glicemia, triglicerídeos e circunferência da cintura. Conforme a literatura, esses componentes elevados servem de definição para muitas entidades como critérios para diagnóstico em estudos sobre a prevalência e a incidência, bem como o tratamento e a prevenção da SM.

Acreditamos que a implementação dos exercícios do método Pilates aliado à suplementação com o ECS seja uma forma de tratamento e prevenção de doenças

crônicas não transmissíveis (DCNT) como a SM. Porém, são necessárias novas investigações para comprovar esta hipótese. Esperamos que este estudo sirva de base para futuras investigações para que comprovem a eficiência dos exercícios do método Pilates com suplementação do ECS nos componentes da SM.

9. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados sugerem a eficácia dos exercícios do método Pilates com a suplementação do extrato de *Camellia sinensis* na redução de triglicerídeos, glicemia, IMC e circunferência da cintura, além do aumento do marcador FRAP (na avaliação intragrupos). Além disso, os exercícios do método Pilates com ou sem a suplementação de extrato de *Camellia sinensis* foi mais eficaz na melhora da composição corporal das voluntárias, onde se observou diminuição da porcentagem de gordura e da massa gorda e aumento da porcentagem de massa magra e da massa magra das voluntárias. Já, a suplementação com ECS sem Pilates é eficaz na redução da massa total e aumento do marcador oxidativo NOX. Este tratamento pode contribuir na prevenção de eventos cardiovasculares, através da modificação do estilo de vida em mulheres pós-menopausa que apresentam critérios diagnósticos da SM.

REFERÊNCIAS

ADRAIN, C; CREAGH, EM; MARTIN, SJ. Apoptosis-associated release of Smac/DIABLO from mitochondria requires active caspases and is blocked by Bcl-2. *EMBO J.* 2001; 20 (23): 6627-6636.

ALBERTI, K; ZIMMET, P; SHAW, J. Metabolic Syndrome- a new world-wide definition. A Consensus Statement from the international Diabetes Federation. *Diabet Med.* 2006; 23 (5): 469-480.

ALKAHTANI, S; ELKILANY, A; ALHARIRI, M. Association between sedentary and physical activity patterns and risk factors of metabolic syndrome in Saudi men: A cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2015; 15: 1234.

ALMOOSAWI, S; et al. Differential effect of polyphenol dark chocolate on biomarker of glucose metabolism and cardiovascular risk factors in healthy, overweight and obese subjects: a randomized clinical trial. *Food Funct.* 2012; 3: 1035-1043.

ANGIN, E; ERDEN, Z; CAN, F. The effects of Clinical Pilates Exercises on bone mineral density (BMD), physical performance and quality of life of women with postmenopausal osteoporosis. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2015.

ARCARO, G; et al. Insulin causes endothelial dysfunction in humans: sites and mechanisms. *Circulation.* 2002; 105: 576–582.

ARMUTCU, F; et al. Oxidative stress markers, C-reactive protein and heat shock protein 70 levels in subjects with metabolic syndrome. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine.* 2008; 46 (6): 785–790.

ARSOVA-SARAFINOVSKA, Z; et al. Manganese superoxide dismutase (MnSOD) genetic polymorphism is associated with risk of early-onset prostate cancer. *Cell Biochem Funct.* 2008; 26 (7): 771-777.

BANERJEE, M; VATS, P. Reactive metabolites and antioxidant gene polymorphisms in Type 2 diabetes mellitus. *Indian J Hum Genet.* 2014; 20 (1): 10-19.

BANERJEE, M; VATS, P. Reactive metabolites and antioxidant gene polymorphisms in Type 2 diabetes mellitus. *Redox Biol.* 2013; 2: 170-177.

BARBOSA, KBF; et al. Estresse Oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. *Rev. Nutr.* 2010; 23 (4): 629-643.

BAR-OR, D; LAU, E; WINKLER, JV. Novel assay for cobalt-albumin binding and its potential as a marker for myocardial ischemia—a preliminary report. *J Emerg Med.* 2000; 19: 311-315.

BARSOTTI, A; et al. Role of advanced oxidation protein products and Thiol ratio in patients with acute coronary syndromes. *Clin Biochem.* 2011; 44 (8-9): 605-611.

BASU, A; LUCAS, E. Mechanisms and effects of green tea on cardiovascular health. *Nutrition Reviews.* 2007; 65 (8): 361-375.

BELVIRANLI, M; GÖKBEL, H. Acute exercise induced oxidative stress and antioxidantes changes. *European Journal of General Medicine.* 2006; 3 (3): 126-131.

BENZIE, IF; STRAIN, JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem.* 1996; 239 (1): 70-76.

BOMPA, T; HAFF, G. *Periodização: teoria e metodologia do treinamento.* Phorte. 2012.

BONNEAU, G; PEDROZO, W; BERG, G. Adiponectin and waist circumference as predictors of insulin-resistance in women. *Diabetes Metab Syndr.* 2014; 8 (1): 3-7.

BONNEAU, GA; PEDROZO, WR; BERG, G. Adiponectin and waist circumference as predietors of insulin-resistance in women. *Diabetes Metab Syndr.* 2014; 8 (1): 3-7.

BOPP, M; BARBIERO, S. Prevalência de síndrome metabólica em pacientes de um ambulatório do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul. *Arq Bra cardiol.* 2009; 93: 473-477.

BOSE, M; et al. The major green tea polyphenol, epigallocatechin-3-gallate, inhibits obesity, metabolic syndrome and fatty liver disease in hight-fat-fed mice. *J Nutr.* 2008; 138: 1677-1683.

BOUASSIDA, A; et al. Effect of energy expenditure and training status on leptin response to sub-maximal cycling. *J Sports Sci Med.* 2009; 8 (2): 190-196.

BOUCHARD, L; et al. Genetics of aerobic and anaerobic performance. *Exercise and Sport Sciences Review*. 1992; 20 (1): 27-58.

BOUMAIZA, I; et al. Relationship Between Leptin G2548A and Leptin Receptor Q223R Gene Polymorphisms and Obesity and Metabolic Syndrome Risk in Tunisian Volunteers. *Genet Test Mol Biomarkers*. 2012; 16 (7): 726-733.

CABRERA, M; et al. Metabolic syndrome, abdominal obesity, and cardiovascular risk in elderly women. *Int J Cardiol*. 2007; 114: 224-229.

CAKMAKÇI, O. The effect of 8 week Pilates exercise on body composition in obese women. *Coll Antropol*. 2011; 35 (4): 1045-1050.

CAKMAKÇI, O. The effects of 10 week Pilates Mat exercise program on weight loss and body composition for overweight turkish women. *Word Appl Sci J*. 2012; 19 (3): 431-438.

CAMERON, AJ; SHAW, JE; ZIMNET, PZ. The metabolic Syndrome:prevalence in worldwide populations. *Endocrinal Metab Clin N Am*. 2004; 33: 351-375.

CHAMPAIGN, IL. Anthropometric standardization reference manual. *Human Kinetics*. 1988.

CHAWLA, R; et al. Ischemia modified albumin: A novel marker for acute coronary syndrome. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*. 2006; 21 (1): 77-82.

CHEN, I-J; et al. Therapeutic effect of high-dose green tea extract on weight reduction: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Clinical Nutrition*. 2015.

COBLEY, J; et al. The basic chemistry of exercise-induced DNA oxidation: oxidative damage, redox signaling, and their interplay. *Front Physiol*. 2015; 17 (6): 182.

CODOÑER-FRANCH, P; et al. Elevated advanced Oxidation protein products (AOPPs) indicate metabolic risk in severely obese children. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*. 2012; 22: 237-243.

CODOÑER-FRANCH, P; et al. Nitric Oxide production is increased in severely obese children and related to markers of oxidative stress and inflammation. *Atherosclerosis*. 2011; 215: 475-480.

COLAK, E; et al. Parameters of antioxidative defense in type 2 diabetic patients with cardiovascular complications. *Ann Med*. 2005; 37 (8): 613-620.

COOK, S. Clustering of cardiovascular risk factors mimicking the human metabolic syndrome X in eNOS null mice. *Swiss Med Wkly*. 2003; 133: 360–363.

DOS SANTOS, M. Modelos de entendimento do processo de emagrecimento. *Efdeportes/Rev digital*. 2007; 12 (112).

DUARTE, MMMF; et al. Association between ischemia-modified albumin, lipids and inflammation biomarkers in patients with hypercholesterolemia. *Clin Biochem*. 2009; 42 (7-8): 666-671.

ELOKDA, A; NIELSEN, D. Effects of exercise training on the glutathione antioxidant system. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2007; 14 (5): 630-637.

EXECUTIVE SUMMARY OF THE THIRD REPORT OF THE NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM (NCEP). Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*. 2001; 285 (19): 2486-2497.

FELIX-REDONDO, M; FERNÁNDEZ-BERGÉS, D. Cholesterol and Cardiovascular Disease in the Elderly. *Aging Dis*. 2013;4(3):154-69.

FEOLI, AM; et al. Xanthine oxidase activity is associated with risk factors for cardiovascular disease and inflammatory and oxidative status markers in metabolic syndrome: effects of a single exercise session. *Oxid Med Cell Longev*. 2014.

FONTANA, L; KLEIN, S. Aging, adiposity, and calorie restriction. *JAMA*. 2007; 297 (9): 986-994.

FORD, E; et al. The metabolic syndrome and antioxidant concentrations: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes*. 2003; 52 (9): 2346-2352.

FOURIE, M; et al. Effect of a mat Pilates program in cardiometabolic parameters in elderly women. *West Indian Med J*. 2013; 62 (6): 524-528.

FOURIE, M; et al. Effects of a mat Pilates programme on body composition in elderly women. *West Indian Med J*. 2013; 62 (6): 524-528.

FRAILE-BERMÚDEZ, AB; et al. Relationship between physical activity and markers of oxidative stress in independent community-living elderly individuals. *Exp Gerontol.* 2015; 11: 26-31.

FRANK, WB; et al. Exercise and gene expression: physiological regulation of the human genome through physical activity. *The Journal of Physiologyjp.* 2002; 543: 399-411.

FRANKLIN, R; KANALEY, J. Intramyocellular lipids: effect of age, obesity, and exercise. *Phys Sportsmed.* 2009; 37 (1): 20-26.

FRIEDMAN, P; EISEN G. The pilates method physical and mental conditioning. London: Viking Studio, 2005.

FRIENDMAN, P; EISEN, G; MILLER, W. The pilates method of physical and mental conditioning. New York: Deoubleday and Company, 1980.

GALASSETI, P. Inflamation and oxidative stress in obesity, metabolic Syndrome and diabetes. *Exp Diabetes Res.* 2012.

GERBER, L; CREWS, D. Evolutionary perspectives on chronic diseases. In: Trevathan, W R; Smith, E O; Mckenna, JJ. *Evolutionary medicine.* New York: Oxford University Press, 1999.

GHASEMI, A; ZAHEDIASL, S. Is Nitric Oxide a Hormone? *Iranian Biomedical Journal.* 2011; 15 (3): 59-65.

GHASEMI, A; ZAHEDIASL, S; AZIZI, F. Nitric Oxide and clustering of metabolic syndrome cpmponents in pediatrics. *Eur j Epidemiol.* 2010; 25: 45-53.

GIRMAN, CJ; RHODES, T; et al. The metabolic syndrome and risk of major coronary events in the Scandinavian Simvastatin Survival Study (4S) and the Air Force/Texas Coronary Atherosclerosis Prevention Study (AFCAPS/ TexCAPS). *Am J Cardiol.* 2004; 93: 136–141.

GOTTLIEB, MG; et al. Aspectos Evolutivos na Etiopatogênese da Síndrome Metabólica. In: GIACAGLIA, Luciano et al. (Org.). *Tratado de Síndrome Metabólica.* São Paulo: ROCA; 2010.

GOTTLIEB, MG; et al. Association among oxidized LDL levels, MnSOD, apolipoprotein E polymorphisms and cardiovascular risk factors in a South Brazil region population. *Genetics and Molecular Research*. 2005; 4 (4): 691-703.

GOTTLIEB, MG; et al. Association between the Gln223Arg polymorphism of the leptin receptor and metabolic syndrome in free-living community elderly. *Metab Syndr Relat Disord*. 2009; 7: 1-8.

GOTTLIEB, MG; et al. Atualizações em geriatria e gerontologia III: nutrição e envelhecimento. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010.

GOTTLIEB, MG; et al. Estresse oxidativo como fator de risco cardiometabólico emergente. *Scientia Medica (PUCRS - Impresso)*, 2010.

HALL, J; et al. Obesity-induced hypertension: interaction of neurohumoral and renal mechanisms. *Circ Res*. 2015; 116 (6): 991-1006.

HENRIQUE, P; MARQUES, M; BARBOSA, T; IZQUIERDO, M. Warm-Up and Performance in Competitive Swimming. *Sports Med*. 2014; 44:319–330.

HIGASHINO, H; MIYA, H; MIYA, Y. Serum nitric oxide metabolite (NOx) levels in hypertensive patients at rest: a comparison of age, gender, blood pressure and complications using normotensive controls. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2007; 34 (8): 725-731.

HO, SC; WU, S; CHAN, SG; SHAM, A. Menopausal transition and changes of body composition: a prospective study in Chinese premenopausal women. *International Journal of Obesity*. 2010; 34: 1265–1274.

HOLLEY, AK; et al. Manganese superoxide Dismutase: Guardian of the Power house. *Int J Mol Sci*. 2011; 12 (10): 7114-7162.

HSU, C; et al. Effect of green tea extract on obese women: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Clin Nutr*. 2008; 27 (3): 363-370.

HUANG, PL. eNOS, metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Trends in Endocrinology and Metabolism*. 2009; 20 (6): 295-302.

HWANG, L; BAI, C; CHEN, C. Prevalence of obesity and metabolic syndrome in Taiwan. *J Formos Med Assoc.* 2006; 105 (8): 626-635.

I DIRETRIZ BRASILEIRA DE DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DA SÍNDROME METABÓLICA. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia.* 2005 Abr; 84 (1): 1-28.

IRIS, F; et al. Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Circulation: Journal of the American Heart Association.* 2004; 109 (17): 2116-2122.

JI, L; et al. Oxidative Stress and Aging: Role of Exercise and its Influences on Antioxidant Systems. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1998; 854: 102–117.

JI, L. Exercise-induced modulation of antioxidant defense. *Ann N Y Acad Sci.* 2002; 959: 82-92.

JI, LL; GOMEZ-CABRERA, M; VINA, J. Exercise and hormesis: activation of cellular antioxidant signaling pathway. *Ann N Y Acad Sci.* 2006; 1067: 425-435.

JIAN, L; XIE, LP; LEE, AH. Protective effect of green tea against perotate cancer: a case-control study in southeast China. *Int J Cancer.* 2004; 108: 130-135.

JUHEL, C. Green tea extract (AR25) inhibits lipolysis of triglycerides in gastric and duodenal medium in vitro. *J Nutr Biochem.* 2000; 11 (1): 45-51.

JUNGES, S; et al. Effectiveness of Pilates Method for The Posture and Flexibility of Women with Hyperkyphosis. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento.* 2012; 20: 21-33.

JUNGES, S. Método pilates: paixão e ciência. Porto Alegre: AGE, 2014.

JUNGES, S; JACONDINO, CB; GOTTLIEB, MG. Efeito do método Pilates em fatores de risco para doenças cardiometabólicas: uma revisão sistemática. *Scientia Medica.* 2015: 25.

JUNGES, S; MOLINA, D; GOTTLIEB, M; DA SILVA, I. Effect of 30 weeks of the Pilates Method in the body composition of adult women with kyphosis. 2015.

KAEFER, M; et al. Association between ischemia modified albumin, inflammation and hyperglycemia in type 2 diabetes mellitus. *Clin Biochem.* 2010; 43 (4-5): 450-454.

KAO, YH; HIIPAKKA, RA; LIAO, S. Modulation of endocrine systems and food intake by green tea epigallocatechin gallate. *Endocrinology.* 2000; 141 (3): 980-987.

KAUR, J. A comprehensive review on metabolic syndrome. *Cardiol Res Pract.* 2014.

KÜÇÜKÇAKIR, N; ALTAN, L; KORKMAZ, N. Effects of Pilates exercises on pain, functional status and quality of life in women with postmenopausal osteoporosis. *J Bodyw Mov Ther.* 2013; 17 (2): 204-11.

KUMAWAT, M; et al. Study of changes in antioxidant enzymes status in diabetic post menopausal group of women suffering from cardiovascular complications. *Clin Lab.* 2012; 58 (3-4): 203-207.

KWAK, HB; et al. MnSOD overexpression reduces fibrosis and pro-apoptotic signaling in the aging mouse heart. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2015; 70 (5): 533-544.

LAKKA, HM; LAAKSONEN, DE; LAKKA, TA; NISKANEM, LK; KUMPUSALO, E; TUOMILEHTO, J; et al. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA.* 2002; 288: 2709–2716.

LARRY, KW; WILMORE, JH; COSTILL, DL. *Fisiologia do esporte e do exercício.* Manole: Barueri, 2013.

LATEY, P. The Pilates Method History and Philosophy. *Journal of Bodywork & Movement Therapies.* 2001; 5 (4): 275-282.

LI SHEN, C; et al. Green tea polyphenols and Tai Chi for bone health: designing a placebo-controlled randomized trial. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2009; 10:110.

LI, Ji. Exercise-induced Modulation of Antioxidant Defense. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 2002; 959: 82–92.

LI, R; et al. Green tea leaf extract improves lipid and glucose homeostasis in a fructose-fed insulin-resistant hamster model. *J Ethnopharmacol.* 2006; 104 (1-2): 24-31.

LIESE, AD; MAYER-DAVIS, EJ; HAFFNER, SM. Development of the multiple metabolic syndrome: an epidemiologic perspective. *Epidemiol Rev.* 1998; 20: 157-172.

MARTINS MENESES, D; et al. Mat Pilates training reduced clinical and ambulatory blood pressure in hypertensive women using antihypertensive medications. *Int J Cardiol.* 2014; 179: 262-268.

MCARDLE, William D. Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano. 2013.

MEDEIROS, AM; et al. Anticorpos Contra Ldl-Ox e Síndrome Coronariana Aguda Antibodies Against Oxldl and Acute Coronary Syndrome. *Arqu brasileiros de cardiologia.* 2010; 95 (1): 47-54.

MEDEIROS, AMB; et al. Anticorpos contra LDL-ox e síndrome coronariana aguda. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia (Impresso).* 2010; 11: 1-8.

MELO, M; GOMES, L; SILVA, Y; BONEZI, A; LOSS, J. Assessment of resistance torque and resultant muscular force during Pilates hip extension exercise and its implications to prescription and progression. *Rev Bras Fisioter.* 2011; 15(1)23-30.

MONTANO, M; et al. Association between manganese superoxide dismutase (MnSOD) gene polymorphism and elderly obesity. *Molecular and Cellular Biochemistry.* 2009; 5: 1-8.

MORALES-GONZÁLEZ , J. Oxidative Stress and Chronic Degenerative Diseases. A Role for Antioxidants. Intech: Edition 1. ISBN:978-953-51-1123-8, 2014.

NANTZ, M; et al. Standardized capsule of *Camellia sinensis* lowers cardiovascular risk factors in a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Nutrition.* 2009; 25 (2): 147-154.

NDISANG, JF; LANE, N; JADHAV, A. The heme oxygenase system abates hyperglycemia in Zucker diabetic fatty rats by potentiating insulin-sensitizing pathways. *Endocrinology.* 2009; 150: 2098-2108.

NEERGHEEN-BHUJUN, VS; et al. Antioxidant status of Mauritian subjects with type II diabetes mellitus. *Int J Diabetes Dev Ctries.* 2013; 33 (3): 161-164.

OGIHARA, T; ASANO, T; ANDO, K. Angiotensin II-induced insulin resistance is associated with increased oxidative stress and enhanced insulin signaling. *Hypertension*. 2002; 40: 872-879.

OLSON, MS; SMITH, CM. Pilates exercise: Lessons from the Lab. *Idea Fitness Journal*. 2005; (2): 38-43.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE: CID-10. São Paulo; 2000; 1017-1019.

OTANI, H. Oxidative Stress as Pathogenesis of Cardiovascular Risk Associated with Metabolic Syndrome. *Antioxid Redox Signal*. 2011; 15 (7): 1911-1926.

OTANI, H. Oxidative Stress as Pathogenesis of cardiovascular Risk Associated with Metabolic Syndrome. *Antioxid Redox Signal*. 2011;15 (7): 1911-1926.oct 1.

OTANI, H. Oxidative stress as pathogenesis of cardiovascular risk associated with metabolic syndrome. 2011; 15 (7): 1911-1926.

OTSUKA, R; et al. Relationship between number of metabolic syndrome components and dietary factors in middle-aged and elderly Japanese subjects. *Hypertens Res*. 2010; 33 (6): 548-554.

OTWAY, DT; et al. Rhythmic diurnal gene expression in human adipose tissue from individuals who are lean, overweight, and have type 2 diabetes. *Diabetes*. 2011; 60: 1577–1581.

PANDEY, K; RIZVI, S. Resveratrol May Protect Plasma proteins from Oxidation under Conditions of Oxidative Stress In Vitro. *J. Braz. Chem. Soc*. 2010; 21 (5): 909-913.

PARK, Y; et al. The metabolic syndrome: prevalence and associated risk factor finding in the US population from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Archives of Internal Medicine*. 2003; 163 (4): 427-436.

PHILLIPS, CM. Leptin receptor polymorphisms interact with polyunsaturated fatty acids to augment risk of insulin resistance and metabolic syndrome in adults. *J Nutr*. 2010; 140 (2): 238-244.

PIMENTEL, CVM; FRANCKI, VM; GOLLÜCKE, APB. *Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos*. São Paulo: Livraria Varela, 2005.

PINHO, W; Da Silva, A. Efeito do exercício físico a formação de espécies reativas de oxigênio e os compostos antioxidantes da dieta. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. 2013; 7 (37).

PIWOWAR, A; KNAPIK-KORDECKA, M; WARWAS, M. AOPP and its relations with selected markers of oxidative/antioxidative system in type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract*. 2007; 77 (2): 188-192.

POLJSAK, B; MILISAV I. Menopause Induces Oxidative Stress. Mendoza CCC, Zamarripa, CA, 2013.

POLJSAK, B; MILISAV, I. Aging, oxidative stress and antioxidants, oxidative stress and chronic degenerative diseases. 2013.

POLJSAK, B; MILISAV, I. Aging, Oxidative Stress and Antioxidants. *J. C. The basic biology of aging*. 2009.

POTENZA, M; et al. EGCG, a green tea polyphenol, improves endothelial function and insulin sensitivity, reduces blood pressure, and protects against myocardial I/R injury in SHR. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2007; 292 (5): 1378-1387.

RAHAL, A; et al. Oxidative Stress, Prooxidants, and Antioxidants: The Interplay. *BioMed Research International*. 2014.

RAMEZANKHANY, A; ALI, P; HEDAYATI, M. Comparing Effects of Aerobics, Pilates Exercises and Low Calorie Diet on Leptin Levels and Lipid Profiles in Sedentary Women. *Iranian Journal Of Basic Medical Sciences*. 2011; 14 (3): 256-263.

REYNOLDS, K. Epidemiology of the metabolic syndrome. *Am Journal of the medical sciences*. 2005; 330 (6): 273-279.

ROGERS, K; GIBSON, AL. Eight-week traditional Mat Pilates training-program effects on adult fitness characteristics. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2009; 80 (3): 569-574.

ROWIŃSKI, R; et al. Markers of oxidative stress and erythrocyte antioxidant enzyme activity in older men and women with differing physical activity. *Exp Gerontol*. 2013; 48 (11):1141-1146.

RUIZ-MONTERO, P; et al. Pilates-aerobic and educative training to improve body fat mass in elderly Serbian women. *Clin Interv Aging*. 2014; 31 (9):243-248.

SALAROLI, LB; BARBOSA, GC; MILL, JG; MOLINA, MCB. Prevalência de síndrome metabólica em estudo de base populacional, Vitória, ES, Brasil. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2007; 51 (7): 1143-1152.

SARSOUR, EH; KALEN, AL; GOSWAMI, PC. Manganese Superoxide Dismutase Regulates a Redox Cycle Within the Cell Cycle. *Antioxid Redox Signal*. 2014; 20 (10): 1618-1627.

SATO, K; et al. Loss of ABCB7 gene: pathogenesis of mitochondrial iron accumulation in erythroblasts in refractory anemia with ringed sideroblast with isodicentric (X)(q13). *Int J Hematol*. 2011; 93 (3): 311-318.

SCHWARZENBACH, H. Impact of Physical Activity and Doping on Epigenetic Gene Regulation. *Drug Testing and Analysis*. 2013; 3 (10): 682–687.

SCHWARZENBACH, H. Impact of Physical Activity and Doping on Epigenetic Gene Regulation. *Drug Testing and Analysis*. 2011; 3(10): 682–687.

SEALS, D; WALKER, A; PIERCE, G; LESNIEWSKI, L. Habitual exercise and vascular aging. *Journal Of Physiology-London*. 2009; 587 (23): 5541-5549.

SEIDELL, J; VISSCHER, T; HOOGEVEEN, R. Overweight and obesity in the mortality rate data: Current evidence and research issues. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1999; 31 (11): 597-601.

SEM, CK. Oxidants and antioxidants in exercise. *J Appl Physiol*, 1995; 79 (3): 675-686.

SILER, B. *The Pilates Body: The Ultimate At-Home Guide to Strengthening, Lengthening and Toning Your Body- Without Machines*. 2000.

SILVA, A; ZANESCO, A. Exercício Físico, receptores beta adrenérgicos e resposta vascular. *J Vas Bras*. 2010; 9(2):48-56.

SILVA, W. Mitochondrial Bound Hexokinase: Activity as a Preventive Antioxidant Defense: Steady State ADP Formation as a Regulatory Mechanism of Membrane

Potential and Reactive Oxygen Species Generation in Mitochondria. *J Biol Chem.* 2004; 279 (38): 39846-39855.

SILVA, WS; et al. Mitochondrial Bound Hexokinase: Activity as a Preventive Antioxidant Defense: Steady State ADP Formation as a Regulatory Mechanism of Membrane Potential and Reactive Oxygen Species Generation in Mitochondria. *J Biol Chem.* 2004; 279 (38): 39846-39855.

SOHRAB, G; et al. Dietary polyphenols and metabolic syndrome among Iranian adults. *Int J Food Sci Nutr.* 2013; 64 (6): 661-667.

SOUSA, M; BRÁS SILVA, C; MOREIRA, A. O papel da leptina na regulação da homeostasia energética. *Acta Med Port.* 2009; 22: 291-298.

ST. CLAIR, D. Manganese Superoxido Dismutase: Genetic Variation and regulation. American Society for Nutritional Sciences. *J. Nutr.* 2004; 134: 3190–3191.

STEINBACHER, P; ECKL, P. Impact of oxidative stress on exercising skeletal muscle. *Biomolecules.* 2015; 5 (2): 356-377.

SURIYAPROM, K; TUNGTRONGCHITR, R; THAWNASOM, K. Measurement of the levels of leptin, BDNF associated with polymorphisms LEP G2548A, LEPR Gln223Arg and BDNF Val66Met in Thai with metabolic syndrome. *Diabetol Metab Syndr.* 2014; 6 (1).

TAKAHASHI, M; et al. Low-volume Exercise Training and vitamin E supplementation Attenuates oxidative stress in Postmenopausal women. *J Nutr Sci. Vitaminol.* 2013; 59: 375-383.

TAKAHASHI, M; et al. The association between physical activity and sex-specific oxidative stress in older adults. *J Sports Sci Med.* 2013; 12(3):571-8.

TATSCH, E; BOCHI, GV; PEREIRA, RS. A simple and inexpensive automated technique for measurement of serum nitrite/nitrate. *Clin Biochem.* 2011; 44: 348-350.

TERBLANCHE, S. The effects of exhaustive exercise on the activity levels of catalase in various tissues of male and female rats. *Cell Biol Int.* 2000; 23 (11): 749-753.

TINAHONES, FJ; RUBIO, MA; GARRIDO-SÁNCHEZ, L. Green tea reduces LDL oxidability and improves vascular function. *J Am Coll Nutr.* 2008; 27: 209-213.

TORABIAN, M; et al. The effect of Pilates exercises on general in women with type 2 diabetes. *Life Science Journal*. 2013; 10: 283-288.

UEYAMA, J; et al. Association of sérum NOx level with clustering of metabolic syndrome componentes in middle-aged and elderly general populations in Japan. *Environ Health Prev Med*. 2008; 13: 36-42.

URAKAWA, H; KATSUKI, A; SUMIDA Y. Oxidative stress is associated with adiposity and insulin resistance in men. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003; 88: 736-744.

VALE, R; et al. Efeitos do treinamento de força na flexibilidade de mulheres idosas. *Fit Perf J*. 2004; 3 (5): 266-271.

VALLE GOTTLIEB, MG; et al. Associations among Metabolic Syndrome, Ischemia, Inflammatory, Oxidatives, and Lipids Biomarkers. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2010; 95: 1-6.

VALLE GOTTLIEB, MG; LOUREIRO, A; MONICA DA CRUZ, IB. Transição epidemiológica, estresse oxidativo e doenças crônicas não transmissíveis sob uma perspectiva evolutiva. *Scientia Medica (Porto Alegre)*. 2011; 21 (2): 69-80.

VALLE GOTTLIEB, MG; MÂNICA DA CRUZ, I; BODANESE, L. Origem da síndrome metabólica: aspectos genético-evolutivos e nutricionais. *Scientia Medica (Porto Alegre)*. 2008; 18 (1): 31-38.

VALLE, R; GOTTLIEB, MG; LOUREIRO, MORASSUTTI, A; MÂNICA DA CRUZ, IB. Transição epidemiológica, estresse oxidativo e doenças crônicas não transmissíveis sob uma perspectiva evolutiva. *Scientia Medica (Porto Alegre)*. 2011; 21 (2): 69-80.

VIECILI, PR; et al. Dose-response curve to exercise in hypertensive individuals: analysis of the number of sessions to the hypotensive effect. *Arq Bras Cardiol*. 2009; 92(5): 361-7.

VIEIRA SENGER, AE; SCHWANKE, CHA; VALLE GOTTLIEB, MG. Chá verde (*Camellia sinensis*) e suas propriedades funcionais nas doenças crônicas não transmissíveis. *Scientia Medica (Porto Alegre)*. 2010; 20 (4): 292-300.

WADHAM, C; et al. Hight density lipoproteins neutralize C reactive protein proinflammatory activity. *Circulation: Journal of the American Heart Association*. 2004; 109 (17): 2116-2122.

WELLS, C; KOLT, G; BIALOCERKOWSKI, A. Defining pilates exercise: a systematic review. *Complementary Therapies in Medicine*. 2012; 20:253-262.

WITKO-SARSAT, V; et al. Advanced Oxidation Protein Products as Novel Mediators of Inflammation and Monocyte Activation in Chronic Renal Failure. *Journal Of Immunology*. 1998; 161 (5): 2524-2532.

YAVARI, A; et al. Exercise-Induced Oxidative Stress and Dietary Antioxidants. *Asian J Sports Med*. 2015; 6 (1): 248-298.

YAVARI, A; et al. Exercise-induced oxidative stress and dietary antioxidants. *Asian J Sports Med*. 2015; 6 (1): 248-298.

YOKOTA, T; et al. Systemic oxidative stress is associated with lower aerobic capacity and impaired skeletal muscle energy metabolism in patients with metabolic syndrome. *Diabetes Care*. 2013; 36 (5): 1341-1346.

ZACCARIA, M; ERMOLAO, A; BRUGIN, E; BERGAMIN, M. Plasma leptin and energy expenditure during prolonged, moderate intensity, treadmill exercise. *J Endocrinol Invest*. 2013; 36 (6): 396-401.

ZAHELI, S; et al. Serum nitric oxide metabolites in subjects with metabolic syndrome. *Clinical Biochemistry*. 2008; 41: 1342-1347.

ZHENG, XX; et al. Green tea intake lowers fasting serum total and LDL cholesterol in adults: a meta-analysis of 14 randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*. 2011; 94 (2): 601-610.

APÊNDICE A – Artigo Publicado

APÊNDICE B – Artigo Publicado

APÊNDICE C – Artigo para Submissão

ANEXO A – Comissão Científica

ANEXO B – Comissão de Ética