

Natália Ficagna

BIOMECÂNICA DO EQUILÍBRIO EM GESTANTES OBESAS E EUTRÓFICAS

Dissertação apresentada à Universidade de
Caxias do Sul, para obtenção do Título de
Mestre em Ciências da Saúde.

CAXIAS DO SUL

2020

Natália Ficagna

BIOMECÂNICA DO EQUILÍBRIO EM GESTANTES OBESAS E EUTRÓFICAS

Dissertação apresentada à Universidade de Caxias do Sul, para obtenção do Título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rosa Maria Rahmi Garcia

Coorientadores: Prof. Dr. Guilherme Auler Brodt

Prof. Dr. José Mauro Madi

CAXIAS DO SUL

2020

Ficagna, Natália

Biomecânica do equilíbrio em gestantes obesas e eutróficas/

Natália Ficagna – Caxias do Sul, 2020.

ix, 44, f

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul. Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde.

Título em inglês: Biomechanics of balance in obese and eutrophic pregnant women.

1: Equilíbrio postural 2: Gravidez 3: Obesidade.

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**COORDENADOR DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA
SAÚDE
PROF. DR. ASDRUBAL FALAVIGNA**

Natália Ficagna

BIOMECÂNICA DO EQUILÍBRIO EM GESTANTES OBESAS E EUTRÓFICAS

Presidente da banca:

Prof.^a Dr.^a Rosa Maria Rahmi Garcia

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Lara Helena Gomes Marquardt

Prof.^a Dr.^a Magda Amabile Biazus Carpeggiani Bellini

Prof.^a Dr.^a Mônica de Oliveira Mello

Agradecimentos

Agradeço

A Deus, por ter me dado saúde e força para superar os obstáculos.

A esta Universidade e a seu corpo docente, pela elevada qualidade do ensino oferecido, sempre embasado no mérito e na ética.

Aos colaboradores do Laboratório de Marcha pela agilidade e prontidão no atendimento.

A minha orientadora, por ser o porto seguro durante todo o processo de execução deste trabalho. Agradeço o suporte, correções e incentivos.

Aos coorientadores por estarem sempre prontos a auxiliar com a maior dedicação.

Aos meus familiares, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte desta formação.

O meu muito obrigado.

RESUMO

Introdução: As alterações anatômicas, hormonais e fisiológicas da gravidez modificam o centro de massa, o que pode favorecer alterações do equilíbrio. A epidemia de obesidade tem aumentado o número de gestantes obesas. Poucos estudos avaliaram o equilíbrio em gestantes e, também, em população de gestantes com obesidade. **Objetivo:** Comparar a biomecânica do equilíbrio estático em apoio bipodal entre gestantes com e sem obesidade pré-gestacional em três tempos gestacionais. **Método:** Estudo prospectivo, longitudinal, observacional e comparativo com: 23 gestantes alocadas em grupo obeso (GO) (n = 11) e grupo eutrófico (GE) (n = 12), pareadas por idade gestacional e estatura. O centro de pressão (COP) foi avaliado em todas as gestantes, em três tempos gestacionais, em plataforma de força: em torno de 16, 24 e 33 semanas gestacionais (T1, T2 e T3, respectivamente), em quatro diferentes condições: 1) em posição ortostática (PO), 2) PO com perturbação do sistema visual, 3) PO com perturbação do sistema proprioceptivo e 4) PO com perturbação do sistema vestibular. **Resultados:** Os GO e GE apresentaram resultados semelhantes nos três tempos gestacionais de análise. Ocorreu maior oscilação da área do COP entre T2 e T3, com tamanho de efeito moderado para ambos os grupos. Sob perturbações do sistema visual, as gestantes eutróficas apresentaram maior oscilação da área do COP ($p < 0,05$). Ademais, o GE apresentou maior variação de massa e IMC, mostrando interação significativa entre os grupos, em comparação ao GO, o qual não ganhou tanta massa ou IMC no segundo trimestre ($T1 = T2 < T3$). **Conclusão:** A obesidade, isoladamente, parece não ter alterado a biomecânica do equilíbrio em posição ortostática, entretanto, a gestação tem efeito negativo na estabilidade postural durante sua evolução. O comprometimento visual, prejudicou o equilíbrio das gestantes, de forma acentuada no grupo eutrófico.

PALAVRAS-CHAVE: Equilíbrio postural; Gravidez; Obesidade.

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS.....	13
3 METODOLOGIA.....	14
3.1 POPULAÇÃO DO ESTUDO.....	14
3.1.1 Critério de inclusão:.....	14
3.1.2 Critérios de exclusão:.....	15
3.2 VARIÁVEIS INDEPENDENTES.....	15
3.3 COLETA DE DADOS.....	16
3.4 ANÁLISE DE DADOS.....	18
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	18
3.6 ASPECTOS ÉTICOS.....	19
4 RESULTADOS.....	20
5 DISCUSSÃO.....	27
6 CONCLUSÃO.....	29
7 CONSIDERAÇÕES GERAIS E PERSPECTIVAS.....	30
REFERÊNCIAS.....	31
APÊNDICE 1: FICHA DE ANAMNESE.....	36
APÊNDICE 2: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	37
APÊNDICE 3: ARTIGO REVISTA FEMINA.....	41

1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde (OMS) aponta a obesidade como um dos maiores problemas globais de saúde pública¹. A obesidade é uma doença crônica causada pelo acúmulo anormal ou excessivo de gordura². O índice de massa corporal (IMC – massa corporal, em kg, dividido pela estatura, em metros, elevada ao quadrado) é o parâmetro mais usado para avaliação da adiposidade corporal. Refere-se a excesso de peso o IMC maior ou igual a 25 kg/m², subdividido em sobrepeso o IMC de 25 a 29,9 kg/m² e obesidade o IMC maior ou igual a 30 kg/m² ¹.

Em 2016, estimou-se que mais de 1,9 bilhão de adultos da população global, acima dos 18 anos, estavam com excesso de peso. Destes, cerca de 650 milhões eram obesos, que corresponde a cerca de 13% da população adulta (11% dos homens e 15% das mulheres) com obesidade³. No Brasil, segundo dados do Ministério da Saúde em 2018, estimou-se que mais da metade da população adulta brasileira (55,7%) apresentavam excesso de peso (IMC \geq 25 kg/m²)⁴. Dados sobre obesidade (IMC \geq 30 kg/m²) mostraram prevalência de 19,8%, sendo ligeiramente maior entre as mulheres (20,7%) que em homens (18,7%)⁴. Segmentado por faixa etária, conforme quadro 1, a obesidade em mulheres de 18 a 24 anos foi de 8,1%, de 25 a 34 anos de 17,9% e entre 35 anos a 44 anos de 21,1%. Nota-se que a obesidade afeta mulheres em idade reprodutiva. Na capital do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, o índice de obesidade foi de 19% na população feminina⁴.

Quadro 1: Prevalência estimada de obesidade em mulheres na faixa etária de 18 a 44 anos, no conjunto da população adulta (\geq 18 anos) das capitais dos estados brasileiros e do Distrito Federal (Vigitel, 2018)

Faixa etária (anos)	Prevalência (%)	IC 95%
18 a 24	8,1	6,0 - 10,2
25 a 34	17,9	15,5 - 20,3
35 a 44	21,1	18,9 - 23,4

IC: Intervalo de confiança.

Adaptado de Vigitel 2018⁴

A prevenção e o tratamento da obesidade são fundamentais para a saúde da mulher em idade reprodutiva. Gestantes obesas apresentam maior risco de

complicações durante o período gravídico-puerperal⁵. O diagnóstico nutricional materno é realizado por medidas antropométricas desde o início da gravidez e permite identificar gestantes sob risco. Medidas terapêuticas aplicadas precocemente podem reduzir a morbimortalidade do binômio materno-fetal⁶.

Durante a gestação, o corpo da mulher evolui com mudanças fisiológicas progressivas que exigem compensações constantes do sistema musculoesquelético. As alterações hormonais, hemodinâmicas, acúmulo de fluido e gordura são responsáveis pelo estresse mecânico no tecido conjuntivo de ligamentos e articulações, que se adaptam constantemente durante o período da gravidez e no pós-parto, promovendo a estabilidade corporal^{7:8}. Essa adaptação fisiológica pode ser alterada com a presença da obesidade, a qual poderá favorecer o aparecimento de alterações posturais, desequilíbrio corporal e suas consequências. Além disso, elementos da morfologia corporal, tais como estatura, centro de massa, comprimento dos pés e distribuição do peso corporal também interferem na função biomecânica de manutenção da estabilidade corporal⁹. O aumento do peso, principalmente na região anterior do corpo, faz com que a gestante adquira uma postura “desabada para frente”, que é mais confortável devido ao maior peso na região abdominal. Entretanto, essa alteração postural pode gerar uma fraqueza na musculatura do dorso, que se torna excessivamente alongada. Dessa forma, é criado um círculo vicioso entre a má postura e a falta de força/ativação da musculatura extensora de tronco, que acaba por favorecer a manutenção dessa postura inadequada¹⁰.

Os déficits motores decorrentes do excesso de peso prejudicam a qualidade de vida durante a gravidez e o pós-parto. A obesidade, *per si*, pode acarretar danos no sistema locomotor e, além disso, pode agravar patologias pré-existentes. Ademais, favorece maior risco de quedas e, em consequência, novas lesões no aparelho articular e/ou locomotor. A massa corporal aumentada requer a produção de mais força e torque para mover ou estabilizar o centro de gravidade, com o propósito de manter o controle postural¹¹.

O controle postural é um pré-requisito importante para o desempenho do movimento qualificado em tarefas habituais. As tarefas motoras finas e grossas, simples ou complexas, exigem que uma pessoa mantenha seu centro de gravidade sobre a base de suporte para que a estabilidade corporal seja mantida durante a marcha ou quando estático¹¹⁻¹³.

O centro de pressão (COP) é uma das ferramentas usadas para avaliar a biomecânica do equilíbrio. COP é definido pelo ponto onde está aplicada a resultante das forças verticais que o indivíduo exerce sobre o solo¹⁴⁻¹⁶. É o centro da distribuição da força aplicada à superfície de apoio, que reflete a trajetória do centro de massa e a força necessária para controle da massa corporal^{17,18}.

Pode ser medido pelo uso de plataformas de força que registram as forças e momentos aplicados sobre sensores de carga. Além disso, essas plataformas são capazes de medir a área (extensão mais ou menos limitada de espaço ou superfície), a velocidade (movimento ou deslocamento) e o percurso total (distância ou espaço percorrido) do COP.

Os sistemas visual, proprioceptivo e vestibular são importantes contribuintes para o controle postural. O sistema vestibular detecta desvios na orientação da cabeça com relação à linha de ação da gravidade, os olhos detectam desvios de orientação da cabeça com relação ao ambiente ao seu redor e os proprioceptores detectam o posicionamento relativo dos membros inferiores com relação à superfície e o movimento da cabeça relativa ao corpo¹⁹.

Um modelo experimental que desafie esses sistemas, de forma isolada pode mostrar as respostas do organismo para tentar se reencontrar e manter-se em equilíbrio. Um combinado de movimentos de cabeça (sistema vestibular)^{20,21}, abrir e fechar os olhos (sistema visual)²² e ortostase em superfície instável (sistema proprioceptivo)^{23,24} pode revelar a participação dos sistemas em ação. Movimentos de cabeça tendem a alterar a capacidade de equilíbrio, uma vez que os órgãos ciliares dentro do vestíbulo funcionam como detectores de aceleração linear. A colocação de uma espuma de borracha sobre a plataforma durante os testes do equilíbrio tende a diminuir a capacidade de controle, uma vez que diminui a sensibilidade do sistema sensorio/motor e aumenta a responsabilidade do sistema vestibular durante a ortostase²⁵. Ao impedir a utilização do sistema visual para o controle do equilíbrio é aumentada a demanda dos demais sistemas²⁶.

Em suma, é importante compreender o efeito combinado da obesidade e gestação sobre os diversos mecanismos de controle do equilíbrio e, também verificar qual o grau de contribuição de cada sistema nos possíveis prejuízos do equilíbrio. Na gestante, as articulações e grupos musculares passam a ter maior dificuldade em manter o centro de pressão do corpo dentro da base de sustentação. Portanto, com base nos conhecimentos já estabelecidos dos mecanismos de controle postural e do

equilíbrio em ortostase e de como estes mecanismos podem ser alterados pela gestação e obesidade, fica evidente a importância de estudos nessa população. Seus resultados poderão contribuir para o aprimoramento dos cuidados clínicos oferecidos e, portanto, melhorar a qualidade de vida desse grupo.

2 OBJETIVO

Comparar o nível de equilíbrio em apoio bipodal entre os grupos gestantes obesas e eutróficas, em três tempos gestacionais, sob três diferentes perturbações sensoriais

- Olhos fechados (desestabilizar o sistema visual)
- Movimentos de cabeça (desestabilizar sistema vestibular)
- Sustentação sob solo instável (uso de espuma para desestabilizar o sistema proprioceptivo)

3 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo longitudinal, prospectivo, observacional, comparativo, o qual avaliou o equilíbrio de mulheres gestantes em três momentos da gestação. O estudo foi executado no Centro Clínico (CECLIN) – Unidade de Medicina do Esporte da Universidade de Caxias do Sul (UCS)

3.1 POPULAÇÃO DO ESTUDO

Para o cálculo do tamanho amostral, utilizou-se o *software* G*Power versão 3.1.9.2^{27, 28}. No *software*, foi selecionada a família de testes F, sendo o teste de análise de variância (ANOVA) para análise de medidas repetidas. O tamanho amostral foi calculado utilizando os seguintes parâmetros: tamanho de efeito f de 0,25; probabilidade de erro alfa de 0,05; poder estatístico de 0,9; número de situações (medidas repetidas) de coleta igual a 3 (T1, T2 e T3). Desse modo, estimou-se a amostra com 24 gestantes (12 GO e 12 GE). Considerando uma perda amostral de 20%, foram adicionadas duas gestantes para cada grupo, totalizando 14 gestantes do GE e 14 gestantes no GO.

A amostra foi constituída por conveniência e recrutada a partir da análise de prontuários de gestantes acompanhadas no Ambulatório de Atendimento à Gestante de Alto Risco do Hospital Geral de Caxias do Sul e nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) da Secretaria de Saúde do município de Caxias do Sul. As gestantes eram identificadas, previamente, pela avaliação de prontuários médicos no local dos atendimentos e eram recrutadas as que preenchiam os critérios de inclusão. A população inicial do estudo foi composta por 31 gestantes alocadas em dois grupos: (i) grupo de gestantes com obesidade pré-gestacional (GO) ($n = 16$) e (ii) grupo de gestantes eutróficas (GE) ($n = 15$). Os grupos foram pareados por idade gestacional e estatura.

3.1.1 Critério de inclusão:

- IMC pré-gestacional $\geq 30\text{kg/m}^2$ para compor o GO
- IMC $\geq 18,5$ a $24,9\text{ kg/m}^2$ para compor o GE.
- Idade materna entre 18 e 40 anos.

3.1.2 Critérios de exclusão:

- Portadoras de hiperglicemia descompensada (valores e/ou hemoglobina glicada acima dos alvos recomendados)²⁹.
- Portadoras de Hipertensão arterial descompensada.
- Portadora de lesões em tecidos moles, em cicatrização.
- Portadora de dor moderada a grave.
- Limitação da amplitude de movimento ou déficits músculo- articular
- Problemas cervicais e torácicos que impossibilite realização da metodologia proposta no estudo.
- Incapacidade para compreender detalhadamente o objetivo e metodologia do estudo.
- Deficiência visual ou cegueira.

3.2 VARIÁVEIS INDEPENDENTES

As variáveis do estudo foram coletadas em três tempos gestacionais:

- T1 - em torno da 16^a semana gestacional,
- T2 - em torno da 24^a semana gestacional e
- T3 - em torno da 33^a semana gestacional.

Foram coletadas quatro situações de equilíbrio aleatoriamente, uma em ortostase (sem perturbações) e três condições selecionadas para a perturbação dos sistemas sensoriais de controle equilíbrio: A randomização foi feita por método de sorteio das posições do equilíbrio.

- Ortostase: sem perturbações^{30,31} Posição utilizada para verificação do equilíbrio sem interferência.
- Perturbação vestibular: Movimento de cabeça em circundução^{20,21}. Adotado para estimular o sistema vestibular em cada um dos seus canais semicirculares, aumentando a demanda sobre o sistema de controle.
- Perturbação visual: Olhos fechados²² A privação da visão permite verificar sua influência sobre os sistemas e, o quanto esta privação é capaz de alterar significativamente a capacidade de equilíbrio.

- Perturbação proprioceptiva^{23,24}: Mudança do tipo de superfície. Uso de colchonete de espuma de borracha. Colocação de superfície instável para afetar o sistema somatossensorial.

Após a análise dos dados, como desfechos de interesse do presente estudo foram selecionadas a área da elipse de 95% dos dados do COP, o comprimento total de excursão do COP e velocidade média de excursão do COP. Cada uma destas três variáveis foi coletada nos dois grupos estudados (GE e GO) em três tempos de gestação (T1, T2 e T3), em ortostase (sem perturbações) e sob três condições de perturbação sensorial (visual, proprioceptiva e vestibular). Desta forma, foram totalizadas 72 variáveis coletadas (3 variáveis x 2 grupos x 3 tempos x 4 situações).

3.3 COLETA DE DADOS

A avaliação da biomecânica do equilíbrio foi realizada em duas etapas (em todos os tempos).

- Etapa 1) pré-avaliação – anamnese (apêndice 1)

Nessa etapa foi realizada a coleta dos seguintes dados: idade materna, idade gestacional, paridade, abortos anteriores, uso de medicamentos e patologias associadas, massa e estatura, IMC, tamanho dos membros inferiores (comprimento medido da Espinha Lúmbica Antero Superior até o Maléolo Medial), largura de joelho e tornozelo.

- Etapa 2) avaliação do COP – análise do equilíbrio.

Nessa etapa, foi avaliada a estabilidade postural com a participante sobre a plataforma de força AMTI (OR-6-7, Advanced Mechanical Technologies, Massachusetts, USA) conectada a um sistema VICON (Motion Capture Systems from Vicon OMG, Oxford, UK). Para isso, cada participante era instruída a ficar em pé, descalça e tentar manter a postura ortostática (posição ereta) da maneira mais estável possível.

Durante a aquisição, a participante era orientada a ficar com os pés próximos (posição anatômica), em posição confortável sem interferência do pesquisador. Os braços permanecem relaxados ao lado do corpo. Antes de iniciar o teste de avaliação, a participante era submetida a uma breve simulação de familiarização da situação de coleta para se habituar e entender as atividades que seriam solicitadas durante a

análise. O sistema de cinemetria estava ativado, entretanto somente as variáveis cinéticas para análise do COP foram coletadas.

Durante a coleta de dados, sob os efeitos das perturbações dos três sistemas (visual, proprioceptivo e vestibular), a participante era colocada nas posições e/ou nos movimentos necessários e, a seguir, a gravação era iniciada. A gravação era encerrada após 30 segundos de observação.

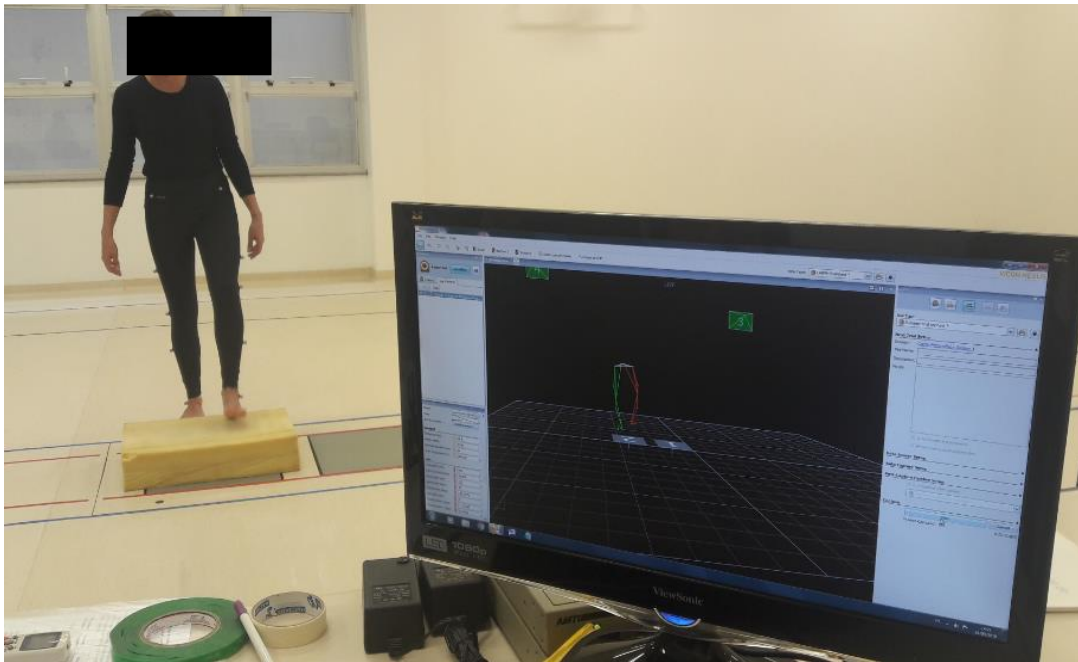
A fim de avaliar os efeitos da perturbação dos três diferentes mecanismos de controle de equilíbrio (visual, proprioceptivo e vestibular), o modelo de coleta foi feito para que cada sistema fosse perturbado isoladamente (Figuras 1 e 2). Assim, quando um sistema de controle é perturbado, suspeita-se que a importância dos demais é exacerbada.

Figura 1: Demonstração do uso da plataforma de força sob superfície instável.



Fonte: Autora. Com autorização da IME/UCS e da participante.

Figura 2: Paciente em direção a plataforma de força e a demonstração pelo computador



Fonte: Autora. Com autorização do IME/UCS e da participante.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

Para garantir os pares da seleção da amostra, foi tentado a maior proximidade entre os critérios de pareamento: estatura e idade. Foi realizado um *teste t* para o pareamento entre os grupos (obesas vs. eutróficas).

Todos os sinais do COP coletados da plataforma de força foram suavizados com um filtro passa-baixa Butterworth de segunda ordem com frequência de corte de 10 Hz³². A área da elipse de 95% dos dados do COP, comprimento total de excursão do COP e velocidade de média de excursão do COP foram calculadas no *software* MATLAB (Mathworks, R2014a) conforme recomendado por Schubert e Kirchner³².

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Frente aos grupos avaliados (gestantes obesas vs. gestantes eutróficas) e situações de coleta (COP em bipodal, com um tipo de superfície de espuma, condição visual e condição de movimento de cabeça) e desfechos de interesse (velocidade, percurso/comprimento e área do COP) após verificação dos pressupostos de normalidade e esfericidade das variáveis, o teste estatístico realizado foi a análise de variância mista (ANOVA mista). Mista devido ao objetivo de identificar os efeitos entre

grupos (ANOVA Fatorial, sendo os grupos: GE vs. GO) e intragrupos (ANOVA de medidas repetidas, sendo os tempos: T1 vs. T2 vs. T3). Os resultados serão apresentados para seu efeito principal (efeito isolado do tempo e efeito isolado dos grupos) e para suas interações (combinação dos efeitos de grupo e tempo), quando encontradas, identificadas com teste Post-Hoc de LSD. O índice de significância adotado foi de $\alpha < 0,05$. A ANOVA mista tem a capacidade de identificar se os grupos diferem ao longo de tempos diferentes³³.

Os resultados estão apresentados em tabelas com média e desvio padrão de cada variável. Utilizou o índice de estatística F, tamanho de efeito (η^2) e poder estatístico ($1-\beta$) da ANOVA mista para cada teste, em cada tempo realizado. O tamanho de efeito amostral, ou seja, a magnitude da diferença entre dois grupos foi considerada baixo quando de 0,02-0,12, médio quando de 0,13-0,25 e alto quando acima de 0,26²⁸. Todas as análises foram feitas pelo *software* IBM SPSS *statistics* versão 23.

3.6 ASPECTOS ÉTICOS

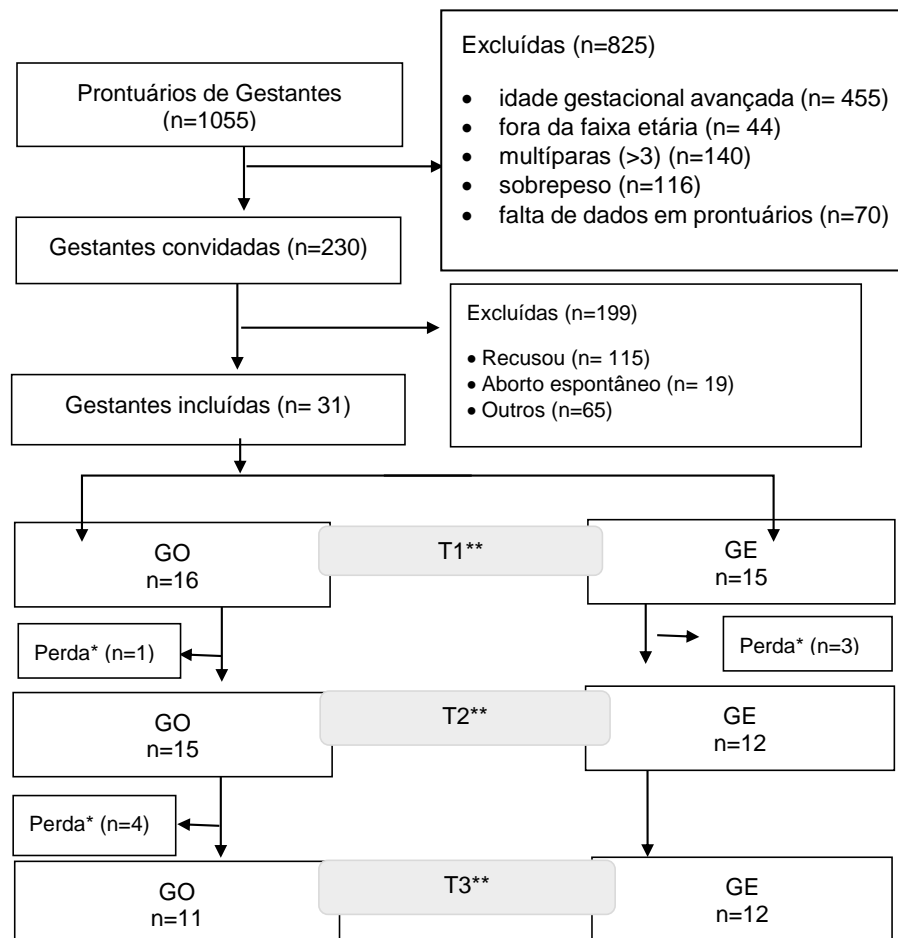
A elaboração e execução do projeto fundamentou-se nos preceitos dos principais documentos científicos que estabelecem diretrizes para pesquisas que envolvem seres humanos. A coleta de dados foi iniciada após informação detalhada de todas as fases do projeto de pesquisa, assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice 2) e informação, com antecedência, sobre a agenda para a coleta de dados nos três tempos (T1, T2 e T3). O projeto seguiu a resolução nº 466 de 2012 do Conselho Nacional de Saúde, e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Caxias do Sul (CEP/UCS), sob o parecer número 3.028.567, em novembro de 2018, e pela Secretaria Municipal de Saúde/Caxias do Sul 514/18.

4 RESULTADOS

De um total de 1055 prontuários de gestantes analisados, no período de novembro/2018 a julho/2019, 230 gestantes foram selecionadas e contatadas para participar do projeto. Dessas, 199 foram excluídas: por recusa em participar, aborto espontâneo, problemas osteoarticulares, entre outras razões. Desta forma, a população do estudo foi composta por 31 gestantes (três a mais que o $n = 28$ do cálculo amostral, que já contava com 20% de acréscimo), as quais foram alocadas nos GO ($n = 16$) e GE ($n = 15$).

Durante as três etapas de coleta de dados, ocorreram oito perdas por desistência e/ou problemas de saúde no decorrer da gestação. Vinte e três gestantes finalizaram as etapas previstas (T1, T2 e T3), sendo 11 no GO e 12 no GE (Figura 3).

Figura 3: Fluxograma da População de Estudo



GE: Gestante Eutrófica. GO: Gestante Obesa; * Perdas relacionadas à desistência da paciente e/ou problemas de saúde no decorrer da gestação; ** Tempo de coleta gestacional. Fonte: Autora

A Tabela 1 mostra as características: idade materna, idade gestacional, paridade, abortos prévios, estatura, massa corporal e IMC das gestantes nos grupos obeso e eutrófico.

Tabela 1: Características da população do estudo nos tempos 1, 2 e 3.

Variáveis	GE (n = 12) ^a	GO (n = 11) ^a	P-valor
Idade materna (anos) **	28 ± 7	29 ± 6	0,6167
IG (sem) **	32 ± 2	32 ± 2	0,7700
Paridade > 1**	2	2	0,5756
Abortos prévios **	1	1	0,9515
Estatura (cm) **	163 ± 0,06	164 ± 0,08	0,8202
Massa (kg)			
T1	59 ± 7	94 ± 15	< 0,001
T2	66 ± 10	97 ± 17	< 0,001
T3	71 ± 9	101 ± 18	< 0,001
IMC (em kg/m ²)			
T1	22 ± 2	35 ± 5	<0,001
T2	25 ± 3	36 ± 5	< 0,001
T3	26 ± 3	38 ± 6	< 0,001

^a Dados em média ± desvio-padrão. ** variáveis coletadas em T3. IG: idade gestacional. IMC: Índice de massa corporal. T1, T2 e T3: tempos 1, 2 e 3, respectivamente.

Fonte: Autora

A população GE apresentou média de IMC de 22 ± 2 kg/m² no primeiro momento de análise (T1), um IMC de 25 ± 3 kg/m² no segundo momento de teste (T2) e um IMC de 26 ± 3 kg/m² na terceira análise realizada (T3), apresentando um aumento em torno de 20% no IMC ao longo da gestação. O GE apresentou média de massa corporal de 59 ± 7, 66 ± 10, 71 ± 9 kg em T1, T2 e T3, respectivamente, o que representa um ganho percentual de 20% ao longo do período do estudo. Paralelo a isso, as pacientes do grupo GO apresentaram IMC médio em T1 de 35 ± 5 kg/m², em T2 de 36 ± 5 kg/m² e em T3 de 38 ± 6 kg/m², demonstrando um acréscimo de 7,5% ao longo do período gestacional. O GO apresentou média de peso de 94 ± 15, 97 ± 17, 101 ± 18 kg em T1, T2 e T3, respectivamente o que representa um ganho percentual de 7,5% ao longo do período do estudo.

Na Tabela 2, encontram-se os resultados referentes à média e a variação da massa corporal e do IMC dos grupos pesquisados (GE e GO) nos três tempos gestacionais. Ambos os grupos aumentaram a massa corporal e o IMC no decorrer dos tempos gestacionais, mantendo o grupo obeso com maior massa e maior IMC em comparação ao grupo eutrófico, conforme o esperado ($p < 0,05$ no efeito principal tempo). A variação de massa corporal não foi diferente entre T1 e T2, e entre T2 e T3, não demonstrando em ganho elevado no período gestacional.

O grupo eutrófico apresentou uma maior variação de massa e IMC, demonstrando interação significativa entre grupos, ou seja, se existe algum efeito significativo ($p < 0,05$ no efeito principal grupo), em comparação ao grupo obeso que não ganhou tanta massa ou IMC no segundo trimestre ($T1 = T2 < T3$) (Tabela 2).

A análise da interação Tempo e Grupo demonstrou que as gestantes eutróficas tiveram um aumento do IMC comparadas às gestantes obesas. Delta peso, ou seja, a diferença entre valor inicial e final, mostrou que $GE > GO$ entre os tempos T1 e T2. Ao analisar T2 e T3, não houve essa diferença significativa, apresentando um ganho de IMC similar nos dois grupos.

Não foi observada diferença significativa entre idade materna, idade gestacional, paridade, número de abortos e estatura entre o GO e GE.

Tabela 2: Resultados referente à média \pm desvio-padrão e a variação da massa corporal e IMC dos grupos de gestante obesa (GO) e gestante eutrófica (GE), durante os três tempos de gestação (T1, T2 e T3). Comparações apresentadas para o efeito principal dos fatores tempo grupo e para as interações entre os dois fatores.

	GE			GO			Efeitos principais		
	Tempo 1 M \pm DP	Tempo 2 M \pm DP	Tempo 3 M \pm DP	Tempo 1 M \pm DP	Tempo 2 M \pm DP	Tempo 3 M \pm DP	Tempo (T1 vs T2 vs T3) Sig (F; η^2 ; 1- β)	Grupo (GE vs GO) Sig (F; η^2 ; 1- β)	Interação (tempo e grupo) Sig (F; η^2 ; 1- β)
Massa (kg)	59,6 \pm 7,36	66,4 \pm 9,6	70,6 \pm 9,4	93,6 \pm 15,1 ^a	97,3 \pm 16,7 ^a	100,5 \pm 18,4 ^b	<0,001 (34,312; 0,632; 1,000) T1<T2<T3	<0,001 (32,572; 0,620; 1,000) GE<GO	0,024 (4,124; 0,171; 0,697) GE: T1<T2<T3 GO: T1=T2<T3
Variação Massa		T2-T1 +7,37 \pm 4,78	T3-T2 +4,22 \pm 2,58		T2-T1 +2,68 \pm 6,06	T3-T2 +4,52 \pm 4,6	0,889 (0,020; 0,001; 0,052) (T2-T1) = (T3-T2)	0,042 (4,709; 0,183; 0,544) GE>GO	0,064 (3,837; 0,154; 0,464)
IMC (kg/cm²)	22,2 \pm 2,00	24,8 \pm 2,8	26,42 \pm 2,57	35,3 \pm 4,9 ^a	36,5 \pm 5,4 ^a	37,7 \pm 6,1 ^b	<0,001 (59,789; 0,632; 1,000) T1<T2<T3	<0,001 (50,399; 0,716; 1,000) GE<GO	0,010 (5,187; 0,206; 0,799) GE: T1<T2<T3 GO: T1=T2<T3
Variação IMC		T2-T1 +2,8 \pm 1,87	T3-T2 +1,62 \pm 0,95		T2-T1 +0,88 \pm 2,25	T3-T2 +1,6 \pm 0,64	0,886 (0,021; 0,001; 0,052) (T2-T1) = (T3-T2)	0,025 (5,799; 0,216; 0,632) GE>GO	0,027 (5,681; 0,213; 0,623) T2-T1: GE>GO T3-T2: GE=GO

Resultados apresentados em média (M) e desvio padrão (DP). Sig: índice de significância p encontrado no teste de ANOVA mista para os efeitos principais e para as interações, com correção de Bonferroni apresentadas abaixo de Sig. Em destaque estão as comparações significativas. F: dado da estatística F da ANOVA. η^2 : ETA parcial quadrado, tamanho de efeito da ANOVA. 1- β : poder estatístico.

Fonte: Autora

A Tabela 3 mostra os resultados do COP, analisado pelas variáveis: área (em ortostase, perturbação (P) visual, P proprioceptiva e P vestibular), comprimento (em ortostase, P visual, P proprioceptiva e P vestibular) e velocidade (em ortostase, P visual, P proprioceptiva e P vestibular). Todas as variáveis foram analisadas em T1, T2 e T3, sendo T1 ocorrendo para o grupo GO na semana 15 ± 2 semanas e para grupo GE 16 ± 2 , T2 para o grupo GO foi de 23 ± 1 semanas e grupo GE 24 ± 2 e T3 para o grupo GO foi de 33 ± 2 semanas e grupo GE 33 ± 2 .

A Tabela 3 está organizada da seguinte forma: as primeiras seis colunas mostram a estatística descritiva dos resultados coletados nos três tempos de teste entre pacientes gestantes eutróficas e obesas para os três tempos. As últimas três colunas apresentam resultados da estatística inferencial. A coluna 7 descreve o efeito principal, ou efeito isolado, para a variável independente tempo (T1 vs. T2 vs. T3), ou seja, diferenças significativas nessa coluna representam efeito isolado do tempo de gestação independentemente do grupo estudado (GE ou GO). Na coluna 8, temos o resultado do efeito principal, ou efeito isolado, para a variável independente grupo (GE vs. GO), ou seja, diferenças significativas nessa coluna representam efeito isolado de ser obesa ou não, independentemente do tempo da gestação estudado (T1 ou T2 ou T3). Na coluna 9 temos o resultado da interação entre tempo vs. grupo.

A análise do efeito principal do Tempo sobre a área em ortostase (análise da evolução do COP nos três tempos), independente de grupo, mostrou aumento de oscilação de T2 para T3, com tamanho de efeito moderado (0,193) para ambos os grupos. A área do COP em ortostase não apresentou diferenças entre T1 e T2, tanto no GE quanto no GO. (Tabela 3)

A análise do efeito principal Grupos (uma análise comparativa entre GE e GO, independentemente do tempo de gestação), mostrou comportamento semelhante entre os grupos nas variáveis independentes (área em ortostase, P visual, P vestibular e P proprioceptiva). (Tabela 3)

A análise da interação efeito Tempo vs. Grupo, da variável área do COP em ortostase, P vestibular e P proprioceptiva não mostraram interações significativas. A área do COP sob P visual mostrou interação significativa com efeito moderado (0,195), onde de T2 a T3, ($p = 0,034$) a área do COP aumentou significativamente no grupo GE, sem apresentar alterações no grupo GO. (Tabela 3)

Nas demais variáveis comprimento da trajetória e velocidade do COP (com e sem perturbações) não foram encontradas diferenças significantes nos efeitos

principais de grupo ou tempo e também não apresentaram interações significativas. (Tabela 3).

Tabela 3: Resultados das variáveis do COP para os grupos gestante obesa (GO) e gestante eutrófica (GE), durante os três tempos da gestação (T1, T2 e T3). Comparações apresentadas para o efeito principal dos fatores tempo e grupo e para as interações entre os dois fatores.

Variáveis	GE			GO			EP Tempo	EP Grupo	Interação
	T1 (n=14)	T2 (n=12)	T3 (n=12)	T1 (n=16)	T2 (n=15)	T3 (n=11)	(T1 vs T2 vs T3) Sig (F; η^2 ; 1- β)	(GE vs GO) Sig (F; η^2 ; 1- β)	(tempo vs grupo) Sig (F; η^2 ; 1- β)
Área Ortostase (mm ²)	226,1 ^a ±131,6	186,5 ^a ±128,6	248,1 ^b ±184,6	170,9 ^a ±147,2	176,9 ^a ±118,9	273,2 ^b ±186,3	0,021* (4,298; 0,193; 0,712)	0,862 (0,031; 0,002; 0,053)	0,559 (0,591; 0,032; 0,141)
Área P. Vestibular (mm ²)	628,2 ±407,6	593,4 ±299,6	480,4 ±158,8	644,8 ±367,3	741,1 ±435,9	730,0 ±415,8	0,937 (0,065; 0,004; 0,059)	0,253 (1,392; 0,072; 0,201)	0,17 (1,865; 0,094; 0,363)
Área P. Visual (mm ²)	169,7 ^a ±101,9	170,8 ^a ±81,8	268,0 ^b ±177,6	203,9 ±144,4	241,6 ±152,3	189,4 ±123	0,462 (0,789; 0,042; 0,174)	0,698 (0,155; 0,009; 0,066)	0,020* (4,356; 0,195; 0,718)
Área P. Proprioceptiva (mm ²)	382,3 ±142,4	412 ±221,9	402,9 ±252,1	303,6 ±128,4	365,1 ±178,8	432 ±253,4	0,443 (0,834; 0,044; 0,182)	0,687 (0,167; 0,009; 0,067)	0,452 (0,812; 0,043; 0,178)
Comprimento Ortostase (cm)	250,7 ±62,1	233,3 ±51,6	268,6 ±99,1	240,7 ±51,5	243,2 ±63,2	285,9 ±82,8	0,099 (2,467; 0,121; 0,464)	0,910 (0,013; 0,001; 0,051)	0,278 (1,326; 0,069; 0,268)
Comprimento P. Vestibular (cm)	664,1 ±309,8	622,2 ±261,4	538,1 ±109	624,8 ±167,6	654,8 ±258,1	640,5 ±257,9	0,562 (0,586; 0,032; 0,14)	0,48 (0,519; 0,028; 0,105)	0,090 (2,582; 0,125; 0,482)
Comprimento P. Visual (cm)	300,6 ±125,2	278,3 ±62,6	309,6 ±61,2	307,7 ±69,5	310,4 ±88,3	316,4 ±109,3	0,529 (0,647; 0,035; 0,15)	0,223 (1,592; 0,081; 0,223)	0,410 (0,915; 0,048; 0,196)
Comprimento P. Proprioceptiva (cm)	405,1 ±156,4	371,7 ±101,8	379,2 ±96,4	337,4 ±88,8	386,7 ±157,9	377,9 ±109,2	0,916 (0,088; 0,005; 0,062)	0,668 (0,19; 0,01; 0,07)	0,200 (1,681; 0,085; 0,331)
Velocidade Ortostase (cm/s)	0,546 ±0,181	0,497 ±0,147	0,571 ±0,249	0,5 ±0,167	0,648 ±0,503	0,872 ±0,686	0,143 (2,05; 0,102; 0,394)	0,318 (1,053; 0,055; 0,163)	0,131 (2,151; 0,107; 0,412)
Velocidade P. Vestibular (cm/s)	1,378 ±0,539	1,229 ±0,529	1,08 ±0,175	1,236 ±0,369	1,429 ±0,634	1,433 ±0,601	0,982 (0,019; 0,001; 0,053)	0,163 (2,116; 0,105; 0,281)	0,067 (2,908; 0,139; 0,533)
Velocidade P. Visual (cm/s)	0,624 ±0,223	0,626 ±0,194	0,684 ±0,184	0,649 ±0,194	0,743 ±0,305	0,919 ±0,814	0,255 (1,418; 0,073; 0,284)	0,245 (1,444; 0,074; 0,207)	0,713 (0,341; 0,019; 0,1)
Velocidade P. Proprioceptiva (cm/s)	0,892 ±0,434	0,861 ±0,354	0,804 ±0,267	0,728 ±0,248	0,89 ±0,52	0,986 ±0,507	0,794 (0,232; 0,013; 0,084)	0,952 (0,004; 0; 0,05)	0,112 (2,326; 0,114; 0,441)

Resultados apresentados em média ± desvio-padrão (DP). EP: Efeito principal. Sig: *índice de significância p* encontrado no teste de ANOVA mista para os efeitos principais e para as interações. η^2 : indica o tamanho de efeito, sendo considerado baixo entre 0,02-0,12, médio entre 0,13-0,25 e alto se acima de 0,26.²² 1- β : indica o poder estatístico observado. Resultados da análise *post-hoc* de LSD estão apresentados ao lado das médias, onde letras diferentes indicam diferenças significativas. * destaca sig inferior a 0,05

Fonte: Autora.

5 DISCUSSÃO

Este estudo não mostrou diferenças significativas no desempenho do equilíbrio entre gestantes obesas e eutróficas em apoio bipodal. Para a análise, utilizou-se a variável área do COP sob diferentes perturbações e, em condição ortostática, observou uma piora do equilíbrio ao final da gestação. A variável área do COP apresentou sensibilidade suficiente para identificar o efeito do transcorrer dos trimestres gestacionais. Outros autores utilizaram essa variável para evidenciar alterações do equilíbrio, em diferentes grupos populacionais (Casaña *et al*^{β4}, Oliveira *et al*^{β5}, Esral *et al*^{β6}). Poucos estudos analisaram o equilíbrio durante a gravidez (Butler *et al*^{β2}, Inanir *et al*^{β7}, Oliveira *et al*^{β5}), entretanto, a comparação com seus resultados fica prejudicada devido a diferentes perturbações utilizadas e instrumentos de medida. Oliveira *et al* utilizaram perturbações visuais e base de apoio em pacientes gestantes com IMC normal. Butler *et al* analisaram gestantes com IMC normal e grupo controle somente em perturbação visual, enquanto que o estudo de Inanir *et al* utilizaram uma plataforma de medida para estabilidade postural analisando gestantes com sobrepeso, porém não de forma longitudinal.

O grupo de mulheres eutróficas mostrou maior ganho de massa corporal durante o período gestacional, que associado às alterações fisiológicas inerentes ao final da gravidez podem ter tido efeito sobre o controle postural, apesar de o estudo não ter sido proposto para avaliar o efeito do ganho ponderal. B"aszcyk *et al*^{β8} avaliaram mulheres não gestantes com e sem obesidade e notaram que houve uma redução substancial da amplitude da oscilação corporal com o aumento do IMC, indicando menor influência postural em pessoas obesas. Também sugeriram que a deterioração substancial da estabilidade ocorreu com $IMC \geq 40\text{kg/cm}^2$. Segundo Butler *et al*^{β2}, a estabilidade postural permanece relativamente estável no primeiro trimestre e tende a diminuir no decorrer da gestação podendo ter relação com a taxa de ganho de peso no segundo e terceiro trimestres. O estudo de Inanir *et al*^{β7} mostraram que a estabilidade postural é menor em gestantes no terceiro trimestre comparadas com um grupo controle. O estudo de Santos *et al*^{β0} mostraram que gestantes apresentaram maior oscilação corporal desde o primeiro trimestre, comparado a não gestantes. Ademais, mostraram que a inclinação pélvica aumentou significativamente para frente a partir do segundo trimestre acentuando no terceiro

trimestre. Esral *et al*⁶ evidenciaram que a anteriorização do centro de massa durante o terceiro trimestre, aspecto que a mulher não está adaptada, pode contribuir para aumento da área do COP.

O aumento do IMC pode piorar a resposta individual na manutenção do equilíbrio em diversas situações do cotidiano (Barbosa *et al*⁹, Teasdale *et al*¹⁰, Vincent *et al*¹¹), entretanto essa variável não pareceu influenciar em nossa amostra.

Por outro lado, a dependência do sistema visual para a manutenção do equilíbrio no decorrer da gestação foi maior entre as gestantes eutróficas, corroborando com a literatura. Oliveira *et al*⁵ mostraram que existe uma maior dependência de pistas visuais com a progressão da gravidez. Estudos de Butler *et al.*²² e Dunning *et al*² relataram que a falta de iluminação e a obstrução da visão foram responsáveis por quedas durante a evolução da gestação, além da participação de fatores como o tipo de piso e calçado. Segundo Opala-Berdzik *et al*¹, as mulheres em gravidez avançada, quando privadas de pistas visuais, apresentaram um declínio na estabilidade estática anteroposterior.

O nosso estudo não identificou diferenças entre os grupos eutrófico e obeso durante perturbações do sistema vestibular e proprioceptivo, sugerindo que a obesidade não interferiu nesses sistemas. Na literatura científica, não foram encontrados estudos que avaliaram o efeito da perturbação desses sistemas sobre equilíbrio em gestantes.

6 CONCLUSÃO

Nessa amostra, a obesidade, isoladamente, parece não ter alterado a biomecânica do equilíbrio em posição ortostática. Entretanto, sugere-se que o equilíbrio é alterado com o decorrer do período gestacional. Além disso, o comprometimento do sistema visual prejudicou o equilíbrio, de forma mais acentuada em gestantes eutróficas.

7 CONSIDERAÇÕES GERAIS E PERSPECTIVAS

Os achados deste estudo, os quais corroboram com outros autores (Opala³¹, Dunning⁴², Butler²² e Oliveira³⁵), são importantes para medidas de prevenção de quedas por desequilíbrio durante a evolução da gestação. McCrory et al⁴³ mostraram que o fortalecimento muscular pode diminuir a oscilação do COP, ao comparar grupo sedentário e ativo. Nosso estudo não avaliou a atividade física das gestantes, o que pode sugerir um viés e uma proposta para estudos adicionais. Por outro lado, a limitação visual merece cuidado durante a gestação, por ter prejudicado o equilíbrio durante nossa análise.

Estudos longitudinais com gestantes e, principalmente, com gestantes obesas, são difíceis de serem desenvolvidos devido à dificuldade de composição da amostra. Vários desafios, inerentes a complicações não esperadas para o período, foram encontrados durante o desenvolvimento do projeto. Todavia, o estudo foi finalizado com tamanho amostral suficiente para atender sua proposta inicial. Como perspectivas, pretende-se estender essa análise para o período pós-parto. Grupos de não gestantes obesas e eutróficas serão analisados para comparação adicional. Além disso, outras perturbações sobre os diversos sistemas (visual, vestibular e proprioceptivo) e a percepção de queda serão avaliados futuramente,

A epidemia global da obesidade atingiu mulheres em idade reprodutiva. O número de gestantes obesas tem aumentado e desafiado o sistema de saúde e, estudos com essa população acrescentam conhecimento que podem colaborar com a qualidade da assistência pré-natal e, em consequência, com a saúde materno e fetal.

REFERÊNCIAS

1. WHO – World Health Organization. **Obesity**. Disponível em <https://www.who.int/health-topics/obesity#tab=tab_1> Acesso em Abril/2020.
2. ABESO - Associação Brasileira para Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica. Diretrizes brasileiras de obesidade. **Diretrizes da Obesidade**. 4.ed, São Paulo, SP., 2016, p. 1-188. Disponível em < <https://abeso.org.br/wp-content/uploads/2019/12/Diretrizes-Download-Diretrizes-Brasileiras-de-Obesidade-2016.pdf>>
3. WHO – World Health Organization. **Obesity and Overweight**. Disponível em < <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>> Acesso em Abril/2020.
4. BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigilância de fatores de risco e proteção das doenças crônicas por contato telefônico**. Brasília 2018. Disponível em < <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/julho/25/vigitel-brasil-2018.pdf>>
5. RAPOSO, L. FERREIRA, C. FERNANDES, M. PEREIRA S. MOURA, P. **Complicações da Obesidade na Gravidez**. Arq Med. 25(3): 115-122. p. Jun/2011. Disponível em < http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-34132011000300005>
6. NOGUEIRA, A. I.; CARREIRO, M. P. **Obesity and Pregnancy**. Rev Med Minas Gerais. 1: 88-98 p. 2013. Disponível em < <http://www.rmmg.org/artigo/detalhes/15>>
7. VIEIRA, M. C. WHITE, S. L. PATEL, N. SEED, P. T. BRILEY, A. L. SANDALL, J. WELSH, P. SATTAR, N. NELSON, S. M. LAWLOR, D. A. POSTON, L. PASUPATHY, D. **Prediction of uncomplicated pregnancies in obese women: a prospective multicentre study**. BMC Med, v. 15, n. 1, p. 194, Nov 2017. ISSN 1741-7015. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29096631>>.
8. IRELAND, M. L.; OTT, S. M. **The effects of pregnancy on the musculoskeletal system**. Clin Orthop Relat Res. 372: 169-79 p. 2000. Disponível em < https://www.researchgate.net/publication/12578691_The_Effects_of_Pregnancy_on_the_Musculoskeletal_System>

9. GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C.; GOODWAY, J. D. **Compreendendo o desenvolvimento motor**. 7ª. São Paulo: McGraw-Hill, 2013.
10. PRANKE, G. I. **Influence of obesity indicators in adults postural balance**. Dissertação – UFSM. Universidade de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2010.
11. HARTMAN, E.; HOUWEN, S.; VISSCHER, C. **Motor skill performance and sports participation in deaf elementary school children**. *Adapt Phys Activ Q.* 28(2): 132-145 p. 2011. Disponível em <
https://www.researchgate.net/publication/51493585Motor_Skill_Performance_and_Sports_Participation_in_Deaf_Elementary_School_Children>
12. VUILLERME, N. DANION, F. MARIN, L. BOYADJIAN, A. **The effect of expertise in gymnastics on postural control**. *Neuroscience Letters* 303(2): 83-86 p. May, 2001. Disponível em <
https://www.researchgate.net/publication/12022264_The_effect_of_expertise_in_gymnastics_on_postural_control>
13. HRYSOMALLIS, C. **Balance ability and athletic performance**. *Sports Med.* 41(3): 221-232 p. Mar, 2011. Disponível em <
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21395364/>>
14. WINTER, D.A. **Human balance and posture control during standing and walking**: *Gait posture*. 3(4): 193-214 p. 1995. Disponível em <
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0966636296828499>>
15. DUARTE, M.; FREITAS, S.M.S.F. **Revision of posturography based on force plate for balance evaluation**. *Rev. Bras. Fisioter.* 4(3): 183-92. p. 2010. Disponível em <
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20730361/>>
16. MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão: *Rev. port. ciênc. desporto*. 3(3): 77-83. p. 2003. Disponível em <
https://rpcd.fade.up.pt/arquivo/artigos_soltos/vol.3nr.3/Mochizuki.pdf>
17. Winter, D.A. Patla, A.E. Frank, J.S. **Assessment of balance control in humans**. *Med Prog Technol.* 1990;16:31-51. Disponível em <
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2138696/>>
18. Murray, M.P. Seireg, A.A. Sepic, S.B. **Normal postural stability and steadiness: quantitative assessment**. *J Bone Joint Surg Am.* 1975;57:510-516. Disponível em <
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1141262/>>

19. PETERKA, R. J. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol.* 88(3): 1097-1118 p. Sept, 2002. Disponível em <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12205132/>>
20. APPIAH-KUBI, K.O. WRIGHT, W.G. **Vestibular training promotes adaptation of multisensory integration in postural control.** *Gait Posture.* 2019 Sep;73:215-220. Disponível em <<https://europepmc.org/article/med/31376748>>
21. BENT, L.R. MCFADYEN, B.J. INGLIS, J. T. **Visual-vestibular interactions in postural control during the execution of a dynamic task.** *Exp Brain Res.* 2002 Oct;146(4):490-500. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/11102682_Visual-vestibular_interactions_in_postural_control_during_the_execution_of_a_dynamic_task>
22. BUTLER, E.E. COLON, I. DRUZIN, M.L. ROSE, J. **Postural equilibrium during pregnancy: decreased stability with an increased reliance on visual cues.** *Am J Obstet Gynecol* 2006;195:1104–8. Disponível em <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16846574/>>
23. CUNHA, A.G.J. NUNES, M.P.T. RAMOS, R.T. PINTO, R.M.C. BOFFINO, C.C. MARTINS, F.C. TANAKA, C. **Balance disturbances in asthmatic patients.** *J Asthma.* 2013 Apr; 50(3):282-6. Disponível em <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23234251/>>
24. KYVELIDOU, A. STERGIU, N. **Visual and somatosensory contributions to infant sitting postural control.** *Somatosens Mot Res.* Sep-Dec 2018; 35(3-4):240-246. Disponível em <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30592428/>>
25. ALLUM, H. J. CARPENTER, M. G. HONEGGER, F. ADKIN, A. L. BLOEM, B. R. **Age-dependent variations in the directional sensitivity of balance corrections and compensatory arm movements in man.** *The Journal of physiology.* 542: 643–663 p. July, 2002. Disponível em <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2290411/>>
26. HUGEL, F. CADOPI, M. KOHLER, F. PERRIN, P. **Postural control of ballet dancers: a specific use of visual input for artistic purposes.** *Int J Sports Med,* v. 20, n. 2, p. 86-92, Feb 1999. ISSN 0172-4622. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10190767>>.
27. FAUL. F.; ERDFELDER, E.; LANG, A.G.; BUCHNER A. **G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical**

- sciences.** Behavior Research Methods 2007; 39(2):175-91. Disponível em <
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17695343/>>
28. BAKEMAN, R. **Recommended effect size statistics for repeated measures designs.** Behavior Research Methods vol.37 no.3 pp.379-384, 2005. doi: 10.3758/BF03192707; criticising Cohen (1988) (see [7]) pp.413-414. Disponível em <
<http://www.psy.gla.ac.uk/~steve/best/effect.html>>
29. ADA - American Diabetes Association. **Glycemic Targets: Diabetes Care**, v. 43, n. Suppl 1, p. S66-S76, Jan 2020. ISSN 1935-5548. Disponível em: <
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31862749> >.
30. DOS SANTOS, A.D. MAGALHÃES, A.T. SILVA, B. A. DUARTE, B. S. BARROS, G.L. SILVA, M. F. C. SILVA, S. C. MOHAPATRA, S. DEGANI, A. M. CARDOSO, V. S. **Upright balance control strategies during pregnancy.** Gait & Posture 66 (2018) 7–12. Disponível em < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30134216/>>
31. OPALA-BERDZIK, A. BŁASZCZYK, J. W. BACIK, B. CIEŚLIŃSKAŚWIDER, J. ŚWIDER, D. SOBOTA, G. MARKIEWICZ, A. **Static Postural Stability in Women during and after Pregnancy: A Prospective Longitudinal Study.** PLOS ONE June 8, 2015. Disponível em < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26053046/>>
32. SCHUBERT, P. KIRCHNER, M. **Ellipse area calculations and their applicability in posturography.** Gait & Posture, v. 39, n. 1, p. 518-522, 2014. Disponível em < <https://europepmc.org/article/med/24091249>>
33. RIBAS, S.I.; GUIRRO, E.C.O. **Análise da Pressão Plantar e do Equilíbrio Postural em Diferentes Fases da Gestação.** Rev. Bras. Fisioter. São Carlos, v. 11, n. 5, p. 391-396, set/out. 2007. Disponível em <
<https://www.scielo.br/pdf/rbfis/v11n5/a10v11n5>>
34. CASAÑA, J. CALATAYUD, J. EZZATVAR, Y. VINSTRUP, J. BENITEZ, J. ANDERSEN, L.L. **Knee Preoperative high-intensity strength training improves postural control after TKA: randomized-controlled trial.** Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2019 Abr; 27 (4): 1057-1066. Disponível em <
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30361758/>>
35. OLIVEIRA, L.F. VIEIRA, T. M. M. MACEDO, A. R. SIMPSON, D.M. NADAL, J. **Postural sway changes during pregnancy: A descriptive study using stabilometry.** Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol 147: 25–28. 2009. Disponível em <
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19640628/>>

36. ERSAL, T. MCCRORY, J.G. SIENKO, K.H. **Theoretical and experimental indicators of falls during pregnancy as assessed by postural perturbations.** *Gait Posture*. 2014 Jan; 39(1):218-23. Disponível em < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23953273/>>
37. INANIR, A. CAKMAK, B. HISIM, Y. DEMIRTURK, F. **Evaluation of postural equilibrium and fall risk during pregnancy.** *Gait & Posture* 39 2014;1122–1125. Disponível em < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24630464/>>
38. BŁASZCZYK, J.W. CIEŚLIŃSKA-ŚWIDER, J. PLEWA, M. ZAHORSKA-MARKIEWICZ, B. MARKIEWICZ, A. **Effects of excessive body weight on postural control.** *J Biomech*. 2009; 42: 1295–1300. Disponível em < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19386313/>>
39. BARBOSA, A.R. SOUZA, J.M. P. LEBRÃO, M.L. MARUCCI, M.F.N. **Estado nutricional e desempenho físico de idosos da cidade de São Paulo.** *Rev Assoc Med Bras*. 2007, 53 : 75–79. Disponível em < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-42302007000100024&script=sci_abstract&tlng=pt>
40. TEASDALE, N., HUE, O., MARCOTTE, J., BERRIGAN, F., SIMONEAU, M., DORE, J., MARCEAU, P., MARCEAU, S., TREMBLAY, A., 2007. **Reducing weight increases postural stability in obese and morbid obese men.** *Int. J. Obes.* (London) 31, 153–160. Disponível em < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16682978/>>
41. VINCENT, H.K. VINCENT, K.R. LAMB, K.M. **Obesity and mobility disability in the older adult.** *Obes Rev* 2010;11:568-579. Disponível em < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20059707/>>
42. DUNNING, K. LEMASTERS, G. BHATTACHARYA, A. **A major public health issue: the high incidence of falls during pregnancy.** *Maternal & Child Health J* (2010) 14: 720–725. Disponível em < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19672702/>>
43. MCCRORY, J. CHAMBERS, A. DAFTARY, A. REDFERN, M. **Dynamic postural stability in pregnant fallers and non-fallers.** *BJOG* 2010;117: 954–62. Disponível em < <https://obgyn.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1471-0528.2010.02589.x>>

APÊNDICE 1: FICHA DE ANAMNESE

Nome da paciente:			
Idade:			
Telefone:			
Gestante:		() SIM () NÃO	
Idade gestacional:		_____ semanas	
Partos anteriores:		() SIM () NÃO	
Abortos:		() SIM () NÃO Quantas semanas? _____	
Faz acompanhamento pré-natal		() SIM () NÃO	
Peso:			
Altura			
IMC:			
Tamanho MIs:		D:	E:
Largura joelho:		D:	E:
Largura tornozelo:		D:	E:
Faz uso de Medicamentos:		() SIM () NÃO Quais: _____	
Possui alguma doença:		() Diabetes () Hipertensão (pressão alta) () Anemia () Dores crônicas () Fraturas	
TCLE assinado:		() SIM () NÃO	
1º Teste da Marcha 15-17 Semanas	2º Teste da Marcha 27-29 Semanas	3º Teste da Marcha 31-33 semanas	Pós-parto 90 dias após

Caxias do Sul, _____ de _____ de _____.

Pesquisadora Acompanhante

APÊNDICE 2: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DA PESQUISA: Avaliação da biomecânica estática e da marcha em gestantes eutróficas e obesas.

Esta pesquisa é importante para que se possa avaliar as possíveis alterações da marcha e do equilíbrio de gestantes obesas e não obesas, com o intuito de intervir nesse período gestacional, melhorando a postura e diminuindo os riscos de queda, além de permitir que se conscientize e evite problemas futuros como dor lombar e articulações entre outros, melhorando a qualidade de vida das gestantes.

INTRODUÇÃO

Você está sendo convidada para participar de um estudo científico que será realizado no Instituto de Medicina do Esporte (IME), em parceria com o Ambulatório de Atendimento à Gestante de Alto Risco do Hospital Geral de Caxias do Sul, o Ambulatório de Ginecologia e Obstetrícia do Centro Clínico (CECLIN) e as Unidades Básicas de Saúde da Secretaria Municipal da Saúde de Caxias do Sul, que está localizado no Campus da Universidade de Caxias do Sul (UCS). O objetivo deste estudo é de avaliar como se processa a marcha e o equilíbrio de gestantes com índice de massa corporal normal e obesas no primeiro, segundo e terceiro trimestre da gestação e no pós-parto e de não gestantes com índice corporal normal. Você poderá fazer perguntas a qualquer momento, e se decidir participar do estudo, será solicitado que você assine este formulário de consentimento. Uma via deste mesmo documento será entregue à você.

O QUE VOCÊ PRECISARÁ FAZER NO ESTUDO?

Se você decidir participar deste estudo como voluntária, solicitaremos a sua presença no Laboratório da Marcha e Equilíbrio do IME (Instituto de Medicina do Esporte) no Bloco 70 da Universidade de Caxias do Sul, para realizar a avaliação utilizando uma área demarcada no chão. O horário e dia da semana serão marcados conforme sua disponibilidade. Antes do início da avaliação propriamente dita, será realizada uma medida de peso e altura. Este teste de avaliação da marcha e do equilíbrio dura cerca de 60 minutos, e você fará alguns movimentos durante o qual será analisado o seu desenvolvimento nos três trimestres da gestação e no pós-parto. Portanto, a pesquisa para as gestantes será desenvolvida em quatro etapas: nos três trimestres gestacionais e no período de pós-parto; para as não gestantes, somente em uma etapa.

DURANTE QUANTO TEMPO VOCÊ PARTICIPARÁ DO ESTUDO?

Você participará deste estudo a partir do seu consentimento neste documento, e terá de comparecer no endereço citado abaixo em quatro momentos:

- 1º momento T1: entre 15 às 17 semanas de gravidez;
- 2º momento T2: entre 27 às 29 semanas de gravidez;
- 3º momento T3: entre 31 às 33 semanas de gravidez;
- 4º momento T4: 90 dias após o parto.

Local de avaliação: Instituto de Medicina do Esporte – Campus Universitário de Caxias do Sul – Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Bloco 70 – Cep: 95070-560 – Caxias do Sul – Fone: (54) 3218.2736. A partir do local de seleção, você será conduzida ao IME/UCS por um táxi para a avaliação funcional. Após a avaliação, o táxi levará você de volta ao local de seleção.

QUAIS OS RISCOS EM PARTICIPAR DESTA PESQUISA?

A avaliação física que será realizada oferece riscos mínimos à sua saúde. No entanto, pequenos acidentes podem acontecer como: entorses e vertigem, dor muscular após a avaliação devido ao esforço, ainda que esta possibilidade possa ser considerada mínima. Você não deverá realizar movimentos diferentes do que habitualmente realiza nas suas atividades diárias domiciliares e em suas atividades laborais. No entanto, excepcionalmente, caso ocorra algum acidente não previsto, tais como entorses durante a caminhada do teste da marcha, desconfortos após a realização dos testes, vertigens após o teste da marcha, você será encaminhada para atendimento pelo médico do IME/UCS, presente em tempo integral. A EMERCOR poderá ser chamada para um auxílio mais intenso e caso seja realmente necessário, você será levada ao Hospital Geral que fica localizado na Rua Prof. Antônio Vignolli, 255, Bairro Petrópolis em Caxias do Sul e o pesquisador responsável arcará com o prejuízo financeiro, ressarcindo os gastos caso exista algum. Caso o sintoma não desapareça, ou apareça outro sintoma imprevisto, os pesquisadores deverão ser avisados. Sua participação é totalmente voluntária podendo desistir a qualquer momento sem que isso acarrete qualquer ônus ou prejuízo a sua pessoa.

EXISTEM BENEFÍCIOS NA PARTICIPAÇÃO NESSA PESQUISA?

Existem poucas pesquisas que avaliem a marcha e o equilíbrio das gestantes. Portanto, a sua participação poderá colaborar com a ciência em novos achados e na produção de novos artigos com medidas de prevenção de danos às mulheres durante a gestação e melhor qualidade de vida nesta fase da vida. Além do benefício ao próximo, você estará melhorando a sua vida gestacional, melhorando seu nível de equilíbrio e postural. Lembramos que você não receberá nenhum pagamento ou outro benefício direto por participar deste estudo, bem como não estará renunciando a nenhum direito legal ao assinar este formulário de consentimento.

HAVERÁ ALGUM CUSTO?

O projeto não prevê ressarcimentos referentes a despesas relacionadas à passagem e alimentação até o local de seleção (UBS, CECLIN ou HG). A partir dali, você será conduzida ao IME/UCS por um táxi para a avaliação funcional. Após a avaliação, o táxi levará você de novo para o local de seleção. Posteriormente, o transporte até a sua residência será por sua conta. As vestimentas necessárias para a realização do teste serão fornecidas pela pesquisadora e você a utilizará em todas as avaliações. Esta vestimenta será higienizada e ficará armazenada para o próximo uso. As participantes farão troca de vestimenta em sala apropriada, reservada e anexa ao laboratório da marcha e equilíbrio. Os procedimentos de medições, serão realizadas no local das coletas, após a troca da vestimenta, onde será medido peso e altura, largura dos joelhos e tornozelos e comprimento dos membros inferiores

QUE OUTRAS OPÇÕES VOCÊ TERÁ ALÉM DESSA PESQUISA?

Se você decidir não participar desta pesquisa, você continuará a receber o atendimento proporcionado pelo Ambulatório de Atendimento à Gestante de Alto Risco do Hospital Geral, Ambulatório de Ginecologia e Obstetrícia do Centro Clínico (CECLIN) ou pelas Unidades Básicas de Saúde, sem nenhum prejuízo a você e para seu filho(a) durante a gestação. Para as participantes não gestantes, não haverá qualquer tipo de prejuízo.

CONFIDENCIALIDADE.

Os resultados deste estudo serão utilizados única e exclusivamente para fins de pesquisa, de modo que sua identidade será mantida em sigilo absoluto. A sua assinatura neste formulário indica que você entendeu satisfatoriamente a informação relativa à sua participação neste projeto e você concorda em participar.

QUAIS SÃO OS SEUS DIREITOS COMO PARTICIPANTE DA PESQUISA?

A participação neste estudo é completamente voluntária. A qualquer momento você poderá optar por não tomar parte desta pesquisa. Você será atendida pelo Serviço Público de Saúde da mesma forma, independentemente da sua decisão. Para as participantes não gestantes, não haverá qualquer tipo opção além das informações clínicas advindas dos resultados da pesquisa.

NOVAS DESCOBERTAS OU RESULTADOS DO ESTUDO.

Qualquer descoberta de importância resultante deste estudo será informada a você por um membro pesquisador deste estudo. Eventualmente, caso seja necessário, você poderá ser orientada a procurar médico especialista para que possam ser minimizadas complicações diagnosticadas e que poderão afetar a sua marcha e o seu equilíbrio.

O QUE DEVO FAZER SE TIVER PERGUNTAS

No caso de perguntas, entre em contato com os responsáveis pelo estudo: Enfermeira Letícia Castilhos - telefone (54) 99205-0143 e Tecnóloga em Radiologia Natália Ficagna - telefone (54) 98142-4520. Esse contato pode ser por ligação telefônica direta ou à cobrar.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Caxias do Sul (CEP/UCS) é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Dessa forma o Comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto, de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade.

Endereço: Rua Francisco Getúlio Vargas, nº 1130, Sala 306, Bloco M. Caxias do Sul – RS, CEP 95070-560 – UCS Campus Sede. Telefone: 3218-2829. Horário: 8h até 11h e 30min e 13h e 30min até 18h.

E-mail: cep-ucs@ucs.br

Este termo de consentimento foi impresso em duas vias, que serão rubricadas em todas as páginas e assinadas por você e pelos pesquisadores. Uma via ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores.

Atesto que expliquei cuidadosamente a natureza e o objetivo deste estudo, os possíveis riscos e benefícios de sua participação, junto ao participante e/ou representante autorizado. Acredito que a participante e/ou seu representante tenham recebido todas as informações necessárias, que foram oferecidas em uma linguagem adequada e compreensível, e que compreendeu essa explicação.

_____ Data: ___/___/___
Nome legível do pesquisador Assinatura

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Eu li esse formulário de consentimento (ou meu representante legal leu e explicou-me), todas as minhas perguntas foram respondidas e concordo em participar deste estudo. Estou ciente de que posso interromper minha participação a qualquer momento, sem perder o direito de receber cuidados médicos oferecidos pelo Sistema Único de Saúde.

_____ Data: ___/___/___
Nome legível da participante Assinatura da participante

* Necessário somente se a paciente for fisicamente incapaz de assinar e datar o termo de consentimento, como pacientes analfabetas, porém capazes de consentir em participar.

_____ Data: ___/___/___
Nome da testemunha* Assinatura da testemunha

APÊNDICE 3: ARTIGO REVISTA FEMINA

Femina

Artigo de Revisão

Descritores

Mulher; Gestação; Obesidade;
Marcha; Equilíbrio postural

Keywords

Women; Pregnancy; Obesity;
Gait; Postural balance

Submetido

22/11/2018

Aceito

05/02/2018

1. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, Brasil.

Conflitos de interesse

Nada a declarar.

Autor correspondente Natalia Ficagna. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Petrópolis, 95070-560, Caxias do Sul, RS, Brasil. nataliaficagna@hotmail.com.

Biomecânica estática e da marcha em gestantes eutróficas e obesas

Static biomechanics and gait in eutrophic and obese pregnant women

Guilherme Auler Brodt¹, José Mauro Madi¹, Leticia Maria de Castilhos¹, Natalia Ficagna¹, Rosa Maria Rahmi Garcia¹

RESUMO

Mais de 50% da população mundial encontra-se na faixa de sobrepeso e de obesidade, caracterizando uma epidemia global e, com isso, atingindo mulheres em idade reprodutiva. Quando da associação de obesidade e gravidez, esse risco pode estar amplificado, acentuando alterações do equilíbrio e postura, ampliando a taxa de acidentes por queda.

ABSTRACT

More than 50% of the world population is in the overweight and obesity zone, characterizing a global epidemic and with these reaching women of reproductive age. When associated with obesity and pregnancy, this risk may be amplified, accentuating alterations on balance and posture, increasing the rate of accidents by fall.

O equilíbrio é estabelecido quando a soma das forças que agem sobre um corpo é nula.⁽¹⁾ O equilíbrio estático é a capacidade do indivíduo em se manter em posição estável, possuindo o centro de massa dentro da base de apoio. É uma atividade dinâmica, ou seja, necessita-se de manutenção da postura para torná-la estável.^(1,2) A estabilidade do centro de pressão ou eixo central, durante perturbações laterais, faz com que o corpo consiga recuperar sua constância de movimento.⁽³⁾

A marcha humana pode ser definida como a locomoção do corpo e compreende uma série de movimentos cíclicos, em que o corpo é suportado primeiro por uma perna e depois pela outra. A marcha envolve muitos movimentos complexos em todos os segmentos corporais que requerem energia metabólica.⁽⁴⁾ Para que ocorra, essa locomoção necessita de vários requisitos de ocorrência simultânea, dentre os quais se destacam a propulsão do corpo para frente ou para trás, a manutenção do equilíbrio em condição estática e dinâmica, em situação variável de apoio, e a coordenação entre postura, equilíbrio e locomoção com adaptação.

Existem características da marcha que são consideradas normais para a população e, apesar das particularidades de cada nicho populacional, servem de parâmetros para a descrição das características biomecânicas de cada grupo de pessoas. As principais características para a descrição da marcha são cinemática, eletromiografia e dinâmica da marcha.^(5,6) Estudos feitos com gestantes e não gestantes em diferentes trimestres apresentaram cinemática e cinética alterada dos membros inferiores. Observou-se diminuição do comprimento e aumento da largura do passo, velocidade de caminhada

mais lenta e maior tempo em apoio duplo (tempo em que os dois pés ficam em contato com o solo durante a marcha). A mudança desses parâmetros aponta para alterações na estabilidade dinâmica das gestantes e, com a progressão dos trimestres, esses parâmetros continuam a se alterar.⁽⁷⁾ Durante a caminhada da gestante e a progressão dos trimestres, ocorre uma solicitação crescente sobre os músculos flexores do quadril, do extensor do quadril e do tornozelo.⁽⁸⁾ Essas alterações, com o aumento de peso, são ocasionadas principalmente pelo medo da perda de equilíbrio e o aumento do risco de quedas ao se aproximar do final da gestação.⁽⁷⁾ Simultaneamente, o movimento de trajetória do centro de pressão do pé sobre o solo parece se alterar como consequência das mudanças do controle de equilíbrio durante a passada.⁽⁷⁾

À medida que a idade gestacional progride, percebe-se alterações de capacidade de produção de força durante a marcha, como alterações na produção de momento articular (entende-se por momento ou torque articular a necessidade de produção de força e tendência de giro em uma articulação). Dessa forma, com o passar das semanas gestacionais, o esforço realizado pela gestante em cada articulação vai se transformando: aumenta o momento de extensão do quadril, ou seja, a necessidade da musculatura glútea em atuar; diminui o momento de extensão do joelho: as gestantes passam a utilizar menos o quadríceps para controle da caminhada; aumenta o momento de adução do joelho: ocorre estresse em genu valgo, que deve ser controlado pela cápsula articular; e diminui o momento de flexão plantar do tornozelo, cuja capacidade propulsiva também diminui. Essas mudanças estão relacionadas ao esforço da gestante durante a marcha e à ocorrência de desconforto e sobrecarga principalmente na região de joelho, quadril e sacroilíaca.⁽⁹⁾

As exigências induzidas pela gravidez sobre o corpo da mulher atingem os limites da capacidade funcional de muitos órgãos maternos, podendo originar o aparecimento ou agravamento de situações patológicas preexistentes. Nesse sentido, a postura e a deambulação são alterações evidentes. A postura torna-se desalinhada devido ao aumento do volume uterino e ao aumento do volume das mamas pesando sobre o tórax, determinando que o centro de gravidade se desvie para frente e todo o corpo se projete de maneira compensatória para trás.⁽¹⁰⁾ Quando em pé, observa-se que, para manter o equilíbrio, a gestante levanta o ventre, originando-se a lordose da coluna lombar. Observam-se também a ampliação da base do polígono de sustentação, o afastamento dos pés e a projeção das escápulas para trás.⁽¹⁰⁾ Essas mudanças exigem compensações constantes do sistema musculoesquelético, dificultando a realização de atividades de vida diária da gestante, provocando lombalgias, dores nas costas e/ou alterações posturais, que podem ser tratadas e até prevenidas com o diagnóstico precoce do problema.⁽¹¹⁾ A prática de exercício físico vem sendo apontada como um fator interveniente

na ocorrência da dor lombar^(12,13) e na melhora do equilíbrio corporal.⁽¹⁴⁾

Essas modificações causadas pela gestação tendem a deslocar o centro de gravidade do corpo, alterando o equilíbrio postural e aumentando o risco de quedas.⁽¹⁵⁾ O aumento da incidência de quedas é um fator comum entre as gestantes.^(16,17) Uma em cada quatro gestantes sofre queda da própria altura durante a gestação e uma em cada 10 mulheres cai duas ou mais vezes durante a gestação. Essas quedas acidentais podem ser devidas a uma postura instável que impede a atividade motora ideal.⁽¹⁸⁾ Essas alterações de estabilidade são transitórias e podem estar presentes no período pós-parto devido ao aumento da frouxidão do tecido conjuntivo e à persistência da postura alterada.⁽¹⁸⁾

A obesidade está entre os maiores desafios das doenças do século XXI, aumentando a cada dia e desenvolvendo alguns outros problemas de saúde associados a ela. O aumento do peso corporal com o acúmulo de gordura está associado a mudanças na geometria e postura corporal. O sobrepeso modifica o tamanho e a forma do corpo, influenciando na estabilidade postural estática e alterando a localização do centro de pressão.⁽¹⁹⁾ Essa mudança anatômica, devida ao aumento de peso, afeta também o desempenho motor, o balanço postural e a força muscular. A influência do índice de massa corporal (IMC) pode estar relacionada também a enfraquecimento muscular dos membros inferiores, principalmente associado a problemas nos joelhos, quando se compara a pessoas de peso normal.⁽²⁰⁾

A gestação e o período pós-parto constituem dois momentos críticos na vida da mulher, posto que se acentuam os fatores que podem originar a obesidade. Dados da Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde (2009)⁽²¹⁾ mostram que, entre mulheres de 15 a 49 anos o índice de sobrepeso foi de 43,1% e o de obesidade foi de 16,1%, e o nível de sobrepeso e obesidade tendeu a aumentar conforme o avançar da idade e o número de gestações. O ganho de peso durante a gestação pode representar um fator determinante da obesidade no futuro. Os dados sugerem que a obesidade pode afetar funções corporais, além de ter influência sobre o sistema musculoesquelético. Fatores pré-gestacionais, o ganho excessivo de peso na gravidez, a manutenção do peso adquirido no pós-parto e a multiparidade são fatores de risco para o desenvolvimento da obesidade e do diabetes melito do tipo 2.⁽²²⁻²⁴⁾

O peso pré-gestacional é um importante fator de risco tanto para o ganho de peso durante a gravidez quanto para a sua manutenção após o parto.⁽²⁵⁾ No Brasil, o Ministério da Saúde⁽²⁶⁾ adota recomendações de ganho total de peso, segundo o estado nutricional inicial da gestante, e classifica o estado nutricional avaliado pelo IMC pré-gestacional. Mulheres com IMC acima de 25 kg/m² antes de engravidar são mais propensas a apresentar resultados adversos na gravidez. O *Institute of Medicine* (IOM) divulgou em 1990, com reavaliação em

2009, as orientações para ganho de peso ideal na gravidez.⁽²⁷⁾ A recomendação atual é que o ganho de peso ideal leve em consideração o IMC pré-concepcional.^(27,28) Além disso, com o desenvolvimento da industrialização social, mais mulheres estão optando por adiar a maternidade até que completem sua educação ou suas carreiras profissionais estejam definitivamente estabelecidas. Consequentemente, o número de gestantes com idade avançada vem aumentando de forma constante, caracterizando-se pela multiparidade, alta escolaridade e maior peso pré-gestacional.⁽²⁹⁾ Dados do Ministério da Saúde⁽³⁰⁾ mostraram aumento na taxa de IMC superior a 25 kg/m² em mulheres com idade entre 18 e 24, 25 e 34 e 35 e 44 anos (24,4%, 38% e 50,9%, respectivamente).

No pós-parto, a obesidade e o peso adquirido durante a gestação, associados ao afrouxamento muscular, retardam a recuperação da alteração postural. As alterações descritas observadas na gestante obesa podem ocasionar sérias limitações funcionais, além de restringir atividades rotineiras e laborais.^(2,31) No entanto, a literatura é escassa em relação à investigação sobre as alterações características da biomecânica da marcha e do equilíbrio de gestantes obesas, o que limita a quantidade de informações disponíveis. Cabe, então, aos pesquisadores da área da saúde e biomecânica investigar se a obesidade associada à gestação não aumenta as implicações à marcha e ao equilíbrio, sejam estes avaliados por cinemática, cinética e centro de pressão e, ainda, se essas implicações não afetam a incidência de quedas das gestantes. Tendo em vista a revisão apresentada, é possível inferir que tanto a gestação quanto a obesidade são fatores que afetam a marcha e o equilíbrio, e sua associação pode potencializar seus efeitos indesejáveis.

REFERÊNCIAS

1. Le Boulch J. Rumo a uma ciência do movimento humano. Porto Alegre: Artes Médicas; 1987.
2. Gallahue DL, Ozmun JC, Goodway JD. Compreendendo o desenvolvimento motor. 7ª ed. São Paulo: McGraw-Hill; 2013.
3. Pizzigalli L, Micheletti Cremasco M, Mulasso A, Rainoldi A. The contribution of postural balance analysis in older adult fallers: a narrative review. *J Bodyw Mov Ther.* 2016;20(2):409-17. doi: 10.1016/j.jbmt.2015.12.008
4. Moraes Filho MC, Reis RA, Kawamura CM. Avaliação do padrão de movimento dos joelhos e tornozelos durante a maturação da marcha normal. *Acta Ortop Bras.* 2010;18(1):23-5. doi: 10.1590/S1413-78522010000100004
5. Viel E. A marcha humana, a corrida e o salto: biomecânica, investigações, normas e disfunções. Barueri: Manole; 2001.
6. Perry J. Análise de marcha: São Paulo: Manole; 2005. v. 1.
7. Mei Q, Gu Y, Fernandez J. Alterations of pregnant gait during pregnancy and post-partum. *Sci Rep.* 2018;8(1):2217. doi: 10.1038/s41598-018-20648-y
8. Foti T, Davids JR, Bagley A. A biomechanical analysis of gait during pregnancy. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(5):625-32.
9. Huang TH, Lin SC, Ho CS, Yu CY, Chou YL. The gait analysis of pregnant women. *Biom Eng.* 2002;14(2):67-70. doi: 10.4015/S1016237202000103
10. Montenegro CAB, Rezende Filho J. Rezende, obstetria fundamental. 14ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2018.
11. Ribeiro AP, João SM, Sacco IC. Static and dynamic biomechanical adaptations of the lower limbs and gait pattern changes during pregnancy. *Womens Health (Lond).* 2013;9(1):99-108. doi: 10.2217/whe.12.59
12. Souza ELBL. Fisioterapia aplicada à obstetria: aspectos de ginecologia. 5ª ed. Rio de Janeiro: Medsi; 2002.
13. Granath AB, Hellgren MS, Gunnarsson RK. Water aerobics reduces sick leave due to low back pain during pregnancy. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs.* 2006;35(4):465-71. doi: 10.1111/j.1552-6909.2006.00066.x
14. Mann L, Kleinpaul JF, Teixeira CS, Lopes LFD, Konopka CK, Mota CB. [Pregnancy: corporal balance, lumbar pain and falls]. *Braz J Biomech.* 2009;9(18):15-21.
15. Cakmak B, Ribeiro AP, Inanir A. Postural balance and the risk of falling during pregnancy. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2016;29(10):1623-5. doi: 10.3109/14767058.2015.1057490
16. Dunning K, LeMasters G, Levin L, Bhattacharya A, Alterman T, Lordo K. Falls in workers during pregnancy: risk factors, job hazards, and high risk occupations. *Am J Ind Med.* 2003;44(6):664-72. doi:10.1002/ajim.10318
17. Inanir A, Cakmak B, Hisim Y, Demirturk F. Evaluation of postural equilibrium and fall risk during pregnancy. *Gait Posture.* 2014;39(4):1122-5. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.01.013
18. Opala-Berdzik A, Blaszczyk JW, Bacik B, Cieślńska-Świder J, Świder D, Sobota G, et al. Static postural stability in women during and after pregnancy: a prospective longitudinal study. *PLoS One.* 2015;10(6):e0124207. doi: 10.1371/journal.pone.0124207
19. Kovacicova Z, Svoboda Z, Neumannova K, Bizovska L, Cuberek R, Janura M. Assessment of postural stability in overweight and obese middle-aged women. *Acta Gymnica.* 2014;44(3):149-53. doi: 10.5507/ag.2014.015
20. Prasertiwati L, Kusumaningtyas S, Tamin TZ. Effect of body mass index on postural balance and muscle strength in children aged 8-10 years. *JKIMSU.* 2017;6(2):79-87.
21. Ministério da Saúde. Centro Brasileiro de Análise e Planejamento [Internet]. Pesquisa Nacional Sobre Demografia e Saúde – PNDS 2006. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2009. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pnds_crianca_mulher.pdf. Acesso em: 12 set. 2018.
22. Nogueira AI, Carreiro MP. [Obesity and pregnancy]. *Rev Med Minas Gerais.* 2013;23(1):88-98. doi: 10.5935/2238-3182.20130014.
23. Spencer L, Rollo M, Hauck Y, MacDonald-Wicks L, Wood L, Hutchesson M, et al. The effect of weight management interventions that include a diet component on weight-related outcomes in pregnant and postpartum women: a systematic review protocol. *JBIM Database System Rev Implement Rep.* 2015;13(1):88-98. doi: 10.11124/jbisir-2015-1812
24. Lacerda EMA, Leal MC. [Risk factors associated with postpartum weight gain and retention: a systematic review]. *Rev Bras Epidemiol.* 2004;7(2):187-200. doi: 10.1590/S1415-790X2004000200008.
25. Jayabalan N, Nair S, Nuzhat Z, Rice GE, Zuñiga FA, Sobreira L, et al. Cross talk between adipose tissue and placenta in obese and gestational diabetes mellitus pregnancies via exosomes. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2017;8:239. doi: 10.3389/fendo.2017.00239
26. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Área Técnica de Saúde da Mulher. Pré-natal e puerpério: atenção qualificada e humanizada: manual técnico. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2005.
27. Moore Simas TA, Waring ME, Sullivan GM, Liao X, Rosal MC, Hardy JR, et al. Institute of Medicine 2009 gestational weight gain guideline knowledge: survey of obstetrics/gynecology and family medicine residents of the United States. *Birth.* 2013;40(4):237-46. doi: 10.1111/birt.12061
28. Leddy MA, Power ML, Schulkin J. The impact of maternal obesity on maternal and fetal health. *Rev Obstet Gynecol.* 2008;1(4):170-8.
29. Dong B, Yu H, Wei Q, Zhi M, Wu C, Zhu X, et al. The effect of pre-pregnancy body mass index and excessive gestational weight gain on the risk of gestational diabetes in advanced maternal age. *Oncotarget.* 2017;8(35):58364-71. doi: 10.18632/oncotarget.17651
30. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. Vigilância Brasil 2014: vigilância de fatores de risco e proteção das doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2015.
31. Branco M, Santos-Rocha R, Vieira F. Biomechanics of gait during pregnancy. *ScientificWorldJournal.* 2014;2014:527940. doi: 10.1155/2014/527940