

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

FRANCINE RODRIGUES PINTO

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE DOIS PADRÕES RESPIRATÓRIOS DISTINTOS
NA EXECUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA PRÉ-DEFINIDA DE PILATES CLÁSSICO
NA WUNDA CHAIR**

Porto Alegre

2019

FRANCINE RODRIGUES PINTO

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE DOIS PADRÕES RESPIRATÓRIOS DISTINTOS
NA EXECUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA PRÉ-DEFINIDA DE PILATES CLÁSSICO
NA WUNDA CHAIR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Aline Nogueira Haas

Porto Alegre

2019

CIP - Catalogação na Publicação

Pinto, Francine Rodrigues
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE DOIS PADRÕES
RESPIRATÓRIOS DISTINTOS NA EXECUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA
PRÉ-DEFINIDA DE PILATES CLÁSSICO NA WUNDA CHAIR /
Francine Rodrigues Pinto. -- 2019.
77 f.
Orientadora: Aline Nogueira Haas.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa
de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano,
Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Consumo de oxigênio.. 2. Domínio de
intensidade.. 3. Frequência cardíaca.. 4. Percepção de
esforço.. I. Haas, Aline Nogueira, orient. II.
Título.

FRANCINE RODRIGUES PINTO

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE DOIS PADRÕES RESPIRATÓRIOS DISTINTOS
NA EXECUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA PRÉ-DEFINIDA DE PILATES CLÁSSICO
NA WUNDA CHAIR**

Dissertação de mestrado apresentada com requisito parcial para obtenção do grau
de Mestre em Ciências do Movimento Humano

Aprovada com o conceito: _____ em 23 de agosto de 2019.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Adriano Jabur Bittar - ESEFFEGO - UEG

Prof. Dr. Flávio Antônio de Souza Castro - ESEFID - UFRGS

Profa. Dra. Rochelle Rocha Costa – Faculdade Sogipa

Orientador - Prof^a. Dr^a. Aline Nogueira Haas

Porto Alegre

2019

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus alunos, minha principal inspiração e desafio. Me motivam a buscar o melhor, sempre.

Dedico também ao meu irmão, Douglas, que sempre me apoiou e mostrou ser possível.

Ao meu amor, Georgios, sem você ao meu lado, tudo seria mais difícil. Te amo!

AGRADECIMENTOS

A jornada até aqui parecia impossível, até acontecer. Mas se fez necessário cada desafio, cada dificuldade, para estar madura e preparada para dar o meu melhor. Duvidei de mim diversas vezes, e sem as pessoas ao meu lado que acreditam em mim, esse trabalho não seria possível.

A primeira pessoa a ser lembrada, sem sombra de dúvidas, é minha mãe. Mulher guerreira! Precisaria de um capítulo inteiro para descrevê-la e agradecê-la, mas vou me bastar em te dizer: mãe, obrigada! Obrigada por ter sido firme, e muitas vezes dura, tu me preparaste para enfrentar tudo e todos.

Agradeço minha família toda, cada um colaborou de alguma forma para eu ser quem sou hoje. Meu amigo Renato, também meu padrasto, mas antes de tudo amigo! Sem ele eu provavelmente teria trocado de curso e não teria trilhado esse caminho lindo que me trouxe até aqui. Minha irmã, Karen, mesmo sem falar nada, me ensinou a ser persistente, e que falta de tempo é falta de organização! Tentei me espelhar em ti para dar conta de tudo nessa jornada. Agradeço meu irmão, Douglas, que sempre foi minha referência de vida. Obrigada por me guiar até aqui.

E a pessoa que hoje constrói uma família ao meu lado, Georgios. Obrigada por me incentivar a entrar no mestrado. Obrigada por segurar a barra tantas vezes. Obrigada por fazer parte disso ativamente. Obrigada por somar na minha vida e crescer junto comigo. Te amo.

Não poderia deixar de agradecer a minha orientadora Aline Haas. Muito mais que orientadora, minha mentora no Pilates! Por muitas vezes mãe, psicóloga, chefe! Obrigada por toda paciência e dedicação para que eu conseguisse chegar até aqui. Obrigada por nos tratar com humanidade, respeitando nosso tempo, auxiliando e guiando com doçura e com firmeza, e, acima de tudo, com respeito. Te admiro muito e espero que possamos ter novos projetos juntas em breve.

Obrigada a todos da ESEFID que de alguma forma colaboraram para a realização desse trabalho. Em especial ao Alex, peça chave para minhas coletas, e que foi meu ponto de equilíbrio quando as coisas não saiam como planejado, muito obrigada! E ao professor Flávio, não sabes como cada conversa contigo foi extremamente importante!

Aos amigos que me incentivaram e compreenderam minha ausência, agora temos muito para comemorar!

“Paciência e persistência são qualidades vitais no resultado final para realizar algum esforço que valha a pena”

Joseph H. Pilates

RESUMO

Objetivo: avaliar as respostas fisiológicas de dois padrões respiratórios distintos na execução de uma sequência pré-definida do Método Pilates Clássico (MPC) na *Wunda Chair*. **Métodos:** participaram do estudo 15 mulheres, praticantes do MPC há 5 ± 4 anos, com idade média de 36 ± 7 anos, que executaram uma sequência pré-definida do MPC na *Wunda Chair*, duas vezes, comparando dois padrões respiratórios distintos. Os exercícios que compõem a sequência são: *Pull Up*, *Going Up Front*, *Going Up Side* e *Mountain Climber Prep*. As participantes foram avaliadas por absorciometria de raios-X de dupla energia (DEXA), para caracterização da amostra; realizaram um teste máximo em esteira para estimar consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x}$), frequência cardíaca máxima ($FC_{m\acute{a}x}$) e máxima percepção de esforço ($PE_{m\acute{a}x}$). As variáveis analisadas na sequência foram: frequência cardíaca (FC), consumo de oxigênio (VO_2), percepção de esforço (PE) e domínios de intensidade. Os resultados foram representados por valores máximos, mínimos, média e desvio padrão. A comparação dos dados obtidos na sequência de exercícios foi feita por Teste-t pareado com $\alpha = 0,05$ e o tamanho de efeito foi verificado por d de Cohen. **Resultados:** no teste máximo de esteira, o valor médio do $VO_{2m\acute{a}x}$ foi 41 ± 6 ml.kg⁻¹.min⁻¹, a média da $FC_{m\acute{a}x}$ atingida foi 185 ± 9 bpm, e a média da PE foi 18. Durante a sequência de exercícios, a média de valor do VO_2 foi 18 ml.kg⁻¹.min⁻¹, 44% do máximo; a média da FC foi 115 bpm, 67% do máximo; e a média da PE foi 12. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para nenhuma das variáveis analisadas, o tamanho de efeito foi insignificante ($< 0,19$) e o domínio de intensidade da sequência é moderado. **Conclusão:** após a análise e discussão dos resultados, conclui-se que o domínio de intensidade durante a sequência pré-definida na *Wunda Chair* foi considerado moderado; e, também, não foi encontrada diferença entre as respostas fisiológicas entre os dois padrões respiratórios analisados.

Palavras-chave: Consumo de oxigênio. Domínio de intensidade. Frequência cardíaca. Percepção de esforço.

ABSTRACT

Objective: to evaluate physiological responses of two different respiratory patterns in a predefined Classical Pilates Method (CPM) sequence in the Wunda Chair.

Methods: Fifteen female CPM practitioners participated in the study: 5 ± 4 years of practice, age 36 ± 7 years. They performed a pre-defined sequence of MPC on the Wunda Chair twice, comparing two different breathing patterns. The exercises sequences are: Pull Up, Going Up Front, Going Up Side, and Mountain Climber Prep. Participants were evaluated by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) for sample characterization; performed a maximal treadmill test to estimate maximal oxygen uptake (VO_{2max}), maximal heart rate (HR_{max}) and maximal exertion perception (MEP). The following variables were analyzed: heart rate (HR), oxygen consumption (VO_2), exertion perception (PE) and intensity domains. The results were represented by maximum, minimum, mean and standard deviation values. The comparison of the data obtained in the exercise sequence was made by t-test paired with $\alpha = 0.05$ and the effect size was verified by Cohen's d. **Results:** In the maximum treadmill test: $VO_{2max} = 41 \pm 6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$; $HR_{max} = 185 \pm 9 \text{ bpm}$; and the mean PE was 18. In the exercises sequence: VO_2 mean = $18 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, 44% of the maximum; HR mean = 115 bpm, 67% of the maximum; PE = 12. There was no significant difference ($p > 0.05$) for any of the variables analyzed, the effect size was insignificant (< 0.19) and the sequence intensity domain is moderate. **Conclusion:** After analyzing and discussing the results, it was concluded that the intensity domain during the predefined sequence in the Wunda Chair was considered moderate; Also, no difference was found between the physiological responses between the two respiratory patterns analyzed.

Keywords: Oxygen consumption. Domain of intensity. Heart rate. Perception of effort.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – <i>Wunda Chair</i>	21
Quadro 1 – Quadro de referência para sexo feminino por idade para os valores de VO_{2max} em ml/kg/min.	25
Figura 2 – Seleção das participantes	41
Figura 3 – Etapas da pesquisa	44
Figura 4 – Posição Inicial <i>Pull Up</i>	46
Figura 5 – Execução <i>Pull Up</i>	46
Figura 6 – Posição Inicial <i>Going Up Front</i>	47
Figura 7 – Execução <i>Going Up Front</i>	47
Figura 8 – Posição Inicial <i>Going Up Side</i>	48
Figura 9 – Execução <i>Going Up Side</i>	48
Figura 10 – Posição Inicial <i>Mountain Climber</i>	48
Figura 11 – Execução <i>Mountain Climber</i>	48
Quadro 2 – Resumo dos estudos sobre MP e as variáveis fisiológicas	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da amostra com valores mínimos, máximos e em média \pm desvio-padrão. 50

Tabela 2 - Valores máximos de VO_2 ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$), FC (bpm) e PE obtidos do teste incremental em esteira; e valores de repouso do VO_2 , $\%VO_2$ e FC com valores mínimos, máximos e em média \pm desvio-padrão. 51

Tabela 3 - Padrão respiratório 1. Valores mínimos, máximos e em média \pm desvio-padrão de VO_2 ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$), FC (bpm), PE, $\%VO_2$, $\%FC$ e $\%PE$ obtidos na execução da série de exercícios do MP com o padrão respiratório 1 e em cada exercício da série. 53

Tabela 4 - Padrão respiratório 2. Valores mínimos, máximos e em média \pm desvio-padrão de VO_2 ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$), FC (bpm), PE, $\%VO_2$, $\%FC$ e $\%PE$ obtidos na execução da série de exercícios do MP com o padrão respiratório 1 e em cada exercício da série. 54

Tabela 5 - Resultados da comparação dos valores obtidos de VO_2 , FC, PE, $\%VO_2$, $\%FC$ e $\%PE$ entre a execução da série de exercícios com o padrão respiratório 1 e com o padrão respiratório 2. Valores em média \pm desvio-padrão das diferenças, limites [inferior e superior] do intervalo de confiança da média (95%), teste-t, valor do p e do d de Cohen. 55

LISTA DE SIGLAS

ATP	Adenosina trifosfato.
ACSM	<i>American College of Sports Medicine.</i>
AVC	Acidente vascular cerebral.
bpm	Batimentos por minuto.
CI	Calorimetria indireta.
cm	Centímetros.
CO₂	Dióxido de carbono.
CVF	Capacidade vital forçada.
DEXA	Absorciometria de raios-X de dupla energia.
DMO	Densidade mineral óssea.
dp	Desvio padrão.
FC	Frequência cardíaca.
FC_{MÁX}	Frequência cardíaca máxima.
FC_{REP}	Frequência cardíaca de repouso.
FMR	Força muscular respiratória.
g	Gramas.
GUF	<i>Going Up Front.</i>
GUS	<i>Going Up Side.</i>
IMC	Índice massa corporal.
Kcal	Quilocalorias.
Kcal/min	Quilocalorias por minuto.
Kg	Quilogramas.
km/h	Quilômetros por hora.
LAPEX	Laboratório de pesquisa em exercício.
l.min⁻¹	Litros por minuto.
m	Metros.
MC	<i>Mountain Climber Prep.</i>
ml.kg⁻¹.min⁻¹	Mililitros por quilograma de peso corporal por minuto.
MP	Método Pilates.
MPC	Método Pilates clássico.
O₂	Oxigênio.
PCr	Fosfocreatina.

PE	Percepção de esforço.
PE_{MAX}	Percepção de esforço máximo.
PEX_{máx}	Pressão expiratória máxima.
PI_{máx}	Pressão inspiratória máxima.
PU	<i>Pull Up.</i>
RER	Taxa de troca respiratória.
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences.</i>
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
VE_{F1}	Volume expiratório forçado no primeiro segundo.
VO₂	Consumo de oxigênio.
VO_{2MAX}	Consumo de oxigênio máximo.
VO_{2PICO}	Consumo de oxigênio de pico.
VO_{2REP}	Consumo de oxigênio de repouso.
\bar{X}	Média.
%FC	Percentual da frequência cardíaca.
%FC_{REP}	Percentual da frequência cardíaca de repouso.
%PE	Percentual de percepção de esforço.
%VO₂	Percentual de consumo de oxigênio.
%VO_{2REP}	Percentual de consumo de oxigênio em repouso.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.2	OBJETIVOS	17
1.2.1	Objetivo Geral	17
1.2.2	Objetivos Específicos	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	O MÉTODO PILATES	19
2.2	A RESPIRAÇÃO NO MÉTODO PILATES	21
2.3	RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AO EXERCÍCIO	23
2.3.1	Consumo de oxigênio	23
2.3.2	Frequência cardíaca	26
2.4	COMPOSIÇÃO CORPORAL	26
2.5	PERCEPÇÃO DE ESFORÇO	27
2.6	DOMÍNIOS DE INTENSIDADE	28
2.6.1	Domínio moderado	28
2.6.2	Domínio pesado	29
2.6.3	Domínio severo	30
2.7	MÉTODO PILATES E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS	30
2.8	HIPÓTESES	38
3	METODOLOGIA	40
3.1	TIPO DE PESQUISA	40
3.2	POPULAÇÃO E AMOSTRA	40
3.3	VARIÁVEIS	41
3.3.1	Variáveis independentes	41
3.3.2	Variáveis dependentes	41
3.3.3	Variáveis de controle	42
3.3.4	Variáveis de caracterização da amostra	42
3.3.5	Tratamento das variáveis	43
3.4	PROCEDIMENTOS DE INVESTIGAÇÃO	43
3.4.1	Etapa 1: familiarização e caracterização da amostra	44
3.4.2	Etapa 2: teste máximo em esteira	44
3.4.3	Etapa 3: sequência de exercícios de Pilates na <i>Wunda Chair</i>	45

3.5 ANÁLISE DE DADOS	49
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	49
4 RESULTADOS	50
4.1 VALORES MÁXIMOS E DE REPOUSO	51
4.2 SEQUÊNCIA DE EXERCÍCIOS DE PILATES NA <i>WUNDA CHAIR</i>	52
4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS PADRÕES RESPIRATÓRIO	55
5 DISCUSSÃO	56
5.1 VALORES MÁXIMOS E DE REPOUSO	56
5.2 SEQUÊNCIA DE EXERCÍCIOS DE PILATES NA <i>WUNDA CHAIR</i>	58
5.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS PADRÕES RESPIRATÓRIOS	61
5.4 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS	62
5.5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	63
5.6 APLICAÇÕES PRÁTICAS	64
6 CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS	66
APÊNDICE A: Termo de Consentimento	71
APÊNDICE B: Formulário	73
APÊNDICE C: Resumo dos estudos	74

1 INTRODUÇÃO

O método Pilates clássico (MPC) foi desenvolvido por Joseph Hubertus Pilates e chamado por ele de Contrologia. Considerado um sistema de treinamento que trabalha desde os músculos mais profundos até os mais periféricos, combina flexibilidade, força, resistência, postura e equilíbrio com técnica de respiração, unindo corpo e mente para estabelecer coordenação durante o movimento através do “centro de força” (*power house*) (ARSLANOGLU e SENEL, 2013; ISACOWITZ e CLIPPINGER, 2013; MASSEY, 2012; MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004; PANELLI e DE MARCO, 2009; RODRIGUEZ, 2006; SILER, 2008). Segundo a definição de seu próprio criador, o método proporciona o equilíbrio entre corpo, mente e espírito, onde um não se sobrepõe ao outro, com controle de todos os movimentos de forma consciente (PILATES e MULLER, 2010).

O MPC se baseia em seis princípios fundamentais: centralização, concentração, controle, precisão, respiração e fluidez (ARSLANOGLU e SENEL, 2013; MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004). As aulas de Pilates são desenvolvidas por instrutores qualificados e seus exercícios podem ser feitos em colchonetes no chão utilizando o peso do próprio corpo, conhecido como *Mat Pilates*, ou em equipamentos e acessórios específicos (ARSLANOGLU e SENEL, 2013; MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004). Os equipamentos foram criados com a intenção de melhorar o desempenho em relação aos exercícios de solo, criando resistência com o uso de molas, proporcionando possibilidades de trabalhar o corpo em diferentes posições e, também, de resistir ou assistir ao movimento (ANDRADE, 2016; PANELLI e DE MARCO, 2009). Entre os equipamentos criados por Joseph Pilates estão as cadeiras *High Chair* (ou *Electric Chair*), *Wunda Chair* e *Arm Chair* (ou *Baby Chair*) (ARSLANOGLU e SENEL, 2013).

A *Wunda Chair* possui diversas possibilidades de exercícios que podem ser executados em diferentes posições (deitado, sentado, e em pé), exigindo força e flexibilidade muscular, controle do equilíbrio e alinhamento corporal, auxiliando no desenvolvimento do corpo, para executar movimentos de nível intermediário e avançado (PANELLI e DE MARCO, 2009). Por ser um aparelho tão versátil e desafiador, que possibilita o aluno evoluir dentro do Método, foi escolhida uma sequência de exercícios na *Wunda Chair*, que é frequentemente utilizada no MPC, e que oferece um trabalho muscular dinâmico e com fluidez. Essa sequência de

exercícios permite uma continuidade na execução, sem pausas e, assim, a avaliação das demandas fisiológicas e de intensidade da mesma.

Parece não haver um consenso entre os autores quanto a respiração ser forçada ou não, e nem sobre o momento de inspirar e expirar durante a execução dos exercícios do MP. A respiração com movimento das costelas (respiração intercostal), parece ser um padrão na prática do Método, afim de manter o acionamento dos músculos abdominais (MASSEY, 2012; SILER, 2009; PANELLI e DE MARCO, 2009; ISACOWITZ e CLIPPINGER, 2013). Entender se há influência do momento da respiração na intensidade do exercício parece ser importante, uma vez que, durante a mesma, estruturas ósseas e musculares estão envolvidas e desempenham um importante papel no controle postural (MASSEY, 2012).

Sabe-se que a resposta do consumo de oxigênio ao exercício é influenciada pelo domínio de intensidade em que ele é realizado, podendo ser classificado como moderado, pesado ou severo (FAWKNER e ARMSTRONG, 2003; GAESSER e POOLE, 1996; GRECO *et al.*, 2013; GRECO, CAPUTO e DENADAI, 2008; OZYENER *et al.*, 2001; XU e EDWARD, 1999). Cada domínio de intensidade promove diferentes adaptações e respostas fisiológicas ao treinamento, por isso, é essencial conhecer e considerar esses domínios ao prescrever um treinamento físico (GRECO, CAPUTO e DENADAI, 2008; FAWKNER e ARMSTRONG, 2003).

Embora a prática do Método Pilates (MP) tenha se popularizado, ainda há poucas evidências científicas com qualidade metodológica sobre o assunto, sendo necessário mais estudos bem delineados nessa área, com protocolo de exercícios claros e métodos de avaliação fidedignos (BERNARDO, 2007). Alguns estudos investigam os efeitos do MP após um período de treinamento em casos clínicos, idosos, em indivíduos destreinados ou que nunca praticaram o método (ARSLANOGLU e SENEL, 2013; FINNATO *et al.*, 2018; FRANCO *et al.*, 2014; GILDENHUYS *et al.*, 2013; GUIMARÃES *et al.*, 2012; JAGO *et al.*, 2006; JESUS *et al.*, 2015; LIM e YOON, 2007; LOPES *et al.*, 2014; MIKALACKI *et al.*, 2017; TINOCO-FERNÁNDEZ *et al.*, 2016), porém poucos estudos verificaram respostas fisiológicas do MP durante a execução dos exercícios ou em sequências de exercícios (ANDRADE, 2016; MAGALHÃES *et al.*, 2009; PICOLLI, 2010; RAYES *et al.* 2019; SÁ *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2014). Nesse sentido, muito ainda pode ser estudado e investigado, inclusive sobre as demandas fisiológicas no método e a intensidade dos exercícios.

O conhecimento sobre os domínios de intensidade dos exercícios de Pilates poderia auxiliar instrutores do método na elaboração de suas aulas, adequando às necessidades do aluno. Através desse estudo, será possível estabelecer o domínio de intensidade da sequência de exercícios clássicos *Pull Up, Going Up Front, Going Up Side e Mountain Climber Prep* na *Wunda Chair*, colaborando na prescrição de uma sessão do MPC.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais os percentuais atingidos de consumo de oxigênio máximo ($VO_{2máx}$), frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$) e percepção de esforço (PE) durante a execução de uma sequência de exercícios pré-definidos de MPC na *Wunda Chair* em dois padrões respiratórios distintos?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Mensurar e comparar as respostas fisiológicas de dois padrões respiratórios distintos na execução de uma sequência pré-definida do MPC na *Wunda Chair*.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Mensurar $VO_{2máx}$, $FC_{máx}$ e $PE_{máx}$ em um teste máximo de esteira;
- Mensurar consumo de oxigênio de repouso (VO_{2REP}) e frequência cardíaca de repouso (FC_{REP});
- Mensurar consumo de oxigênio (VO_2), frequência cardíaca (FC) e PE na sequência pré-definida na *Wunda Chair*, e de cada exercício da sequência, em relação aos dados obtidos nas respostas fisiológicas no teste máximo de esteira;
- Verificar o domínio de intensidade de uma sequência pré-definida na *Wunda Chair*;

- Comparar os valores de VO_2 , FC e PE obtidos em dois padrões respiratórios distintos na execução de uma sequência pré-definida do MPC na *Wunda Chair*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O MÉTODO PILATES

O MPC foi desenvolvido por Joseph Hubertus Pilates em meados de 1920 e chamado por ele de Contrologia. Considerado um sistema de treinamento que trabalha desde os músculos mais profundos até os mais periféricos, combina flexibilidade, força, resistência, postura e equilíbrio com técnica de respiração, unindo corpo e mente para estabelecer coordenação durante o movimento através do “centro de força” (*power house*) (ARSLANOGLU e SENEL, 2013; ISACOWITZ e CLIPPINGER, 2013; MASSEY, 2012; MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004; PANELLI e DE MARCO, 2009; RODRIGUEZ, 2006; SILER, 2008). Segundo a definição de seu próprio criador, o método proporciona o equilíbrio entre corpo, mente e espírito, onde um não se sobrepõe ao outro, com controle de todos os movimentos de forma consciente (PILATES e MULLER, 2010).

O MPC se baseia em seis princípios fundamentais: centralização, concentração, controle, precisão, respiração e fluidez (ARSLANOGLU e SENEL, 2013; MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004). Esses princípios fazem parte da filosofia do MPC, e serão explicados a seguir.

Segundo os ensinamentos de Joseph Pilates, respirar corretamente deve ser a primeira lição (PILATES e MULLER, 2010). A respiração é um dos princípios fundamentais para o controle dos movimentos e, segundo a filosofia do método, para facilitar a integração entre corpo e mente (CRUZ, 2013). Joseph Pilates dizia que respirar é nosso primeiro e último ato de vida, e lamentava que muitas pessoas não saibam respirar corretamente, ainda que nossa vida dependa disso (PILATES e MULLER, 2010). O princípio da centralização está relacionado ao centro do corpo, o *power house*, sendo necessário acionar a musculatura estabilizadora do tronco antes de iniciar os movimentos (MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004; PICOLLI, 2010). A concentração é necessária para a execução correta dos movimentos, potencializando as ações musculares (MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004; PICOLLI, 2010). O princípio do controle se refere a execução consciente dos exercícios, unido ao princípio da concentração e da centralização permite o aluno estar no controle do movimento (MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004; PICOLLI, 2010). A precisão é o resultado do uso consciente do centro, estando centralizado e concentrado, assim

cada movimento será executado com a precisão correta. A fluidez se refere à graça e a sucessão fluída de um exercício para outro durante uma sessão e à transição suave desses movimentos dentro de uma sequência de exercícios do método (LATEY, 2001; MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004).

As aulas de Pilates são desenvolvidas por instrutores qualificados, com formação no MP, e seus exercícios podem ser feitos em colchonetes no chão utilizando o peso do próprio corpo, conhecido como *Mat Pilates*, ou em equipamentos (*Reformer, Cadillac, High Chair, Wunda Chair, Arm Chair, Wall United, Ped-o-Pull, Guillotine, Ladder Barrel, Small Barrel e Spine Corrector*) e acessórios específicos (*Magic Circle, Neck Stretch, Foot Corrector, Toe Corrector, Jump Board, Airplane Board, Push Up Devices, Sand Bag e Breath-a-Sizer*) (ARSLANOGLU e SENEL, 2013; MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004). Os equipamentos foram criados com a intenção de melhorar o desempenho em relação aos exercícios de solo, criando resistência através do uso de molas, proporcionando possibilidades de trabalhar o corpo em diferentes posições e, também, de resistir ou assistir ao movimento (ANDRADE, 2016; PANELLI e DE MARCO, 2009).

Entre os aparelhos, existem as cadeiras, nas quais não existe uma ordem de execução dos exercícios pré-estabelecida, pois os exercícios e a resistência das molas são definidos pelo professor de acordo com as necessidades individuais de cada aluno (PANELLI e DE MARCO, 2009). Dentre as cadeiras criadas por Joseph Pilates, a *Wunda Chair* foi desenhada para que seu uso fosse possível em pequenos espaços e para que pudesse ser utilizada também como um móvel da casa, onde fosse possível se sentar e se exercitar ao mesmo tempo (PILATES e MULLER, 2010). A *Wunda Chair* possui diversas possibilidades de exercícios que podem ser executados em diferentes posições: deitado, sentado, de joelhos ou em pé na frente, atrás ou até mesmo sobre a cadeira. Os movimentos realizados nessa cadeira exigem força e flexibilidade muscular, controle do equilíbrio e alinhamento corporal, auxiliando no desenvolvimento do corpo, para executar movimentos de nível intermediário e avançado (PANELLI e DE MARCO, 2009).



Figura 1 – *Wunda Chair*
Fonte: www.pilates-gratz.com (2018)

2.2 A RESPIRAÇÃO NO MÉTODO PILATES

Joseph Pilates dizia que respirar corretamente deve ser a primeira lição na aula de MPC, e acreditava que, pela respiração correta e o controle mental, seria possível melhorar a qualidade de vida pelos movimentos do MPC (PILATES e MULLER, 2010).

Massey (2012) acredita que a respiração no MP pode ser feita de forma natural, sem expiração forçada, pois pode ativar de forma precoce e excessiva o músculo oblíquo externo e acabar influenciando na estabilidade da coluna. Também afirma que a respiração ideal é a costal lateral, ampla e completa, com inspiração no momento de esforço (concêntrico) e expiração no retorno (excêntrico). Em outro momento, diz que a respiração deve ser ensinada com a expiração na parte do esforço do exercício quando há flexão da coluna, e a inspiração no retorno do exercício quando acompanhado da extensão da coluna. Respirar durante a contração mantém as pressões arteriais mais baixas, por isso, recomenda-se durante um exercício de resistência inspirar na fase de descida da carga e exalar na fase de levantamento da carga de cada repetição (PLOWMAN e SMITH, 2009).

Entretanto, Siler (2009) enfatiza a importância da expiração profunda para, assim, possibilitar uma inspiração igualmente profunda. Para a autora, não há outro tipo de respiração possível no MP além da intercostal, e rejeita o uso de qualquer outro tipo de respiração ou a expansão dos músculos abdominais durante a respiração. Panelli e De Marco (2009) defendem a ideia de uma respiração mais

livre e em harmonia com o sujeito, além da possibilidade de utilizar outros tipos de respiração, como a intercostal e a diafragmática. Já Isacowitz e Clippinger (2013) justificam a preferência pelo uso da respiração intercostal no MP, contrapondo a respiração diafragmática, por ajudar na manutenção da contração abdominal durante a execução dos exercícios, permitindo melhor desempenho e proteção para o corpo. Assim como justificam o uso de padrão respiratório, fazendo a inspiração em uma fase do movimento e a expiração em outra fase (geralmente, na fase de maior esforço), para evitar que se prenda a respiração, resultando no aumento da pressão arterial, conhecido como manobra de Valsalva (BARUZZI, GRINBERG e PILEGGI, 1987; MINATEL, *et al.* 2012; PLOWMAN e SMITH, 2009). Alguns indivíduos entrosam naturalmente o ritmo de movimento com a frequência respiratória durante o exercício, apresentando um custo energético menor, quando comparado a respiração aleatória. Quando imposto um padrão de entrosamento específico, não apresentam redução de esforço comparado a respiração espontânea, podendo ser adotado esse padrão espontâneo para exercícios no solo (PLOWMAN e SMITH, 2009).

Apesar de não haver um consenso entre os autores quanto a respiração ser forçada ou não, e nem sobre o momento de inspirar e expirar durante a execução dos exercícios do MP, é possível perceber que todos citaram a respiração com movimento das costelas (respiração intercostal), parecendo ser um padrão adotado para a prática do Método, afim de manter o acionamento dos músculos abdominais. Rodriguez (2006) afirma que, na respiração do MP se deve inspirar profundamente, sem subir o peito, abrindo as costelas para os lados e para baixo; ao expirar, deve-se iniciar aprofundando o abdômen, soltando o ar de baixo para cima, preferencialmente fazendo todo o trajeto pelo nariz. O autor aborda ainda a importância de estar consciente do momento que se realiza a inspiração e a expiração durante a prática, evitando a apneia e a tensão do organismo.

Do ponto de vista muscular, a inspiração inicia com a contração do diafragma, que se abaixa dentro da cavidade abdominal e dá volume a cavidade torácica, sendo intensificada pela ativação dos músculos intercostais externos. Já na expiração os músculos envolvidos na inspiração, assim como o diafragma, relaxam, enquanto os músculos intercostais internos se contraem e ocorre a retração do tecido pulmonar e da cavidade torácica. Respirar não é o simples fato de “puxar e soltar o ar”, são estruturas ósseas e musculares que estão envolvidas. Os músculos,

as costelas e a coluna estão conectados enquanto respiramos e desempenham um importante papel no controle postural (MASSEY, 2012).

2.3 RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AO EXERCÍCIO

A prática de atividade física regular está associada a uma série de benefícios para a saúde física e mental, entre estes, pode-se citar o auxílio na redução do risco de desenvolver doenças, como diabetes tipo 2 e algumas formas de câncer (ACSM, 2011). A recomendação do *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2011) é que adultos pratiquem no mínimo 150 minutos semanais de atividade física de intensidade moderada, podendo dividir esse tempo em 5 dias da semana com no mínimo 30 minutos de prática. Para exercícios de intensidade vigorosa a recomendação é de no mínimo 75 minutos semanais, podendo realizar práticas de no mínimo 20 minutos distribuídos em 3 dias da semana.

Diversos fatores podem alterar as respostas fisiológicas ao treinamento, como o nível de condicionamento físico, composição corporal e a FC de repouso, sendo a intensidade do exercício um fator determinante (ACSM, 2011). Medidas de FC, VO_2 e intensidade do exercício são recomendadas, assim como instrumentos para medir o esforço percebido, como a escala de Borg, para maior acurácia na prescrição individualizada de exercícios (ACSM, 2011). A seguir, serão abordados esses temas de forma um pouco mais aprofundada.

2.3.1 Consumo de oxigênio

O cálculo do VO_2 pode ser feito através da equação de Fick:

$$VO_2 = Q \cdot dif_{a-v}O_2$$

Onde o VO_2 é o produto do débito cardíaco (Q) e a diferença de oxigênio arteriovenoso, ou pela mensuração das trocas gasosas (quantidade de oxigênio consumido e de dióxido de carbono liberado pelo corpo (CO_2)) por ergoespirometria, como é feito na calorimetria indireta (CI) (ACSM, 2014; HAUGEN, CHAN e LI, 2007; POWERS e HOWLEY, 2014; PLOWMAN e SMITH, 2009).

Considerada padrão ouro, a CI oferece equipamentos portáteis e precisos que necessitam de pouco tempo de calibração (HAUGEN, CHAN e LI, 2007). Diversos

cuidados são necessários na utilização do equipamento para garantir resultados fidedignos, como realizar a medição em ambiente silencioso e não se alimentar/exercitar/consumir estimulantes horas antes da realização do teste. Mas, a calibração adequada é o aspecto mais importante para não afetar os resultados (HAUGEN, CHAN e LI, 2007). O indivíduo inala o ar vindo do ambiente e esse ar é conduzido para uma câmara de mistura, onde são coletadas amostras para análise dos gases. A análise dos gases exalados é feita a cada respiração e, com tecnologia computadorizada, os cálculos de VO_2 e produção de CO_2 são feitos automaticamente (ACSM, 2014; POWERS e HOWLEY, 2014; PLOWMAN e SMITH, 2009).

O VO_2 pode ser expresso em litros de oxigênio utilizados em 1 minuto ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$), ou pode ser expresso em mililitros de oxigênio absorvidos por quilograma de peso corporal no espaço de tempo de 1 minuto ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), ou ainda pelo seu equivalente metabólico MET, sendo 1 MET igual a $3,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (POWERS e HOWLEY, 2014).

A mensuração do VO_2 em repouso fornece uma estimativa da necessidade energética “basal” corporal, e deve ser feita com o sujeito em decúbito dorsal, em um período de jejum e sem ter praticado exercícios (POWERS e HOWLEY, 2014). Na transição do repouso para o exercício, o VO_2 aumenta rapidamente e ocorre um atraso na demanda, chamado déficit de oxigênio, que é devido, além da incapacidade de resposta do sistema cardiovascular-respiratório, a uma utilização celular limitada do O_2 pelos ajustes metabólicos (POWERS e HOWLEY, 2014; PLOWMAN e SMITH, 2009). Os valores do VO_2 variam de acordo com a intensidade do exercício que está sendo executado, se a intensidade for baixa o suficiente, o suprimento de O_2 irá se igualar a demanda atingindo o seu estado estável, caso a demanda energética continue maior que a fornecida, o VO_2 continua aumentando, podendo atingir um platô e, assim, sendo necessário ainda mais energia para continuar o exercício, ou se eleva até a fadiga (FAWKNER e ARMSTRONG, 2003; GAESSER e POOLE, 1996; GRECO *et al.*, 2013; GRECO, CAPUTO e DENADAI, 2008; OZYENER *et al.*, 2001; PLOWMAN e SMITH, 2009; XU e EDWARD, 1999). O valor mais alto de VO_2 durante um exercício intenso induzido até a exaustão é denominado consumo máximo de oxigênio ou pico de consumo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{pico}}$) quando não se atinge um platô (FAWKNER e ARMSTRONG, 2003; PLOWMAN e SMITH, 2009).

O meio mais preciso de determinar o $VO_{2m\acute{a}x}$ é através de um teste incremental com mensuração por CI através da espirometria e, geralmente, utilizando uma esteira motorizada ou um cicloergômetro (HAUGEN, CHAN e LI, 2007; POWERS e HOWLEY, 2014). O teste incremental geralmente inicia com aquecimento de 3-5 minutos, posteriormente, a taxa de trabalho é elevada (aumento da velocidade ou inclinação da esteira) em estágios que podem variar de 1-3 minutos, até o indivíduo não conseguir mais prosseguir ou atingir um platô mesmo com o incremento do trabalho, e não devendo ultrapassar 10-12 minutos de teste (POWERS e HOWLEY, 2014; PLOWMAN e SMITH, 2009). O VO_2 aumenta proporcionalmente aos implementos de carga de trabalho até que ocorra um platô, indicando a obtenção do $VO_{2m\acute{a}x}$, mas indivíduos não treinados podem simplesmente não conseguir atingir outro estágio de esforço mesmo sem um platô, tendo alcançado seu $VO_{2m\acute{a}x}/VO_{2pico}$ na última taxa de trabalho (FAWKNER e ARMSTRONG, 2003; POWERS e HOWLEY, 2014; PLOWMAN e SMITH, 2009). O teste é válido quando atingido pelo menos dois dos seguintes critérios: taxa de troca respiratória $\geq 1,15$; frequência cardíaca no último estágio de esforço, ± 10 batimentos por minuto dentro da frequência cardíaca máxima prevista para o indivíduo ($220 - \text{idade}$); um platô no $VO_{2m\acute{a}x}$, diante do aumento da taxa de trabalho; percepção de esforço na escala de Borg ≥ 17 ; valor de lactato acima de 8 mmol/L (POWERS e HOWLEY, 2014; PLOWMAN e SMITH, 2009).

Os valores de referência do $VO_{2m\acute{a}x}$ indicados para mulheres pela ACSM (2014) por idade, seguem abaixo na Quadro 1.

Quadro 1 – Tabela de referência para sexo feminino por idade para os valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ em ml/kg/min.

Idade	Muito ruim	Ruim	Razoável	Bom	Excelente	Superior
20-29	<30,9	32,3 – 35,2	36,1 – 38,5	39,5 – 42,4	43,9 – 46,8	>49,6
30-39	<29,4	30,9 – 33,8	34,2 – 36,9	37,7 – 41,0	42,4 – 45,3	>47,4
40-49	<28,2	29,4 – 32,3	32,8 – 35,2	35,9 – 38,6	39,6 – 43,1	>45,3
50-59	<25,8	26,8 – 29,4	29,9 – 32,3	32,6 – 35,2	36,7 – 38,8	>41,0

Fonte: ACSM, 2014, p.85.

2.3.2 Frequência cardíaca

Como a análise do VO_2 envolve um trabalho mais burocrático e dispendioso, sua relação com a FC faz com que essa medida seja comumente utilizada para avaliar níveis de atividade física, pois informa a tensão imposta ao sistema cardiopulmonar (ROWLANDS, 2009). A FC pode ser aferida mais facilmente e por diferentes técnicas, como palpação de pulso, auscultação por estetoscópio ou com o uso de um monitor cardíaco de qualidade (ACSM, 2014).

Durante o teste máximo é possível verificar uma relação linear entre FC e taxa de trabalho e relacionar à PE, sendo que a diferença entre a $FC_{máx}$ atingida no teste e a prevista pela idade ($220 - idade$) deve ser mínima, para tanto é necessário controlar as variáveis que podem influenciar a resposta da FC: uso de medicamentos, altas doses de cafeína, carga de estresse excessiva, ansiedade ou até pela temperatura do ambiente (ACSM, 2014).

Durante o exercício, o $\%FC_{máx}$ atingido é classificado como muito leve, quando menor 57%; leve, estando entre 57 e 64%; moderado, de 64 a 76%; vigoroso, 76 a 96%; e, acima de 96%, é considerado máxima ou próximo do máximo (ACSM, 2014).

Assim como o VO_2 é afetado pela proporção de massa muscular ativa (exercícios para braços ou pernas) e tipo de atividade (estáticos ou dinâmicos), a FC também pode ter seus resultados afetados por questões emocionais e tipos de ações musculares (ROWLANDS, 2009). Sendo assim, a análise conjunta de todas essas variáveis (VO_2 , FC, PE e composição corporal) é o ideal para uma avaliação mais completa quanto a intensidade do exercício.

2.4 COMPOSIÇÃO CORPORAL

A respeito da composição corporal, sabe-se que a obesidade geral e abdominal está associada ao aumento de riscos à saúde, enquanto maior valor de massa livre de gordura está associado a menor risco de mortalidade, assim como na condição de maiores níveis de aptidão cardiorrespiratória e muscular (ACSM, 2011).

O índice de massa corporal (IMC) é uma medida vastamente conhecida e que possui vantagens práticas, pois basta dividir a massa corporal em quilogramas pela altura em metros quadrados. O valor menor de 18,5 é considerado abaixo do peso;

entre 18,5 a 24,9, classificado normal; entre 25 a 29,9, como sobrepeso; e, acima de 30, seria considerado como grau de obesidade (ACSM, 2014). Embora seja comumente aceito para definir obesidade e sobrepeso em adultos, como medida de análise de composição corporal, não é totalmente fidedigno, uma vez que densidade óssea e muscular podem afetar sua interpretação (ESTON *et al.*, 2009).

Entre os diversos instrumentos para a análise da composição corporal, a absorciometria de raios-X de dupla energia (DEXA) é um dos métodos mais confiáveis e completos, pois permite, além de uma varredura de corpo inteiro, a divisão por regiões (cabeça, tronco, membros, ou outros segmentos a escolha do avaliador) e fornece resultados no modelo de três componentes, com valores de gordura, massa magra e densidade óssea (ESTON *et al.*, 2009). O DEXA é composto de uma cama, onde o sujeito deita em supino, e um braço mecânico que se move e libera um feixe de raios-X através de todo o corpo do sujeito, detectando suas medidas de forma rápida, não invasiva e com a mínima exposição à radiação (ESTON *et al.*, 2009).

Ainda não há uma norma universal de análise da composição corporal com um consenso para o percentual de gordura, mas a faixa entre 20 a 32% para as mulheres é considerada satisfatória (ACSM, 2014).

2.5 PERCEPÇÃO DE ESFORÇO

No intuito de compreender e avaliar melhor as respostas fisiológicas e comportamentais diante das demandas de desempenho físico em diferentes cargas de trabalho, surgiram as escalas de percepção de esforço (BORG, 1982). A PE é um indicativo de tolerância do indivíduo ao exercício e se relaciona com a FC e as taxas de trabalho, mas deve ser usada com atenção, uma vez que existe uma grande variabilidade na percepção entre os sujeitos (ACSM, 2014).

A escala PE de Borg (1982) foi desenvolvida para que o avaliado possa classificar subjetivamente suas sensações durante o exercício, possui 15 pontos, de 6 a 20. Pode ser utilizada para indicar fadiga, sendo alcançada entre os pontos 18 e 19 da escala de Borg, mas diversas variáveis podem influenciar na PE, como fatores psicológicos, estado de humor, condições do ambiente, podendo reduzir a validade dessa ferramenta (ACSM, 2014).

2.6 DOMÍNIOS DE INTENSIDADE

A resposta do VO_2 é afetada conforme a intensidade do exercício, que se divide em três domínios: moderado, pesado ou severo (FAWKNER e ARMSTRONG, 2003; GAESSER e POOLE, 1996; GRECO *et al.*, 2013; GRECO, CAPUTO e DENADAI, 2008; OZYENER *et al.*, 2001; XU e EDWARD, 1999). Cada domínio de intensidade promove diferentes adaptações e respostas fisiológicas ao treinamento, por isso, é essencial conhecer e considerar esses domínios ao prescrever um treinamento físico (GRECO, CAPUTO e DENADAI, 2008; FAWKNER e ARMSTRONG, 2003). A seguir serão apresentados em subitens cada um dos domínios de intensidade.

2.6.1 Domínio moderado

No exercício de intensidade moderada o lactato sanguíneo não aumenta significativamente, sendo o limiar de lactato seu limite superior (FAWKNER e ARMSTRONG, 2003; GAESSER e POOLE, 1996; GRECO *et al.*, 2013; GRECO, CAPUTO e DENADAI, 2008; WHIPP e WARD, 1990; XU e EDWARD, 1999). Geralmente ocorre durante exercícios de recuperação ativa ou em treinamentos de resistência de alto volume, onde o indivíduo pode manter a intensidade por um longo período sem exaustão (GRECO *et al.*, 2013; GRECO, CAPUTO e DENADAI, 2008).

O comportamento do VO_2 durante o exercício se divide em três fases: na fase 1, ocorre um aumento rápido do VO_2 nos primeiros 15 a 25 segundos, sendo mais visível quando o exercício parte do repouso, sugerindo que esse aumento é devido ao aumento do débito cardíaco e do fluxo sanguíneo pulmonar; na fase 2, da intensidade moderada o VO_2 aumenta exponencialmente em busca de estado estacionário, refletindo a alteração metabólica muscular; e, na fase 3, após cerca de três minutos, o estado estacionário é atingido e se relaciona linearmente com taxa de trabalho (GAESSER e POOLE, 1996; WHIPP e WARD, 1990; XU e EDWARD, 1999; OZYENER *et al.*, 2001). Através de uma equação matemática podemos descrever a resposta do VO_2 no domínio moderado:

$$\Delta\dot{V}O_2(t) = \Delta\dot{V}O_2(ss) (1 - e^{-(t-\delta)/\tau})$$

Onde $\Delta\dot{V}O_2(t)$ é o aumento do $\dot{V}O_2$ no tempo t acima do repouso, $\Delta\dot{V}O_2(ss)$ é o aumento do $\dot{V}O_2$ no estado estacionário, δ é a resposta do atraso e τ é a constante de tempo (GAESSER e POOLE, 1996; XU e EDWARD, 1999).

Após o início do trabalho na fase 1, de acordo com a equação de Fick, a constante pressão arteriovenosa no pulmão explica que as mudanças imediatas do $\dot{V}O_2$ dependem da circulação do sangue no pulmão, resultando em uma cardiodinâmica (onde ocorre o rápido aumento na FC, no volume sistólico e no débito cardíaco). Também se percebe pressões estáveis de expiração de oxigênio (O_2), CO_2 e taxa de troca respiratória (RER), devido o estreito acoplamento do fluxo sanguíneo pulmonar e ventilação alveolar. O fim da fase 1 ocorre quando essas variáveis ventilatórias mudam seus valores basais (FAWKNER e ARMSTRONG, 2003).

Enquanto a fase 1 está dissociada da utilização de oxigênio pelo músculo, devido a utilização de seus estoques próprios, a fase 2 do domínio moderado parece estar relacionada ao aumento exponencial do $\dot{V}O_2$ e do consumo de oxigênio muscular. O O_2 inspirado não é suficiente para atender imediatamente a ressíntese de adenosina trifosfato (ATP), assim, a quebra de fosfocreatina (PCr), as contribuições pela glicólise anaeróbia e as reservas de O_2 de fontes utilizáveis, são alternativas para atender as necessidades enérgicas entre a fase 1 e 2, conhecida como déficit de oxigênio (FAWKNER e ARMSTRONG, 2003). Já em intensidades de exercício superiores ao limiar de lactato isso parece ainda ser conflitante, envolvendo outros fatores que vão além do consumo de oxigênio muscular. Enquanto na intensidade moderada um estado estacionário é rapidamente alcançado na fase 3, nos domínios pesado e severo um componente lento, de origem ainda ambígua, resulta no aumento do $\dot{V}O_2$ (FAWKNER e ARMSTRONG, 2003; GAESSER e POOLE, 1996).

2.6.2 Domínio pesado

O domínio de intensidade pesado é atingido quando os níveis de lactato sanguíneo aumentam significativamente, sendo superior ao limiar de lactato, até o máximo estado estável de lactato (GAESSER e POOLE, 1996; GRECO *et al.*, 2013; GRECO, CAPUTO e DENADAI, 2008; WHIPP e WARD, 1990; XU e EDWARD, 1999). Nas fases do $\dot{V}O_2$, ele ainda aumenta exponencialmente na fase 2, mas um

componente lento é adicionado após alguns minutos de exercício, fazendo com que atrase o estado de equilíbrio e os valores de VO_2 sejam ainda maiores que o previsto no exercício moderado (FAWKNER e ARMSTRONG, 2003; GAESSER e POOLE, 1996; WHIPP e WARD, 1990; XU e EDWARD, 1999; OZYENER *et al.*, 2001). Esse componente lento está associado ao início do acúmulo de lactato, quanto maior o nível de lactato maior o componente lento, e é expresso como a diferença de VO_2 entre o terceiro e o sexto minuto de exercício [$\Delta\dot{V}O_2(6 - 3)$], ou o final do exercício (XU e EDWARD, 1999). Esse domínio de intensidade geralmente acontece em treinamentos de resistência intensivos com duração de aproximadamente 60 minutos (GRECO *et al.*, 2013).

2.6.3 Domínio severo

O terceiro e último domínio de intensidade é o severo, onde a taxa de trabalho e o lactato sanguíneo aumentam progressivamente até a fadiga (GAESSER e POOLE, 1996; GRECO *et al.*, 2013; GRECO, CAPUTO e DENADAI, 2008; XU e EDWARD, 1999). O VO_2 , assim como o lactato sanguíneo, não se estabiliza e continua a aumentar até atingir valores máximos ($\text{VO}_{2\text{máx}}$) no fim do exercício, mesmo o componente lento sendo muito maior que no exercício pesado (FAWKNER e ARMSTRONG, 2003; GAESSER e POOLE, 1996; XU e EDWARD, 1999; OZYENER *et al.*, 2001). Esse tipo de intensidade é geralmente alcançado em treinamentos intervalados longos ou curtos (GRECO *et al.*, 2013).

Quando expresso em valores percentuais de $\text{VO}_{2\text{máx}}$, o limiar de lactato é atingido entre 50 e 60 % $\text{VO}_{2\text{máx}}$ em geral, sendo, assim, até esse ponto referente ao domínio de intensidade moderado, acima disso está o domínio de intensidade pesado e seu limite com o domínio de intensidade severo ocorre entre o limiar de lactato e o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (GRECO *et al.*, 2013).

2.7 MÉTODO PILATES E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS

Em busca realizada nos principais bancos de dados da área (Google Acadêmico, Lume – Repositório Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Medline/Pubmed, Portal de Periódicos Capes, PEDro - Physiotherapy Evidence Database, Plataforma Sucupira, SciELO – Scientific Electronic Library Online) alguns

estudos foram encontrados relacionando o MP e suas demandas fisiológicas, que são descritos a seguir.

Franco *et al.* (2014) realizaram um ensaio clínico com 19 pacientes com fibrose cística, de ambos os sexos, com idade entre 7 e 33 anos ($13,7 \pm 7,4$ anos). O treinamento durou 16 semanas, uma vez por semana, com exercícios realizados no solo com bola suíça, o autor não informa quais exercícios foram utilizados. O nível de dificuldade foi adequado a cada paciente, e a respiração utilizada priorizava a expiração forçada e a inspiração natural. As variáveis estudadas, pré e pós intervenção, foram força muscular respiratória (FMR), pressão inspiratória máxima ($PI_{máx}$), pressão expiratória máxima ($PEX_{máx}$), capacidade vital forçada (CVF) e volume expiratório forçado no primeiro segundo (VE_{F1}). Houve um aumento significativo na $PI_{máx}$ nos pacientes do sexo masculino, enquanto houve aumentos significativos na $PI_{máx}$ e $PEX_{máx}$ nos pacientes do sexo feminino, não houve diferenças significativas nos valores de CVF e VE_{F1} no grupo total e nem nos subgrupos em relação ao gênero. Os resultados do estudo mostraram os efeitos positivos do MP na FMR.

Dezesseis pacientes com insuficiência cardíaca, de ambos os sexos, participaram do estudo de Guimarães *et al.* (2012), oito foram randomizados para programa convencional de reabilitação cardíaca (44 ± 11 anos) e os outros oito para o treinamento de Pilates no solo (46 ± 12 anos) durante 16 semanas, duas vezes por semana. Em ambos os grupos foram realizados 30 minutos de caminhada em esteira com monitoramento da FC para controle da intensidade, na sequência, cada grupo realizou 20 minutos do seu programa específico. Os exercícios de Pilates e do treinamento convencional não são descritos no estudo. Um teste cardiopulmonar em esteira foi realizado pré e pós intervenção para comparação das variáveis entre os grupos. O grupo do treinamento convencional só teve melhora significativa no tempo de tolerância ao exercício, enquanto o grupo Pilates teve melhora significativa no VO_{2pico} , no pulso de O_2 e na ventilação, além do tempo de tolerância ao exercício. Na comparação entre grupos, o grupo Pilates mostrou aumento significativo no pico de VO_2 em relação ao grupo convencional. Os resultados sugerem que o treinamento aeróbio associado ao MP pode ser uma opção de tratamento para pacientes com insuficiência cardíaca.

Lim e Yoon (2007) recrutaram vinte pacientes com acidente vascular cerebral (AVC) crônico ($62,7 \pm 7,3$ anos) de ambos os sexos, sendo 10 randomizados para o

grupo de exercícios de Pilates modificados ($63,2 \pm 7,9$ anos) e 10 para o grupo controle ($62,1 \pm 6,7$ anos), todos participaram de um programa de reabilitação convencional realizado cinco vezes por semana. A intervenção de Pilates foi realizada três vezes por semana, durante oito semanas, usando exercícios baseados no MP e modificados para as necessidades do grupo. Os sujeitos foram submetidos a um teste submáximo na esteira para avaliar a função cardiopulmonar com base no $VO_{2m\acute{a}x}$. As variáveis FC de repouso, $VO_{2m\acute{a}x}$ e $VO_{2m\acute{a}x}$ por quilograma foram significativamente diferentes entre o pré e pós no grupo de exercícios de Pilates modificado e entre os dois grupos após as oito semanas, indicando que os exercícios utilizados no grupo Pilates têm influência positiva em paciente com AVC crônico.

Gildenhuis *et al.* (2013) avaliaram um grupo de 50 idosas, 25 no grupo Pilates ($66,12 \pm 4,77$ anos) e 25 no grupo controle ($65,32 \pm 5,01$ anos). O grupo Pilates participou de oito semanas de treinamento, três vezes por semana, os exercícios utilizados na intervenção não foram informados. Testes de agilidade e mobilidade foram aplicados, e um teste de seis minutos e uma equação foram utilizados para estimar o $VO_{2m\acute{a}x}$. Os resultados obtidos no estudo mostraram que oito semanas de treinamento com Pilates pode melhorar significativamente a agilidade e mobilidade funcional de mulheres idosas, no entanto, não melhoraram significativamente o $VO_{2m\acute{a}x}$.

Lopes, Ruas e Patrizzi (2014) avaliaram os efeitos do MP na força muscular respiratória em sete idosas (64 ± 6 anos). O treinamento do MP foi realizado duas vezes por semana, durante 11 semanas, composto por exercícios baseados no MP, com ênfase na execução do movimento durante a expiração. Além das aulas de Pilates, os alunos estavam matriculados no Programa Universidade Aberta a Terceira Idade (UATI/ UFTM). A Prova de Função Pulmonar foi realizada por meio de espirômetro, a força muscular respiratória foi obtida pelas técnicas de medidas da pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima, por meio de um manovacuômetro. Os resultados apresentaram aumento significativo na pressão expiratória máxima, sendo o MP uma das práticas recomendadas à população idosa.

Em ensaio clínico não randomizado, Jesus *et al.* (2015) avaliaram a influência do MP sobre a função pulmonar, mobilidade toracoabdominal e força muscular respiratória. Participaram do estudo 21 mulheres, divididas por conveniência em dois

grupos: 11 voluntárias no grupo Pilates ($33,18 \pm 8,08$ anos) e 10 voluntárias no grupo controle ($31,70 \pm 7,39$ anos). As sessões do MP foram realizadas duas vezes por semana, durante 12 semanas, totalizando 24 sessões. Foram realizados os exercícios do solo, e nos aparelhos foram realizados os exercícios: *teaser*, *rollover* e *horse back* no *Ladder Barrel*; *tendon stretch* e *side splits* modificado (utilizando a faixa elástica) no Reformer; *push-through* (seated front) no Cadillac; *side arm twist* modificado, utilizando caixa de extensão, na *Chair*. O programa iniciou com um protocolo pré-estabelecido e, após, houve progressão individualizada de carga, número de séries e repetições a cada 4 semanas. Todas as participantes fizeram avaliação física e responderam a um questionário de atividade física de Baecke. A função pulmonar foi avaliada por espirometria, a mobilidade toracoabdominal por cirtometria e a força muscular respiratória por meio das pressões respiratórias máximas através de um manovacuômetro. Os autores concluíram que, após a prática do MP, houve melhora na mobilidade toracoabdominal e força muscular respiratória. Entretanto, não foram constatadas diferenças significativas entre os grupos nestas variáveis.

Arslanoglu e Senel (2013) verificaram os efeitos do treinamento de MP no solo por oito semanas, três vezes por semana, em 10 mulheres sedentárias ($38,5 \pm 3,89$ anos) e comparou com outras 10 mulheres do grupo controle ($41,2 \pm 8,68$) pré e pós intervenção. A intensidade dos exercícios foi progressiva, definida pela frequência cardíaca alvo pelo método de apalpação, sendo 40% na primeira sessão e 60% na última. O percentual de gordura foi calculado usando o método de dobras cutâneas. Os exercícios utilizados no aquecimento foram: *Breathing*, *Imprint and release*, *Hip rolls*, *Spinal rotation*, *Cat stretch*, *Scapula isolation* e *Arm circle*. Na parte principal da aula, os exercícios de Pilates foram: *The Hundred*, *The Shoulder Bridge*, *Single Leg Circle*, *Swimming*, *One Leg Stretch*, *Double Leg Stretch*, *Rolling Like A Ball*, *The Saw*, *Roll Up*, *Spine Stretch*, *Leg Pull Down*, *Leg Pull Up*, *Push Up*, *Pelvic Curl*, *Side Bend*, *Side Kick Front* e *Side Kick Back*. Entre as variáveis analisadas, o efeito foi positivo na pressão arterial sistólica, flexibilidade, percentual de gordura corporal, força de contração da mão e força muscular abdominal das mulheres sedentárias.

Mikalacki *et al.* (2017) avaliaram 64 mulheres, sendo 36 no grupo ativo ($48,1 \pm 6,7$ anos) e 48 no grupo controle ($47,2 \pm 7,4$ anos), pré e pós intervenção com duração de seis meses. O programa de intervenção consistiu no MP e treinamento

aeróbico com uso do aparelho *Step*, duas vezes por semana. Porém, nenhum exercício do MP foi especificado no protocolo utilizado. As variáveis analisadas foram: $FC_{máx}$, $VO_{2máx}$ relativo e $VO_{2máx}$ absoluto, frequência cardíaca máxima durante o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}-FC_{máx}$), volume minuto máximo e capacidade vital forçada. Os resultados mostraram diferença significativa no $VO_{2máx}$ relativo e absoluto, volume minuto máximo, na $VO_{2máx}-FC_{máx}$ e na velocidade máxima do teste ergométrico, indicando que a mistura de exercícios de Pilates e aeróbicos em um programa de treinamento contínuo pode melhorar significativamente o sistema cardiovascular da amostra estudada.

Tinoco-Fernández *et al.* (2016), submeteram 45 estudantes universitários com idade entre 18 e 35 anos, de ambos os sexos, ao treinamento de MPC no solo durante 10 semanas, com três sessões por semana, em pequenos grupos de 5 alunos. As respostas cardiorrespiratórias fisiológicas foram avaliadas pré e pós intervenção, em teste de esteira, mostrando melhorias estatisticamente significativas nos valores da FC média, razão de troca respiratória e oxigênio equivalente. Os resultados desse estudo indicam que a prática do MPC influencia positivamente os parâmetros cardiorrespiratórios em adultos sedentários.

Para avaliar os efeitos do MPC em corredores, Finnato *et al.* (2018) avaliaram medições cinemáticas, neuromusculares e metabólicas de corredores. Participaram do estudo 16 indivíduos ($18,44 \pm 0,52$ anos) que foram alocados aleatoriamente no grupo controle, e só fizeram o treinamento de corrida, e 16 indivíduos ($18,42 \pm 0,51$ anos) no grupo que, além do treinamento de corrida, tiveram intervenção com MPC de solo. Ambos os grupos passaram por treinamento de 12 semanas, duas vezes por semana, sendo o MPC em dias alternados ao treino de corrida, e foram avaliados antes e após o período de treinamento. Os exercícios do MPC e sua periodização foram bem descritos. O grupo com treinamento de MPC teve melhora significativa no desempenho da corrida em relação ao grupo controle, assim como apresentou melhores valores para o custo metabólico após as 12 semanas de treinamento. Os resultados demonstram que o MPC é uma estratégia de treinamento viável para melhorar o desempenho na corrida e no VO_{2max} e fortalecer os músculos do tronco em corredores.

Esses estudos avaliam respostas fisiológicas após intervenção com Pilates em indivíduos com algum quadro clínico, idosos ou sedentários, nenhum avaliou mulheres que já são praticantes do método. Além disso, alguns estudos não

descrevem de forma clara quais são os exercícios do MP que foram utilizados no protocolo proposto ou não utilizam exercícios da linha clássica, que é a linha do método proposta para esse estudo.

Poucos estudos verificaram respostas fisiológicas do MPC durante a execução dos exercícios para avaliar intensidade. Dentre estes, está a dissertação de mestrado de Andrade (2016) que analisou e comparou as variáveis VO_2 , custo energético, lactato sanguíneo, FC e pressão arterial nas sessões de exercícios baseados no MP no solo e no *Reformer*. Participaram do estudo 18 mulheres sedentárias ($21,7 \pm 3$ anos) que não possuíam experiência prévia com o MP. As aulas duraram um mês, com frequência de duas vezes por semana, onde foi escolhida a quantidade de molas no *Reformer* ideal para cada participante em cada exercício. A coleta de dados foi realizada em duas sessões de MP em ordem randomizada, uma em solo e outra no aparelho em dois encontros distintos. Os exercícios de solo foram classificados com intensidade muito leve, e os exercícios no aparelho foram classificados como leve. Em ambas as sessões o VO_2 permaneceu elevado, mas somente no solo foi significativo. Já o lactato sanguíneo não teve aumento significativo em nenhuma das duas sessões. A FC confirmou a baixa intensidade das sessões, permanecendo no solo em 53% da $FC_{máx}$ e no aparelho em 49%. A pressão arterial sistólica e diastólica não apresentaram valores significativamente maiores em relação ao repouso, sendo um exercício de baixo risco cardíaco. O protocolo de MP utilizado nesse estudo variou entre pouco fácil e pouco difícil de acordo com a PE, mostrando-se ideal para o início de intervenções com indivíduos sedentários, idosos ou com doenças cardiovasculares.

Trinta meninas ($11,2 \pm 0,6$ anos) foram recrutadas para o estudo de Jago *et al.* (2006), 16 participaram do grupo intervenção e 14 do grupo controle. As aulas de Pilates ocorreram cinco vezes por semana, durante 4 semanas, os exercícios foram descritos apenas como exercícios baseados em Pilates de solo. As variáveis estudadas foram IMC, percentil do IMC, circunferência da cintura e pressão arterial. Dentre as participantes, somente quatro meninas tiveram FC monitorada durante as sessões e preencheram questionário de apreciação e esforço. A FC média foi de 104 batimentos por minuto (bpm), o esforço percebido médio foi 5,9, numa escala de 1 a 10, e apreciação foi 4,4, numa escala de 1 a 5. Além disso, houve tempo significativo na interação do grupo para o percentil do IMC, indicando uma grande redução no percentil de IMC dessas meninas. Apesar do pequeno número amostral,

esses resultados indicam que as meninas gostaram da prática do MP, podendo ser um meio para reduzir o percentil do IMC nesta população e reduzir, assim, a obesidade.

Participaram do estudo de Magalhães *et al.* (2009) 12 mulheres sedentárias ($29,5 \pm 3,5$ anos), que realizaram 1 hora de aula de exercícios baseados no MP. A aula iniciou com 20 minutos de exercícios de solo, os 40 minutos seguintes foram realizados exercícios nos equipamentos *Reformer*, Cadeira combo (cadeira contemporânea que se parece com a *Wunda Chair*), Trapézio (conhecido na linha clássica como *Cadillac*) e Barril (*Ladder Barrel*). Os exercícios utilizados no protocolo estão bem descritos e são baseados no MPC. Medidas de pressão arterial, através de método auscultatório, e da FC, através de frequencímetro, foram feitas no repouso, durante a aula e 30 minutos após. A pressão arterial sistólica apresentou elevação durante a aula e, após a aula, teve comportamentos variados. A pressão arterial diastólica também apresentou valores variados, e isso ocorre devido as diferentes posições dos exercícios. A FC não ultrapassou 95 bpm, sendo a média do grupo $87,9 \pm 4,5$ bpm. Os resultados mostraram valores dentro dos padrões esperados para exercícios de intensidade moderada.

Em sua dissertação de mestrado Picolli (2010) avaliou 15 mulheres (29 ± 4 anos) que realizaram intervenção de MPC por 12 semanas, três vezes por semana, e outras 13 mulheres (29 ± 5 anos) que formaram o grupo controle. O protocolo das aulas tem os exercícios e suas progressões bem descritos, com exercícios no solo, no *Reformer*, na parede e com pesos. Foram avaliados, pré e pós intervenção, o VO_2 em teste na esteira, pressão arterial pelo método auscultatório, composição corporal por dobras cutâneas, amplitude de movimento articular por goniômetro, flexibilidade pelo Flexiteste, resistência muscular localizada para apoio, abdominais e saltos e equilíbrio dinâmico pelo *Functional Reach Test*. Durante as aulas 1, 9, 18 e 36 a FC foi monitorada com auxílio de um frequencímetro para verificar a intensidade do exercício, sendo os valores médios 73%, 76%, 79% e 80% da $FC_{máx}$, respectivamente. Os resultados mostraram que, após as 12 semanas de intervenção, houve melhora na composição corporal, na amplitude de movimento articular, flexibilidade, resistência muscular localizada e no equilíbrio dinâmico; além da melhora na capacidade funcional, avaliada pelo VO_{2pico} . A autora concluiu que o MPC tem efeito positivo nas variáveis estudadas em mulheres sedentárias após 12 semanas de treinamento.

Com objetivo de verificar e comparar os efeitos do MPC e do treinamento aeróbico na aptidão cardiorrespiratória, força muscular isocinética, composição corporal e desfechos de tarefas funcionais em indivíduos com sobrepeso/obesidade, de ambos os sexos, Rayes *et al.* (2019) alocaram 17 participantes no grupo controle ($45,5 \pm 9,3$ anos), 22 no grupo Pilates ($55,9 \pm 6,6$ anos) e 21 no grupo aeróbico ($42,4 \pm 7,0$ anos). O protocolo de exercícios foi realizado três vezes por semana, durante oito semanas, e a FC foi monitorada durante as aulas. O grupo aeróbico realizou treinamento de caminhada com FC correspondente ao limiar ventilatório; enquanto o grupo Pilates realizou exercícios no solo, aparelhos e acessórios com protocolo de exercícios clássicos bem descritos. As avaliações foram realizadas pré e pós período de intervenção: ingestão alimentar, teste cardiorrespiratório máximo em esteira ergométrica, teste de força isocinética, composição corporal e antropometria, teste de resistência abdominal, teste de resistência extensora de tronco, teste de flexibilidade e testes funcionais (escada e cadeira). Não houve diferença significativa pré e pós-intervenção na ingestão de calorias. Apenas no grupo Pilates foi observada melhora significativa no consumo de oxigênio no limiar ventilatório, ponto de compensação respiratória e esforço máximo. O pico isocinético para os músculos flexores e extensores do joelho não alterou em nenhum grupo. Massa magra e massa gorda melhoraram apenas no grupo Pilates, e as medidas da circunferência da cintura e do quadril diminuíram de forma semelhante nos dois grupos experimentais. O desempenho do teste abdominal melhorou mais no grupo Pilates do que no grupo aeróbico; enquanto a resistência e flexibilidade do extensor do tronco melhorou apenas no grupo Pilates. O grupo Pilates apresentou melhora maior nos testes de cadeira em relação ao grupo aeróbico. A FC média do grupo Pilates (86 ± 6 bpm; $62,7 \pm 13,2$ %FC_{máx}) foi menor em relação ao grupo aeróbico (123 ± 11 bpm; $78,0 \pm 7,3$ %FC_{máx}). Esses resultados indicam que o MP tem efeitos significativamente positivos na aptidão cardiorrespiratória, composição corporal e funcionalidade em indivíduos com sobrepeso ou obesidade.

Outro estudo encontrado nessa área foi o de Sá *et al.* (2012) que avaliou o gasto energético de exercícios do MPC na *chair*, realizados com intensidade moderada, em cinco mulheres (27 ± 6 anos), com habilidade para executar exercícios intermediários e que estavam em formação como instrutoras no MP. A coleta com analisador de gases iniciou com a participante na posição inicial de cada exercício (sentada, deitada ou em pé) por 5 minutos, seguido da execução do

exercício com carga moderada, conforme percepção da voluntária, e 3 minutos de recuperação na mesma posição pré-exercício. Foi respeitado um intervalo de, no mínimo, 20 minutos entre os exercícios com a participante sentada, sendo eles: *Footwork*, *Harmstring* e *Going up front* (sentado, deitado e em pé, respectivamente). A respiração durante a execução foi controlada, sendo realizada a expiração sempre no início do movimento concêntrico. Os resultados foram de $13,4 \pm 2,3$ Kcal (1,46 Kcal/min) no *Going up front*, $9,4 \pm 2,0$ Kcal (1,08 Kcal/min) no *Harmstring* e $13,2 \pm 1,9$ Kcal (1,3 Kcal/min) no *Footwork*. Os autores concluíram que os exercícios analisados apresentaram baixo custo energético, podendo contribuir quando o objetivo é controle de peso corporal.

Por fim, o estudo de Silva *et al.* (2014) avaliou parâmetros cardiovasculares e gasto calórico em 10 mulheres sedentárias ($19 \pm 0,8$ anos) durante uma sessão de Pilates Clássico. Foram executados os exercícios *Horse Back* na *Step-Chair* (*Wunda Chair*), *The Hundred* no *Reformer*, o exercício *Horse* no *Ladder Barrel*, *Arms Push Up And Down* no *Cadillac* e o exercício *Tower* no *Wall-Unit*, com um minuto de intervalo entre eles. Foram analisadas a FC, %FC_{máx}, %FC de reserva, pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica, PE pela escala de Borg e gasto energético. Os resultados mostraram que durante a sessão de MPC ocorreu elevações da FC, %FC_{máx} e %FC de reserva, caracterizando um esforço submáximo. Assim, o MPC é mais uma atividade física que auxilia para manutenção ou redução do peso corporal.

Os estudos apresentados trazem uma reflexão sobre a qualidade metodológica das pesquisas realizadas na área do MP, pois ainda há poucas evidências científicas com qualidade metodológica sobre o assunto, sendo necessário mais estudos bem delineados nessa área, com protocolo de exercícios claros e métodos de avaliação fidedignos (BERNARDO, 2007). Além disso, torna-se muito difícil discutir os dados dos estudos, pois não há um padrão nos exercícios utilizados, na população estudada e nos aspectos metodológicos.

2.8 HIPÓTESES

- Durante sequência pré-definida na *Wunda Chair*, o domínio de intensidade, com base nas respostas de VO₂, FC e PE, será moderado.

- Não haverá diferença entre as respostas fisiológicas (VO_2 , FC e PE) nos dois padrões respiratórios analisados na execução de uma sequência pré-definida do MPC na *Wunda Chair*.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

Esta pesquisa segue os preceitos éticos da resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e se caracteriza como um estudo de delineamento ex-post-facto, comparativo de abordagem quantitativa (GAYA *et al.*, 2008). Foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (nº 2.838.714), e foi conduzido no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança dessa universidade.

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A amostra do tipo não-probabilística intencional (GAYA *et al.*, 2008) foi composta de pessoas do sexo feminino, praticantes do MPC da cidade de Porto Alegre, RS. Os critérios de inclusão foram: ter idade entre 20 e 59 anos, praticar o MPC há pelo menos 6 meses e conseguir realizar a sequência estabelecida. Os critérios de exclusão foram: fumante, gestante, pós-menopáusicas, ter qualquer doença cardiorrespiratória, lesão musculoesquelética ou alguma condição que possa interferir nos testes.

Foram convidados a participar do estudo todos que estavam dentro dos critérios de inclusão e exclusão através de redes sociais (Facebook, Instagram e WhatsApp). Todas as participantes receberam as informações e orientações sobre os protocolos do estudo previamente. Após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A), responderam um formulário (APÊNDICE B), estando aptas para participar da pesquisa e ciente de seus riscos, assim como seu direito de se retirar a qualquer momento.

A Figura 2 mostra de como foi feita a seleção dos participantes, assim como as perdas durante as coletas.

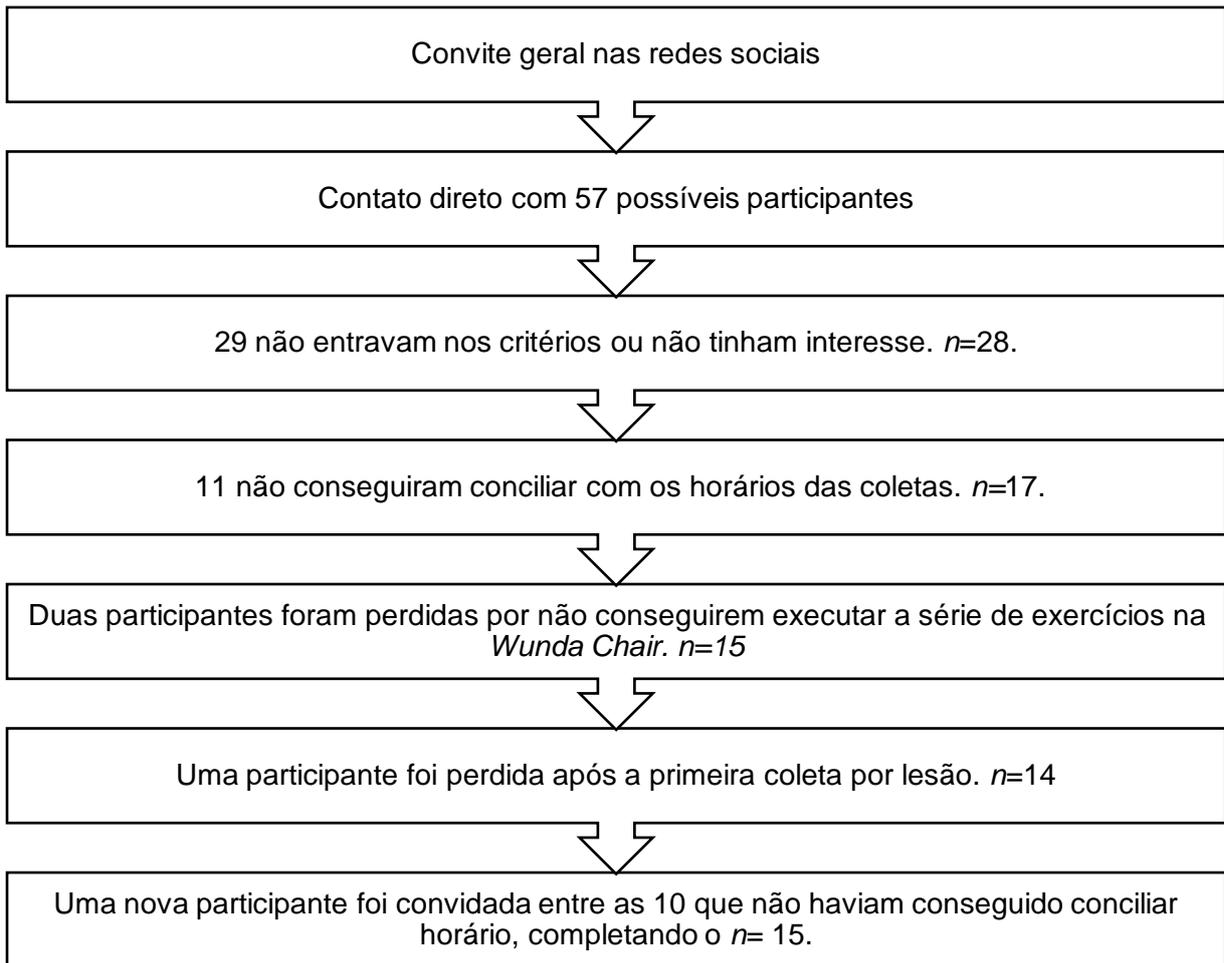


Figura 2 – Seleção das participantes

3.3 VARIÁVEIS

3.3.1 Variáveis independentes

As variáveis independentes são os dois padrões respiratórios distintos, sendo o padrão inspirar na fase de subida do pedal e expirar na fase da descida do pedal, e o padrão 2 o contrário do 1.

3.3.2 Variáveis dependentes

- Frequência Cardíaca (FC);
- Frequência Cardíaca Máxima ($FC_{máx}$);
- Frequência Cardíaca de Repouso (FC_{rep});

- Percentual da Frequência Cardíaca (%FC);
- Consumo de Oxigênio (VO_2);
- Consumo de Oxigênio Máximo ($VO_{2máx}$);
- Consumo de Oxigênio de Repouso (VO_{2rep});
- Percentual de Consumo de Oxigênio (% VO_2);
- Percepção de Esforço (PE);
- Percepção de Esforço Máximo ($PE_{máx}$);
- Percentual de Percepção de Esforço (%PE);
- Domínio de intensidade da sequência.

3.3.3 Variáveis de controle

- Prática de outras atividades físicas;
- Data da última menstruação para controle de período menstrual;
- Uso de algum método contraceptivo;
- Horário das coletas.

3.3.4 Variáveis de caracterização da amostra

- Idade.
- Estatura: medida com um estadiômetro de parede. A medição da estatura é realizada por meio de uma haste móvel, em escala métrica vertical em milímetros e em tamanho total de 210 cm, instalada perpendicularmente a um plano de base.
- Massa corporal: medida com uma balança com erro de medida maior que 100 gramas e que expressa a massa em quilogramas (kg).
- IMC: calculado dividindo-se o valor da massa em kg, pelo quadrado de altura medida em metros (m).
- Tempo de prática do MP.

A composição corporal foi mensurada através de DEXA. Os exames foram realizados por indivíduo treinado, utilizando procedimentos de medida padronizados de acordo com as recomendações do fabricante. O aparelho foi calibrado uma vez por dia, anteriormente as sessões de avaliação. As mulheres foram instruídas a

remover qualquer material de metal e utilizar roupas sem fechos, fivelas ou botões. O avaliador posicionou os indivíduos em decúbito dorsal e orientou que não se movimentassem durante a medida, por aproximadamente 8 minutos, enquanto o braço do equipamento passa sobre o corpo no sentido cabeça - pé. Os valores apresentados são calculados automaticamente através do software do equipamento (ESTON *et al.*, 2009).

3.3.5 Tratamento das variáveis

A familiarização com a máscara de gases, a sequência de exercícios com os dois padrões respiratórios e com a escala de percepção de esforço foram realizadas na ESEFID/UFRGS com a presença de profissionais habilitados. Durante a familiarização, a pesquisadora, que tem formação clássica em Pilates, avaliou a qualidade de execução do movimento dos indivíduos definindo sua participação ou não no estudo.

O período menstrual de cada amostra e o horário das coletas também foram controlados, a fim de evitar um possível viés relacionados a alterações hormonais e ritmos circadianos (BEMBEN, SALM e SALM, 1995; WINGET, DE ROSHIA e HOLLEY, 1985). As coletas foram realizadas entre o oitavo e vigésimo dia após o início da última menstruação e entre as 8h30 e 13h30.

3.4 PROCEDIMENTOS DE INVESTIGAÇÃO

A pesquisa foi dividida em três etapas (Figura 3) em dias distintos com, no mínimo, 48 horas de intervalo para evitar efeitos de fadiga. Os indivíduos foram orientados a não se alimentarem até três horas antes dos testes e não consumirem estimulantes, assim como não realizarem atividades físicas intensas nas 12 horas antecedentes aos testes.

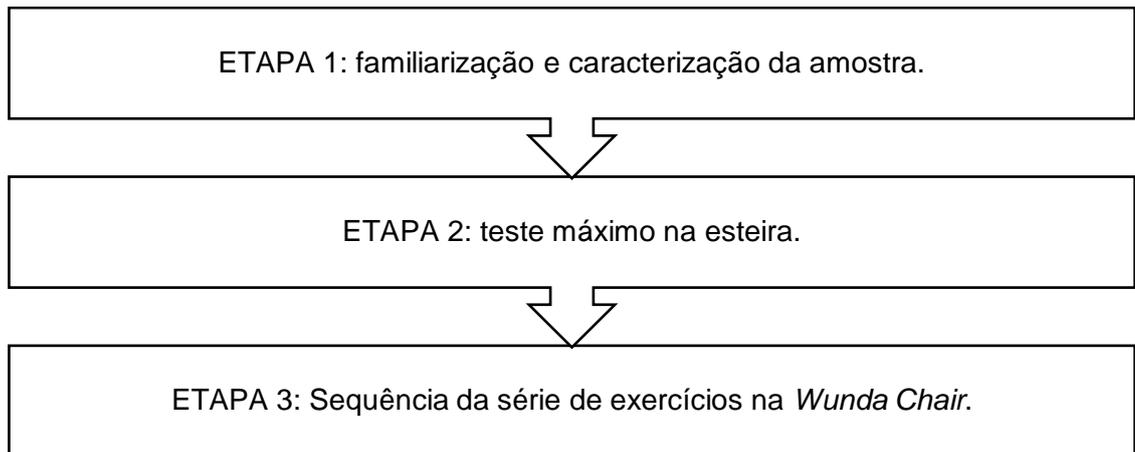


Figura 3 – Etapas da pesquisa.

3.4.1 Etapa 1: familiarização e caracterização da amostra

Na primeira etapa, foi assinado o termo de consentimento livre e esclarecido e preenchido o formulário com informações sobre período menstrual, uso de medicamentos, prática de atividades físicas e informações importantes para realização do exame DEXA. Em seguida, medidas de massa corporal e estatura foram coletadas, e foi realizado o exame do DEXA (GE Healthcare Lunar, Lunar Prodigy, Madison, USA) para a caracterização da amostra. Nesse mesmo encontro foi feita a familiarização com o protocolo de teste máximo na esteira (Super ATL, Imbramed, Porto Alegre, Brasil) com o uso de frequencímetro (Polar S810, Polar, Finlândia), assim como, com a máscara e a mochila do ergoespirômetro portátil (K5, Cosmed, Itália), com a Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de Borg (BORG, 1989) e com o protocolo de execução da sequência de exercícios com os dois padrões respiratórios na *Wunda Chair* (Physio Pilates, Bahia, Brasil). Caso a amostra não conseguisse realizar a sequência com qualidade de movimento, seria excluída nessa etapa do estudo.

3.4.2 Etapa 2: teste máximo em esteira

Na segunda etapa, foi feito o teste máximo na esteira para medir o $VO_{2máx}$, $FC_{máx}$ e da máxima PE. Durante o teste, a FC foi mensurada a cada 10 segundos, a taxa de amostragem do VO_2 e ventilação foi respiração a respiração (*breath by breath*).

breath), e a PE foi apontada pelo participante após 30 segundos em cada incremento de velocidade.

O teste na esteira começou com 2 minutos de aquecimento na velocidade de 6 km/h com aumento da velocidade em 0,5 km/h por minuto até a exaustão auto-relatada. O teste poderia ser encerrado pelo pesquisador caso ocorresse um platô do VO_2 mesmo com aumento de carga, atingisse taxa de troca respiratória de 1,15 ou quando o indivíduo atingisse a $FC_{máx}$ prevista pela idade ($220-idade$) e a percepção de esforço fosse maior que 17 (muito intenso) na Escala de Borg (1982) (HOWLEY et al., 1995). Após o teste ser finalizado o avaliado permanecia na esteira por mais três minutos, caminhando em uma baixa intensidade (5km/h) (RODRIGUES-KRAUSE et al., 2014).

3.4.3 Etapa 3: sequência de exercícios de Pilates na *Wunda Chair*

Na terceira etapa, foi realizada a sequência de exercícios do MPC na *Wunda Chair*, a FC foi mensurada a cada 10 segundos e a taxa de amostragem do VO_2 e ventilação foi respiração a respiração (*breath by breath*).

O teste iniciava com 30 minutos em decúbito dorsal, e após, eram coletados os valores de repouso do VO_2 e da FC por 15 minutos, totalizando 45 minutos, e calculou-se a média para servir como valores de referência de repouso. Conforme randomização, o sujeito realizava a sequência de exercícios na *Wunda Chair* com o padrão respiratório sorteado e voltava para a posição de decúbito dorsal até atingir os valores de referência do repouso de VO_2 e da FC, coletados antecipadamente, para então realizar a segunda execução dos exercícios com o outro padrão respiratório. Os padrões respiratórios foram enumerados em 1, inspirar na fase de subida do pedal e expirar na fase da descida do pedal, sendo o padrão 2 o contrário do 1. Os exercícios foram executados de forma contínua, sem intervalo entre eles.

A sequência pré-determinada realizada no equipamento *Wunda Chair* consiste dos seguintes exercícios: *Pull Up*, *Going Up Front*, *Going Up Side* e *Mountain Climber Prep*. Foram utilizadas duas molas, uma de cada lado do aparelho: uma no gancho superior e outra no gancho inferior, ambas previamente calibradas para determinar seu coeficiente elástico (k), sendo 0,77 kg/cm e 0,78 kg/cm, respectivamente.

A descrição dos exercícios foi baseada em Haas, Meurer e Werba (2015) e está de acordo com a linha Clássica do MP.

Pull Ups - De frente para a cadeira. O indivíduo posicionado em pé em frente ao equipamento, com os dois pés sobre o pedal com calcanhares unidos e elevados; com as mãos na parte da frente da cadeira, com os ombros alinhados com os punhos; e, com a cabeça entre os braços. Na posição inicial, o quadril está flexionado em um ângulo aproximado de 90°. Para a execução do movimento, o indivíduo eleva o pedal até o ponto mais alto, aumentando o ângulo de flexão do quadril. Ao final das repetições, o pedal é apoiado na base do equipamento. Foram realizadas cinco repetições do exercício. As figuras 4 e 5 ilustram o exercício.



Figura 4 – Posição Inicial *Pull Up*



Figura 5 – Execução *Pull Up*

Fonte: HAAS; WERBA; MEURER (2015).

Going Up Front – De frente para a cadeira. O indivíduo fica com um pé em cima do equipamento, realizando a flexão de quadril e joelho de aproximadamente 90°; com o outro pé sobre o pedal, com o calcanhar ligeiramente elevado (membro inferior estendido); e, com os braços estendidos em diagonal alta para frente. Para a execução do movimento o indivíduo eleva o pedal até o ponto máximo, enquanto realiza a extensão do joelho e do quadril da perna que está sobre o equipamento. No retorno do movimento, flexiona quadril e joelho do membro inferior que está apoiado no equipamento, sem deixar o pedal encostar na sua base. No final das repetições, o pedal retorna totalmente para a base do equipamento. Foram executadas cinco repetições do exercício para cada perna (direita e esquerda), e cada sujeito decidiu aleatoriamente com qual membro iniciar. As figuras 6 e 7 ilustram o exercício.



Figura 6 – Posição Inicial *Going Up Front*



Figura 7 – Execução *Going Up Front*

Fonte: HAAS; WERBA; MEURER (2015)

Going Up Side – De lado para a cadeira. O indivíduo fica com o pé mais próximo da cadeira em cima do equipamento, posicionado em diagonal com a parte da frente, com o joelho flexionado; o outro pé se posiciona no pedal, totalmente apoiado, na posição paralela e com a perna estendida. Na posição inicial do exercício, o membro inferior que está apoiado no equipamento está em rotação externa de quadril, com joelho e quadril flexionados em um ângulo aproximado de 90°. Um dos braços fica na frente do peito, com o cotovelo flexionado e palma da mão virada para baixo; o outro braço, fica estendido, com a palma da mão para baixo; o olhar é em direção ao braço que está estendido. Para a execução do exercício, o indivíduo eleva o pedal, estendendo o joelho e o quadril do membro inferior que se encontra sobre o equipamento. No retorno do movimento, flexiona quadril e joelho do membro inferior que está apoiado no equipamento, sem deixar o pedal encostar na sua base. No final das repetições, o pedal retorna totalmente para a base do equipamento. Foram executadas cinco repetições do exercício para cada perna (direita e esquerda), e cada sujeito decidiu aleatoriamente com qual membro iniciar. As figuras 8 e 9 ilustram o exercício.



Figura 8 – Posição Inicial *Going Up Side*



Figura 9 – Execução *Going Up Side*

Fonte: HAAS; WERBA; MEURER (2015)

Mountain Climber Prep – De frente para a cadeira. O indivíduo fica com um pé no pedal, com calcanhar levemente elevado e a perna estendida; e, com o outro pé em cima da cadeira, com o joelho flexionado, mantendo a coxa paralela ao chão e as mãos apoiadas na cadeira. Na posição inicial, o membro inferior direito e esquerdo estarão com a articulação do joelho e do quadril flexionada a aproximadamente 90° ; os membros superiores com cotovelos estendidos e ombros flexionados, a aproximadamente 90° ; as mãos ficam apoiadas na parte da frente da cadeira; a coluna vertebral fica em posição de flexão; e o pedal fica elevado. Na execução do exercício, o indivíduo deverá realizar a extensão e flexão do joelho e do quadril do membro inferior que está apoiado no pedal, realizando 8 movimentos (*pumpings*), baixando e subindo o pedal e mantendo o membro inferior que está no *mat* do equipamento com a articulação do quadril e joelho flexionadas a aproximadamente 90° . Foram oito *pumpings* para cada perna (direita e esquerda), e cada sujeito decidiu aleatoriamente com qual membro iniciar. As figuras 10 e 11 ilustram o exercício.



Figura 10 – Posição Inicial *Mountain Climber Prep*



Figura 11 – Execução *Mountain Climber Prep*

Fonte: HAAS; WERBA; MEURER (2015)

3.5 ANÁLISE DE DADOS

No teste máximo, a $FC_{máx}$ e a $PE_{máx}$ foram consideradas como o maior valor atingido durante o teste, para o $VO_{2máx}$, foi identificado o pico no gráfico.

Tanto no teste máximo, quando nas sequências de MPC, para que fossem minimizados os ruídos advindos da aquisição dos gases, respiração por respiração, foi procedida a edição dos mesmos para exclusão das respirações como, por exemplo, tosse, fala, ato de engolir, que não representam a respiração desejada. Foram considerados os valores compreendidos entre a média \pm quatro desvios padrão (OZYENER et al., 2001). Em seguida deu-se a suavização pela média móvel de cinco respirações, em períodos médios de cinco segundos (SOUSA et al., 2010), ampliando a validade do parâmetro estimado.

Nas sequências de MPC, foram identificadas as médias de valores de VO_2 , FC e PE, e seus valores apresentados na forma de percentual em relação ao teste máximo para comparação entre as sequências. Os domínios de intensidades foram identificados a partir dos valores percentuais de VO_2 (GRECO et al., 2013).

3.6 ANÁLISE DE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi testada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. A estatística descritiva foi representada por valores máximos, mínimos, média e desvio padrão. A comparação dos dados, entre padrão respiratórios 1 e 2, foi feita por Teste-t pareado, o nível de significância adotado foi $p \leq 0,05$, e o tamanho de efeito foi calculado por d de Cohen (ESPIRITO-SANTO e DANIEL, 2015). Os dados foram analisados através do *software* SPSS 20.0.

4 RESULTADOS

Participaram do estudo 15 mulheres praticantes do MP há 5 ± 4 anos, com idade 36 ± 7 anos, das quais 60% faz uso de contraceptivo hormonal. Mais da metade das participantes (53%) pratica o MP apenas uma vez por semana, 33% (cinco mulheres) frequenta duas vezes por semana e apenas 13% (duas mulheres) pratica três vezes por semana, nenhuma das participantes tem frequência semanal superior a três vezes por semana. Por outro lado, 80% das mulheres pratica outra atividade física além do MP e, entre as mulheres que frequentam o MP uma vez por semana, somente uma não pratica outra atividade física e, das 15 participantes desse estudo, três praticam menos de três horas de atividade física semanal.

Na Tabela 1 são apresentadas as características das participantes em valores mínimos, máximos, média e desvio padrão. A média do IMC do grupo classificou como normal, somente três mulheres estão com classificação de sobrepeso no IMC. Quanto ao percentual de gordura, sete mulheres apresentaram valores dentro do percentual satisfatório e oito estão acima, sendo a média do grupo um pouco acima do limite indicado de 34% (ACSM, 2014).

Tabela 1 – Caracterização da amostra com valores mínimos, máximos e em média \pm desvio-padrão.

	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm dp$
Tempo prática (anos)	1	12	5 ± 4
Idade (anos)	26	51	36 ± 7
Estatura (cm)	155	172	164 ± 5
Massa (kg)	51,8	75,5	$63,17 \pm 7$
IMC (kg/m ²)	19	27	23 ± 2
Massa Magra (g)	34.191	46.208	$40.480,53 \pm 3.960,95$
Massa Gorda (g)	15.779	27.423	$20.691,27 \pm 3.420,12$
% Gordura	29	38	34 ± 3
DMO (g/cm ²)	1,09	1,38	$1,20 \pm 0,08$
T-SCORE	0,1	3,0	$1,23 \pm 0,84$
Z-SCORE	0,3	2,8	$1,33 \pm 0,80$

\bar{X} = média; dp= desvio padrão; IMC= índice de massa corporal; DMO= densidade mineral óssea.

Os resultados serão apresentados em formato de tabela e separados em três partes: valores máximos atingidos durante o teste máximo e valores de repouso das variáveis FC e VO₂, sequência de exercícios de Pilates na *Wunda Chair* e comparação entre os dois padrões respiratórios distintos.

4.1 VALORES MÁXIMOS E DE REPOUSO

Na Tabela 2 são apresentados os valores mínimos, máximos, a média e o desvio padrão do $VO_{2\text{máx}}$, $FC_{\text{máx}}$ e $PE_{\text{máx}}$ obtidos no teste máximo na esteira. A média do $VO_{2\text{máx}}$ do grupo está classificada como bom para a idade média da amostra, sendo que apenas uma mulher classificou o $VO_{2\text{máx}}$ como ruim, três classificaram como razoável, duas como bom, sete se classificaram como excelente, e duas como superior. Apenas três mulheres não atingiram a $FC_{\text{máx}}$ prevista pela idade ao final do teste, mas todas se aproximaram (<10 bpm), ainda assim, o grupo atingiu a $FC_{\text{máx}}$ prevista para a idade média da amostra. Na escala de Borg o valor que representa o máximo esforço médio do grupo é 18.

Tabela 2 – Valores máximos de VO_2 ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), FC (bpm) e PE obtidos do teste incremental em esteira; e valores de repouso do VO_2 , $\%VO_2$ e FC com valores mínimos, máximos e em média \pm desvio-padrão.

	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm DP$
$VO_{2\text{MAX}}$	32	54	41 ± 6
FC_{MAX}	165	196	185 ± 9
PE_{MAX}	17	20	18 ± 1
$VO_{2\text{REP}}$	3	6	4 ± 1
FC_{REP}	54	81	64 ± 8

\bar{X} = média; dp= desvio padrão; $VO_{2\text{MAX}}$ = consumo de oxigênio de pico; FC_{MAX} = frequência cardíaca de pico; PE_{MAX} = percepção de esforço máximo; $VO_{2\text{REP}}$ = consumo de oxigênio de repouso; FC_{REP} = frequência cardíaca de repouso; bpm= batimentos por minuto.

Ainda na Tabela 2 também podem ser observados os valores do $VO_{2\text{REP}}$ e da FC_{REP} , que foram coletados após 30 minutos em decúbito dorsal e serviram de referência para o intervalo entre a primeira e segunda repetição da série de exercícios na *Wunda Chair*.

4.2 SEQUÊNCIA DE EXERCÍCIOS DE PILATES NA *WUNDA CHAIR*

As Tabelas 3 e 4 apresentam os valores mínimos, máximos e em média e desvio padrão do VO_2 , FC, PE, $\%VO_2$, $\%FC$ e $\%PE$ das sequências completas com padrão respiratório 1 e 2, respectivamente, e de cada exercício separadamente. Tanto na análise total das sequências com padrões respiratórios diferentes como na análise por exercício, os valores percentuais do VO_2 mostram ser de intensidade moderada (abaixo de 50% do $VO_{2máx}$), assim como a FC (62% da $FC_{máx}$) está abaixo de zonas intensas. A PE média das sequências ficou entre leve e um pouco intenso, 12 na escala de Borg, e entre os exercícios flutuou na mesma faixa, sendo 10 para o *Pull Up*, 11 para *Going Up Front*, 12 para *Going Up Side* e 12 para *Mountain Climber Prep*, nos dois padrões respiratórios.

Tabela 3 – Padrão respiratório 1. Valores mínimos, máximos e em média \pm desvio-padrão de VO_2 ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$), FC (bpm), PE, % VO_2 , %FC e %PE obtidos na execução da série de exercícios do MP com o padrão respiratório 1 e em cada exercício da série.

Padrão 1	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm DP$
VO_2	14	24	18 ± 3
% VO_2	32	61	44 ± 7
FC	100	135	115 ± 11
PE	9	14	12 ± 1
%FC	52	72	62 ± 6
%PE	50	72	65 ± 7
VO_2 PU	8	15	12 ± 2
% VO_2 PU	18	42	30 ± 7
FC PU	75	116	93 ± 13
%FC PU	42	62	50 ± 6
PE PU	8	12	10 ± 1
%PE	44	67	55 ± 7
VO_2 GUF	11	21	16 ± 3
% VO_2 GUF	24	54	40 ± 7
FC GUF	97	134	112 ± 11
%FC GUF	50	71	61 ± 6
PE GUF D	9	13	11 ± 1
PE GUF E	9	13	11 ± 1
%PE GUF D	50	76	60 ± 8
%PE GUF E	50	76	61 ± 8
VO_2 GUS	15	27	20 ± 3
% VO_2 GUS	37	70	48 ± 9
FC GUS	107	148	124 ± 12
%FC GUS	55	79	67 ± 6
PE GUS D	9	15	12 ± 2
PE GUS E	9	15	12 ± 1
%PE GUS D	50	79	66 ± 8
%PE GUS E	50	79	66 ± 7
VO_2 MC	13	26	19 ± 4
% VO_2 MC	35	72	47 ± 10
FC MC	108	147	121 ± 13
%FC MC	56	78	65 ± 6
PE MC D	9	14	12 ± 1
PE MC E	9	14	12 ± 1
%PE MC D	45	78	62 ± 8
%PE MC E	45	78	63 ± 9

\bar{X} = média; DP= desvio padrão; VO_2 = consumo de oxigênio; FC= frequência cardíaca; PE= percepção de esforço; % VO_2 = percentual de consumo de oxigênio em relação ao máximo; %FC= percentual da frequência cardíaca em relação ao máximo; %PE= percentual da percepção de esforço em relação ao máximo; PU= *Pull Up*; GUF= *Going Up Front*; GUS= *Going Up Side*; MC= *Mountain Climber Prep*; D= perna direita; E= perna esquerda; bpm= batimentos por minuto.

Tabela 4 – Padrão respiratório 2. Valores mínimos, máximos e em média \pm desvio-padrão de VO_2 ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$), FC (bpm), PE, $\%VO_2$, $\%FC$ e $\%PE$ obtidos na execução da série de exercícios do MP com o padrão respiratório 1 e em cada exercício da série.

Padrão 2	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm DP$
VO_2	14	24	18 ± 3
$\%VO_2$	31	59	43 ± 7
FC	100	140	115 ± 13
PE	9	16	12 ± 2
$\%FC$	53	74	62 ± 6
$\%PE$	50	84	66 ± 9
VO_2 PU	6	18	12 ± 3
$\%VO_2$ PU	13	50	30 ± 8
FC PU	79	118	94 ± 13
$\%FC$ PU	42	63	51 ± 6
PE PU	7	12	10 ± 1
$\%PE$	37	67	56 ± 8
VO_2 GUF	13	22	16 ± 2
$\%VO_2$ GUF	30	53	39 ± 6
FC GUF	99	140	113 ± 13
$\%FC$ GUF	52	74	61 ± 6
PE GUF D	8	13	11 ± 1
PE GUF E	8	13	11 ± 1
$\%PE$ GUF D	42	68	59 ± 8
$\%PE$ GUF E	42	68	59 ± 7
VO_2 GUS	15	26	20 ± 3
$\%VO_2$ GUS	38	68	48 ± 8
FC GUS	108	151	125 ± 13
$\%FC$ GUS	56	80	67 ± 7
PE GUS D	9	15	12 ± 2
PE GUS E	9	15	12 ± 2
$\%PE$ GUS D	47	79	67 ± 10
$\%PE$ GUS E	47	79	66 ± 9
VO_2 MC	11	25	19 ± 3
$\%VO_2$ MC	32	63	46 ± 9
FC MC	103	143	119 ± 15
$\%FC$ MC	55	76	65 ± 7
PE MC D	9	14	12 ± 2
PE MC E	9	14	12 ± 2
$\%PE$ MC D	45	78	64 ± 9
$\%PE$ MC E	45	76	64 ± 9

\bar{X} = média; DP= desvio padrão; VO_2 = consumo de oxigênio; FC= frequência cardíaca; PE= percepção de esforço; $\%VO_2$ = percentual de consumo de oxigênio em relação ao máximo; $\%FC$ = percentual da frequência cardíaca em relação ao máximo; $\%PE$ = percentual da percepção de esforço em relação ao máximo; PU= *Pull Up*; GUF= *Going Up Front*; GUS= *Going Up Side*; MC= *Mountain Climber Prep*; D= perna direita; E= perna esquerda; bpm= batimentos por minuto.

4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS PADRÕES RESPIRATÓRIOS

Os resultados da comparação das respostas das variáveis fisiológicas nos dois padrões respiratórios são apresentados na Tabela 5 em média e desvio padrão, limites inferiores e superiores do intervalo de confiança (95%), teste-t com 14 graus de liberdade, valor de p e tamanho de efeito pelo método d de Cohen. Os resultados demonstram não haver diferenças nas respostas fisiológicas avaliadas entre os dois padrões respiratórios ($p > 0,05$) e o tamanho do efeito foi insignificante ($d < 0,19$).

Tabela 5 – Resultados da comparação dos valores obtidos de VO_2 , FC, PE, $\%VO_2$, $\%FC$ e $\%PE$ entre a execução da série de exercícios com o padrão respiratório 1 e com o padrão respiratório 2. Valores em média \pm desvio-padrão das diferenças, limites]inferior e superior[do intervalo de confiança da média (95%), teste-t, valor do p e do d de Cohen.

	$\bar{X} \pm DP$	]limites IC[	Teste t_{14}	p	d-Cohen
VO_2	$-0,28 \pm 1,04$	] -0,85; 0,29[	-1,05	0,31	0,11
$\%VO_2$	$-0,80 \pm 2,46$	] -2,16; 0,56[	-1,26	0,23	0,11
FC	$0,43 \pm 4,08$	] -1,84; 2,69[	0,40	0,69	0,04
$\%FC$	$0,13 \pm 2,10$	] -1,03; 1,30[	0,25	0,81	0,02
PE	$0,13 \pm 1,13$	] -0,49; 0,76[	0,46	0,65	0,09
$\%PE$	$0,93 \pm 5,98$	] -2,39; 4,25[	0,60	0,56	0,12

\bar{X} = média; DP= desvio padrão; VO_2 = consumo de oxigênio; FC= frequência cardíaca; PE= percepção de esforço; $\%VO_2$ = percentual de consumo de oxigênio em relação ao máximo; $\%FC$ = percentual da frequência cardíaca em relação ao máximo; $\%PE$ = percentual de percepção de esforço em relação ao máximo; IC= intervalo e confiança da média (95%); d-Cohen= tamanho de efeito.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo mensurar e comparar as respostas fisiológicas de dois padrões respiratórios distintos na execução de uma sequência pré-definida do MPC na *Wunda Chair* em mulheres praticantes do método. Para tanto, o $VO_{2máx}$, $FC_{máx}$ e PE foram mensurados em um teste máximo de esteira e durante a execução da sequência de exercícios na *Wunda Chair*. Valores percentuais em relação ao teste máximo de esteira foram definidos para a sequência em dois padrões respiratórios distintos, para comparação, e o domínio de intensidade da sequência foi identificado.

Seguindo a ordem de apresentação dos resultados, a discussão dos mesmos será apresentada em três sessões: valores máximos e de repouso, que diz respeito aos valores obtidos no teste incremental; sequência de exercícios de Pilates na *Wunda Chair*, que trata dos achados durante a execução dos exercícios do MP; e, comparação entre os padrões respiratórios, que trata dos resultados quando comparados os valores obtidos na sequência com dois padrões respiratórios distintos. Finalizando a discussão serão levantadas algumas ideias sobre as características da amostra e as repostas fisiológicas do estudo.

5.1 VALORES MÁXIMOS E DE REPOUSO

No que diz respeito ao consumo de oxigênio, a média do $VO_{2máx}$ (41 ± 6 ml.kg⁻¹.min⁻¹) obtida foi classificada como boa para idade média das participantes (36 ± 7 anos), segundo a classificação do ACSM (2014). A média do VO_{2REP} foi de 4 ± 1 ml.kg⁻¹.min⁻¹. Não se tem conhecimento de outro estudo que tenha avaliado o $VO_{2máx}$ de praticantes experientes do MPC, tornando-se difícil discutir os achados com outras pesquisas desenvolvidas na área.

Entretanto, alguns estudos compararam os efeitos do MP no solo e/ou em aparelhos nas respostas fisiológicas em diferentes populações (pacientes com insuficiência cardíaca, com AVC crônico, indivíduos com sobrepeso e obesidade, estudantes universitários, corredores e mulheres sedentárias), após um período de treinamento do MP (entre 8, 10, 12 e 16 semanas até 6 meses de intervenção), entre duas a três vezes por semana, e obtiveram respostas significativamente positivas no $VO_{2máx}$ na comparação entre o pré e pós intervenção (GUIMARÃES *et*

al., 2012; LIM e YOON, 2007; RAYES *et al.*, 2019; TINOCO-FERNÁNDEZ *et al.*, 2016; FINNATO *et al.*, 2018; MIKALACKI *et al.*, 2017; PICOLLI, 2010). Alguns estudos associaram outro tipo de treinamento aeróbico (30 minutos de caminhada na esteira, treinamento de corrida, treinamento aeróbico com uso do aparelho Step) que podem ter influenciado no aumento do $VO_{2máx}$ após o período de intervenção (GUIMARÃES *et al.*, 2012; FINNATO *et al.*, 2018; MIKALACKI *et al.*, 2017). Porém, quando comparado ao grupo controle, que teve o mesmo treinamento aeróbico, mas sem a prática do MP, os valores dos grupos com o MP associado foram superiores (GUIMARÃES *et al.*, 2012; FINNATO *et al.*, 2018). Somente o estudo de Gildenhuis *et al.* (2013) não encontrou melhora significativa no $VO_{2máx}$ de mulheres idosas, após oito semanas de treinamento com o MP, três vezes por semana. É importante ressaltar que este estudo utilizou o teste de 6 minutos e uma equação para calcular o $VO_{2máx}$, mas quando calculado em valores relativos, com peso corporal, é possível observar uma melhora no VO_2 . Além disso, os exercícios utilizados não são descritos no estudo, o que dificulta a interpretação desse resultado.

Esses achados indicam que o MP realmente tem efeitos positivos nos parâmetros cardiorrespiratórios das amostras estudadas, mesmo quando associado a outra atividade aeróbica. Essas evidências sustentam o resultado do $VO_{2máx}$ da nossa amostra, que teve a média de classificação como boa, mesmo em diferentes idades, frequência de prática ou associada a outro treinamento.

Quando comparado ao valor de outras populações praticantes do MP, o $VO_{2máx}$ de mulheres fisicamente ativas e praticantes do MP há mais de um ano é superior ao encontrado em pacientes com insuficiência cardíaca ($25 \pm 6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), pacientes com AVC crônico ($14 \pm 3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), indivíduos com sobrepeso e obesidade ($24 \pm 5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), mulheres idosas ($18 \pm 2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), mulheres sedentárias (30 ± 4 e $39 \pm 5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), e estudantes universitários ($35 \pm 7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Porém, é inferior ao $VO_{2máx}$ de corredores ($59 \pm 2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), por se tratar de um grupo jovem (média de 18 anos) e com, no mínimo, nove meses de experiência na corrida de cinco km. Portanto, é esperado que tenham melhor desempenho no $VO_{2máx}$ (GUIMARÃES *et al.*, 2012; LIM e YOON, 2007; RAYES *et al.*, 2019; MIKALACKI *et al.*, 2017; PICOLLI, 2010; TINOCO-FERNÁNDEZ *et al.*, 2016; FINNATO *et al.*, 2018).

A $FC_{máx}$ média atingida pela amostra estudada no teste incremental na esteira foi de $185 \pm 9 \text{ bpm}$, ficando dentro da $FC_{máx}$ prevista para a idade média da amostra.

A mesma foi composta por mulheres adultas ativas, sendo assim, é esperado que a $FC_{\text{máx}}$ seja superior ao valor encontrado em outros estudos que avaliaram pacientes com insuficiência cardíaca (144 ± 24 bpm), indivíduos sedentários com sobrepeso e obesidade (155 ± 16 bpm) e mulheres sedentárias (173 ± 12 bpm) (GUIMARÃES *et al.*, 2012; RAYES *et al.*, 2019; MIKALACKI *et al.*, 2017). Entretanto, ficou próximo ao valor encontrado em estudantes universitários (183 ± 20 bpm) e inferior ao encontrado em outro estudo com mulheres sedentárias (193 ± 17 bpm) (TINOCO-FERNÁNDEZ *et al.*, 2016; PICOLLI, 2010). Quando comparado a sujeitos com alguma condição clínica ou sedentários, é esperado uma condição cardiorrespiratória máxima inferior em relação a indivíduos treinados, sendo aceitável encontrar valor semelhante a estudantes universitários, mesmo sendo considerados não ativos, uma vez que a amostra que foi utilizada no estudo é mais jovem (entre 18 e 35 anos). Uma possível explicação para o valor da $FC_{\text{máx}}$ no estudo de Picolli (2010) com mulheres sedentárias ter sido superior é que, além da amostra ser mais jovem (29 ± 4 anos), o valor da FC_{REP} (77 ± 12 bpm) foi superior ao do presente estudo (64 ± 8 bpm).

Outros autores que verificaram a FC_{REP} em praticantes do MP também obtiveram valores superiores ao desse estudo, por se tratar de sujeitos com insuficiência cardíaca, AVC crônico e sedentários. Ainda, todos reduziram significativamente a FC_{REP} após o período de intervenção com MP, demonstrando que o mesmo tem efeitos positivos sobre a FC_{REP} em diferentes populações, e apoiando o valor inferior da FC_{REP} encontrado nesse estudo (GUIMARÃES *et al.*, 2012; LIM e YOON, 2007; PICOLLI, 2010).

O ponto da PE_{MAX} foi de 18 ± 1 , que está de acordo com o mínimo necessário para validar o teste incremental (Borg ≥ 17), sendo o momento em que se atinge a fadiga (ACSM, 2014). A seguir vamos discutir sobre o comportamento da PE, do VO_2 e da FC durante a execução dos exercícios do MP.

5.2 SEQUÊNCIA DE EXERCÍCIOS DE PILATES NA WUNDA CHAIR

Confirmando a primeira hipótese do estudo, a sequência pré-definida na *Wunda Chair* com dois padrões respiratórios diferentes mostrou que os valores percentuais do VO_2 , aproximadamente 44%, são de domínio de intensidade moderada (GRECO *et al.*, 2013). A média do percentual da FC atingida nos dois

padrões respiratórios, aproximadamente 62%, demonstra intensidade leve, segundo a ACSM (2014). A média da PE das sequências ficou entre leve e um pouco intenso, aproximadamente no ponto 12, segundo classificação da escala de Borg (1982). Os resultados do presente estudo conflitam com os resultados dos poucos estudos encontrados na literatura que também avaliaram VO_2 e FC durante a execução dos exercícios do MP, mas corrobora com estudos que avaliaram a PE.

Os estudos que avaliaram o VO_2 durante a execução de exercícios do MP demonstraram intensidades leve nos exercícios avaliados, com valores entre pouco mais de 1 MET ($4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e $9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (SÁ *et al.*, 2012; ANDRADE, 2016). Mesmo quando avaliado individualmente cada exercício, os valores encontrados nesse estudo são superiores (PU média de $12 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, GUF média de $16 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, GUS média de $20 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e MC média de $19 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Essa diferença provavelmente foi ocasionada pelos períodos de descanso realizados entre a execução dos exercícios nos estudos citados, enquanto nesse estudo os exercícios foram realizados de forma contínua, sem intervalo entre eles.

O mesmo ocorre com a FC, estudos que verificaram a FC e %FC obtiveram valores de 107 bpm em exercícios de solo, 53% da $FC_{\text{máx}}$; e, 104 bpm durante uma aula completa no solo (ANDRADE, 2016; JAGO *et al.*, 2006). Quanto aos exercícios em aparelhos, os valores ficaram em 98 bpm, 49% da $FC_{\text{máx}}$; e, 109 bpm, 45% da $FC_{\text{máx}}$ (ANDRADE, 2016; SILVA *et al.*, 2014). Esses valores são inferiores aos obtidos na amostra estudada, pois, alguns estudos fizeram intervalo de um a dois minutos entre os exercícios (ANDRADE, 2016; SILVA *et al.*, 2014), enquanto nesse estudo manteve-se a fluidez na execução da sequência completa. Já o estudo de Jago *et al.* (2006) analisou uma aula de solo completa e obteve baixo valor de FC, porém a idade média da amostra era de 11 anos, composta de apenas quatro meninas, e os exercícios não foram descritos no estudo. Sendo assim, a intensidade da aula pode ter sido insuficiente para que o grupo alcançasse maiores valores de FC durante a sessão.

Estudos que avaliaram uma aula completa de MP, com exercícios de aparelhos e solo, obtiveram valores diferentes entre si. Enquanto um estudo obteve 89 bpm, outro obteve, em quatro aulas avaliadas, valores entre 141 bpm e 154 bpm, sendo entre 73% e 80% da $FC_{\text{máx}}$; e, outro obteve 86 bpm, correspondendo a 63% da $FC_{\text{máx}}$ (MAGALHÃES *et al.*, 2009; PICOLLI, 2010; RAYES *et al.*, 2019). A diferença entre os estudos ocorreu, pois no primeiro estudo a FC não foi mensurada

durante a aula, e sim, imediatamente após o término, o que pode ter permitido a queda da FC (MAGALHÃES *et al.*, 2009). O valor superior da FC encontrado no segundo estudo já era esperado, uma vez que Picolli (2010) avaliou uma aula completa de uma hora, sem intervalos, em mulheres sedentárias. Entretanto, Rayes *et al.* (2019) também avaliaram uma hora de aula completa, em indivíduos com sobrepeso ou obesidade, e obteve valores inferiores, possivelmente influenciados pela característica da amostra, e pelos cinco minutos finais da aula com exercícios respiratórios de volta a calma.

Esses resultados indicam que, para atingir maiores intensidades durante uma aula de MP, é necessário respeitar o princípio da fluidez do MPC. Assim como no presente estudo, que avaliou apenas quatro exercícios, porém, não foi realizado intervalo entre a execução dos mesmos, como ocorre durante uma aula do MP.

Entre os estudos que avaliaram a PE, somente um utilizou a escala de Borg, e obteve valor semelhante ao do presente estudo (SILVA *et al.*, 2014). Ainda que a escala de PE tenha sido diferente, o resultado aqui encontrado, em que a média da sequências de exercícios ficou entre leve e pouco intenso, vai ao encontro dos resultados encontrados na literatura, mesmo que a amostra e os exercícios sejam diferentes (ANDRADE, 2016; JAGO *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2014). Esse achado reforça a possibilidade de que os baixos valores do VO_2 e FC tenham sido causados pelos intervalos entre os exercícios, uma vez que a PE se manteve muito semelhante entre os estudos.

Ao analisar o VO_2 , mesmo que separadamente, os quatro exercícios se classificam no domínio de intensidade moderado, pois seus valores ficaram entre 30 e $48\%VO_{2m\acute{a}x}$. O PU teve menor valor de consumo, seguido do GUF, MC, e finalizando com o GUS, que teve o maior VO_2 . Ao avaliar a FC e $\%FC$ de cada um dos exercícios executados na *Wunda Chair*, percebe-se que o PU foi considerado o exercício de menor intensidade, classificado como muito leve (aproximadamente 94 bpm e $51\%FC_{m\acute{a}x}$), seguido do GUF (112 bpm e $61\%FC_{m\acute{a}x}$), classificado como leve. O mais intenso foi o GUS (124 bpm e $67\%FC_{m\acute{a}x}$), classificado como moderado, seguido do MC, também classificado como moderado (120 bpm e $65\%FC_{m\acute{a}x}$). A PE confirma essa ordem de intensidade sendo 10 para PU, 11 para GUF e 12 para GUS e MC.

Por acreditar-se que a sobrecarga do exercício anterior pode influenciar na resposta do VO_2 , da FC e da PE do próximo exercício, a análise das variáveis por

exercício no atual estudo é limitada, uma vez que não houve intervalo entre eles e a ordem de execução não foi randomizada. O objetivo desse estudo foi analisar a sequência completa, como em uma aula, priorizando a fluidez do movimento e da respiração, que são princípios do MPC.

5.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS PADRÕES RESPIRATÓRIOS

A segunda hipótese também foi confirmada, não houve diferença estatística nas respostas fisiológicas (VO_2 , FC e PE) entre as sequências de exercícios nos dois padrões respiratórios analisados ($p > 0,05$). Assim como, o tamanho de efeito é insignificante para a amostra estudada ($d < 0,19$), ou seja, o momento que se inspira ou expira durante a execução dos exercícios não difere na intensidade do exercício e nem na percepção de esforço dos sujeitos.

Não se tem conhecimento, até o momento, de outro estudo que tenha comparado a execução dos exercícios de Pilates em diferentes momentos de inspiração e expiração. Um dos estudos que definiu o momento da respiração no exercício tratou de pacientes com fibrose cística, e a respiração deveria ser coordenada com o movimento, com a expiração forçada e a inspiração natural; porém, não foi descrito em que fase do movimento foi feita cada fase da respiração (FRANCO *et al.*, 2014). O estudo de Lopes, Ruas e Patrizzi (2014) avaliou mulheres idosas, e definiu que a execução do movimento deveria ser durante a expiração, dando a entender que seria na fase concêntrica do movimento. Entretanto, essa informação não está clara na descrição do estudo. Ambos estudos avaliaram a força muscular respiratória e obtiveram resultados positivos, mas nenhum dos dois estudos avaliou as variáveis do presente estudo para possível comparação. Já no estudo de Sá *et al.* (2012), o momento da respiração foi bem definida, a expiração foi realizada sempre no início do movimento concêntrico; porém, a metodologia utilizada no estudo, as variáveis e os exercícios diferentes impossibilitam a discussão de seus resultados com os encontrados nesse estudo.

Embora Joseph Pilates considerasse importante o controle sobre a respiração, sendo esse um princípio do MP, nunca deixou explícito o ideal momento de inspirar e expirar durante a execução dos seus exercícios. Porém, sabe-se que fazer apneia durante a atividade física deve ser evitado, uma vez que eleva a pressão arterial (BARUZZI, GRINBERG e PILEGGI, 1987; MINATEL, *et al.* 2012;

PLOWMAN e SMITH, 2009). Sendo assim, coordenar a respiração com o movimento parece ser o ideal.

O atual estudo mostrou não haver relação entre o momento da respiração e a intensidade dos exercícios analisados, tanto na PE quanto nos parâmetros fisiológicos. Pode-se considerar, assim, que inspirar ou expirar, tanto na fase concêntrica como na fase excêntrica do movimento, não é um aspecto relevante.

5.4 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS

Analisando algumas características da amostra estudada, destaca-se que as participantes desse estudo foram mulheres com experiência prática no MP em média cinco anos; dentre as quais o maior período de experiência foi 12 anos e o menor período foi um ano. Embora a maior parte da amostra (8 participantes) tenha frequência semanal de apenas uma vez por semana, devido à prática de outras atividades físicas associadas à prática do MP, a maioria está dentro da recomendação da ACSM (2011) de praticar no mínimo 150 minutos semanais de atividade física de intensidade moderada. Somente três participantes praticam menos de três horas semanais de atividade física.

O resultado médio do IMC foi classificado como normal. Somente três mulheres foram classificadas com sobrepeso. Ainda que a medida do IMC não seja totalmente fidedigna, através da avaliação realizada pelo DEXA foi possível confirmar que o percentual de gordura das mesmas três mulheres está acima do aceitável (20 a 32%) e de mais outras cinco mulheres também, elevando a média do grupo para 34%, dado que também está acima do recomendado pela ACSM (2014).

Sabe-se que o VO_2 é afetado pela proporção de massa muscular, quanto mais músculos, maior o valor de VO_2 , entretanto, sabe-se também que quanto mais bem treinado o indivíduo, maior a economia mecânica na execução do movimento, logo, menor o VO_2 , em especial da atividade física de domínio (CAPUTO e DENADAI, 2004; FINNATO *et al.*, 2018; ROWLANDS, 2009). Sendo assim, a amostra selecionada é fisicamente ativa, não apresenta obesidade e está bem condicionada aos exercícios do MP, o que pode influenciar tanto nas respostas fisiológicas como na PE durante a atividade. Com isso, os parâmetros fisiológicos, como valores atingidos no teste máximo e valores de repouso, tiveram bons resultados.

Tendo em vista essas considerações, é importante ressaltar que, para a amostra estudada, os exercícios analisados se classificaram no domínio de intensidade moderado; pelo %FC apresentaram intensidade leve; e, pela escala de Borg, a PE da sequência foi entre leve e um pouco intenso. Entretanto, para que essas afirmações se apliquem em outras populações, mais investigações são necessárias.

Para atingir maiores intensidades durante uma aula de MP, é necessário respeitar o princípio da fluidez do MPC, mantendo-se mais fidedigna a realidade da prática do MP. Além disso, estudos que encontraram baixos valores do VO_2 e FC fizeram intervalos de um e dois minutos entre os exercícios, mas mantiveram PE semelhantes entre si e ao atual estudo, levando a compreender que esse período de intervalo seja suficiente para interferir nas respostas fisiológicas.

Em primeira análise, os exercícios PU e GUF parecem ser os mais indicados para se introduzir ao aluno na sequência proposta, uma vez que apresentaram menores valores nas variáveis estudadas, seguido, posteriormente, do MC e, por último, o GUS. Entretanto, essa afirmação ainda precisa ser testada, devido à ausência de randomização entre os exercícios e os membros inferiores.

5.5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Entre as limitações da pesquisa pode-se destacar o fato de a ordem dos exercícios não ter sido randomizada, assim como, a escolha do membro inferior que iria iniciar o movimento. A falta dessa randomização deixou uma lacuna quanto a análise individual de cada um dos exercícios, sendo essa uma sugestão para futuras pesquisas, juntamente com a análise biomecânica, para comparar as respostas fisiológicas com a ativação muscular, durante a execução dos exercícios do MP.

A análise de apenas quatro exercícios, apesar de manter a fluidez na execução como em uma aula do MP, limita as respostas fisiológicas. Sugere-se, assim, a realização de pesquisas que quantifiquem as respostas fisiológicas de cada exercício. Também se faz necessário a análise de aulas completas, para que se possa ter uma visão do MP como um todo, aproximando-se da realidade do instrutor e aluno.

Outra limitação encontrada nesse estudo é quanto a seleção da amostra, participaram da pesquisa mulheres adultas, com idades muito diversas, assim,

nossa voluntária mais jovem tem 26 anos, enquanto a mais velha tem 51. Sabe-se que a idade é uma variável que afeta as respostas fisiológicas. Além disso, grande parte das participantes praticavam outras atividades físicas além do MP, assim como, algumas têm mais tempo de prática no MP em relação a outras, o que interfere no nível de treinamento dos sujeitos e, conseqüentemente, na economia mecânica do movimento e PE.

Quanto a análise dos padrões respiratórios, uma análise mais completa poderia ser feita, além dos dois padrões respiratórios, uma execução com respiração natural, sem ser guiada pelo instrutor, poderia ser comparada.

5.6 APLICAÇÕES PRÁTICAS

Os resultados da análise das variáveis do presente estudo têm como propósito apoiar instrutores de Pilates na maior compreensão do método e na elaboração de suas aulas. Entender as respostas fisiológicas dos exercícios e a PE permite ao instrutor maior acurácia na prescrição individualizada de exercícios. Conhecendo os domínios de intensidade dos exercícios de Pilates, o instrutor pode orientar melhor seus alunos quanto a frequência da prática da atividade, conforme a recomendação da ACSM (2011).

6 CONCLUSÕES

O objetivo desse estudo é responder a seguinte questão: Quais os percentuais atingidos de consumo de oxigênio máximo ($VO_{2máx}$), frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$) e percepção de esforço (PE) durante a execução de uma sequência de exercícios pré-definidos de MPC na *Wunda Chair* em dois padrões respiratórios distintos?

Após a análise e discussão dos resultados, conclui-se que os valores percentuais de $VO_{2máx}$, $FC_{máx}$ e PE atingidos durante a sequência pré-definida na *Wunda Chair* podem ser considerados como moderado. O instrutor de Pilates deve estar atento ao momento da aula em que irá incluir essa sequência, uma vez que não é uma sequência leve, não deve ser aplicada para um aluno iniciante ou no início da aula, sem aquecimento ou preparação prévia com a prática de outros exercícios do MP.

Não foi encontrada diferença entre as respostas fisiológicas nos dois padrões respiratórios analisados, sendo assim, o aluno poderia executar esse sequência com o padrão respiratório de sua preferência. Porém, destaca-se que indicar o momento de inspiração ou expiração durante a execução dos movimentos, pode ser um exercício de controle sobre a mesma. Nesse sentido, o instrutor, a fim de orientar o aluno durante o movimento, poderia facilitar ou desafiar o padrão respiratório de preferência do aluno.

REFERÊNCIAS

American College of Sports Medicine. **Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 9th ed. Philadelphia (PA): Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2014.

American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports e Exercise**. Vol., 43(7):1334-1359, jul. 2011.

ANDRADE, Letícia de Souza. **Custo energético e comportamento cardiovascular durante as sessões de Pilates solo e aparelho**. 2016. 49 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Católica de Brasília, Brasília-DF, 2016.

ARSLANOGLU, E.; SENEL, O. Effects of pilates training on some physiological parameters and cardiovascular risk factors of middle-aged sedentary women. **International Journal of Sport Studies**. Vol., 3 (2), 122-129, 2013.

BARUZZI, A. C. A.; GRINBERG, M.; PILEGGI, F. Manobra de Valsalva: mecanismos e aplicações clínicas. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. Vol., 48 (6):383-387, jun. 1987.

BEMBEN, D.A.; SALM, P. C.; SALM, A.J. Ventilatory and blood lactate responses to maximal treadmill exercise during the menstrual cycle. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. Vol., 35: 257–262, 1995.

BERNARDO, L. M. Effectiveness of Pilates training in healthy adults. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**. Vol., 11, 106–110, 2007.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol., 14, 377-381, 1982.

CAPUTO, F. DENADAI, B. S. Effects of aerobic endurance training status and specificity on oxygen uptake kinetics during maximal exercise. **European Journal of Applied Physiology**. Vol., 93: 87-95, 2004.

CRUZ, T. M. F. **Método Pilates: uma nova abordagem**. 1ª ed. São Paulo: Phorte, 2013.

ESPIRITO-SANTO, H. DANIEL, F. Calcular e apresentar tamanhos de efeito em trabalhos científicos (1): As limitações do $p < 0,05$ na análise de diferenças de médias de dois grupos. **Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social**. Vol., 1(1): 3-16, 2015.

ESTON, R. *et al.* Human body composition. In: ESTON, R.; REILLY, T. **Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data**. Volume 1: Antrhopometry. 3ª ed. Oxon: Routledge, 2009. Cap.1, p.5-53.

FAWKNER, S. G.; ARMSTRONG, N. Oxygen Uptake Kinetic Response to Exercise in Children. **Sports Medicine**. Vol., 33 (9):651-669, 2003.

FINNATO, P. *et al.* Pilates training improves 5-km run performance by changing metabolic cost and muscle activity in trained runners. **PLoS ONE**. Vol., 13(3):1-19, março, 2018.

FRANCO, C. B. *et al.* Efeitos do Método Pilates na força muscular e na função pulmonar de pacientes com fibrose cística. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. Vol., 40(5):521-527, 2014.

GAESSER, G. A., POOLE, D. C. The Slow Component of Oxygen Uptake Kinetics in Humans. **Exercise and Sport Sciences Reviews**. Vol., 24:35-71, 1996.

GAYA, A. *et al.* **Ciências Movimento Humano: introdução a metodologia da pesquisa**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

GILDENHUYS, G. M. *et al.* Evaluation of pilates training on agility, functional mobility and cardiorespiratory fitness in elderly women. **African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance**. Vol., 19(2):505-512, jun. 2013.

GRECO, C. C. *et al.* How Narrow is the Spectrum of Submaximal Speeds in Swimming? **Journal of Strength and Conditioning Research**. Vol., 27(5): 1450–1454, 2013.

GRECO, C. C.; CAPUTO, F.; DENADAI, B. S. Critical power and maximal oxygen uptake: Estimating the upper limit of the severe domain, a new challenge? **Science & Sports**. Vol., 23: 216–222, 2008.

GUIMARÃES, G. V. *et al.* Pilates in heart failure patients: a randomized controlled pilot trial. **Cardiovascular Therapeutics**. Vol., 30:351-356, 2012.

HAAS, A.; WERBA, D.; MEURER, J. **Método Pilates – Manual de Formação – Escola Corper**. 1ª ed. Porto Alegre, 2015.

HAUGEN, H. A.; CHAN, L. N.; LI F. Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. **Nutrition in Clinical Practice**. Vol., 22:377-388, ago. 2007.

HOWLEY, E.T.; BASSETT, D.R.; WELCH, H.G. Criteria for maximal oxygen uptake; review and commentary. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. Vol., 27:1292–1301, set. 1995.

ISACOWITZ, R.; CLIPPINGER, K. **Anatomia do Pilates**. Barueri, SP: Manole, 2013.

JAGO, R., *et al.* Effect of 4 weeks of Pilates on the body composition of young girls. **Preventive Medicine**. Vol., 42:177– 180, 2006.

JESUS, L. T., *et al.* Efeitos do Método Pilates sobre a função pulmonar, a mobilidade toracoabdominal e a força muscular respiratória: ensaio clínico não randomizado, placebo-controlado. **Fisioterapia e Pesquisa**. Vol., 22(3):213-22, 2015.

LATEY, P. The Pilates Method: History and Philosophy. **Journal of Bodywork Movement Therapies**. Vol., 5(4): 275-82, 2001.

LIM, H. S.; YOON, S. The effects of pilates exercise on cardiopulmonary function in the chronic stroke patients: a randomized controlled trials. **The Journal of Physical Therapy Science**. Vol., 29, 5: 959 - 963, 2017.

LOPES, E. D. S.; RUAS, G.; PATRIZZI, L. J. Efeitos de exercícios do Método Pilates na força muscular respiratória de idosas: um ensaio clínico. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. Rio de Janeiro, vol. 17(3):517-523, 2014.

MAGALHÃES, F., *et al.* Comportamento da pressão arterial e da frequência cardíaca em uma aula utilizando o método Pilates. **Revista Brasileira de Prescrição e fisiologia do Exercício**. São Paulo, v.3(15):208-216, maio/ junho, 2009.

MASSEY, Paul. **Pilates: uma abordagem anatômica**. Barueri, SP: Manole, 2012.

MINATEL, V., *et al.* Avaliação da frequência cardíaca à medida de pressão expiratória máxima estática e à manobra de Valsalva em jovens saudáveis. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. São Carlos, vol. 16,5:406-13, set./out. 2012.

MIKALACKI, M.; COKORILO, N.; RUIZ-MONTEIRO, P. J. The Effects of a Pilates-Aerobic Program on Maximum Exercise Capacity of Adult Women. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. Vol. 23(3):246-249, 2017.

MUSCOLINO, J.; CIPRIANI, S. Pilates and "Powerhouse". **Journal of Bodywork Movement Therapies**. Vol. 8(1):15-24, 2004.

OZYENER, F., *et al.* Influence of exercise intensity on the on- and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. **Journal of Physiology**. Vol. 533(Pt 3):891-902, 2001.

PANELLI, Cecilia; DE MARCO, Ademir. **Método Pilates de condicionamento do corpo: um programa para toda vida**. 2ª ed. São Paulo: Phorte, 2009.

PICOLLI, Francine. **Efeitos do treinamento proporcionado pelo Método Pilates Clássico nas aptidões físicas em mulheres saudáveis: um Ensaio Clínico Controlado**. 2010. 162 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

PILATES-GRATZ.COM. Disponível em:
<<https://www.pilates-gratz.com/collections/chair-apparatus/products/wunda-chair>>. Acesso em: 21/05/2018.

PILATES, Joseph Hubertus. **A Obra Completa de Joseph Pilates: Sua saúde e O retorno à vida pela Contrologia** (coautoria de William John Miller); traduzido por Cecília Paneli. – São Paulo: Phorte, 2010.

POWERS, Scott K.; HOWLEY, Edward. **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho**. 8ª ed. Barueri: Manole, 2014.

PLOWMAN, Sharon A.; SMITH, Denise L. **Fisiologia do Exercício para Saúde, Aptidão e Desempenho**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

RAYES, A. B. R., *et al.* The effects of Pilates vs. aerobic training on cardiorespiratory fitness, isokinetic muscular strength, body composition, and functional tasks outcomes for individuals who are overweight/obese: a clinical trial. **PeerJ**. 7:e6022, fev. 2019.

RODRIGUEZ, José. **Pilates**. São Paulo: Marco Zero. 2006.

RODRIGUES-KRAUSE, J., *et al.* Oxygen Consumption and Heart Rate Responses to Isolated Ballet Exercise Sets. **Journal of Dance Medicine**. Vol., 18(3):99-105, 2014.

ROWLANDS, A. V. Field methods of assessing physical activity and energy balance. In: ESTON, R.; REILLY, T. **Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data**. Volume 1: Anthropometry. 3ª ed. Oxon: Routledge, 2009. Cap.6, p.163-183.

SÁ, C. K. C. *et al.* Avaliação do gasto energético em exercícios do Método Pilates. In: CONGRESSO NORDESTE DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 4., 2012, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana, 2012. p.48-55.

SILER, Brooke. **O Corpo Pilates: um guia para o fortalecimento, alongamento e tonificação sem o uso de máquinas**. São Paulo: Summus, 2008.

SILER, Brooke. **Desafios do Corpo Pilates: na academia, em casa e no dia a dia**. São Paulo: Summus, 2009.

SILVA, M. L. *et al.* Parâmetros Cardiovasculares e Gasto Energético Indireto no Pilates. **Ciência em Movimento**. Vol., 32:17-25, jan. 2014.

SOUSA, A., *et al.* Comparasion between VO_{2peak} and VO_{2max} at different time intervals. **Open Sports Science Journal**. Vol., 3:22-4, 2010.

TINOCO-FERNÁNDEZ, M. *et al.* The Pilates method and cardiorespiratory adaptation to training. **Research in Sports Medicine**. Vol., 24, 3:266–271, 2016.

UNGARO, A. **Pilates para fazer em casa**. São Paulo: Publifolha, 2011.

XU, F. EDWARD, C. R. Oxygen Uptake Kinetics During Exercise. **Sports Medicine**. Vol., 27 (5): 313-327, maio, 1999.

WINGET, C. H.; DE ROSHIA, C. W.; HOLLEY, D. C. Circadian rhythms and athletic performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol., 17:498-516, 1985.

WHIPP, B. J.; WARD, S. A. Physiological determinants of pulmonary gas Exchange kinetics during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol., 22(1):62-71, 1990.

APÊNDICE A: Termo de Consentimento

Título da pesquisa:	Respostas fisiológicas de dois padrões respiratórios distintos na execução de uma sequência pré-definida de Pilates clássico na <i>Wunda Chair</i> .
Pesquisador responsável:	Aline Nogueira Haas
Nome completo da participante:	
<p>Você está sendo convidada como voluntário a participar desta pesquisa, por ter o perfil da população necessária para que a mesma se realize. O estudo tem por objetivo avaliar as demandas fisiológicas de uma sequência de movimentos pré-definida do Pilates clássico na <i>Wunda Chair</i>.</p> <p>Se você autorizar a sua participação, você fará um exame da composição corporal através de imagem por absorciometria de raio-x de dupla energia (DEXA), que não é invasivo e dura menos de 10 minutos. Esse exame libera uma radiação extremamente baixa, semelhante a radiação ambiental que recebemos num dia de sol.</p> <p>O primeiro teste que você deverá participar é um teste de esforço máximo, que será realizado em esteira rolante. Este teste será realizado com o aumento progressivo do nível de esforço, até que você queira interromper a sua realização. O teste terá duração máxima de 15 minutos e você estará respirando através de uma máscara, conectada a um equipamento para analisar seus gases respiratórios. Você fará uma familiarização prévia com a máscara de gases e o equipamento que analisará os gases respiratórios, que ficará junto a seu corpo como uma mochila. Neste teste você poderá sentir dor e cansaço muscular temporário e existe a possibilidade de alterações nos batimentos cardíacos e pressão arterial. Porém, você será monitorado durante todo o teste, e você poderá terminá-lo a qualquer momento de acordo com sua vontade.</p> <p>O segundo teste que você irá realizar será uma avaliação de uma sequência de exercícios pré-definida na <i>Wunda Chair</i>, que deverá ser executada duas vezes. Durante o teste você executará a sequência utilizando uma máscara como no teste anterior. Durante a execução da sequência proposta pelos pesquisadores você será submetido a riscos mínimos, não maiores do que aqueles existentes durante as aulas de Pilates. Os testes serão conduzidos no Laboratório de Pesquisa do Exercício da Escola Superior de Educação Física, Fisioterapia e Dança da UFRGS, assim como a avaliação da sequência. As datas de avaliação serão avisadas previamente para que você possa organizar-se para comparecer a todos os dias de teste.</p> <p>Os pesquisadores envolvidos neste estudo tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Seus dados serão mantidos em anonimato. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem permissão por escrito, exceto se exigidos por lei. Você não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo, sendo mantida a privacidade de seus dados.</p> <p>Os dados coletados nesta pesquisa serão de propriedade do pesquisador responsável e você terá acesso, se necessitar, apenas às suas informações individuais. Os mesmos serão armazenados e arquivados pelo pesquisador responsável por 5 (cinco) anos e após serão destruídos.</p> <p>Você é livre para recusar a sua participação ou retirar o seu consentimento a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar do estudo não acarretará qualquer penalidade ou perda de benefícios.</p> <p>Os procedimentos de coleta de dados deste estudo serão fornecidos gratuitamente. Será disponibilizada compensação financeira adicional para os deslocamentos necessários para a realização da pesquisa.</p>	
DECLARAÇÃO:	

Eu, _____, participante do estudo, fui informado dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara, tendo tempo para ler e pensar sobre a informação contida no termo de consentimento antes de participar do estudo. Recebi informação a respeito dos procedimentos de avaliação realizados, esclareci minhas dúvidas e concordei em participar voluntariamente deste estudo. O pesquisador responsável pela pesquisa certificou-me também de que todos os dados coletados serão mantidos em anonimato e de que a minha privacidade será mantida. Também sei que caso existam gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Caso tiver novas perguntas sobre este estudo, poderei entrar em contato com a pesquisadora responsável pelo projeto, no telefone (51) 33085868 ou (51)99633496, e/ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS pelo telefone (51) 3308-3738, para qualquer pergunta sobre meus direitos como participante.

Declaro que recebi cópia do presente Termo de Consentimento

Assinatura do Participante Nome Data

Assinatura do Pesquisador Nome Data

APÊNDICE B: Formulário**FASE 1 – DEXA**

Os critérios de exclusão serão: fumante, gestante, pós-menopáusicas, ter qualquer doença cardiorrespiratória, lesão musculoesquelética ou alguma condição que possa interferir nos testes.

Nome _____ Estatura _____

Massa Corporal _____ Nascimento: ____/____/____ Idade: _____

Data da última menstruação: _____ Faz uso de anticoncepcional? Qual? _____

Usa algum medicamento? Qual? _____

➤ **HÁ ALGUMA POSSIBILIDADE DE QUE ESTEJA GRÁVIDA?** Sim / Não

➤ **REALIZOU ALGUM EXAME DE RAIOS X COM CONTRASTE/BÁRIO OU DE MEDICINA NUCLEAR NAS ÚLTIMAS 2 SEMANAS?** Sim / Não

➤ **POSSUI ALGUM IMPLANTE METÁLICO?** Sim / Não local _____

❖ **A quanto tempo e com que frequência (vezes por semana) pratica Pilates?**

❖ **Pratica alguma outra atividade física? Qual e com que frequência?**

APÊNDICE C: Resumo dos estudos.

Quadro 2 – Resumo dos estudos sobre MP e as variáveis fisiológicas.

Estudo	Amostra	Treinamento	Resultados principais
Franco <i>et al.</i> (2014)	<ul style="list-style-type: none"> n=19 pacientes com fibrose cística (13,7 ± 7,4 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> Exercícios no solo (não especificados), 1 vez por semana, 16 semanas. 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ $PI_{máx}$ nos pacientes do sexo masculino; ↑ $PI_{máx}$ e $PEX_{máx}$ nos pacientes do sexo feminino; ↔ CVF e VE_{F1}; ↑ FMR.
Guimarães <i>et al.</i> (2012)	<ul style="list-style-type: none"> n=16 pacientes com insuficiência cardíaca. GC=8 (44 ± 11 anos). GP=8 (46 ± 12 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> Exercícios no solo (não especificados), 30 minutos de caminhada, 20 minutos de programa convencional de reabilitação cardíaca (não há informações), 2 vezes por semana, 16 semanas. 	<ul style="list-style-type: none"> GP: ↑ VO_{2pico}; ↑ pulso de O_2; ↑ ventilação; ↑ tempo de tolerância ao exercício. GC: ↑ tempo de tolerância ao exercício.
Lim e Yoon (2007)	<ul style="list-style-type: none"> n=20 pacientes com AVC crônico. GC=10 (62,1 ± 6,7 anos). GP=10 (63,2 ± 7,9 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> Exercícios baseados no MP adaptados. 3 vezes por semana, 8 semanas. Programa de reabilitação convencional - 5 vezes por semana (não há informações). 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ FC_{rep}; ↑ $VO_{2máx}$; ↑ $VO_{2máx}$ por quilograma.
Gildenhuis <i>et al.</i> (2013)	<ul style="list-style-type: none"> n=50 mulheres idosas. GC=25 (65,32 ± 5,01 anos). GP=25 (66,12 ± 4,77 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> Exercícios no solo (não especificados), 3 vezes por semana, 8 semanas. 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ agilidade; ↑ mobilidade funcional; ↔ $VO_{2máx}$.

GC= grupo controle; GP= grupo Pilates; MP= método Pilates; $PI_{máx}$ = pressão inspiratória máxima; $PEX_{máx}$ = pressão expiratória máxima; CVF= capacidade vital forçada ; VE_{F1} = volume expiratório forçado no primeiro segundo; FMR= força muscular respiratória; VO_{2pico} = consumo de oxigênio de pico; O_2 = oxigênio; AVC= acidente vascular cerebral; FC_{rep} = frequência cardíaca de repouso; $VO_{2máx}$ = consumo de oxigênio máximo; ↑= aumento; ↓= queda; ↔= sem alteração.

Quadro 2 – Resumo dos estudos sobre MP e as variáveis fisiológicas (*continuação*).

Estudo	Amostra	Treinamento	Resultados principais
Lopes, Ruas e Patrizzi (2014)	<ul style="list-style-type: none"> n=7 mulheres idosas (64 ± 6 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> Exercícios baseados no MP. 2 vezes por semana, 11 semanas. Programa de aulas para terceira idade (não há informações)	↑ PEX _{máx} .
Jesus <i>et al.</i> (2015)	<ul style="list-style-type: none"> n=21 mulheres sedentárias. GC=10 (31,70 ± 7,39 anos). GP=11 (33,18 ± 8,08 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> MP solo e aparelhos. 2 vezes por semana. 12 semanas. 24 sessões totais. 	↑ mobilidade toracoabdominal; ↑ FMR; GC ↔ GP.
Arslanoglu e Senel (2013)	<ul style="list-style-type: none"> n=20 Mulheres sedentárias. GC=10 (41,2 ± 8,68). GP=10 (38,5 ± 3,89 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> MP no solo; 3 vezes por semana; 8 semanas. 	↓ PAS; ↑ flexibilidade; ↓ percentual de gordura corporal; ↑ força de contração da mão; ↑ força muscular abdominal.
Mikalacki <i>et al.</i> (2017)	<ul style="list-style-type: none"> n=64 GC=48 (47,2 ± 7,4 anos). GP=36 (48,1 ± 6,7 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> MP (não especificado); Treinamento aeróbio com <i>Step</i>; 2 vezes por semana; 6 meses. 	↑ VO _{2máx} relativo e absoluto; ↑ volume minuto máximo; ↑ VO _{2máx} -FC _{máx} ; ↑ velocidade máxima do teste ergométrico.
Tinoco-Fernández <i>et al.</i> (2016)	<ul style="list-style-type: none"> n=45 estudantes universitários (entre 18 e 35 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> MP solo; 3 vezes por semana; 10 semanas. 	↓ FC média; ↓ RER; ↓ O ₂ equivalente.
Finnato <i>et al.</i> (2018)	<ul style="list-style-type: none"> n=32 corredores. GC=16 (18,44 ± 0,52 anos). GP=16 (18,42 ± 0,51 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> MP solo; 2 vezes por semana; 12 semanas; treinamento de corrida (dias alternados). 	↑ desempenho da corrida; GP ↓ GC no custo metabólico.

GC= grupo controle; GP= grupo Pilates; MP= método Pilates; PEX_{máx}= pressão expiratória máxima; FMR= força muscular respiratória; PAS= pressão arterial sistólica; FC_{máx}= frequência cardíaca máxima; VO_{2máx}= consumo de oxigênio máximo; RER= taxa de troca respiratória; ↑= aumento; ↓= queda; ↔= sem alteração.

Quadro 2 – Resumo dos estudos sobre MP e as variáveis fisiológicas (*continuação*).

Estudo	Amostra	Treinamento	Resultados principais
Andrade (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • n=18 • mulheres sedentárias (21,7 ± 3 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> • exercícios baseados no MP no solo e no <i>Reformer</i>; • 2 vezes por semana; • 1 mês. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exercícios classificados como leve. • Solo: 53% da FC_{máx}. • <i>Reformer</i>: 49% da FC_{máx}.
Jago <i>et al.</i> (2006)	<ul style="list-style-type: none"> • n=30 • Meninas (11,2 ± 0,6 anos). • GC=14. • GP=16. 	<ul style="list-style-type: none"> • exercícios baseados no MP no solo (não especificado); • 5 vezes por semana; • 4 semanas. 	<ul style="list-style-type: none"> • FC=104 bpm; • PE=5,9; • Apreciação=4,4; • ↓ percentil IMC.
Magalhães <i>et al.</i> (2009)	<ul style="list-style-type: none"> • n=12 • mulheres sedentárias (29,5 ± 3,5 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> • exercícios baseados no MP; • 1 hora; • 20 minutos no solo; • 40 minutos em equipamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • FC_{máx} = 95 bpm; • FC média = 87,9 ± 4,5 bpm;
Picolli (2010)	<ul style="list-style-type: none"> • n=28 • Mulheres sedentárias. • GC=13 (29 ± 5 anos). • GP=15 (29 ± 4 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> • MPC solo, <i>Reformer</i>, na parede e com pesos; • 3 vezes por semana; • 12 semanas. 	<ul style="list-style-type: none"> • FC= 73% - 80% da FC_{máx}. • ↓ gordura corporal; • ↑ massa magra; • ↑ amplitude de movimento articular; • ↑ flexibilidade; • ↑ resistência muscular localizada; • ↑ equilíbrio dinâmico • ↑ capacidade funcional.

GC= grupo controle; GP= grupo Pilates; MP= método Pilates; PE= percepção de esforço; FC_{máx}= frequência cardíaca máxima; IMC= índice de massa corporal; ↑= aumento; ↓= queda; ↔= sem alteração.

Quadro 2 – Resumo dos estudos sobre MP e as variáveis fisiológicas (*continuação*).

Estudo	Amostra	Treinamento	Resultados principais
Rayes <i>et al.</i> (2019)	<ul style="list-style-type: none"> • n=60 • indivíduos com sobrepeso/obesidade. • GC=17 (45,5 ± 9,3 anos). • GP=22 (55,9 ± 6,6 anos). • GA=21 (42,4 ± 7,0 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 vezes por semana; • 8 semanas. <p>GP:</p> <ul style="list-style-type: none"> • MP no solo, aparelhos e acessórios. <p>GA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • caminhada (FC correspondente ao limiar ventilatório). 	<p>↔ GP e GA: pico isocinético dos flexores e extensores do joelho;</p> <p>↑ GP: VO₂ no limiar ventilatório, ponto de compensação respiratória e esforço máximo; resistência e flexibilidade do extensor do tronco; ↑ massa magra, ↓ massa gorda;</p> <p>↓ GP e GA: medidas de circunferência da cintura e do quadril;</p> <p>↑ GP e GA: teste abdominal; testes de cadeira (ambos melhor no GP);</p> <ul style="list-style-type: none"> • FC: GP ↓ GA.
Sá <i>et al.</i> (2012)	<ul style="list-style-type: none"> • n=5 • Mulheres em formação como instrutoras no MP (27 ± 6 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> • Sessão única na <i>Chair</i>: <i>Footwork</i>, <i>Harmstring</i> e <i>Going up front</i>; • 20 minutos de intervalo entre os exercícios. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Going up front</i>: 13,4 ± 2,3 Kcal (1,46 Kcal/min); • <i>Harmstring</i>: 9,4 ± 2,0 Kcal (1,08 Kcal/min); • <i>Footwork</i>: 13,2 ± 1,9 Kcal (1,3 Kcal/min).
Silva <i>et al.</i> (2014)	<ul style="list-style-type: none"> • n=10 • Mulheres sedentárias (19 ± 0,8 anos). 	<ul style="list-style-type: none"> • MP: <i>Horse Back</i> na <i>Step-Chair</i> (<i>Wunda Chair</i>), <i>The Hundred</i> no <i>Reformer</i>, o exercício <i>Horse</i> no <i>Ladder Barrel</i>, <i>Arms Push Up And Down</i> no <i>Cadillac</i> e o exercício <i>Tower</i> no <i>Wall-Unit</i>; • 1 minuto de intervalo entre os exercícios. 	<p>↑ FC, %FC_{máx} e %FC de reserva durante a sessão;</p>

GC= grupo controle; GP= grupo Pilates; GA= grupo aeróbio; MP= método Pilates; VO₂= consumo de oxigênio; FC= frequência cardíaca; FC_{máx}= frequência cardíaca máxima; ↑= aumento; ↓= queda; ↔= sem alteração.