

Universidade Federal do Maranhão
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
Doutorado

**MESOCARPO BABAÇU:
EFEITO COMO SUPLEMENTO ALIMENTAR DURANTE O
TREINAMENTO RESISTIDO.**

MAÍSA CARVALHO REZENDE SOARES

São Luís,
2018

Universidade Federal do Maranhão
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
Doutorado

MAÍSA CARVALHO REZENDE SOARES

**MESOCARPO BABAÇU:
EFEITO COMO SUPLEMENTO ALIMENTAR DURANTE O
TREINAMENTO RESISTIDO.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde.

Orientadora: Prof. Dra. Rosane Nassar Meireles Guerra

São Luís,
2018

Carvalho Rezende Soares, Maísa.

Mesocarpo babaçu: Efeito como suplemento alimentar durante o treinamento resistido / Maísa Carvalho Rezende Soares – 2018.

69 p.

Orientadora: Rosane Nassar Meireles Guerra.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, São Luís, 2018.

1. Babaçu. 2. *Attalea speciosa*. 3. Carboidratos. 4. Linfócitos. 5. Dislipidemia. 6. Exercício resistido. I. Nassar Meireles Guerra, Rosane. II. Título

MAÍSA CARVALHO REZENDE SOARES

**MESOCARPO BABAÇU:
EFEITO COMO SUPLEMENTO ALIMENTAR DURANTE O
TREINAMENTO RESISTIDO.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde.

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Rosane Nassar Meireles Guerra (Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão

1º Examinador

2º Examinador

3º Examinador

4º Examinador

“A hora mais escura do dia é a que vem antes do sol nascer”

Provérbio Árabe

Dedico este trabalho à minha orientadora Rosane Guerra por não permitir que eu
desistisse deste sonho.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Profa. Dra. Rosane Nassar Meireles Guerra por sua competência, paciência, tolerância, conselhos e orientação.

À professora Dra. Ana Paula Azevedo pela contribuição na obtenção e análise de resultados de imunofenotipagem.

Ao professor Dr. Bismarck Sauáia por sua disponibilidade e sugestões neste trabalho.

À minha família: meu esposo, Evandro Tito, meus pais Judite e Dilson Rezende, irmãs, familiares e amigos pelo apoio, preocupação e incentivo.

Aos meus filhos Pedro Tito e Luísa que diariamente me dão força para continuar essa caminhada.

À Mayara Cristina Pinto da Silva por seu imensurável auxílio na realização de técnicas laboratoriais, indispensáveis para a realização deste trabalho.

Ao André Vale, Diego Arruda, Ana Karla, Carlene Peixoto, Paulo Vítor pelos intermináveis treinos com os animais e toda equipe do Laboratório de Imunofisiologia que também contribuíram para concretização deste trabalho.

À Universidade Federal do Maranhão, responsável por toda a minha trajetória acadêmica.

À FAPEMA, pelo financiamento do projeto possibilitando o meu ingresso no programa de doutorado e à CAPES pela bolsa de doutorado.

RESUMO

O mesocarpo de babaçu, alimento rico em carboidratos, é amplamente usado pela população, como alimento e medicamento. Avaliamos o uso do mesocarpo de babaçu (*Attalea speciosa*), como suplemento alimentar durante o treinamento resistido (TRE). Foram utilizados 32 camundongos *Swiss*, machos, com 60 dias de idade e peso entre 35 e 40g. Os animais foram divididos em 4 grupos (n=8). Controle: não tratado e não treinado; Babaçu (BAE): tratado com extrato aquoso de mesocarpo de babaçu [(BAE) (25mg/Kg)], via oral, cinco vezes por semana, durante oito semanas; Treino (TRE): submetidos aos TR em escada, com cargas progressivas e TREBAE: submetidos ao TR e tratados com BAE. Depois de oito semanas os animais foram eutanasiados, para as avaliações bioquímicas, imunológicas e histológicas. A força máxima no grupo TRE foi superior aos demais grupos, a partir da segunda semana. Nos grupos TRE e TREBAE ocorreu redução no número de linfócitos T auxiliares (Th) (TCD4+CD69+), do peso corporal e dos depósitos de gordura retro peritoneal e de gorduras intersticiais. No grupo TREBAE ocorreu aumento de AST, de ALT, de macrófagos e de linfócitos T auxiliares, em contraposição a redução na concentração de triglicérides e no número total de linfócitos. A suplementação com EAB sempre reduziu o colesterol e a população de macrófagos ativados, mas aumentou o percentual de linfócitos B ativados. O tratamento com babaçu sempre aumentou a concentração de IL-6, embora quando associado ao treinamento tenha reduzido a produção de TNF- α . Concluímos que o babaçu pode ser utilizado como suplemento alimentar durante o treino resistido, pois tem ação imunomoduladora sobre as populações de linfócitos e macrófagos, além de controlar as concentrações circulantes de colesterol e triglicérides, sendo por isso recomendado como adjuvante no tratamento das dislipidemias.

Palavras-chave: Exercício resistido; Babaçu; Nutrição; *Attalea speciosa*, dislipidemia.

ABSTRACT

The babassu mesocarp, a product rich in carbohydrates, is widely used by the population, such as food and medicine. It was our aim to evaluate the use of the babassu mesocarp (*Attalea speciosa*), as a food supplement during resistance training (TR). Males Swiss mice, 60 days of age, 35 to 40 g of weight, were divided into 4 groups (n = 8). Control: untreated and not trained; Babassu (BAE): treated with aqueous extract of babassu mesocarp [(BAE) (25 mg/Kg)], by oral route, five times a week, during eight weeks; Training (TRE): submitted to TR in a steps of a ladder, with progressive weight, and group TREBAE: submitted to TR and treated with BAE. After eight weeks, the animals were killed to the biochemical, immunologic and histologic evaluations. The maximum strength was found in group TRE after the second week. A reduction in the corporal weight, retroperitoneal and interstitial fats deposits and T helper lymphocytes (Th) (TCD4 + CD69 +) was detected after training (TRE and TREBAE). In the Group TREBAE it was detected an increase in AST and ALT concentration and simultaneously a decrease in the triglycerides concentration, followed by a reduction in lymphocytes and macrophages numbers. Supplementation with EAB always reduced cholesterol and the population of activated macrophages, but increased activated B lymphocytes and IL-6 concentration. When supplementation was associated to TR a decrease in the TNF- α production was observed. We propose the use of babassu mesocarp as a food supplement during exercises, due to its immunomodulatory effect on the lymphocytes and macrophages population, cytokine production and additional effect on the control of circulating concentrations of cholesterol and triglycerides, especially for the treatment of dyslipidemias.

Key-words: Resistance exercise; Babassu; Nutrition; Metabolism.

LISTA DE SIGLAS

DCNT	Doença crônica não transmissível
BAE	Extrato aquoso de mesocarpo de babaçu
1RM	Uma repetição máxima
AGCC	ácido graxo de cadeia curta
TAB	tecido adposo marrom
HPLC	cromatografia de alta pressão
PBS	solução tamponada de fosfato
AST	Aspartato Transferase
ALT	Alanina Transferase
TGL	triglicerídeos
COL	colesterol total
LDL	Lipoproteína de Alta Densidade
HDL	Lipoproteína de Baixa Densidade
PC	peso corporal total
IA	ingestão alimentar
EROs	espécies reativas de oxigênio
IL	interleucina
TRE	treino resistido
CK	creatina quinase
GH	hormônio do crescimento

SUMÁRIO

	Pág
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Siglas e abreviaturas.....	viii
Lista de figuras.....	xi
Lista de tabelas.....	x
1. Introdução	1
2. Referencial teórico.....	2
3. Objetivos.....	16
4. Materiais e Métodos	17
5. Resultados	24
6. Discussão	34
7. Considerações Finais	42
Referências Bibliográficas.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição nutricional média da farinha do mesocarpo de babaçu	14
Tabela 2	Protocolo de treinamento resistido e suplementação com mesocarpo do babaçu.....	16
Tabela 3	Valores médios da caracterização físico-química da farinha do mesocarpo de babaçu.....	17
Tabela 4	Caracterização semanal das cargas durante o treinamento dos camundongos.....	21
Tabela 5	Peso corporal total, ingestão alimentar e percentual relativo dos órgãos, após oito semanas de treinamento resistido, em animais que receberam suplementação com mesocarpo de babaçu.	27
Tabela 6	Concentração sérica de colesterol total, glicose, triglicérides, creatinina, aspartato transferase (AST), alanina transferase (ALT) e ureia em camundongos submetidos ao treinamento resistido e a suplementação com mesocarpo do babaçu durante 8 semanas	29
Tabela 6	Número total de células de baço e medula, após oito semanas de treinamento resistido e suplementação com mesocarpo de babaçu	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Partes do babaçu e suas principais utilizações.....	12
Quadro 2	Painel de marcação celular para avaliação por citometria de fluxo	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Locais de ocorrência do babaçu (<i>Attalea speciosa</i>) no Brasil.....	10
Figura 2	Frutos do babaçu e suas partes de importância econômica.....	11
Figura 3	Ilustração da escada utilizada no treinamento resistido dos camundongos.....	20
Figura 4	Percentuais de caracterização semanal da carga de treinamento a que foram submetidos os animais dos grupos TRE e TREBAE.....	21
Figura 5	Variação ponderal durante as oito semanas de treinamento resistido..	24
Figura 6	Percentual de gordura retro peritoneal em relação ao peso corporal... Relação entre força máxima obtida no teste de 1RM e peso corporal	25
Figura 7	do animal (A) e Variação da força (delta) no momento final menos momento inicial do treinamento físico	26
Figura 8	Avaliação histológica do rim , músculo cardíaco, fígado e músculo gastroquinêmico.....	28
Figura 9	Percentual de linfócitos B no baço de animais submetidos ao treinamento resistido e a suplementação com mesocarpo de babaçu...	31
Figura 10	Percentual de linfócitos T auxiliares e citotóxicos no baço de animais submetidos ao treinamento resistido e a suplementação com mesocarpo de babaçu	32
Figura 11	Percentual de macrófagos e monócitos no baço de animais submetidos ao treinamento resistido e a suplementação com mesocarpo de babaçu	33
Figura 12	Concentração sérica de IL-6 e TNF- α	34

1. INTRODUÇÃO:

O exercício físico reduz o risco de desenvolver doença arterial coronariana, infarto, diabetes tipo 2 diversos tipos de tumores. Também reduz a pressão arterial, melhora o perfil das lipoproteínas, da proteína C reativa e de outros biomarcadores. Em diabéticos, melhora a sensibilidade à insulina e é um importante aliado na manutenção do peso corporal (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2011). Além da redução de riscos à saúde, a prática de exercício físico promove aumento da força, capacidade aeróbia e flexibilidade (WILLIS et al., 2012).

Durante o treinamento físico, as mudanças na composição corporal podem resultar em aumento no desempenho esportivo, por isso a suplementação alimentar com dietas ou preparos ricos em carboidratos e/ou proteínas, devido ao seu efeito ergogênico, deve sempre ser considerada, sobretudo na preparação de atletas de alto desempenho, pois a aptidão física pode ser aprimorada pela associação do treinamento físico com suplementos alimentares adequados (SUNDGOT-BORGEN et al., 2013). Assim, o tipo, a quantidade e o tempo adequados do uso de suplementos, são importantes na melhora no desempenho esportivo e na promoção da saúde. (CHEN et al., 2016; THOMAS, et al., 2016).

Os produtos utilizados na suplementação devem apresentar função nutricional e efeitos na ativação de vias energéticas, mas é importante que também apresentem atividades anti-inflamatória e imunomoduladora (ANDRADE et al., 2007; HUANG et al, 2008; BOIT et al., 2015; HUANG et al., 2015; CHEN et al., 2016), pois o treinamento físico pode promover mudanças nas respostas imunológica (TERRA, 2012).

O babaçu (*Attalea speciosa*) é uma palmeira de grande importância econômica sobretudo no estado do Maranhão, do fruto desta espécie, coco babaçu, obtém-se a farinha do mesocarpo. É um produto rico em carboidrato é muito usado pela população na preparação de bolos, pães e no tratamento de doenças inflamatórias (SOUZA et al., 2011;

ROSENTHAL, 1975). Algumas atividades biológicas deste produto já foram avaliadas: imunomoduladora (AZEVEDO et al., 2007; NASCIMENTO et al., 2006; GUERRA et al., 2011), antimicrobiano (BARROQUEIRO et al., 2016), anti-inflamatório (SILVA e PARENTE, 2001), antitumoral (PONTES et al., 2016), cicatrizante (BATISTA et al., 2006) e baixa citotóxicidade (BARROQUEIRO et al., 2011). Entretanto não há trabalhos que investiguem o efeito do mesocarpo de babaçu associado ao treinamento físico apesar do mesmo ser comercializado e consumido pela população.

Desta forma considerando o seu elevado teor de carboidratos, efeito imunomodulador e baixa citotóxicidade, investigamos a sua eficácia como substrato energético, ou suplemento alimentar no treinamento resistido em camundongos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Exercício Resistido

A prática regular de exercícios físicos é uma importante estratégia na prevenção e controle das doenças crônicas degenerativas, pois o sedentarismo é considerado como o quarto maior fator de risco para o desenvolvimento destas (BRASIL, 2013). São caracterizados como sedentários os indivíduos que não atingem 150 minutos semanais de atividade física moderada a intensa, ou 75 minutos em alta intensidade (TREMBLAY et al., 2017).

Respostas agudas são observadas nas células imunológicas. Após exercício com intensidade mais elevadas (70 a 85% VO₂máx), os leucócitos totais aumentaram de 50 a 100% no sangue, após 30 minutos de recuperação há redução dos leucócitos para 30 a 60% abaixo dos níveis de repouso, permanecendo assim por três a seis horas. Entretanto no

exercício de intensidade inferior (50% VO₂máx), o número de leucócitos não sofre declínio durante a recuperação (PEDERSEN, ROHDE, OSTROWSKI, 1998).

O posicionamento da Sociedade Internacional de Exercício e Imunologia (ISEI), indica que após o exercício contínuo, prolongado (> 1,5h) e realizado em intensidade variando de moderada a alta (55 e 75% do VO₂máx) é que ocorre as alterações no sistema imune. Apesar desta informação os artigos apresentam formas variadas de controlar a intensidade do exercício (VO₂máx, FC, percepção subjetiva de esforço) e os indivíduos avaliados apresentam uma grande diversidade de nível de aptidão física, além de muitos estudos serem realizados com animais experimentais (TERRA et al., 2012).

Dentre os elementos que compõem o sistema imunológico temos as citocinas, glicoproteínas que desempenham um papel central na mediação e regulação das respostas imunológicas (PEAKE et al., 2005). As citocinas têm sido classificadas como pró ou anti-inflamatórias, de acordo com as funções desempenhadas por elas.

A IL-6, é uma citocina que participa do processo inflamatório, sendo considerada uma interleucina responsiva à inflamação. Entretanto, apresenta ação anti-inflamatória indireta por estimular a síntese de IL-1ra e de IL-10 (OSTROWSKI et al., 1999; PEDERSEN e FEBBRAIO, 2008). Esta citocina tem sido denominada miocina, visto que a contração de músculos esqueléticos durante exercícios prolongados libera grandes concentrações desta na circulação (FISCHER et al., 2004; PEDERSEN e FEBBRAIO, 2008).

A IL-6 também é produzida pelo tecido adiposo, tecido caracterizado não só por ser responsável por estocar calorias, mas por secretar hormônios e adipocinas. A prática de exercício físico acompanhada de dieta hipocalórica proporciona a redução de estado inflamatório crônico, caracterizado por redução na concentração de CRP, IL-6, IL-8, TNFα e MCP-1 (BRUNN et al., 2006; GOMEZ-MERINO, 2007). De acordo com os autores este

resultado sugere que o exercício físico pode reduzir inflamação no TAB por proporcionar maior mobilização de células imunes.

Alguns estudos transversais mostram a relação inversa entre aptidão aeróbia e níveis de inflamação em crianças ou adultos a partir de biomarcadores como proteína C reativa, TNF α e IL-6 (HAMER, M.; STEPTOE, A, 2008; GLEESON et al, 2011).

Adicionalmente, a prática regular de exercícios proporciona aumento de força, redução da pressão arterial, redução da gordura corporal e da intolerância à glicose (SANCHES et al., 2014; CHEN et al., 2016 MARDARE et al., 2016).

A prática de atividades físicas para manutenção da saúde e/ou como adjuvante no tratamento de patologias, pode ter diferentes respostas, de acordo com o tipo de atividade realizada, frequência, intensidade e duração (WAREN et al., 2009; WILLIS, 2012; DEBEVEC et al, 2017). Classicamente, o exercício aeróbio é o mais utilizado para a perda e/ou manutenção de peso corporal e no tratamento de doenças crônicas. No entanto, tem sido crescente a indicação do treinamento resistido nas práticas voltadas a promoção de saúde (ACSM, 2001; ACSM, 2011), devido aos seus efeitos benéficos e a sua eficiência no controle, na prevenção de doenças crônicas e de suas comorbidades (SPENCE et al, 2010).

O treinamento resistido é caracterizado por exercer ação direta na musculatura esquelética. É uma modalidade onde os indivíduos realizam movimentos musculares contra uma força de oposição (BUCCI et al, 2005). Apresenta como efeitos diretos o aumento de força, o desenvolvimento da aptidão muscular, aumento de massa magra, diminuição da gordura corporal, melhoria do desempenho físico e da composição corporal (FLECK; FIGUEIRA, 2003; WARBURTON, 2006; FLECK, KRAEMER, 2017). São exercícios que aumentam a densidade mineral óssea e a sensibilidade à insulina e, ainda, contribuem para

redução da pressão arterial, manutenção e melhora do equilíbrio e da agilidade (UMPIERRE et al., 2011; WILLIS, 2012; EASTELL et al., 2016; OKUBO et al, 2016).

Segundo o *American College of Sports Medicine* (2011) adultos saudáveis devem fazer números variáveis de repetições (8 a 12), constando de exercícios diferentes, para o desenvolvimento e manutenção das condições cardiorrespiratórias, musculares e aumento da flexibilidade. Os números de séries e repetições também devem ser variados e diferentes para atletas, praticantes de exercícios e iniciantes.

Na determinação da intensidade do treino resistido usualmente é aplicado o teste de uma repetição máxima (1RM), este protocolo visa determinar a força muscular máxima, geralmente na fase concêntrica, contra uma resistência imposta (FLECK, KRAEMER, 2017), pois a intensidade da carga de treinamento deve ser adequada tanto ao nível de treinamento, como aos objetivos dos indivíduos. Em geral, é recomendado para adultos saudáveis uma intensidade entre 60 e 70% (moderado a alta) ou $\geq 80\%$ (vigorosa) de 1RM, para manutenção e desenvolvimento de capacidade cardiorrespiratória, musculoesquelética e neuromotora (MITCHELL et al. 2012; OGASAWARA et al. 2013; SCHOENFELD et al., 2015).

O exercício resistido em animais tem sido aplicado em diversas formas: exercícios na água com carga, estímulos elétricos na musculatura esquelética ou subida em escada (CHEN et al., 2016; SANCHES et al., 2014). Segundo Thompson et al., (2006) uso de animais possibilita controlar o tipo de exercício, o volume e a intensidade ideal, para influenciar as respostas ao treinamento tanto em animais sadios como naqueles em que se induziu diabetes, tumores entre outras patologias (ALMEIDA et al., 2009; SANCHES et al., 2014).

Entre os tipos de treinamento resistido a subida na escada vem ganhando espaço, pois possibilita trabalhar com cargas variadas de treinamento e o animal realiza os movimentos de forma voluntária. A carga de treinamento é definida de forma semelhante ao que ocorre em humanos, com 1RM. Inicia com carga correspondente a 75% do peso corporal do animal e, a cada tentativa de subida na escada, essa carga é acrescida em 15% do peso corporal, não excedendo seis tentativas em cada teste (SANCHES et al., 2014).

As variáveis bioquímicas devem ser monitoradas nos indivíduos adultos praticantes de exercícios físicos, pois fornecem dados importantes sobre a condição fisiológica, e permitem determinar a eficiência do protocolo de treinamento adotado, sobretudo nos pacientes obesos, com diabetes, dislipidemia ou com esteatose hepática (SHEPHARD, JOHNSON, 2015).

A prática regular de exercício, associada à dieta, contribui para manutenção do valor glicêmico normal, tanto nos pacientes com resistência à insulina, como entre os pacientes diabéticos, mesmo quando apresentam dificuldade em manter a glicose sanguínea em valores considerados adequados (jejum < 100mg/dL). Entre os diabéticos, a prática de exercício é recomendada, não só visando a redução de peso corporal, mas especialmente a redução da gordura visceral, pois melhora a ação da insulina, permitindo a ativação da musculatura esquelética resultando em aumento no recrutamento do transportador de glicose -4 (GLUT-4) nas fibras musculares, melhorando assim o controle glicêmico (ADA, 2016).

Segundo Sposito (2007), a prática de exercício físico aeróbio reduz a concentração plasmática de triglicérides e aumenta a concentração de lipoproteínas de alta densidade (HDL), sendo por isso indicada aos indivíduos dislipidêmicos e nos pacientes com esteatose hepática, pois atua na regulação de enzimas que estão relacionadas tanto ao metabolismo da glicose como dos lipídios (SHEPHARD; JOHNSON 2015). Estudos com animais mostram que a prática regular de exercícios melhora a função hepática, inibe o acúmulo de gordura

no fígado, reduz as concentrações de triglicerídeos, AST e ALT, assim como a resistência insulínica (MARQUES et al., 2010). Há evidências de que os exercícios aeróbicos podem reduzir as concentrações circulantes de AST e ALT, triglicérides, colesterol total e alguns marcadores inflamatórios como IL-6 e TNF- α (SHEPHARD; JOHNSON, 2015; EL-KADER et al., 2016).

As adaptações celulares geradas pela prática de exercício, como aumento da atividade das mitocôndrias hepáticas, aumento da atividade de enzimas envolvidas com a oxidação de ácidos graxos e inibição de síntese de lipídios sugerem ser os motivos associados ao benefício do exercício para a saúde (RECTOR et al., 2011).

2.1 Carboidratos para praticantes de exercício

O glicogênio muscular, a glicose sanguínea e demais formas deste nutriente são a chave para a contração muscular em exercícios extenuantes, a fadiga neste tipo de exercício costuma estar relacionada a depleção deste combustível metabólico (HARGREAVES, 2015). Visto que as reservas desses compostos são relativamente limitadas no organismo humano (MUL et al, 2015) e tende a se esgotar rapidamente.

Os carboidratos, ingeridos na dieta ou como suplemento alimentar, são os principais componentes utilizados como fonte de energia, na forma de glicose ou glicogênio, por isso considerados como ergogênicos. Atuam como combustível para os processos metabólicos tanto da glicólise aeróbica como anaeróbica (ROCHA et al, 2008).

De acordo com Hargreave (2015) o exercício resistido é capaz de modular os estoques de glicogênio intramuscular, afetando o desempenho muscular. Assim, a suplementação com carboidratos contribui para manutenção da glicemia, possibilitando que a glicose sanguínea sustente, por período prolongado, a demanda energética dos músculos,

reduzindo a taxa de depleção do glicogênio e aumentando a capacidade de manter-se em atividade.

Os carboidratos são utilizados pela musculatura esquelética, em atividades de várias intensidades, pelas vias oxidativas e anaeróbicas (SPRIET, 2014). São importantes substratos energéticos na dinâmica celular e o seu consumo durante os treinamentos de força aumenta a liberação de insulina e do hormônio do crescimento (GH), bem como reduz a produção de cortisol (KRAEMER et al. 1998).

Os carboidratos são oxidados em taxas variadas durante exercícios prolongados e as diferenças nessas taxas de oxidação estão relacionadas a forma de absorção dessas substâncias. Por exemplo, a frutose, apresenta uma taxa de oxidação menor do que a galactose, que por sua vez tem taxa inferior a glicose (LEIJSEN et al., 1995; BURELLE et al., 2006; JEUKENDRUP et al, 2010). Assim, em atividades esportivas de longa duração, com mais de 2 horas, o uso de carboidratos é essencial para manter a performance dos atletas. Já nos exercícios ou práticas esportivas de alta intensidade, com duração de 30 a 75 min, um enxague na boca ou ingestão de pouca quantidade de soluções ricas em carboidratos também são úteis (CERMAK, VAN LOON, 2013).

A disponibilidade ideal de carboidratos ao organismo é essencial ao bom desempenho nas competições e treinamentos, pois além da sua atividade energética, muitos carboidratos apresentam também ação reguladora imunológica no pós-exercício (COYLE et al., 1992; BURKE, 2010).

Os carboidratos não digeríveis têm sido considerados como fibras funcionais, devido aos seus efeitos fisiológicos no metabolismo digestivo e dependendo de suas propriedades físico-químicas incluindo: solubilidade; fermentabilidade e viscosidade (TUNGLAND; MEYER, 2002).

De acordo com Roy et al., (2006) a viscosidade das fibras solúveis está diretamente associada a demora no esvaziamento gástrico, pois são capazes de aumentar o tempo do trânsito no intestino delgado. Além disso, as fibras solúveis e viscosas são também as que produzem mais ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), estabelecendo uma correlação direta entre a fermentabilidade e a solubilidade.

O aumento no consumo de fibras solúveis tem sido recomendado para pacientes hipercolesterolêmicos, visando reduzir as concentrações circulantes de colesterol, sobretudo quando a terapia nutricional é associada a prática regular de exercícios (PIEPOLI et al, 2015), pois podem reduzir a absorção de colesterol no intestino (FULLER et al, 2016). Além disso, essas fibras também estão envolvidas na redução da expressão de nove genes responsáveis pela síntese de colesterol no intestino (ALVARO et al., 2008)

Os compostos energéticos, ricos em carboidratos, têm sido amplamente utilizados, com diferentes finalidades, especificamente, durante o treinamento de força, pois ao serem armazenados, na forma de glicogênio, nos músculos se tornam mais biodisponíveis do que outros substratos energéticos. Por isso a inclusão de novos suplementos alimentares ricos em carboidratos é sempre desejável (OLIVEIRA, 2014; SANTOS et al., 2016).

Nesse contexto surgiu a possibilidade de pesquisar o uso do mesocarpo de babaçu, produto rico em carboidratos, substâncias químicas relevantes ao metabolismo e a funcionamento do sistema imune.

2.2 Uso Popular do Babaçu e sua ação Imunomoduladora

Attalea speciosa syn *Orbignya phalerata* Mart (família Arecaceae) é popularmente conhecida como babaçu (ROSENTHAL et al., 1975; BALICK, 2000 ; PINHEIRO, 2000). O babaçu é uma palmeira de cultura nativa, originária do Brasil, com frutos drupáceos e

sementes oleaginosas. Distribui-se geograficamente nos estados do Mato Grosso, Maranhão, Piauí e Tocantins, com notada predominância no estado do Maranhão, onde encontra-se uma área que corresponde a 53% dos babaçuais brasileiros (BALICK, 2000; PINHEIRO 2000, CARRAZZA et al, 2012; ARAÚJO et al., 2016) (Figura 1).

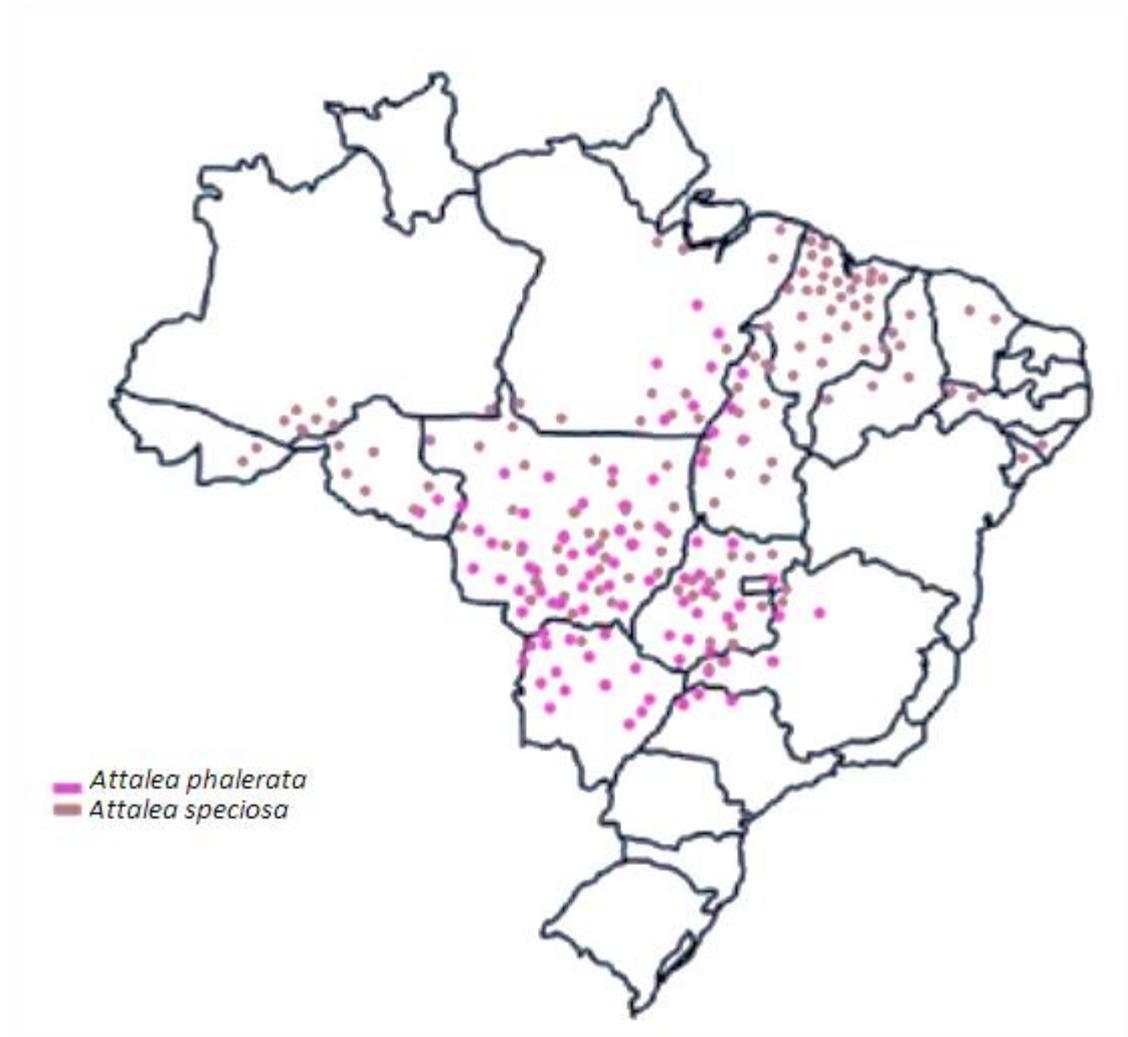


Figura 1: Locais de ocorrência do babaçu (*Attalea speciosa*) no Brasil (CARRAZZA et al 2012).

Os babaçuais apresentam uma cobertura de mais de 10 milhões de hectares, apenas no estado do Maranhão. A palmeira de babaçu atinge cerca de a 20 m de altura e começa a frutificar de 8 a 10 anos de vida, alcançando plena produção aos 15 anos, e tem uma vida

média de 35 anos, produz de 3 a 6 cachos de frutos por ano, cada cacho possui cerca de 150 a 300 cocos e cada coco possui em média de 3 amêndoas no interior. A frutificação do babaçu ocorre durante o ano todo, sendo que nos meses de agosto a janeiro a produção aumenta. (LORENZI et al, 1996).

Quando maduro, o fruto desprende-se e cai no solo (LORENZI et al, 1996; CARRAZZA et al, 2012). Esse fruto é constituído por quatro partes: epicarpo (casca), endocarpo (parte lenhosa), amêndoas e mesocarpo (Figura 2).

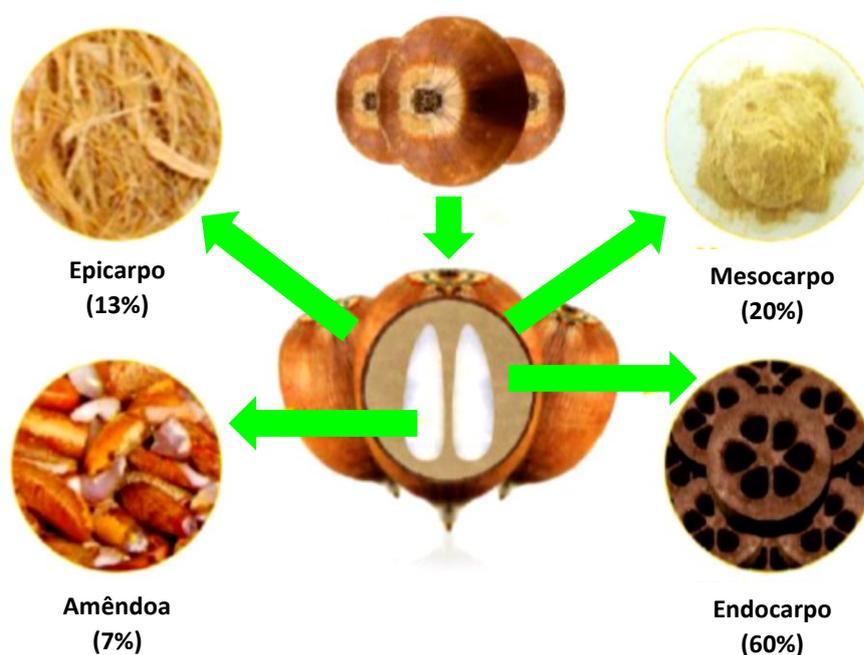


Figura 2: Frutos do babaçu e suas partes de importância econômica (CARRAZZA et al, 2012)

Os principais produtos comerciais extraídos do Babaçu são o óleo, extraído das amêndoas, que correspondem entre 6% e 7% do peso total do fruto, a torta ou borra, resultante do processo de obtenção do óleo e a farinha do mesocarpo, obtida dos frutos (CARRAZZA et al, 2012).

O óleo de coco é o produto mais utilizado dentre os derivados do babaçu, podendo ser empregado para fins culinários, como lubrificante, em cosméticos, além de ser alvo de pesquisas científicas para a fabricação de biocombustíveis (LORENZZI et al., 1996).

Outras partes da palmeira podem ser aproveitadas para diversos usos. Na fabricação de objetos artesanais e cobertura de residências. Assim como o palmito e a seiva na alimentação humana e o caule em estruturas de construções civil e, quando apodrecido, serve como adubo. A farinha retirada do mesocarpo muito utilizado pela população tanto como alimento como medicamento para diversas doenças inflamatórias (ROSENTHAL et al., 1975; SOUZA et al., 2011; GONZALEZ-PEREZ et al 2012; ARAUJO et al, 2016), como pode ser observado, resumidamente, no Quadro 1.

Quadro 1
Partes do babaçu e sua utilização.

Parte	Uso
Estipe – caule jovem	Palmito e vinho de babaçu (seiva fermentada)
Estipe velho	Marcenaria rústica e como adubo orgânico
Folhas	Fabricação de telhados, alimento para animais, confecção de produtos artesanatos e utilitários como: cestos, esteiras, chapéus, abanos etc.
Amêndoas	Utilizadas na culinária assadas e salgadas, na fabricação de são, detergentes, cosméticos, lubrificantes, combustível (biodiesel), como fitoterápico (ação antifúngica e antiviral), na obtenção do leite de babaçu
Bagaço ou torta	Ração animais e adubo orgânico
Endocarpo	Confecção de artesanatos, como carvão vegetal
Mesocarpo	Na preparação de pães, bolos e sorvetes. Produto fitoterápico para tratar inflamações.

Fonte: Pinto et al (2012).

Os dados etnobotânicos obtidos por Souza et al., (2011), mostram que o mesocarpo de babaçu é usado, entre as quebradeiras de coco, no tratamento de inflamações, gastrites,

feridas e infecções genitais. Talvez por isso tenha sido incluído na relação nacional de plantas medicinais de interesse do Sistema Único de Saúde (BRASIL, 2009).

A população utiliza o mesocarpo de babaçu como alimento, no preparo de pães, bolos, sorvetes e doces, devido seu aspecto de farinha, poder emulsificante e sabor lenhoso, devido a presença de taninos em sua composição (SOUZA et al, 2011; ARAUJO et al 2016).

A prospecção fitoquímica mostra que o mesocarpo de babaçu apresenta em sua composição, além dos carboidratos, saponinas, flavonoides e taninos (ALMEIDA et al., 2011; CRUZ, 2011; VIEIRA, 2011). Os flavonoides são compostos com ação antitumoral, anti-inflamatória e antimicrobiana entre outras. As saponinas têm sido usadas na dieta com o objetivo de reduzir o colesterol sérico (SIMÕES, 2007). Os compostos que poderiam estar associados as várias atividades imunológicas já identificadas para o mesocarpo de babaçu.

Segundo Rostagno et al. (2011) o mesocarpo de babaçu apresenta: 9,7% de fibras brutas, 0,3% de extrato etéreo, 2,5% de matéria mineral, 71,9% de extrativo não nitrogenado, 3.687 kcal/kg de energia bruta e 1.731 kcal/kg de energia metabolizável. Em termos nutricionais mesocarpo de babaçu é rico em carboidratos confirmado por análise cromatográfica. Apresenta em sua composição polissacarídeos (94,5%); proteínas (2,2%); lipídios (0,5%); mono e dissacarídeos (1,8%) e valores inferiores a 1% de aminoácidos entre outros compostos (GARROS-ROSA, 1986, CARNEIRO et al., 2013) (Tabela 1).

Os resultados obtidos por Carneiro et al (2013), visando incluir o mesocarpo de babaçu na ração de frangos, mostraram que devido ao seu elevado teor de amido, poderia ser classificado como ingrediente energético. Além disso, o aumento da performance física pelo uso de alguns suplementos alimentares, micro ou macro nutrientes (THOMAS, ERDMAN, BURKE, 2016).

Tabela 1 - Composição nutricional média da farinha do mesocarpo de babaçu

ITENS AVALIADOS	MESOCARPO
Energia bruta(kcal/kg)	3.618
Matéria seca(%)	87,74
Matéria orgânica(%)	86,62
Amido(%)	75,15
Fibras em detergente neutro (%)	8,04
Fibras em detergente ácido(%)	4,97
Proteína bruta (%)	3,29
Fibra bruta(%)	2,66
Matéria mineral(%)	1,12
Total de aminoácidos não essenciais(%)	0,35
Potássio(%)	0,29
Total de aminoácidos essenciais(%)	0,26
Cloro (ppm)	0,19
Ácido glutâmico (%)	0,09
Valina (%)	0,08
Ácido aspártico(%)	0,07
Alanina (%)	0,06
Glicina(%)	0,05
Magnésio(%)	0,04
Manganês (ppm)	0,04
Leucina(%)	0,04
Serina(%)	0,04
Fósforo(%)	0,02
Ferro (ppm)	0,02
Lisina(%)	0,02
Metionina(%)	0,02
Treonina(%)	0,02
Arginina(%)	0,02
Histidina(%)	0,02
Isoleucina(%)	0,02
Fenilalanina (%)	0,02
Cistina(%)	0,02
Tirosina(%)	0,02
Cobre (ppm)	0,003
Cálcio(%)	0,001

Fonte: Carneiro et al (2013)

Segundo Miotto et al. (2012) o uso do mesocarpo de babaçu aumenta o consumo de carboidratos não fibrosos e dos nutrientes digestíveis totais quando adicionado a ração de ovinos, podendo ser aproveitado como fonte energética.

O babaçu foi incluído na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde, como forma de garantir o estímulo ao desenvolvimento de estudos de bioprospecção (BRASIL, 2009).

As propriedades biológicas da farinha do mesocarpo de babaçu incluem ação anti-inflamatória (MAIA; RAO, 1989; PARENTE 2001; AZEVEDO et al, 2003; FERREIRA et al., 2004; BRITO-FILHO et al., 2006; NASCIMENTO et al., 2010), imunomoduladora (PARENTE; SILVA, 2001; NASCIMENTO et al, 2006; GUERRA et al, 2011; BARROQUEIRO et al 2016), antimicrobiana (CAETANO et al., 2002; GUEDELHA et al., 2005; BARROQUEIRO et al, 2016), atividade antitrombótica (AZEVEDO et al., 2006), ação antitumoral (RENNÓ et al., 2008; FORTES et al., 2009; ALMEIDA E SANTOS, 2014; PONTES et al., 2016), atividade cicatrizante (MARTINS et al., 2006; BATISTA et al., 2006.; BALDEZ et al., 2006; AMORIM et al., 2006; MACIEL et al., 2007) entre outras.

Segundo, Lopes et al (2004) o extrato aquoso de babaçu apresenta baixa toxicidade para camundongos submetidos ao tratamento crônico. Resultado confirmados mais tarde por SANTOS et al. (2006) e BARROQUEIRO et al., 2010.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral:

Avaliar os efeitos do mesocarpo de babaçu como suplemento alimentar durante o treinamento físico resistido de camundongos, considerando os parâmetros bioquímicos, histológicos e imunológicos.

3.2 Objetivos Específicos:

- Avaliar o perfil lipídico, a concentração de glicose e os impactos hepáticos e renais do uso do mesocarpo do babaçu como suplemento alimentar durante o treinamento resistido.
- Investigar os efeitos da suplementação com babaçu durante o treinamento resistido, considerando os aspectos microscópicos dos órgãos.
- Quantificar os efeitos imunológicos da suplementação com mesocarpo de babaçu considerando a celularidade esplênica e a variação nas populações de linfócitos T, Linfócitos B e macrófagos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Aspectos éticos

O presente trabalho foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Animais da Universidade Federal do Maranhão (CEUA/UFMA) sob protocolo de número 23115.004052/2012-13.

4.2 Animais e desenho do estudo

Foram utilizados 32 camundongos Swiss machos, provenientes do Biotério Central da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), adultos, com 60 dias, pesando entre 35 e 40g, divididos em 4 grupos de 8 animais, conforme tabela a seguir:

Tabela 2: Protocolo de treinamento e suplementação com extrato aquoso de mesocarpo de babaçu.

Grupo	Treinamento	Suplementação com babaçu
Controle	-	-
BAE	-	+
TRE	+	-
TREBAE	+	+

Todos os animais foram mantidos com livre acesso (*ad libitum*) à água e ração, em ciclos de claro e escuro de 12/12 horas. O peso corporal e o consumo de ração foram avaliados semanalmente em todos os grupos.

4.3 O material vegetal

A farinha do mesocarpo de babaçu foi obtida na região do Baixo Mearim, município de Arari. Uma excisata da espécie contendo folhas, flores e frutos está registrada sob o n°

1135, no Herbário Ático Seabra, da Universidade Federal do Maranhão. Os valores dos macronutrientes da farinha estão na Tabela 3, considerando 100g do produto.

Tabela 3: Valores médios da caracterização físico-química da farinha do mesocarpo de babaçu.

Determinação	Média	Desvio padrão
Umidade (%)	12,02	0,13
Cinzas totais (%)	0,78	0,03
Proteínas (%)	7,36	0,11
Lipídeos (%)	0,80	0,02
Carboidratos totais (%)	72,20	1,05
Fibra bruta (%)	0,82	0,06

Fonte: Silva, 2001.

4.3.1 Preparação do Extrato Aquoso de Mesocarpo de Babaçu (BAE):

A farinha do mesocarpo foi adicionada a água deionizada na concentração de 100g/mL. A extração ocorreu a partir da maceração por 48 horas, seguida de filtração e concentração sob pressão reduzida e liofilização. Para preparação do extrato final o produto da extração foi pesado e ressuspendido na concentração final de 25mg/mL. Protocolo adaptado de Fortes e colaboradores (2009),

4.4 Procedimento Experimental

Os grupos Controle e TRE receberam solução salina (NaCl 0,87%) por gavagem, cinco vezes por semana, durante oito semanas, enquanto os grupos BAE e TREBAE receberam, nos mesmos intervalos, o extrato aquoso de mesocarpo do babaçu (25mg/Kg - BAE).

A suplementação com babaçu ocorreu no mesmo momento em que se iniciou o treinamento físico e perdurou por oito semanas (Tabela 5 e Figura 3). Após oito semanas de treinamento físico e de suplementação com babaçu, os animais foram pesados, e

eutanasiados por super dosagem de anestésico (Ketamina/Xilazina 1:3). Do sangue do plexo retrorbital foi obtido o soro para as análises bioquímicas e imunológicas.

Os órgãos (coração, fígado, rim, baço, gastrocnêmico) e a gordura retro peritoneal foram retirados e pesados em balança de precisão. Em seguida, foram avaliados macroscopicamente nos aspectos coloração e forma e fixados para análise histopatológica (JUNQUEIRA & JUNQUEIRA, 1983).

Também foram obtidos o baço e a medula, para avaliação da celularidade. As células do baço foram submetidas a cultura para imunofenotipagem (CRUZ et al., 2007).

4.5 Treinamento físico

Os animais dos grupos TRE e TREBAE foram submetidos ao treinamento físico de resistência, em uma escada, confeccionada artesanalmente, com 1m de comprimento, com 55 degraus e distância de 1 cm entre eles, disposta em 45° de inclinação (Figura 3).

O protocolo de treinamento foi adaptado de Sanches, et al., (2014), realizado cinco vezes por semana, durante oito semanas. No início do treinamento foi realizado teste de uma repetição máxima (1RM) e, a cada duas semanas para readequação de carga. Os testes de carga máxima foram realizados no início das semanas 1, 3, 5 e 7. A cada subida o animal descansava 2 minutos, para realizar uma nova tentativa.

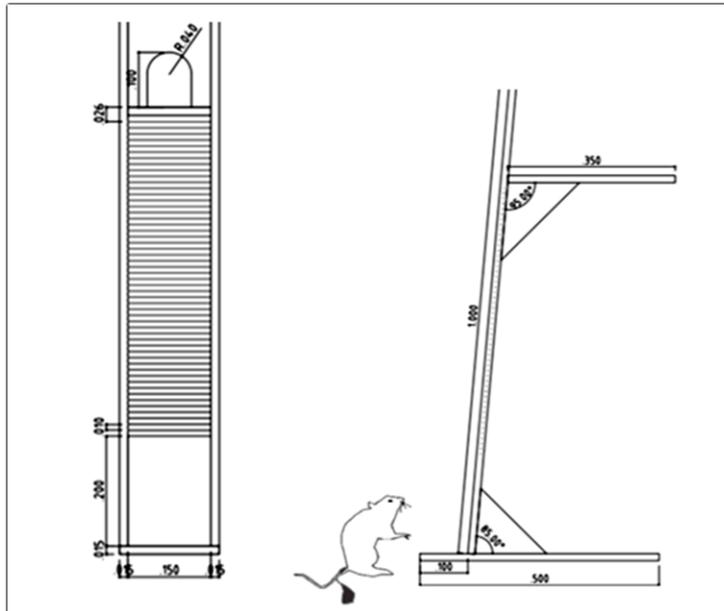


Figura 3: Ilustração da escada usada no treinamento resistido dos camundongos.

Em cada sessão de treinamento foram realizadas doze subidas na escada, com carga variada e progressiva de 50% a 80% de 1RM, presa a calda do animal, sendo a primeira e última subidas sem carga e o intervalo de descanso de 1 minuto, entre cada repetição. As sessões foram realizadas cinco vezes por semana, durante oito semanas.

O macro ciclo de treinamento dos camundongos dos grupos TRE e TREBAE, foi composto por microciclos de duas semanas; com cargas definidas previamente e ajustadas, de acordo com a capacidade individual de cada animal, segundo o teste de uma repetição máxima (1RM). A Tabela 4 mostra o aumento progressivo dos percentuais de carga de treinamento, com variação de moderada a alta intensidade.

Tabela 4: Caracterização semanal das cargas durante o treinamento dos camundongos.

1ª e 2ª Semana nº de subidas % 1RM	3ª e 4ª Semana nº de subidas % 1RM	5ª e 6ª Semana nº de subidas % 1RM	7ª e 8ª Semana nº de subidas % 1RM
1 X 0%	1 X 0%	1 X 0%	1 X 0%
2 X 50%	2 X 55%	2 X 60%	2 X 65%
2 X 60%	2 X 65%	2 X 70%	2 X 75%
2 X 65%	2 X 70%	2 X 75%	2 X 80%
2 X 60%	2 X 65%	2 X 70%	2 X 75%
2 X 50%	2 X 55%	2 X 65%	2 X 65%
1 X 0%	1 X 0%	1 X 0%	1 X 0%

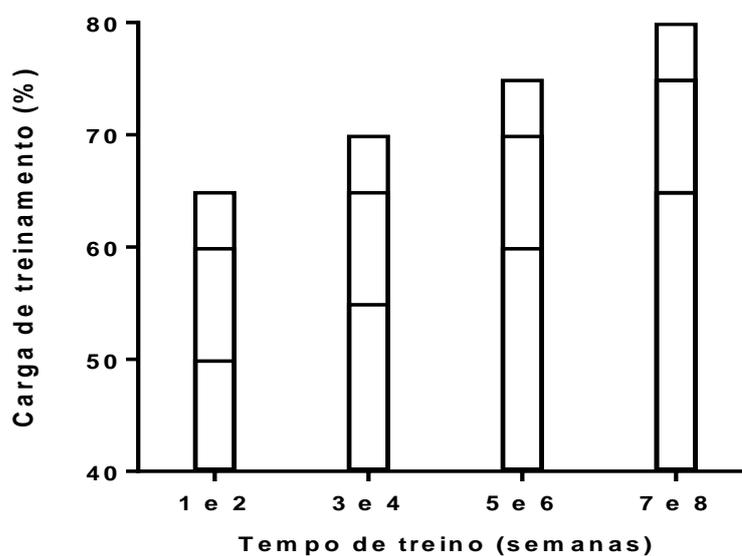


Figura 4: Percentuais de caracterização semanal da carga de treinamento a que foram submetidos os animais dos grupos TRE e TREBAE.

4.5 Dosagens bioquímicas

As amostras de soro foram obtidas ao final do experimento, por sangria retrorbital. As avaliações bioquímicas foram realizadas conforme instruções do fabricante (Labtest – Brasil), para avaliação das concentrações séricas de: alanina amino transferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), colesterol total (COL), lipoproteína de baixa densidade (LDL), lipoproteína de alta densidade (HDL), triglicérides (TGL), glicose, creatinina e ureia.

4.6 Imunofenotipagem das células do baço

Os baços foram retirados, pesados e triturados em 2 mL, as suspensões celulares mantidas em banho de gelo e diluídas 50x em PBS para contagem. A viabilidade celular foi determinada pelo método de exclusão do Azul de Tripán, em câmaras de Neubauer, com auxílio de um microscópio ótico de luz comum.

As células do baço foram ressuspensas em PBS gelado suplementado com 5% de soro fetal bovino e 0,1% de azida sódica e incubadas com os anticorpos, conforme o quadro 2. (NOMIZO et al., 2006).

Quadro 2: Painel de marcação celular para avaliação por citometria de fluxo

População alvo	Marcadores de população	Marcadores de ativação
Linfócitos T auxiliares	CD3/ CD4	CD69
Linfócitos T citotóxicos	CD3/ CD8	CD69
Linfócitos B	CD19	IaIe/ CD62L
Macrófagos	F4/80	IaIe/ CD86
Monócitos	CD14	-

4.7 Processamento histológico dos órgãos e tecidos

O fígado, rim, baço, coração e músculo estriado esquelético gastrocnêmico foram retirados e fixados em formaldeído a 10% (pH 7,2) e mantidos à temperatura ambiente. Foram desidratados e, em seguida, foram incluídos em parafina, para formação de blocos com o órgão todo ou parte deles.

Para avaliação foram obtidas secções de 5µm de diâmetro, com auxílio de um micrótomo, e os corte foram corados com Hematoxilina - Eosina (HE). As laminas foram montadas em triplicatas e analisadas com auxílio de um microscópio de luz comum (JUNQUEIRA & JUNQUEIRA, 1983).

Os cortes foram fotografados em foto microscópio eclipse Ti-U (Nikon®), com aumento de 10x e 40x.

4.8 Análise estatística

Os procedimentos estatísticos foram realizados com auxílio do Software Graph Pad Prism, versão 7.0. Foi usada a análise de variância (ANOVA) *One way*, seguida do teste de Tukey- Kramer. Em todas as análises foi considerado como nível de significância $p \leq 0,05$. Os dados foram expressos como a média \pm desvio padrão, considerando o número de oito animais por grupo.

5 RESULTADOS

O treinamento resistido reduziu o peso dos animais a partir da terceira semana de exercício, sendo essa perda intensificada no grupo treinado que também recebeu a suplementação com babaçu, a partir da quarta semana, como mostra a Figura 5.

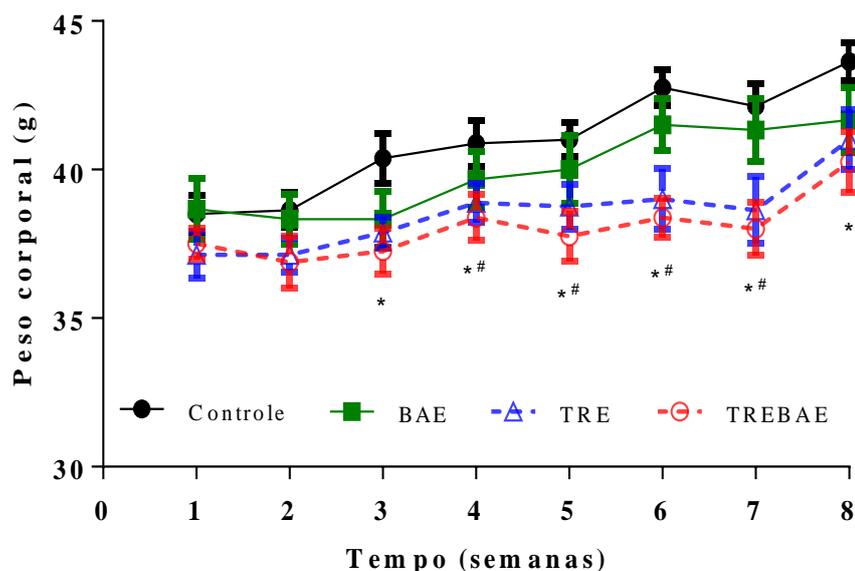


Figura 5. O treino resistido realizado em escada, reduz o peso dos animais suplementados com babaçu (TREBAE) ou não (TRE).

A variação ponderal foi avaliada comparativamente em animais submetidos ao treino resistido (TRE) ou não (Controle) e que receberam suplementação com extrato aquoso de mesocarpo de babaçu, via oral. Os animais submetidos ao treino resistido e suplementados com babaçu (TREBAE) foram comparados a animais que só receberam o babaçu (BAE). Os resultados correspondem a média \pm desvio padrão de oito animais/grupo. (*) $p < 0,05$ em relação ao controle e (#) $p < 0,05$ em relação ao grupo BAE.

A relação entre peso da gordura e peso corporal total foi menor nos grupos submetidos ao treinamento resistido, suplementados ou não com babaçu, e também no grupo somente suplementado com babaçu, que não treinou, como mostra a **Figura 6**.

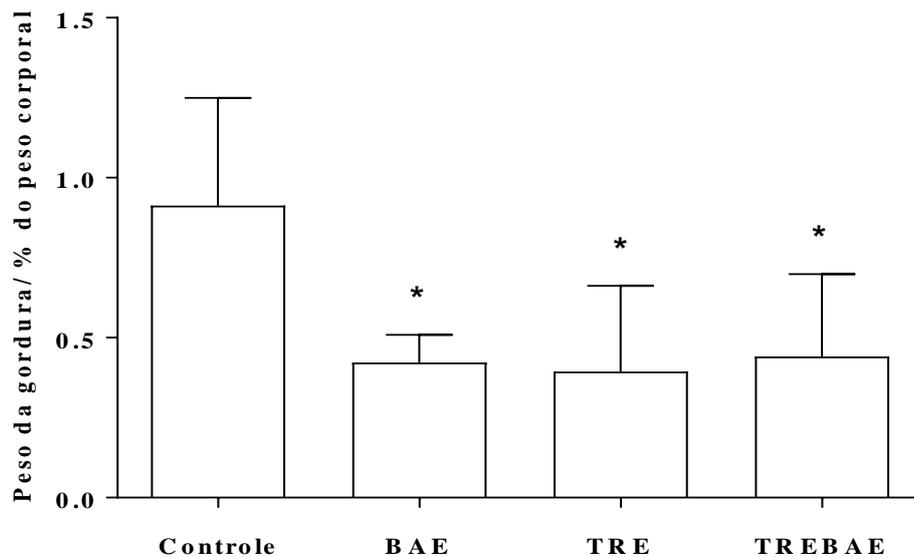


Figura 6. Percentual de gordura retro peritoneal relativo ao peso corporal dos grupos experimentais em relação ao controle durante oito semanas, por via oral. Os resultados correspondem a média \pm desvio de 8 animais/grupo. (*) $p < 0,05$ em relação ao grupo controle não tratado e não treinado.

Durante as oito semanas do experimento os grupos realizaram teste de força máxima, este valor foi dividido pelo peso corporal total (Figura 7A) e observou-se que somente o treinamento resistido, de forma isolada, aumentou a força máxima ($p < 0,05$) entre a terceira e quarta semanas de treinamento. Esse efeito não foi observado no grupo que recebeu a suplementação com babaçu esse efeito não ocorreu.

Ao avaliarmos o delta da força, dado pela diferença entre a força final e inicial (Figura 7B), observamos que o ganho de força do grupo TRE foi maior ($p \leq 0,05$) do que os grupos não treinados (Controle e BAE) e semelhante ao grupo TREBAE.

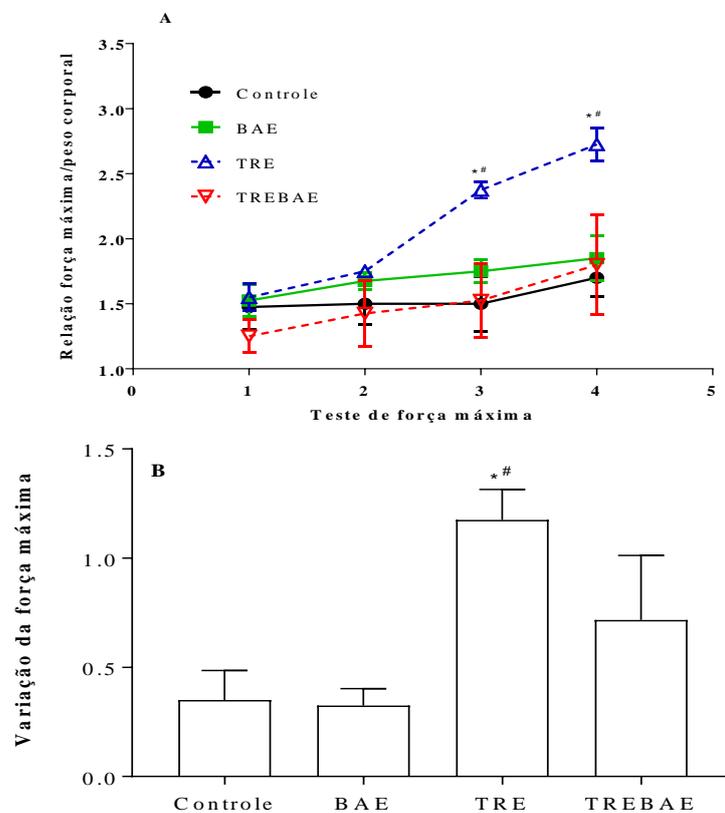


Figura 7: Relação entre força máxima obtida no teste de 1RM e peso corporal (A) e Delta da variação de força considerando os momentos inicial e final do treinamento físico (B), durante oito semanas, em animais submetidos ao treinamento resistido e suplementados (TREBAE) ou não (TRE) com babaçu, via oral em comparação a animais não treinados e tratados com babaçu (BAE) ou não (controle). Os resultados correspondem a média \pm erro padrão de 8 animais/grupo. (*) $p < 0,05$ em relação ao grupo controle e (#) $p < 0,05$ em relação ao grupo BAE.

Na Tabela 5 são apresentados o peso relativo à massa corporal dos órgãos baço, coração, fígado, rim e músculo gastrocnêmico, contudo não houve diferença entre os grupos, no entanto o peso relativo do rim aumentou ($p < 0,05$) nos grupos TRE e TREBAE.

Tabela 5. Peso corporal total, ingestão alimentar e peso relativo dos órgãos, após oito semanas de treinamento resistido e suplementação com extrato aquoso de mesocarpo do babaçu.

Peso corporal	Controle ^a	BAE ^a	TRE ^a	TREBAE ^a
PC ^b Inicial(g)	39 ± 2	39 ± 3	38 ± 2	38 ± 2
PC Final (g)	44 ± 42	42 ± 3	41 ± 3	40 ± 3
IA ^c (g/dia)	6 ± 0,1	6 ± 0,5	6 ± 0,5	6 ± 0,5
Peso relativo dos órgãos ^d (%)				
Rim	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,9 ± 0,0*	0,9 ± 0,0*
Fígado	4,8 ± 0,7	4,4 ± 0,2	5,1 ± 1,0	4,9 ± 0,3
Baço	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Coração	0,4 ± 0,2	0,3 ± 0,3	0,4 ± 0,3	0,3 ± 0,3
Gastrocnêmico	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,3

(*) $p < 0,05$ em relação ao grupo Controle e (#) $p \leq 0,05$ em relação ao grupo BAE.

(a) Controle: animais não treinados e não suplementados; BAE: animais suplementados com extrato aquoso de mesocarpo de babaçu; TRE: animais treinados; TREBAE: animais treinados e suplementados com extrato aquoso de mesocarpo de babaçu.

(b) PC=Peso Corporal.

(c) IA=ingestão alimentar.

(d) Peso relativo dos órgãos em relação ao peso corporal

A Figura 8 mostra fotomicrografias dos órgãos. É possível observar o rim (Figura 8A) e o fígado (Figura 8C) apresentaram estruturas preservadas sem alterações histológicas detectáveis. A avaliação da musculatura cardíaca mostra um da atividade celular dos miócitos cardíacos nos dois grupos treinados (TRE e TREBAE) (Figura 8B), enquanto nos animais Controle e BAE as fibras cardíacas apresentaram aumento do espaço intersticial, indicando repouso. O músculo gastrocnêmico dos grupos TRE e TREBAE (Figura 8D), apresentou características de grande atividade celular e aumento de núcleos celulares, sem sinais de inflamação, infiltrado celular, fibrose ou acúmulo de gordura. Por outro lado, nos grupos Controle e BAE, foi observada baixa atividade celular.

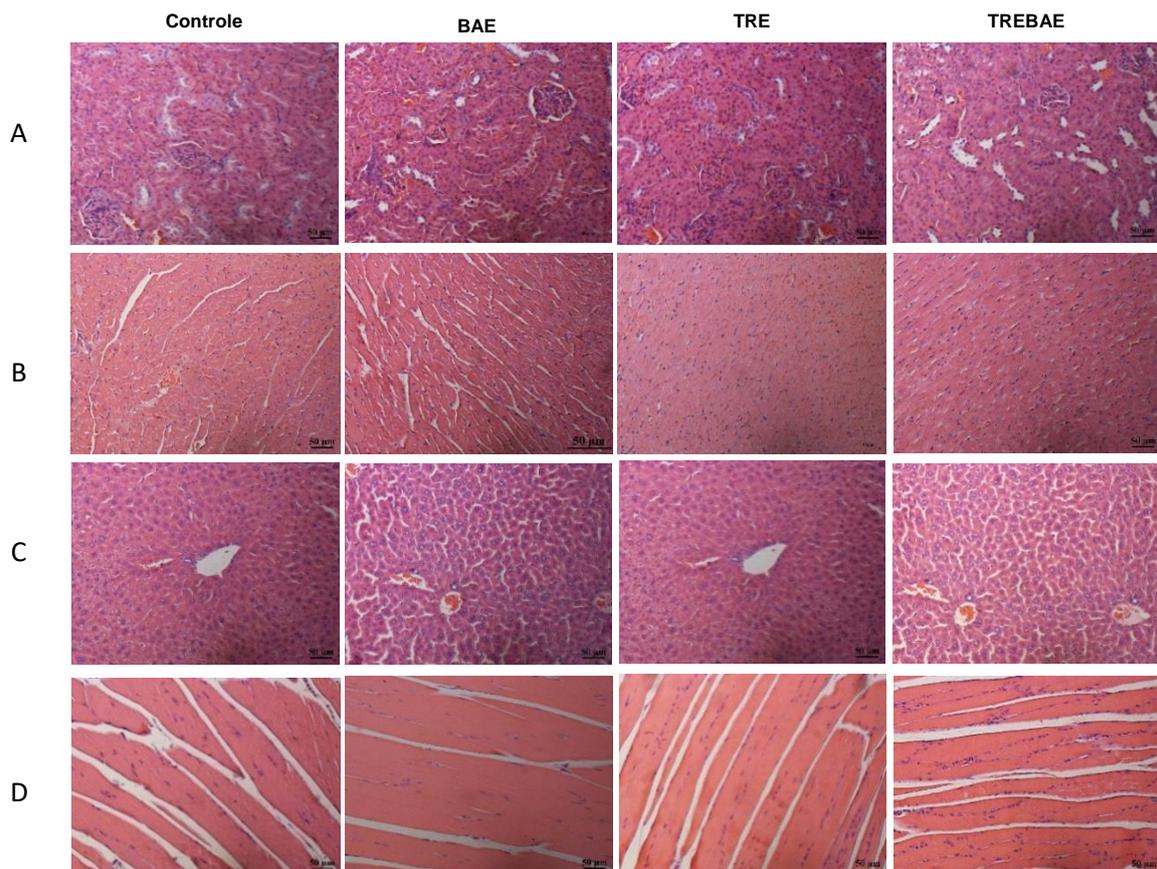


Figura 8. Avaliação histológica dos rins, fígado, coração e músculo gastrocnêmico de em animais submetidos ao treinamento resistido e suplementados (TREBAE) ou não (TRE) com babaçu, via oral em comparação a animais não treinados e tratados com babaçu (BAE) ou não (controle).

No perfil lipídico (Tabela 6), o treinamento resistido e o BAE associados ou não, reduziram ($p < 0,05$) os triglicerídeos séricos (TGL), sendo que os menores valores foram detectados no grupo TREBAE. Ocorreu redução na concentração de colesterol total nos dois grupos tratados com babaçu (BAE e TREBAE). Nos grupos suplementados com babaçu, treinados ou não sempre ocorreu aumento de AST, nas mesmas proporções do observado no grupo TRE. A suplementação com babaçu associada ao treino aumento a concentração de AST.

Tabela 6: Concentração sérica de colesterol total, glicose, triglicérides, creatinina, aspartato transferase (AST), alanina transferase (ALT), após 8 semanas de treinamento resistido e suplementação com mesocarpo do babaçu.

Grupos^a/ Variáveis bioquímicas	Controle	BAE	TRE	TREBAE
Colesterol total (mg/dL)	97±6 ^b	79±10*	98±13	70±19*#
Triglicerídeos (mg/dL)	166±47	90±24*#	109±25*	82±36*#
Glicose (mg/dL)	145±17	138±10	131±16*	134±22
Creatinina (µg/dL)	4±1	6±1	6±1	11±7
Ureia(mg/dL)	6±2	4±2	5±2	4±2
AST(U/L)	18±2	32±2*	34±1*	42±2*#§
ALT(U/L)	21±1	24±1	19±5	27±2*#

(*) $p < 0,05$ em relação ao controle (#) $p < 0,05$ em relação ao grupo TER (§) $p < 0,05$ em relação ao grupo BAE. (a) Controle: animais não treinados e não suplementados; BAE: animais suplementados com extrato aquoso de mesocarpo de babaçu; TRE: animais treinados; TREBAE: animais treinados e suplementados com extrato aquoso de mesocarpo de babaçu.

(b) Os dados representam a média ±SD de oito animais/grupo

A Tabela 7 mostra que a suplementação com babaçu em animais não treinados aumentou o número de células da medula, efeito controlado pelo treinamento físico, que, em contrapartida, reduziu essa população celular, como observado no grupo treinado (TRE).

No baço o treinamento resistido sempre reduziu o número de esplenócitos, independentemente o efeito da suplementação com babaçu.

Tabela 7: Número total de células na medula e baço após oito semanas de treinamento resistido com cargas progressivas e suplementação com mesocarpó de babaçu.

Grupos^a/ Nº de Células	Controle	BAE	TRE	TREBAE
Medula (x 10⁶)	13 ± 7 ^b	30 ± 10*	14 ± 10	13 ± 6 #
Baço (x 10⁶)	45 ± 1	41 ± 2	30 ± 2*	30 ± 2*

(*) p ≤ 0,05 em relação ao grupo Controle, (#) p ≤ 0,05 em relação ao grupo BAE,

(a) Controle: animais não treinados e não suplementados; BAE: animais suplementados com extrato aquoso de mesocarpó de babaçu; TRE: animais treinados; TREBAE: animais treinados e suplementados com extrato aquoso de mesocarpó de babaçu.

(b) Os dados representam a média ±SD de oito animais/grupo

A avaliação fenotípica das células do baço mostrou que a suplementação com babaçu aumentou o número de linfócitos B esplênicos nos animais não treinados (Figura 9A). Por outro lado, a suplementação com babaçu sempre aumentou os percentuais de linfócitos B ativados, tanto no grupo submetido ao treinamento resistido (TREBAE) como no grupo não treinado (BAE) (Figura 9B)

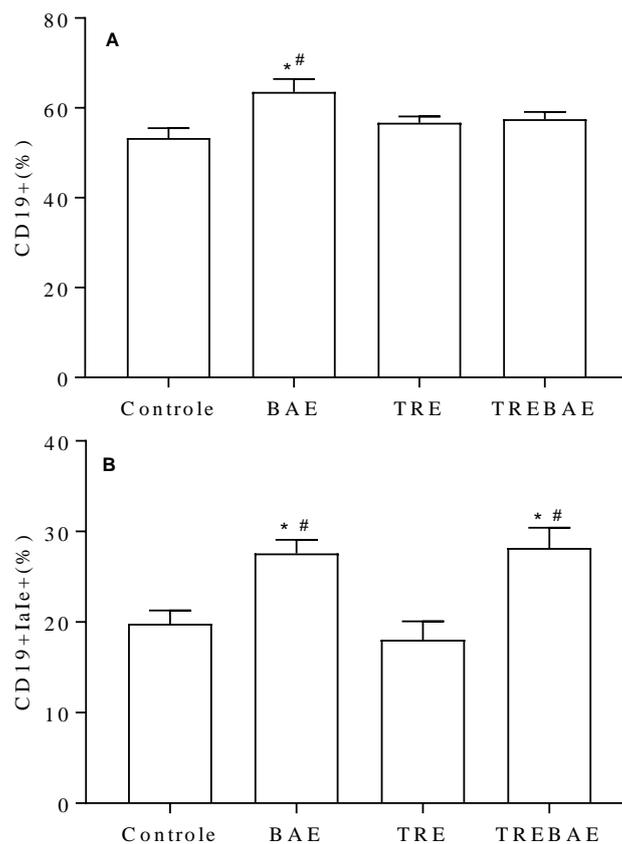


Figura 9: Percentual de linfócitos B (A) e de linfócitos B ativados (B) no baço de animais submetidos ao treinamento resistido (TRE) e suplementados com mesocarpo de babaçu (TREBAE) em comparação animais não treinados que receberam suplementação do babaçu (BAE) ou não (Controle). (*) $p < 0,05$ em relação ao controle e (#) $p < 0,05$ em relação ao grupo TRE. Os dados representam média \pm desvio padrão de oito animais/grupo.

O treinamento resistido (TRE) reduziu o número total de linfócitos esplênicos (Figura 10A) e, concomitantemente, aumentou a frequência de linfócitos T auxiliares (Th) (Figura 10B) e reduziu a população de linfócitos Th ativados [(CD4+CD69+) (Figura 10C)], independente da suplementação com babaçu.

Nem o treinamento resistido, nem a suplementação com babaçu alterou a população de linfócitos T citotóxicos no baço (Figura 10D), mesmo quando avaliamos o percentual de células ativadas (Figura 10E).

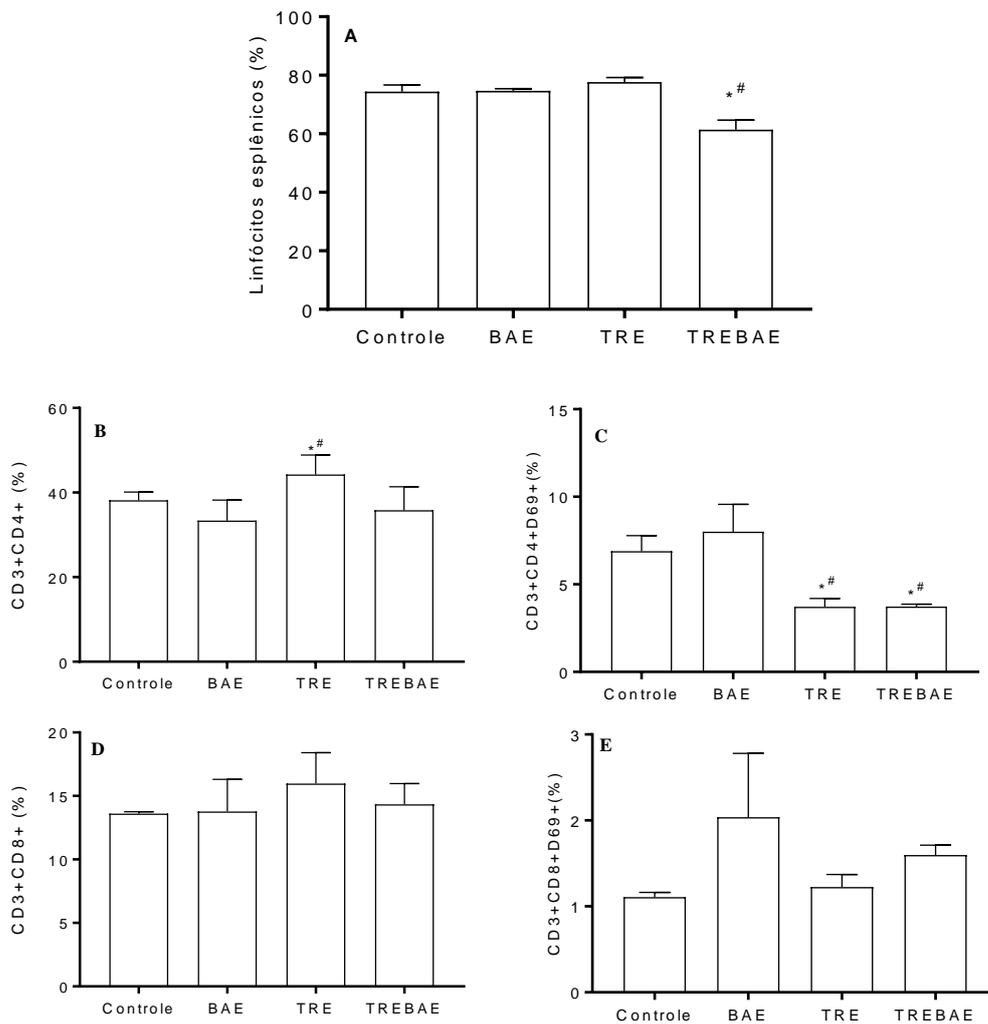


Figura 10: Percentual de linfócitos (A), linfócitos T auxiliares (B), linfócitos T auxiliares ativados (C), linfócitos T citotóxicos (D) e linfócitos citotóxicos ativados no baço de animais submetidos ao treinamento resistido (TRE) e suplementados com mesocarpo de babaçu (TREBAE) em comparação aos grupos não treinados suplementados com babaçu (BAE) ou não (Controle). (*) $p < 0,05$ em relação ao controle e (#) $p < 0,05$ em relação ao grupo BAE. Os dados representam média \pm desvio padrão de oito animais/grupo.

O treino resistido aumentou o número total de macrófagos no baço (Figura 12A), mas não afetou a população de monócitos (Figura 11C). Por outro lado, a suplementação com babaçu sempre reduziu o número de macrófagos ativados (Figura 12B) tanto no grupo não treinado (BAE) como no grupo treinado (TREBAE) e o treino sem suplementação reduziu a frequência de monócitos ativados (Figura 12D).

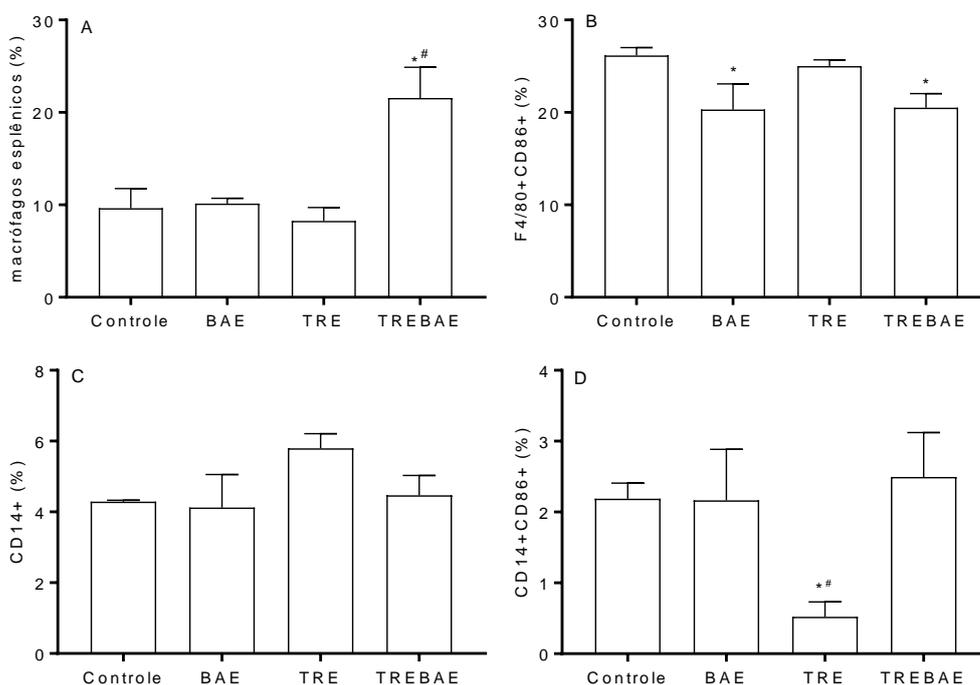
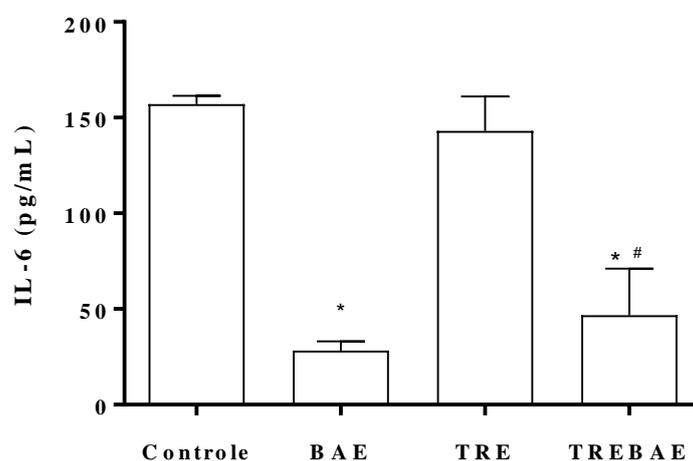
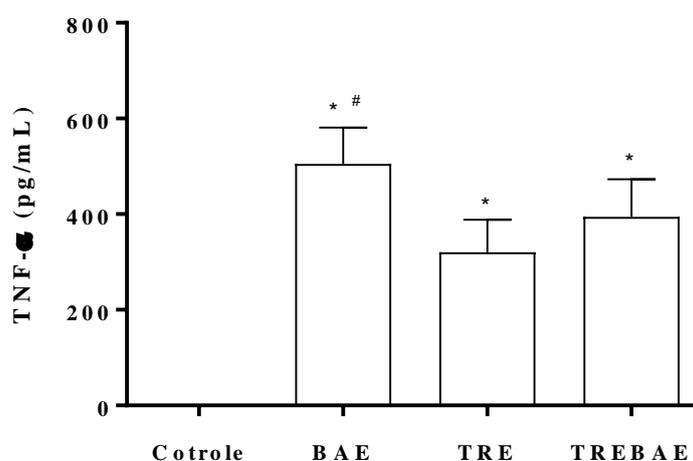


Figura 11: Percentual de macrófagos (A), macrófagos ativados (B), monócitos (C) e monócitos ativados no baço de animais submetidos ao treinamento resistido (TRE) e suplementados com mesocarpo de babaçu (TREBAE) em comparação aos grupos não treinados suplementados com babaçu (BAE) ou não (Controle). (*) $p < 0,05$ em relação ao controle e (#) $p < 0,05$ em relação aos demais grupos. Os dados representam média \pm desvio padrão de oito animais/grupo.

A Figura 12A mostra que a suplementação com babaçu sempre reduziu a produção de IL-6, independentemente dos animais terem sido treinados ou não. Por outro lado, tanto o treinamento resistido como a suplementação com babaçu aumentaram a produção de TNF- α , sendo que os maiores valores foram detectados nos animais não treinados que foram suplementados com babaçu, como mostra a Figura 12 B.



A



B

Figura 12: Concentração de IL-6 (A) e TNF- α (B) em culturas de baço de animais submetidos ao treinamento resistido (TRE) e suplementados com mesocarpo de babaçu (TREBAE) em comparação aos grupos não treinados suplementados com babaçu (BAE) ou não (Controle). (*) $p < 0,05$ em relação ao controle e (#) $p < 0,05$ em relação grupo TRE. Os dados representam média \pm desvio padrão de oito animais/grupo.

5. DISCUSSÃO

A farinha do mesocarpo de babaçu, alimento amplamente consumido no estado do Maranhão (SOUZA et al, 2011), apresenta sua composição química majoritariamente composta por carboidratos (CARRAZA et al 2012). A essa farinha tem sido atribuída algumas propriedades biológicas, como os efeitos anti-inflamatório e imunomodulador (SILVA; PARENTE, 2001; NASCIMENTO et al 2006; GUERRA et al 2011, BARROQUEIRO et al 2016; SILVA, 2017), o que nos estimulou a investigar os efeitos do uso desse produto como alternativa na suplementação alimentar para praticantes de treinamento resistido.

O treinamento resistido, associado ou não a suplementação com babaçu, reduziu o peso corporal dos animais, mesmo não havendo variação no volume total de alimentos ingeridos entre os grupos, indicando que o programa de treinamento de força ofertado foi eficiente como medida de redução do peso. Confirmam essas afirmações a avaliação de gordura retro peritoneal, que também foi menor nos grupos submetidos ao treinamento físico, mesmo quando suplementado com babaçu.

Apesar do mesocarpo de babaçu ser um produto rico em carboidratos, o seu uso na suplementação, durante o treinamento resistido, ocasionou redução na gordura retroperitoenal em percentuais que variaram entre 69 e 73%. A perda de gordura pelos grupos treinados sugere que o protocolo utilizado foi efetivo em ocasionar mudanças na composição corporal.

A adaptação crônica na redução da gordura, promovida pelo treinamento físico resistido e dieta, é um dos principais objetivos dos programas de prática de exercício físico. A redução da gordura corporal provocada pelo treinamento físico já é consenso na literatura, no entanto, nossos dados indicam que a suplementação com mesocarpo de babaçu pode ser

utilizada como adjuvante nesse processo, pois o produto foi também eficiente em reduzir a gordura corporal.

O controle da gordura corporal é um importante aspecto na redução de riscos cardiovasculares e distúrbios metabólicos, o acúmulo de tecido adiposo torna o organismo “inflamado” devido aumento de citocinas pró-inflamatórias incluindo TNF- α e IL-6 (KANDA et al, 2006; CHEN et al., 2016). Entretanto as concentrações de TNF- α e IL-6 também estão relacionadas ao processo de restauração tecidual muscular que ocorre pós treinamento físico. Na presente pesquisa a concentração da IL-6 não foi alterada pelo treinamento físico, assim como demonstrado no trabalho com humanos realizado por Polak et al., (2006).

No entanto o babaçu provocou redução da IL-6, associado ou não ao treinamento físico. Não se pode atribuir a redução de IL-6 a redução da gordura corporal, pois o grupo TER apresenta redução de gordura corporal sem haver redução de IL-6, ficando evidente a ação do babaçu neste resultado.

O sedentarismo e maus hábitos alimentares estão associados ao acúmulo de gordura visceral, uma preditora independente do aumento da pressão arterial (RHÉAUME et al., 2009), infarto do miocárdio (NAKAMURA et al., 1994) e resistência à insulina em humanos (LEE et al., 2012).

O aumento da resistência insulínica, proporcionado pelo acúmulo de TAB aumenta o risco de desenvolver diabetes. A suplementação com babaçu pode ser uma boa alternativa no tratamento dessa patologia, pois além de reduzir a gordura retro peritoneal, o mesocarpo de babaçu atuou reduzindo as concentrações de colesterol e triglicérides, sem afetar a glicemia sérica.

O aumento da força no grupo TRE em relação a TREBAE, foi superior em torno de 66%, esse resultado foi observado na quarta semana de treinamento, sugerindo que somente

duas semanas de treinamento não foram suficientes para promover mudança na força dos camundongos. Possivelmente porque a prática de exercício resistido proporciona adaptação à médio e longo prazo na força muscular (WESTCOTT, 2012).

Alguns substratos energéticos ou estimulantes como carboidratos, aminoácidos, cafeína e creatina, são usados pelo seu conhecido efeito ergogênico, no entanto podem também reduzir a performance física (GOMEZ-CABRERA et al., 2008; DAHLQUIST et al., 2017). No estudo não foram evidenciadas diferenças quanto a variação da força do grupo TREBAE e os grupos não treinados, sugerindo que o mesocarpo de babaçu apresentou efeito ergolítico, pois não modificou a força nos animais treinados que fizeram uso do produto.

O desempenho em exercício que exige força máxima como o teste realizado pelos camundongos depende do conteúdo energético, neste caso principalmente reserva de adenosina trifosfato (ATP), creatina quinase (CK) e glicogênio muscular, assim como número e diâmetro das fibras musculares, ativação de unidade motora e até quantidade de micronutrientes como o cálcio (KENNEY et al., 2012), caso alguns estes fatores se modifiquem possivelmente haverá mudança na força.

Algumas atividades biológicas do mesocarpo de babaçu já foram anteriormente investigadas (anti-inflamatória e imunomoduladora), entretanto essa é a primeira vez a sua suposta ação ergolítica é evidenciada. Supõem-se que a ação ergolítica, na redução do desempenho da força está associada ao processo de reconstrução muscular que ocorre após o treinamento físico, contudo esses dados precisam ser ainda evidenciados em outros modelos de treinamento resistido, considerando que o treinamento resistido é um método eficaz para aumentar ou manter a força promovendo hipertrofia muscular (RATAMESS et al., 2009).

Como forma de caracterização da amostra foi analisado o peso dos órgãos dos animais. O peso relativo do rim aumentou 21% e 15% nos grupos TRE e TREBAE respectivamente, entretanto nenhuma variação foi detectada nos demais órgãos avaliados.

Quanto a avaliação microscópica houve evidência de aumento da atividade muscular estriada esquelética e cardíaca no treinamento resistido (TRE e TREBAE), independente da suplementação. Indicando que o treinamento foi eficiente em manter o metabolismo celular ativo, aspecto indispensável para manutenção da saúde muscular. Atividade normalmente detectada durante os exercícios de duração prolongada e baixa intensidade, ou dos exercícios de alta intensidade e curta duração, quando ocorre aumento do número de mitocôndrias, do tamanho das fibras, da vascularização e da atividade das enzimas musculares, visando a melhora no desempenho (HUGHES; ELLEFSEN; BAAR, 2017)

Alterações nas concentrações de AST e ALT podem ser sinal de lesões hepáticas, mas também doenças cardíacas e musculares (PRATT e KAPLAN, 2000). A avaliação da repercussão fisiológica e metabólica do treinamento associado ou não a suplementação interferiu no metabolismo hepático, ocasionando aumento de 7% em ALT no grupo TREBAE, em relação ao TER, entretanto o valor encontrado é considerado normal para camundongos machos, com idade de 120 dias (RESTEL, 2012). Desta forma acredita-se que valores normais de ALT na presente pesquisa revelar que a suplementação não oferece toxicidade hepática.

Já as taxas de AST aumentaram em valores entre 77% e 133%. O aumento de AST ocorreu nos dois grupos treinados e também no grupo BAE, indicando que tanto o treinamento como a suplementação influíram no funcionamento hepático ou mitocondrial. AST é encontrado tanto no hepatócito quanto na mitocôndria, sendo fundamental no metabolismo glicolítico aeróbio (GLINGHAMMAR et al., 2000).

Huang et al, (2008) ao analisarem os efeitos agudos da suplementação de L-arginina em ratos após exercício exaustivo, observaram aumento em AST e ALT nos ratos submetidos ao exercício, resposta relacionada ao exercício extenuante por proporcionar lesão tecidual. Por outro lado, os animais do grupo exercício suplementados com L-arginina apresentaram redução de AST, pois a L-arginina reduziu a peroxidação lipídica nos tecidos hepático e muscular, demonstrando maior atividade antioxidante.

A glicemia e os valores de creatinina e ureia, permaneceram estáveis não sendo influenciados nem pelo treinamento físico, nem pela suplementação com babaçu.

No perfil lipídico houve redução significativas de triglicerídeos séricos (TGL) nos grupos BAE, TRE, e TREBAE, chegando essa redução a 50% no grupo TREBAE, quando comparado ao controle. Neste mesmo grupo observamos também redução na concentração de colesterol total (27%), em comparação ao grupo TRE. A associação desses dados com as variações observadas quanto ao peso corporal e peso da gordura retro peritoneal reforçam as evidências de que a suplementação com babaçu, durante o treinamento resistido, intensificou as alterações na composição corporal dos animais, pois em todos os grupos onde ocorreu redução da gordura corporal, ocorreu também redução nas concentrações séricas de triglicerídeos.

O efeito do exercício físico no perfil lipídico é conhecido na literatura (CHUNG et al., 2017) redução de LDL, aumento de HDL são algumas das mudanças que justificam a recomendação da prática de exercício no tratamento da síndrome metabólica.

Importante mencionar que o uso do mesocarpo de babaçu reduziu a concentração circulante de colesterol total, efeito intensificado no grupo que também treinou. Curiosamente não ocorreu alteração do colesterol no grupo submetido ao treinamento sem suplementação, indicando ser essa uma propriedade do mesocarpo de babaçu. Resultados semelhantes foram descritos por PINHEIRO (2011) ao investigarem ao efeito do mesocarpo

de babaçu no metabolismo de lipídios em camundongos C3H/HePas. SOUSA (2008) em experimento com camundongos portadores de tumor de Ehrlich tratados com BAE (2mg/mL) também mostrou redução no colesterol total, lipoproteína de baixa densidade (LDL) e lipoproteína de alta densidade (HDL) em animais tratados com mesocarpo de babaçu, evidências de que esse é um dos efeitos desse produto. É possível que os efeitos do babaçu na a redução do colesterol total estejam associados à redução das lipoproteínas que são as responsáveis por realizar o transporte dos triglicerídeos e colesterol (TIROSH, 2007; SILVA et al 2010; MILLER et al., 2011; PENCINA et al., 2014). Entretanto não há na literatura informações que explicam o efeito bioquímico do mesocarpo de babaçu no perfil lipídico, o que possibilita novas investigações sobre este produto natural.

A avaliação do número de células da medula, órgão linfoide primário, mostrou que somente o tratamento (BAE) aumentou, numericamente, essa população celular. No baço o treinamento físico associado (TREBAE) ou não (TRE) a suplementação com babaçu, reduziu o número total de células esplênicas, dados confirmados na imunofenotipagem, sugerindo que o treinamento físico associado ao uso de mesocarpo do babaçu pode modular a resposta imune auxiliando no controle do sistema imunológico.

Ao avaliar a expressão de marcadores de identificação e/ou ativação nas células do baço, foi observado que o treinamento resistido associado ao babaçu reduziu o percentual de linfócitos T auxiliares ativados, mas não afetou a população de linfócitos T citotóxicos e monócitos. Por outro lado, observamos nos grupos tratados com babaçu houve redução na frequência de macrófagos ativados, mesmo tendo ocorrido aumento no número total de macrófagos no grupo TREBAE. Adicionalmente, observamos no grupo TRE redução na população de monócitos ativados. Em conjunto os dados indicam que o protocolo adotado manteve o potencial imunomodulador tanto do treino como do babaçu.

Já estão documentadas as evidências quanto aos efeitos do exercício físico e do uso do mesocarpo de babaçu sobre o sistema imunológico, entretanto esse é o primeiro estudo a avaliar o efeito da associação dessas duas variáveis sobre a ativação de linfócitos e macrófagos.

O exercício físico possui efeito anti-inflamatório por vários mecanismos já descritos na literatura como redução da gordura visceral, produção de interleucina-6 (IL-6) pelo músculo esquelético, aumento dos níveis circulares de cortisol e adrenalina, inibição de infiltração de macrófagos no tecido adiposo, redução na expressão de *Toll Like Receptors* (TOLLs), redução de monócitos pró-inflamatórios no sangue, aumento no número de células T entre outros (GLEESON, SHEEDY 2016). Resultados semelhantes aos observados nos grupos suplementados com babaçu, indicando que a redução das populações ativadas ora esteve relacionada a suplementação com babaçu, ora esteve relacionada ao treinamento resistido.

A IL-6 participa da regulação metabólica de substratos energéticos durante os exercícios de longa duração e a sua produção pode ser influenciada pela ingestão de carboidratos (SANCTIS et al 2010)

Em estudo etnofarmacológico (SOUZA et al., 2011) foi observado que 68% das mulheres que trabalham quebrando o coco babaçu, consomem os produtos para fins terapêuticos e na maioria das vezes o mesocarpo do babaçu é o produto mais usado (77%) por elas. O uso do mesocarpo ocorre principalmente pela via oral para tratamento de doenças inflamatórias, como as de origem gastrointestinal (gastrite) e uso tópico em vulvovaginites e feridas na pele. Trabalhos desenvolvidos pelo nosso grupo de pesquisa o mesocarpo também é utilizado por via oral em experimentação animal.

O uso popular dos produtos do babaçu influenciou a investigação em modelos de inflamação e busca por informações sobre sua capacidade imunomoduladora. As pesquisas

desenvolvidas por nosso grupo são trabalhos realizados *in vivo* e *in vitro* (BARROQUEIRO, 2001; NASCIMENTO et al., 2006; SILVA, PARENTE, 2001; AZEVEDO et al., 2003; GUERRA et al., 2011; ALMEIDA et al., 2014; BARROQUEIRO et al., 2016). O grupo de pesquisa também investigou a citotoxicidade do mesocarpo de babaçu apresentado no trabalho de BARROQUEIRO et al. (2011), nesta pesquisa foram testadas concentrações de 1.000, 3.000 e 5.000 mg/kg e observou-se uma baixa toxicidade aguda mesmo na maior concentração.

Os dados bioquímicos e histológicos sobre a avaliação do efeito crônico do tratamento com babaçu, associado ao treinamento físico, também mostram que esse produto tem baixa toxicidade, sugerindo que a sua utilização como suplemento alimentar pode ser útil para pacientes com dislipidemias, mesmo não contribuindo para uma melhor performance física durante o treinamento resistido.

6. CONCLUSÕES

Os resultados permitiram concluir que:

- O uso da suplementação com babaçu é uma importante estratégia no controle das dislipidemias, pois apresentou efeito sinérgico ao treinamento resistido na redução das concentrações circulantes de colesterol e também reduziu o peso e a gordura corporal;
- A suplementação com babaçu apresentou ação imunomoduladora, contribuindo para melhorar as interações imunológicas durante o treinamento resistido;
- A dieta suplementada com babaçu associada ou não à atividade física pode ter importantes indicações para possíveis redução do risco de desenvolver doenças relacionadas ao acúmulo de gordura corporal: diabetes, doenças cardiovasculares, obesidade e dislipidemias.
- A farinha do mesocarpo do babaçu pode ser utilizada na suplementação alimentar durante os treinamentos de força não competitivos devido a sua limitação em aumentar a força.

REFERÊNCIAS

ACSM - American College of Sports Medicine. Diretrizes de ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. Guanabara Koogan, 2011.

ADA - American Diabetes Association - 2. Classification and diagnosis of diabetes. Diabetes care, v. 39, n. Supplement 1, p. S13-S22, 2016.

ALMEIDA CSC; SANTOS APA. Indução da resposta imune antitumoral com células tumorais pré-tratadas com mesocarpo de babaçu, Cadernos de Pesquisa. São Luís, v. 20, nº 2, 2014.

ALMEIDA PWM. et al. Swim training suppresses tumor growth in mice. Journal of applied physiology, v. 107, n. 1, p. 261-265, 2009.

ALVARO A. et al. Gene expression analysis of a human enterocyte cell line reveals downregulation of cholesterol biosynthesis in response to short-chain fatty acids. IUBMB life, v. 60, n. 11, p. 757-764, 2008.

AMORIM, Elias et al. Efeito do uso tópico do extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (babaçu) na cicatrização de feridas cutâneas: estudo controlado em ratos. Acta Cirúrgica Brasileira, v. 21, p. 67-76, 2006.

ARAÚJO FR et al. Ethnobotany of babassu palm (*Attalea speciosa* Mart.) in the Tucuruí Lake Protected Areas Mosaic-eastern Amazon. Acta Botanica Brasilica, v. 30, n. 2, p. 193-204, 2016.

AZEVEDO APS et al. Anti-thrombotic effect of chronic oral treatment with *Orbignya phalerata* Mart. Journal of Ethnopharmacology. 111: 155 – 159, 2007.

AZEVEDO APS et al. Efeito do tratamento com mesocarpo de babaçu sobre o edema de pata e liberação de mediadores da inflamação. Revista de Ciências da Saúde. 5: 21-28, 2003.

BALDEZ RN et al. Healing of colonic anastomosis with the use of the extract aqueous of *Orbignya phalerata* (Babassu) in rats. *Acta Cirúrgica Brasileira*. 21 (2): 31-38, 2006.

BALICK MJ; PINHEIRO CU. Babaçu – *Orbignya phalerata*. In: Clay JSP, Clement C eds. Biodiversidade amazônica: Exemplos e estratégias de utilização. Óleos industriais. Manaus. Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas, SEBRAE. p. 255-263, 2000.

BARROQUEIRO et al. Evaluation of acute toxicity of babassu mesocarp in mice. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*. v.21, p.710-714, 2011.

BARROQUEIRO, Elizabeth SB et al. Immunomodulatory and antimicrobial activity of babassu mesocarp improves the survival in lethal sepsis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, v. 2016, 2016.

BATISTA, Clelma Pires et al. Effect of watery extract of *Orbignya phalerata* (babassu) in the gastric healing in rats: morfologic and tensiometric study. *Acta Cirurgica Brasileira*, v. 21, p. 26-32, 2006.

BOIT M et al. The effect of krill oil supplementation on exercise performance and markers of immune function. *PloS one*, v. 10, n. 9, p. e0139174, 2015.

BRASIL, RENISUS. Relação nacional de plantas medicinais de interesse ao SUS. Portal Saúde, V. 24, Brasília, 2009. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/junho/06/renisus.pdf>. Acesso em: 21 de janeiro. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Assistência Farmacêutica. RENISUS – Relação Nacional de Plantas Mediciniais de Interesse ao SUS. 2013. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/RENISUS.pdf>>. Acesso em 04 de jan. 2018.

BRITO FILHO, Sebastião Barreto de et al. Análise da cicatrização na Linha Alba com uso de extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (babaçu): estudo controlado em ratos. *Acta Cirúrgica Brasileira*, v. 21, p. 76-88, 2006.

BRUNN JM, HELGE JW, RICHELSEN B, STALLKNECHT B. Diet and exercise reduce low-grade inflammation and macrophage infiltration in adipose tissue but not skeletal muscle in severely obese subjects. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2006;290:E961–7.

BUCCI et al. Efeitos do treinamento concomitante, hipertrofia e endurance no musculo esquelético. *Revista Brasileira de Ciências do Movimento*; v.13, p. 17-28, 2005.

BURELLE Y et al. Comparison of exogenous glucose, fructose and galactose oxidation during exercise using ¹³C-labelling. *British Journal of Nutrition*, 96(1), 56-61, 2006.

BURKE CR et al. Effects of dietary nonstructural carbohydrates pre-and postpartum on reproduction of grazing dairy cows. *Journal of dairy science*, v. 93, n. 9, p. 4292-4296, 2010.

CAETANO, N et al. 2002. Determinação de atividade antimicrobiana de extratos de plantas de uso popular como anti-inflamatório. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 12: 132-135.

CARNEIRO MIF et al. Evaluation of babassu mesocarp meal in feed for broiler chickens. *ARS VETERINARIA*, v.29, n.3, 175-182, 2013.

CARRAZZA LR, AVILA JCC; SILVA ML. Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha de babaçu (*Attalea spp.*). Brasília – DF Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil.

CARVALHO-FILHO CJ et al. 2006. Efeito de farinhas de mesocarpo de babaçu e arroz no peso, glicemia e triglicérides em camundongos. *Revista de Ciências da Saúde*. 8 (1) :11-17, 2006.

CERMAK NM.; VAN LOON LJC. The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. *Sports Medicine*, v. 43, n. 11, p. 1139-1155, 2013.

CHEN, Yi-Ming et al. Sake protein supplementation affects exercise performance and biochemical profiles in power-exercise-trained mice. *Nutrients*, v. 8, n. 2, p. 106, 2016.

CHUNG, JW et al. Effects of prolonged exercise versus multiple short exercise sessions on risk for metabolic syndrome and the atherogenic index in middle-aged obese women: a randomised controlled trial. *BMC women's health*, v. 17, n. 1, p. 1-9, 2017.

COYLE EF. Carbohydrate supplementation during exercise. *The Journal of nutrition*, v. 122, n. suppl_3, p. 788-795, 1992.

DEBEVEC et al. Hypoxia-induced oxidative stress modulation with physical activity. *Frontiers in Physiology*, v. 8, p. 84, 2017.

EASTELL R et al. Postmenopausal osteoporosis. *Nature Reviews Disease Primers*, v. 2, p. 16069, 2016.

EL-KADER et al. Biochemical parameters response to weight loss in patients with non-alcoholic steatohepatitis. *African Health Sciences*, v. 16, n. 1, p. 242-249, 2016.

FERREIRA SCP et al. Efeito do Mesocarpo do Babaçu sobre a inflamação Tardia. *Revista de Ciências da Saúde*. 8:11 – 28, 2004.

FISCHER CP, HISCOCK N, BASU S, VESSBY B, KALLNER A, SJOBERG LB, et al. Supplementation with vitamins C and E inhibits the release of interleukin-6 from contracting human skeletal muscle. *J Physiol* 2004;558:633-45.

FLECK SJ; FIGUEIRA JÚNIOR A. *Treinamento de força para fitness e saúde*. São Paulo: Phorte Editora, 2003.

FLECK SJ; KRAEMER WJ. *Fundamentos do treinamento de força muscular*. Artmed Editora, 2017.

FUJIOKA S, MATSUZAWA Y, TOKUNAGA K, TARUI S. Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity. *Metabolism* 1987; 36: 54–59.

Fuller S, Beck E, Salman H, Tapsell L. New Horizons for the Study of Dietary Fiber and Health: A Review. *Plant Foods Hum Nutr.* 2016 Mar;71(1):1-12. doi: 10.1007/s11130-016-0529-6. PMID: 26847187.

GARROS-ROSA, I. Estudo qualitativo e quantitativo do Químico amiláceo Resíduo do coco de babaçu: *Revista de Química Industrial*, v. 647, p. 15-8; 1986.

GLEESON LE, SHEEDY FJ. Metabolic reprogramming & inflammation: Fuelling the host response to pathogens. *Seminars in Immunology*, v. 28, p. 450-468, 2016.

GLEESON, Michael et al. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nature reviews immunology*, v. 11, n. 9, p. 607-615, 2011.

GLINGHAMMAR B, RAFTER I, LINDSTRÖM AK, et al. Detection of the mitochondrial and catalytically active alanine aminotransferase in human tissues and plasma. *Int J Mol Med* 2009; 23:621–631.

GOMEZ-CABRERA MC et al. Moderate exercise is an antioxidant: Upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radical Biology and Medicine*. v. 44, p. 126-131, 2008.

GOMEZ-MERINO, D. et al. Effects of chronic exercise on cytokine production in white adipose tissue and skeletal muscle of rats. *Cytokine*, v. 40, n. 1, p. 23-29, 2007.

GONZALEZ-PEREZ et al. Conhecimento e usos do babaçu (*Attalea speciosa* Mart. e *Attalea eichleri* (Drude) A. J. Hend.) entre os Mebêngôkre-Kayapó da Terra Indígena Las Casas, estado do Pará, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 2012, v.26, n.2, pp.295-308.

GUEDELHA NND, GUERRA RNM. Atividade do mesocarpo de babaçu sobre o desenvolvimento tumoral e crescimento bacteriano. *Cadernos de Pesquisa. UFMA*, 15: 266, 2004.

GUERRA RNM et al. Babassu aqueous extract (BAE) as an adjuvant for T helper (Th)1-dependent immune responses in mice of a Th2 immune response-prone strain. *BMC Immunology*, 12:13, 2011.

HAMDEN K et al. Hypoglycemic and antioxidant effects of phenolic extracts and purified hydroxytyrosol from olive mill waste in vitro and in rats. *Chemico-Biological Interactions*. v. 180, p.421-432, 2009.

HAMER, M.; STEPTOE, A. Walking, vigorous physical activity, and markers of hemostasis and inflammation in healthy men and women. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, v. 18, n. 6, p. 736-741, 2008.

HARGREAVES M. Exercise, muscle, and CHO metabolism. *Scand J Med Sci Sports*. 2015 Dec;25 Suppl 4:29-33. doi: 10.1111/sms.12607. PMID: 26589114.

HUANG, Chi-Chang; TSAI, Shiow-Chwen; LIN, Wan-Teng. Potential ergogenic effects of L-arginine against oxidative and inflammatory stress induced by acute exercise in aging rats. *Experimental gerontology*, v. 43, n. 6, p. 571-577, 2008.

HUANG, Wen-Ching et al. Effect of curcumin supplementation on physiological fatigue and physical performance in mice. *Nutrients*, v. 7, n. 2, p. 905-921, 2015.

HUGHES, David C.; ELLEFSEN, Stian; BAAR, Keith. Adaptations to endurance and strength training. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, v. 8, n. 6, p. a029769, 2018.

JEUKENDRUP AE. Carbohydrate and exercise performance: the role of multiple transportable carbohydrates. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, v. 13, n. 4, p. 452-457, 2010.

JUNQUEIRA, L. C. U., JUNQUEIRA, L. M. M. S. Técnicas básicas de citologia e histologia. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1983. 123p.

KANDA H et al. MCP-1 contributes to macrophage infiltration into adipose tissue, insulin resistance, and hepatic steatosis in obesity. *Journal of Clinical Investigation*, v. 116, p. 1494–1505, 2006.

KENNEY LW, WILMORE HJ, COSTIL LD. *Physical Activity for Health and Fitness*. In: *Physiology of sport and exercise*. 5th ed. Champaign. IL: Human Kinetics. (2012).

KRAEMER et al. Hormonal responses to consecutive days of heavy-resistance exercise with or without nutritional supplementation. *Journal of Applied Physiology*. V. 85, p. 1544–1555, 1998.

LEE S, BACHA F, HANNON T, et al. Effects of aerobic versus resistance exercise without caloric restriction on abdominal fat, intrahepatic lipid, and insulin sensitivity in obese adolescent boys: a randomized, controlled trial. *Diabetes*. 2012;61:2787–95.

LEIJSEN et al. Oxidation of exogenous [13C]galactose and [13C]glucose during exercise. *Journal of Applied Physiology*, v. 79, p. 720-725, 1995.

LIMA CG, BARROS JJ. Effects of carbohydrate supplementation on the endocrine responses, hypertrophy and muscle strength. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. v.1, p. 74-89, 2007.

LIMA JRO et al. Biodiesel de babaçu (*Orbignya* sp.) obtido por via etanólica. *Química Nova*, 30: 600-603, 2007.

LORENZI H et al. *Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Plantarum, 1996, 303p.

MACIEL MCG et al. Avaliação do efeito cicatrizante do mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata*) em feridas de pele induzidas em camundongos. *Revista de Ciências da Saúde*. 9 (2): 101-105, 2007.

MAIA MSB, RAO VS. Anti-inflammatory activity of *Orbignya phalerata* in rats. *Phytotherapy Research*. 3:170-174, 1989.

MARDARE C et al. Endurance and resistance training affect high fat diet-induced increase of ceramides, inflammasome expression, and systemic inflammation in mice. *Journal of diabetes research*, v. 2016, 2016.

MARQUES CMM et al. Beneficial effects of exercise training (treadmill) on insulin resistance and nonalcoholic fatty liver disease in high-fat fed C57BL/6 mice. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 43, n. 5, p. 467-475, 2010.

MARTINS NLP et al. Healing processing cutaneous surgical wounds in rats under the influence of *Orbignya phalerata* aqueous extract. *Acta Cirurgica Brasileira*, v. 21, p. 66-75, 2006.

MILLER M et al. Triglycerides and cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, v. 123, p. 2292 – 2333, 2011.

MIOTTO, FRC et al. Consumo e digestibilidade de dietas contendo níveis de farelo do mesocarpo de babaçu para ovinos. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 4, p. 792-801, 2012.

MITCHELL CJ et al. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *Journal of Applied Physiology*, v. 113, p. 71–77, 2012;

MUL JD et al. Exercise and regulation of carbohydrate metabolism. In: *Progress in molecular biology and translational science*. Academic Press, 2015. p. 17-37.

NAKAMURA T et al. Contribution of visceral fat accumulation to the development of coronary artery disease in non-obese men. *Atherosclerosis* 1994; 107: 239–246.

NASCIMENTO FRF et al. Differential effects of sub chronic and chronic oral treatments with *Orbignya phalerata* Mart. Mesocarp on the inflammatory response. *Compendium Biology Natural Products*. 5: 1-15, 2009.

NASCIMENTO FRF et al. Macrophage activation induced by *Orbignya phalerata* Mart. *Journal of Ethnopharmacology*. 103: 53:58, 2006.

NOMIZO A et al. V gamma 1 gammadelta T cells regulate type-1/type-2 immune responses and participate in the resistance to infection and development of heart inflammation in Trypanosoma cruzi-infected BALB/c mice. *Microbes Infection*, v. 8, p.880-888 , 2006.

OGASAWARA R. et al. Comparison of muscle hypertrophy following 6-month of continuous and periodic strength training. *European Journal of Applied Physiology*, v.113, p. 975-985, 2013.

OKUBO Y; SCHOENE D; LORD SR. Step training improves reaction time, gait and balance and reduces falls in older people: a systematic review and meta-analysis. *Brazilian Journal of Sports and Medicine*, 2015-095452, 2016.

OLIVEIRA, RA. Efeitos de uma dieta rica em carboidratos na hipertrofia muscular em praticantes de treinamento de força. *RBPFEEX-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 8, n. 47, 2014.

OSTROWSKI K, ROHDE T, ASP S, SCHJERLING P, PEDERSEN BK. Pro and anti-inflammatory cytokine balance in strenuous exercise in humans. *J Physiol* 1999;515:287-91.
Peake JM, Suzuki K, Hordern M, Wilson G, Nosaka K, Coombes JS. Plasma cytokine changes in relation to exercise intensity and muscle damage. *Eur J Appl Physiol* 2005;95:514-21.

PEDERSEN BK, FEBBRAIO MA. Muscle as an Endocrine Organ: Focus on Muscle-Derived Interleukin-6. *Physiol Rev* 2008;88:1379-406.

PEDERSEN BK, ROHDE T, OSTROWSKI K. Recovery of the immune system after exercise. *Acta Physiol Scand*. 1998;162(3):325-32.

PENCINA MJ et al. Application of New Cholesterol Guidelines to a Population-Based Sample. *New England Journal of Medicine*, v. 370, p.1422-1431, 2014.

PIEPOLI MF et al. Challenges in secondary prevention of cardiovascular diseases: a review of the current practice. *International Journal of Cardiology*, v. 180, p. 114-119, 2015.

PINTO, A. et al. Boas práticas para manejo florestal e agroindustrial: produtos florestais não madeireiros: açaí, andiroba, babaçu, castanha do Brasil, copaíba, e unha-de-gato. Belém: Imazon, 2012.

POLAK J, KLIMCAKOVA E, MORO C, VIGUERIE N, BERLAN M, HEJNOVA B, et al. Effect of aerobic training on plasma levels and subcutaneous abdominal adipose tissue gene expression of adiponectin, leptin, interleukin 6, and tumor necrosis factor α in obese women. *Metab Clin Exp* 2006;55:1375–81.

PONTES LP et al. Sensitization with babassu mesocarp induces activation of murine splenocytes against tumor cells. *Journal of Medicinal Plants Research*, v. 10, n. 34, p. 585-594, 2016.

PONTES, LP. et al. A sensibilização com mesocarpo de babaçu induz ativação de esplenócitos murinos contra células tumorais. *Journal of Medicinal Plants Research*, v. 10, n. 34, pág. 585-594, 2016.

PRATT, DS.; KAPLAN, MM. Evaluation of abnormal liver-enzyme results in asymptomatic patients. *New England Journal of Medicine*, v. 342, n. 17, p. 1266-1271, 2000.

RATAMESS NA et al. American College of Sports Medicine position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.41, n.3, p.687-708, 2009.

RECTOR RS et al. Daily exercise vs. caloric restriction for prevention of nonalcoholic fatty liver disease in the OLETF rat model. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, v. 300, n. 5, p. G874-G883, 2011.

RENNÓ MN et al. Crude ethanol extract from babassu (*Orbignya speciosa*) cytotoxicity on tumoral and non-tumoral cell lines. *Annals of the Brazilian Academy of Science*, v.80, p. 467-476, 2008.

RESTEL T, Avaliação ponderal, hematológica e bioquímica em camundongos mus musculus, linhagem Swiss, machos e fêmeas de diferentes idades, do biotério central da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, (Dissertação de Mestrado), MS, 2012.

RHEAUME C et al. Low cardiorespiratory fitness levels and elevated blood pressure. What is the contribution of visceral adiposity? Hypertension, v. 54, p. 91–97, 2009.

ROCHA FS et al. Estudo da necessidade de suplementação de carboidratos no treinamento de força: Análise do comportamento da glicemia durante um treino de musculação. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, v.2, n.12, p. 452-461, 2008.

ROSENTHAL FRT. O amido do coco de babaçu: Algumas Propriedades dos grânulos e das massas: Revista Brasileira de Tecnologia, v. 6, p. 29-33, 1975.

ROSTAGNO HS et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: UFV,DZO, 2011. v.1, 251p.

ROY CC et al. Short-chain fatty acids: ready for prime time? Nutrition in Clinical practice, v. 21, n. 4, p. 351-366, 2006.

SANCHES, I. C. et al. Standardization of resistance exercise training: effects in diabetic ovariectomized rats. International journal of sports medicine, v. 35, n. 04, p. 323-329, 2014.

SANCTIS F et al. Carboidratos e sua importância no desempenho físico. Revista Digital effortes, v.14, p. 1-7, 2010.

SANTOS KNP et al. Prior supplementation of carbohydrate and performance in strength training – A review. Ciência Atual v.8, p. 2-16, 2016.

SCHMIDT C, HÖCHERL K, BUCHER M. Cytokine-mediated regulation of urea transporters during experimental endotoxemia. *American Journal of Physiology and Renal Physiology*, v.292, p. F147, 2007.

SCHOENFELD BJ et al. Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 29, p. 2954–2963, 2015.

SERRANO AL et al. Interleukin-6 is an essential regulator of satellite cell-mediated skeletal muscle hypertrophy. *Cell Metabolism*, v. 7, n. 1, p. 33-44, 2008.

SHEPHARD RJ; JOHNSON N. Effects of physical activity upon the liver. *European journal of Applied Physiology*, v. 115, n. 1, p. 1-46, 2015.

SHERMAN WM, WIMER GS. Insufficient dietary carbohydrate during training: does it impair athletic performance? *International Journal of Sport and Nutrition*, v.1, p.28-44, 1991.

SILVA et al. Effects of resistance training on low density lipoprotein. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 16, n. 1, p. 71-76, 2010.

SILVA AL, MIRANDA GDF, LIBERALI R. A influência dos carboidratos antes, durante e após-treinos de alta intensidade. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v. 2, p. 211, 2008.

SILVA BP, PARENTE JP. An anti-inflammatory and immunomodulatory polysaccharide from *Orbignya phalerata*. *Fitoterapia* 72: 887-893, 2001.

SILVA, M. Micropartículas de babaçu: ação imunomoduladora na polarização de macrófagos e efeito anti-*Leishmania*. Tese de doutorado (Programa de Ciências da Saúde) Universidade Federal do Maranhão, 2017.

SIMÕES CMO. *Farmacognosia: da Planta ao Medicamento*. 6. ed. Florianópolis: UFSC; Porto Alegre. 2007.

SOUZA MH et al. Ethnopharmacological use of babassu (*Orbignya phareolata* Mart) in communities of babassu nut breakers in Maranhão, Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 133, p.1-5, 2011.

SPENCE RR; HEESCH KC; BROWN WJ. Exercise and cancer rehabilitation: a systematic review. *Cancer Treatment Reviews*, v. 36, n. 2, p. 185-194, 2010.

SPOSITO AC et al. IV Diretriz brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 88, p. 2-19, 2007.

SPRIET LL. New insights into the interaction of carbohydrate and fat metabolism during exercise. *Sports Medicine*, v. 44, n. 1, p. 87-96, 2014.

SUNDGOT-BORGEN J et al. How to minimize the health risks to athletes who compete in weight-sensitive sports review and position statement on behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. *Brazilian Journal of Sports and Medicine*, v. 47, n. 16, p. 1012-1022, 2013.

TERRA, R et al. Efeito do exercício no sistema imune: resposta, adaptação e sinalização celular. *Revista brasileira de medicina do esporte*, v. 18, n. 3, p. 208-214, 2012.

THOMAS DT; ERDMAN KA; BURKE LM. Position of the academy of nutrition and dietetics, dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, v. 116, n. 3, p. 501-528, 2016.

THOMPSON HJ. Pre-clinical investigations of physical activity and cancer: a brief review and analysis. *Carcinogenesis*, v. 27, n. 10, p. 1946-1949, 2006.

TIROSH A et al. Changes in triglyceride levels and risk for coronary heart disease in young men. *Annals of Internal Medicine*, v.147, p. 377 – 385, 2007.

TREMBLAY MS et al., Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. *International Journal of Behavior Nutrition and Physiology*, v. 10, p. 75, 2017.

TUNGLAND BC; MEYER D. Non digestible oligo-and polysaccharides (Dietary Fiber): their physiology and role in human health and food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 1, n. 3, p. 90-109, 2002.

UMPIERRE D et al. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*, v. 305, n. 17, p. 1790-1799, 2011.

WARBURTON DER; NICOL CW; BREDIN SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal*, v. 174, n. 6, p. 801-809, 2006.

WARREN A et al. Post exercise fat oxidation: effect of exercise duration, intensity, and modality. *International journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, v. 19, n. 6, p. 607-623, 2009.

WASSERMAN DH; CHERRINGTON AD. Hepatic fuel metabolism during muscular work: role and regulation. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, v. 260, n. 6, p. E811-E824, 1991.

WESTCOTT WL. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Current Sports Medicine Rep*, v. 11, p. 209-216, 2012.

WILLIS LH et al. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *Journal of Applied Physiology*, v. 113, n. 12, p. 1831-1837, 2012.

WOODS JA, VIEIRA VJ, KEYLOCK KT. Exercise, inflammation, and innate immunity. *Neurology and Clinic*, v. 24, p. 585-599, 2006.

WRITGHT DA et al. Carbohydrate feedings before, during, or in combination improve cycling endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, v. 71, p. 1082-1088, 1991.

YOU T et al. Effects of exercise training on chronic inflammation in obesity. *Sports Medicine*, v. 43, n. 4, p. 243-256, 2013.