

Leticia Maria de Castilhos

BIOMECÂNICA DA MARCHA 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

Leticia Maria de Castilhos

BIOMECÂNICA DA MARCHA EM GESTANTES OBESAS E EUTRÓFICAS

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

Orientador:

Prof. Dr. José Mauro Madi

Co-orientadores:

Prof. Dr. Guilherme Auler Brodt

Prof.^a Dr.^a Rosa Maria Rahmi

CAXIAS DO SUL

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

C352b Castilhos, Leticia Maria de
Biomecânica da marcha em gestantes obesas e eutróficas / Leticia
Maria de Castilhos. – 2020.
45 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa
de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2020.

Orientação: José Mauro Madi.

Coorientação: Guilherme Auler Brodt, Rosa Maria Rahmi.

1. Biomecânica. 2. Marcha. 3. Gravidez. 4. Grávidas. 5. Obesidade. I.
Madi, José Mauro, orient. II. Brodt, Guilherme Auler, coorient. III. Rahmi,
Rosa Maria, coorient. IV. Título.

CDU 2. ed.: 612.76

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Paula Fernanda Fedatto Leal - CRB 10/2291

BIOMECÂNICA DA MARCHA EM GESTANTES OBESAS E EUTRÓFICAS

Leticia Maria de Castilhos

Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde, Linha de Pesquisa: Saúde Materno Infantil

Caxias do Sul, 26 de agosto de 2020.

Banca Examinadora:

Dr.^a Lara Helena Gomes Marquardt
UFSC

Dr.^a Magda Amabile Biazus Carpeggiani Bellini
UCS

Dr. Leandro Viçosa Bonetti
UCS

Dr. José Mauro Madi
UCS
Orientador

**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

Letícia Maria de Castilhos

BIOMECÂNICA DA MARCHA EM GESTANTES OBESAS E EUTRÓFICAS

Presidente da banca:

Prof. Dr. José Mauro Madi

Banca examinadora:

Prof. Dr. Magda Bellini

Prof. Dr. Lara Elena Gomes

Prof. Dr. Leandro Viçosa Bonetti

Agradecimentos

Estes anos de mestrado se caracterizaram como um período de muito estudo, esforço e dedicação. Contudo, fui adquirindo muitos conhecimentos na área da biomecânica, área em que eu como enfermeira, desconhecia totalmente. Foram muitos os desafios que me fizeram crescer como profissional e poder chegar até aqui. Durante este período, muitas pessoas me acompanharam e foram fundamentais para que este sonho se realizasse. Daí, os meus agradecimentos.

Primeiramente, a Deus, por ter me dado força e coragem para superar todos os obstáculos.

A todos os colaboradores do Laboratório de Marcha, pela disponibilidade no atendimento, pela dedicação e empenho com a pesquisa.

Ao meu orientador, Professor Dr. José Mauro Madi, por estar sempre disponível e me ajudar em todos os processos de execução deste trabalho.

Aos coorientadores por estarem sempre prontos a auxiliar com a maior dedicação, em especial ao Professor Dr. Guilherme Auler Brodt que me acompanhou em quase 100% dos exames e a Professora Dra. Rosa Maria Rahmi, que sempre contribuiu com suas ideias.

Aos meus familiares, pelo incentivo, mesmo nas horas em que desanimei.

A todos, o meu muito obrigado e eterna gratidão.

RESUMO

A obesidade é um fator de risco para limitação funcional em ambos os sexos, posto que acarreta sérios prejuízos na execução das atividades rotineiras. É causa de alterações musculoesqueléticas, principalmente, no sexo feminino, e modifica significativamente a maneira como o corpo se locomove, causando alterações na postura, equilíbrio, marcha, força e deficiências musculares, dificultando a mobilidade na realização de atividades domésticas, lazer, esportes e maior dispêndio nas atividades físicas. Durante a gestação, ocorrem mudanças anatômicas e fisiológicas no corpo da mulher. O aumento do peso, principalmente, no tronco, devido ao crescimento do feto, pode afetar o sistema musculoesquelético e alterar características da marcha e da postura. Essas alterações, progressivas e gradativas, induzem a adaptações dos tecidos moles, articulares e posturais, os quais podem acarretar desconforto e dor na coluna vertebral, quadris, joelhos e pés. As exigências da gravidez sobre o corpo das mulheres atingem os limites da capacidade funcional de muitas estruturas maternas, podendo desencadear ou agravar quadros patológicos previamente existentes. Cerca de 50% das gestantes relatam dores na pelve e na coluna lombar/dorsal, que podem persistir ou aumentar após o parto.

Este estudo possui um diferencial se comparado aos já existentes na literatura, posto que se baseia na avaliação e na comparação da marcha de gestantes obesas e eutróficas ao longo da gestação. O objetivo principal foi avaliar a marcha de gestantes eutróficas e obesas ao longo dos três trimestres gestacionais, com o intuito de contribuir para a prevenção das morbidades relacionadas à marcha destas pacientes, podendo assim colaborar com intervenções como atividades físicas para melhorar as suas qualidades de vida.

Trata-se de um estudo observacional, longitudinal, prospectivo e comparativo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Caxias do Sul, sob o parecer número 3.028.567. As gestantes avaliadas em três momentos específicos foram recrutadas no Ambulatório de Atendimento à

Gestante de Alto Risco do Hospital Geral de Caxias do Sul e nas Unidades Básicas de Saúde da Rede Municipal de Saúde de Caxias do Sul. O local de realização dos testes foi no Laboratório de Marcha do Instituto de Medicina do Esporte da Universidade de Caxias do Sul.

Assim, de um total de 1.055 prontuários analisados no período de novembro/2018 a dezembro/2019, foram selecionados 230 relacionados a gestantes passíveis de participação no projeto. Contatadas, foram excluídas 115 gestantes por recusa a participar do estudo, 19 por terem abortado espontaneamente e 65 por razões não especificadas. Portanto, 31 gestantes foram incluídas e distribuídas nos grupos gestantes obesas e gestantes eutróficas. Durante a fase de coletas de dados, ocorreram oito perdas relacionadas à desistência e/ou problemas de saúde no decorrer da gestação. Finalizaram as etapas previstas 11 gestantes obesas e 12 eutróficas.

Não foi observada diferença significativa entre idade materna, idade gestacional, paridade, número de abortos prévios, estatura e comprimento dos membros inferiores. Essas características pareadas entre si caracterizaram a homogeneidade da amostra. Foram avaliados os dados espaçotemporais das gestantes participantes e verificou-se que os resultados são influenciados pelo efeito do trimestre gestacional e pelo Índice de Massa Corpórea. Contudo, podemos observar que as gestantes possuem modificações no espaçotemporal da sua marcha, sendo que as obesas se comportam de maneira diversa das eutróficas. As alterações variam com o tempo gestacional, principalmente no final da gestação, quando o peso está mais elevado.

Os resultados obtidos nos fazem crer que a gestação altera a marcha e, se associada à obesidade, estas alterações tornam-se mais evidentes, fazendo com que a gestante procure realizar uma marcha mais lenta, com passos mais curtos e permaneça mais tempo com os pés no solo durante a marcha para melhorar a sua estabilidade e evitar quedas, principalmente ao final da gestação.

Este estudo pretendeu inovar na área da biomecânica, posto que são poucos os estudos relacionados à marcha de gestantes obesas. A partir da avaliação destes resultados poder-se-ão realizar intervenções clínicas

fisioterápicas, promovendo exercícios e prevenindo algias no período gestacional.

Palavras-chave: marcha, gravidez, obesidade, fenômenos biomecânicos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
1. INTRODUÇÃO	12
1.1 MARCHA NORMAL.....	12
1.2 A INFLUÊNCIA DA GESTAÇÃO SOBRE A MARCHA.....	14
2. METODOLOGIA	16
2.1 DELINEAMENTO.....	16
2.2 LOCAL DO ESTUDO.....	16
2.3 AMOSTRA	16
2.3.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	17
2.3.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	17
2.4 ASPECTOS ÉTICOS	18
2.5 VARIÁVEIS INDEPENDENTES.....	18
2.6 PRÉ-ANÁLISE DA MARCHA	19
2.7 ANÁLISE DA MARCHA.....	19
2.8 ANÁLISE DE DADOS.....	22
2.9 VARIÁVEIS DEPENDENTES	22
2.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA	23
3. RESULTADOS.....	25
4. DISCUSSÃO	34
5. LIMITAÇÕES DO NOSSO ESTUDO	38
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	39
7. REFERÊNCIAS.....	40
8. APÊNDICE.....	43
8.1 APÊNDICE A - FICHA DE ANAMNESE.....	43
8.2 APÊNDICE B - ARTIGO FEMINA	44

1. INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) apontou a obesidade como um dos maiores problemas de saúde pública no mundo ¹. É previsto que em 2025, cerca de 2,3 bilhões de adultos estejam com sobrepeso, e mais de 700 milhões, obesos ¹. No Brasil, a taxa de indivíduos obesos vem aumentando gradativamente. Conforme a OMS, mais de 50% da população brasileira encontra-se na faixa de sobrepeso e obesidade. Segundo dados do Ministério da Saúde (2018) e com base no Índice de Massa Corpórea (IMC), as mulheres em idade reprodutiva (20,7%) são ligeiramente mais obesas que os homens (18,7%) ¹. Além disso, as mulheres em idade reprodutiva tendem a maiores taxas de obesidade, a saber: para faixa etária de 18 a 24 anos, 8,1% de obesidade; para faixa etária entre 25 a 34 anos, 17,9% de obesidade e entre 35 e 44 anos de idade, 21,1% ^{2,3}. De acordo com a OMS, a obesidade pode ser classificada pelo IMC em seis classes: >40 kg/m²: obesidade grau III; 35,0 a 39,9 kg/m²: obesidade grau II; 30,0 a 34,9 kg/m²: obesidade grau I; 25,0 a 29,9 kg/m²: sobrepeso/pré-obesidade. As faixas normal e baixo do peso situam-se entre 18,6 a 24,9 kg/m² e <18,5 kg/m², respectivamente ¹.

A obesidade é um fator de risco para limitação funcional em ambos os sexos, posto que acarreta sérios prejuízos na execução das atividades rotineiras ^{4,5}. É causa de alterações musculoesqueléticas, principalmente, no sexo feminino, e modifica significativamente a maneira como o corpo se locomove, causando alterações na postura, equilíbrio, marcha, força e deficiências musculares, dificultando a mobilidade na realização de atividades domésticas, lazer, esportes, assim como maior dispêndio de energia durante a caminhada ^{6,7}.

1.1 MARCHA NORMAL

A marcha se caracteriza pela locomoção do corpo, a qual, por sua vez, é compreendida por ciclos repetitivos envolvendo segmentos corporais básicos

em que o corpo é suportado, primeiro por uma perna e depois pela outra ^{8,9}. A sequência de movimentos dos membros inferiores pode ser chamada de ciclo de marcha ou fases da marcha, que divide-se em dois períodos: apoio e balanço. O apoio é o período em que o pé está em contato com solo, e o balanço corresponde ao período em que o pé está no ar para o avanço do membro ¹⁰. Os estudos destes movimentos são descritos pela cinemática, que define os parâmetros espaçotemporais da marcha de forma objetiva: onde, quando e qual o tempo que o indivíduo leva para produzir a sua caminhada e ou corrida ^{11,12}. São descritos por: tempo do passo e da passada, comprimento do passo e da passada, velocidade da marcha, cadência (número de passos) e os ângulos articulares durante o movimento ^{9,11,12}.

Alguns estudos citam algumas alterações nos parâmetros espaçotemporal da marcha em obesos. Lai et al, ressaltou que a velocidade da marcha é mais lenta e tem menor comprimento da passada, maior tempo na fase de apoio e apoio duplo na caminhada comparado ao grupo de não obesos. Contudo, o estudo identificou que os obesos ajustam as características da marcha em resposta ao peso do corpo para reduzir o momento sobre o joelho e o gasto energético ¹³. Silva-Hamu identificou cadência e velocidade da marcha diminuídas em comparação com o grupo controle de mulheres eutróficas. Também observou que as obesas apresentavam um atraso no início da segunda onda de flexão do movimento angular do joelho. Na avaliação do tornozelo, a articulação estava atrasada e mostrava uma redução na amplitude de movimento. Esses resultados sugeriram que indivíduos obesos apresentavam maior dificuldade em iniciar o movimento de caminhar devido à necessidade de desenvolver um torque maior no tornozelo para manter seu equilíbrio ¹⁴.

Além das variáveis espaçotemporais, foco do presente estudo, outros parâmetros podem ser avaliados: a cinética da marcha (o estudo das forças que produzem o movimento), originadas por forças internas (muscular) ou externas (momentos inerciais ou forças de reação ao solo) ¹¹. A eletromiografia da marcha descreve como cada músculo é ativado durante o movimento ¹¹.

Algumas características da marcha são consideradas normais e universais, ainda que cada indivíduo apresente a sua particularidade, que são utilizadas como parâmetros para descrição da marcha ^{10,15}.

1.2 A INFLUÊNCIA DA GESTAÇÃO SOBRE A MARCHA

Durante a gestação ocorrem mudanças anatômicas e fisiológicas no corpo da mulher. O aumento de peso, principalmente no tronco, devido ao crescimento do feto, pode afetar o sistema musculoesquelético e alterar características da marcha e da postura ^{16,17}. Essas alterações, progressivas e gradativas, induzem a adaptações dos tecidos moles, articulares e posturais, podendo acarretar desconforto e dor na coluna vertebral, quadris, joelhos e pés¹⁷.

Os efeitos da gravidez sobre o corpo das mulheres atingem os limites da capacidade funcional de muitas estruturas maternas, podendo desencadear ou agravar quadros patológicos previamente existentes. Cerca de 50% das gestantes relatam dores na pelve e na coluna lombar/dorsal, que podem persistir ou aumentar após o parto ^{17,18}. Neste período, acontecem adaptações posturais que visam à manutenção do equilíbrio e melhor distribuição da carga conjunta. Estas alterações, por ocorrer em concomitância com o crescimento contínuo do útero e de maneira semelhante à obesidade, também podem determinar mudanças no centro da gravidade ¹⁸ e afrouxamento das articulações pela relaxina, afetando o equilíbrio, a estabilidade do corpo, produzindo desconforto, dor e aumento do risco de quedas ^{19,20}.

Estudos realizados com gestantes nos diferentes trimestres gestacionais identificaram alterações na cinemática e cinética dos membros inferiores ²¹⁻²³. Identificaram também alterações no padrão do espaçotemporal da marcha, como velocidade mais lenta e, em consequência, um menor comprimento do passo e aumento da duração da fase de apoio. Estas mudanças foram observadas ao longo da gravidez, sendo que as maiores alterações ocorreram no terceiro trimestre gestacional. O retorno à normalidade foi identificado seis

meses após o parto ²². Branco et al. ²³ mostraram que a gravidez é um fator que influencia as variáveis cinéticas das articulações do tornozelo, do joelho e do quadril, sendo que esta última é a que mais exhibe mudanças perceptíveis. A alteração do quadril pode ser justificada pela proximidade do útero, região que mais reflete as mudanças anatômicas e morfológicas. Estas alterações são mais facilmente identificadas no final da gravidez, pelo medo da perda de equilíbrio e para a melhora da estabilidade, como um meio de adaptação do corpo ²³. No pós-parto, a obesidade e o peso, adquiridos durante a gestação, associados ao afrouxamento muscular induzido pela relaxina, retardam a recuperação da alteração postural ²⁴.

O presente estudo possui um diferencial se comparado aos já existentes na literatura, posto que se baseia na avaliação e na comparação da marcha de gestantes obesas e eutróficas ao longo da gestação. O objetivo deste estudo é, pois, avaliar a marcha de gestantes eutróficas e obesas ao longo dos três trimestres gestacionais, com o intuito de contribuir para a prevenção das morbidades relacionadas à marcha destas pacientes, podendo, assim, colaborar com intervenções como atividades e exercícios físicos para melhorar a qualidade de vida dessas mulheres.

2. METODOLOGIA

2.1 DELINEAMENTO

Trata-se de um estudo observacional, longitudinal, prospectivo e comparativo.

2.2 LOCAL DO ESTUDO

As gestantes, avaliadas em três momentos específicos, foram recrutadas no Ambulatório de Atendimento à Gestante de Alto Risco do Hospital Geral de Caxias do Sul (AAGAR/HG) e nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) da Rede Municipal de Saúde de Caxias do Sul. O local de realização dos testes foi no Laboratório de Marcha do Centro Clínico da Universidade de Caxias do Sul (CECLIN).

2.3 AMOSTRA

Para o estudo foi escolhida uma amostra de conveniência, uma vez que foram acertados os grupos conforme suas características (gestação e IMC).

Utilizou-se o *software* G*Power para o cálculo do tamanho amostral^{25,26}. No *software*, foi escolhido a família de testes F, sendo a análise de variância mista (ANOVA mista) o teste estatístico selecionado. O teste ANOVA mista foi aplicado para comparação simultânea de medidas repetidas (três tempos) e entre o fator grupo (gestantes eutróficas – GE, e gestantes obesas - GO). Para o tipo de análise do cálculo amostral selecionado foram utilizadas, *a priori*, as seguintes predefinições: tamanho de efeito f de 0,25; alfa adotado igual a 0,05; poder estatístico de 0,9; e adotado o parâmetro de três medidas e de dois grupos.

As situações (medidas repetidas) foram definidas como T1, T2 e T3, obtidas durante três momentos da gestação.

Os grupos foram definidos como: GE – gestantes eutróficas com IMC pré-gestacional $\geq 18,5$ e $< 24,9$ kg/m²; GO – gestantes com IMC pré-gestacional ≥ 30 kg/m².

Desta forma, obteve-se um tamanho amostral total de 22 participantes.

Considerando-se uma perda amostral de aproximadamente 20%, obteve-se um total de 28 participantes que foram distribuídas nos dois grupos, resultando em 14 participantes em cada um deles.

Para o recrutamento das participantes, foram revisados os prontuários do Ambulatório de Atendimento à Gestante de Alto Risco do Hospital Geral de Caxias do Sul (AAGAR/HG) e das Unidades Básicas de Caxias do SUS, de forma a se confirmar se os critérios de inclusão estivessem de acordo com o estabelecido. Em seguida, por contato telefônico, as participantes eram convidadas para entrevista pessoal. Nesta ocasião, o projeto de pesquisa era apresentado de forma detalhada, o convite para participação era efetivado, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) era lido e assinado, e se expunha o local e horários dos testes.

2.3.1 Critérios de Inclusão

- Gestantes obesas, com IMC pré-gestacional ≥ 30 kg/m²;
- Gestantes eutróficas, com IMC pré-gestacional $\geq 18,5$ e $< 24,9$ kg/m²;
- Gestantes de 18 a 40 anos;
- Primeiro trimestre gestacional.

2.3.2 Critérios de Exclusão

- Portadoras de diabetes mellitus descompensado, avaliado pelos parâmetros glicêmicos ²⁷;
- Portadoras de hipertensão arterial descompensada;
- Portadora de lesões em tecidos moles, em cicatrização;

- Portadora de dor moderada à grave, de qualquer etiologia;
- Limitação da amplitude de movimento e déficit musculo-articular;
- Problemas cervicais e torácicos que impossibilitem a realização da metodologia proposta no estudo;
- Incapacidade para compreender detalhadamente o objetivo e a metodologia do estudo;
- Apresentar patologias relacionadas à dificuldade da manutenção do equilíbrio ou utilização de medicamentos direcionados ao controle do equilíbrio;
- Portadora de cegueira ou algum tipo de deficiência visual;
- Sobrepeso.

2.4 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto fundamentou-se nos preceitos relacionados aos principais documentos científicos que estabelecem diretrizes para pesquisas e que envolvem seres humanos. O projeto segue as disposições da Resolução nº 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Caxias do Sul, sob o parecer número 3.028.567.

2.5 VARIÁVEIS INDEPENDENTES

As variáveis do estudo foram coletadas em três tempos gestacionais:

- T1 - 16 ± 2 semanas gestacionais
- T2 - 24 ± 2 semanas gestacionais
- T3 - 33 ± 2 semanas gestacionais.

Foram coletadas nos momentos citados nos dois grupos: gestantes eutróficas e gestantes obesas.

2.6 PRÉ-ANÁLISE DA MARCHA

Os testes da marcha duraram cerca de trinta minutos. Antes do início, era realizada anamnese e obtida a coleta dos seguintes dados: idade materna, idade gestacional, paridade, abortos anteriores, uso de medicamentos e patologias associadas. As participantes trocavam as vestes em sala apropriada, reservada e anexa ao Laboratório de Marcha. As seguintes medições foram realizadas no local dos testes: massa corporal, estatura, circunferência abdominal realizada na altura da cicatriz umbilical, largura dos joelhos entre os dois epicôndilos do fêmur e tornozelos entre os dois maléolos, utilizando um paquímetro. Além disso foi medido o comprimento dos membros inferiores de espinha íliaca anterossuperior até borda inferior do maléolo medial utilizando uma fita métrica. Todos os dados eram registrados na ficha de anamnese (Apêndice A).

Foram afixados marcadores em pontos anatômicos conforme recomendado pelo modelo *pluggingait* fornecido pelo fabricante e, na sequência, foi dado início ao exame (Figuras 1). Os marcadores foram colocados em: espinha íliaca anterossuperior e espinha íliaca pósterio-superior, côndilos do joelho medial e lateral, maléolo medial e lateral, terceiro dedo de ambos os pés, posterior do calcâneo, perna e coxa.

2.7 ANÁLISE DA MARCHA

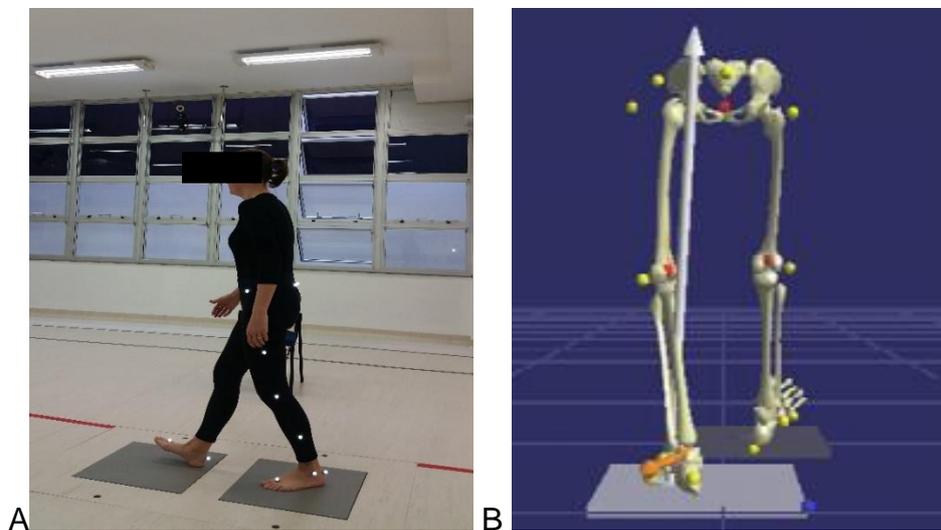
Os dados espaçotemporais, cinemáticos e cinéticos foram coletados simultaneamente durante o protocolo de marcha. No entanto, para o presente estudo, apenas as variáveis espaçotemporais foram computadas. Para a captura da marcha, as pacientes realizaram uma caminhada de 12 metros em linha reta, com uma velocidade de caminhada normal, confortável e compatível com a sua rotina diária.

O trajeto de caminhada foi capturado por imagens tridimensionais de câmeras infravermelho que detectaram marcadores posicionados nos membros inferiores, no início do protocolo. Para a captura dos dados, foi utilizado um sistema de cinemetria dotado de sete câmeras infravermelho integradas (VICON MX Systems, Oxford Metrics Group, UK).

Os dados cinemáticos foram coletados em uma taxa de amostragem de 100 Hz. Os dados cinéticos referentes à força de reação do solo (FRS) foram coletados a uma taxa de amostragem de 1.000Hz e foram utilizados para definir o início e fim de cada ciclo da passada, usando-se duas plataformas de força (50,8 cm e 46,4 cm, OR6-7-1000, AMTI, USA), adaptadas no mesmo plano do solo do laboratório em que foi realizado o percurso da marcha.

Com o objetivo de adaptar as participantes ao protocolo de avaliação, foi solicitado inicialmente que caminhassem 12 metros em linha reta, ida e volta, por duas vezes, com os pés descalços, na velocidade auto-selecionada e no local destinado à avaliação da marcha no laboratório (Figura 1). Foram coletados e processados cinco ciclos completos com cada membro que pisasse completamente sobre a plataforma de força.

Figura 1. Demonstração do teste de marcha e Imagem tridimensional do teste de marcha



Fonte: Elaborada pela autora (A), Simonsen, 2014 ²⁸. (B)

2.8 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* pareado para o pareamento entre os grupos (obesas vs. eutróficas). Após a coleta, a análise dos dados foi realizada a partir da reconstrução tridimensional estática e dinâmica, realizada no próprio *software* de coleta de dados Polygon (MetricsGroup, UK), quando então o modelamento matemático PluginGait (Polygon, MetricsGroup, UK) foi utilizado para cálculo das variáveis espaçotemporais. A média das variáveis espaçotemporais entre os cinco ciclos coletados foram selecionadas como variáveis independentes. Além da média, foi calculado o desvio-padrão da variável espaçotemporal, que representa a variabilidade da medida intra-sujeito conforme já realizado por Bertuit (2017) ²⁹.

2.9 VARIÁVEIS DEPENDENTES

Após a análise dos dados, como desfechos de interesse para o presente estudo, foram selecionadas as seguintes variáveis:

- Velocidade da marcha (m/s) - esta é definida como comprimento da passada dividido pelo tempo da passada, comumente expresso em metros por segundo ¹².
- Cadência (passos/min) – é o número de passos realizados a cada minuto¹¹.
- Tempo de apoio duplo (s) – é o período em que ambos os pés estão em contato com o solo ¹⁰
- Tempo de apoio simples (s) – é o tempo em que somente um dos membros está em contato com o solo¹⁰.
- Tamanho do passo (m) - se refere a distância do contato inicial de um membro ao contato inicial do membro oposto ¹².
- Largura do passo (m) – é a distância entre os pés ¹⁰.

- Tempo do passo (s) – se refere ao período de tempo do contato ao solo entre os dois membros¹⁰.
- Tamanho da passada (m) - é composta por dois passos, ou seja, o intervalo entre dois contatos sequenciais ao solo do mesmo membro¹⁰.
- Tempo da passada (s) – tempo em que ocorre dois contatos sequenciais ao solo do mesmo membro ¹⁰.
- Tamanho da fase de apoio (%ciclo) – este corresponde ao tempo em que ocorre o contato do pé com o solo. Este tempo de apoio corresponde a 60%, em média, do ciclo da marcha ¹⁰.
- Contato do pé oposto (% ciclo) – fase do ciclo em que o pé contra lateral encosta no solo ¹⁰.

Cada uma destas variáveis foi coletada nos dois grupos estudados (GE e GO) em três tempos de gestação (T1, T2 e T3), totalizando desta forma 33 variáveis coletadas (11 variáveis x três tempos) para cada gestante nos dois grupos. Além da variável espaçotemporal em si, foi adotada como variável dependente a variabilidade individual (desvio-padrão entre as coletas de cada voluntária) de cada medida espaçotemporal das participantes.

A massa corporal também será comparada entre os três tempos, além da variação, ou seja, o valor final menos o valor inicial de cada variável que chamaremos de delta.

2.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O presente estudo teve como objetivo comparar as variáveis de desfecho de interesse entre os diferentes períodos de gestação e frente aos grupos (gestantes obesas vs. gestantes eutróficas).

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 (GE vs. GO) e intragrupos (tempos: T1 vs. T2 vs. T3), em que os resultados serão apresentados para seu efeito principal (efeito isolado das variáveis independentes tempo e grupos) e para suas interações (combinação dos

efeitos de grupo e tempo). O índice de significância adotado foi de 5%. A ANOVA mista tem a capacidade de identificar se os grupos diferem ao longo de uma gama de tempos diferentes ³⁰.

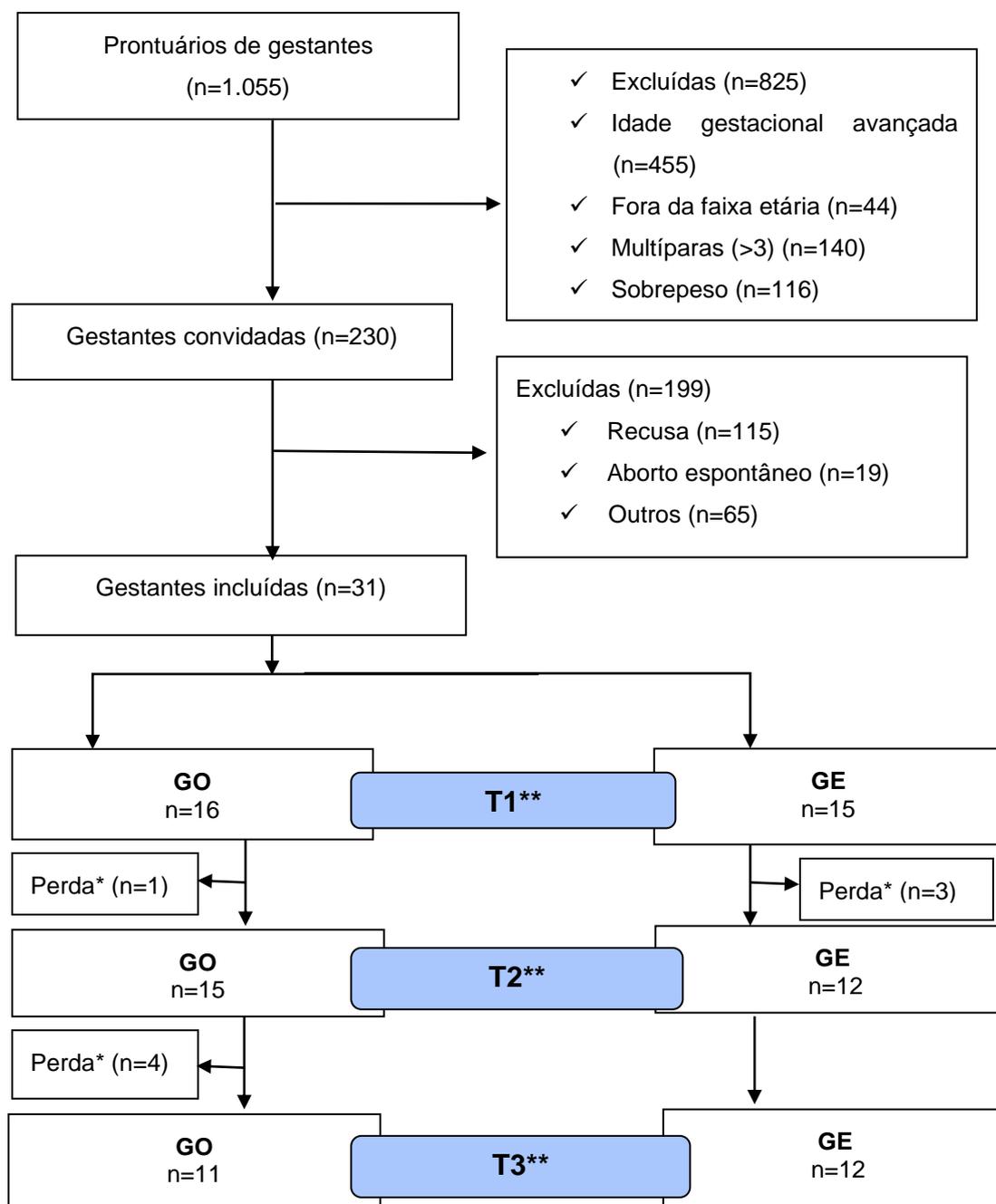
Os resultados estão apresentados em tabelas com média e desvio-padrão de cada variável. Utilizou-se o índice de estatística F, tamanho de efeito (η^2) e poder estatístico ($1-\beta$) da ANOVA mista para cada teste, em cada tempo realizado. O tamanho de efeito, ou seja, a relevância clínica da diferença entre as variáveis foi classificada como baixa quando de 0,02-0,12, média quando de 0,13-0,25 e alta quando acima de 0,26 ³¹.

Todas as análises foram feitas no software IBM *Statistical Package for Social Science* (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), versão 23.0.

3. RESULTADOS

De um total de 1.055 prontuários analisados no período de novembro/2018 a dezembro/2019, foram selecionados 230 relacionados a gestantes passíveis de participação no projeto. Contatadas, foram excluídas 115 gestantes por recusa a participar do estudo, 19 por terem abortado espontaneamente e 65 por razões não especificadas. Portanto, 31 gestantes foram incluídas e distribuídas nos grupos GO e GE. Durante a fase de coletas de dados, ocorreram oito perdas relacionadas à desistência e/ou problemas de saúde no decorrer da gestação. Finalizaram as etapas previstas (T1, T2 e T3), 11 gestantes no GO e 12 no GE (Figura 2). Os dados foram registrados em tabelas para análise estatística.

Figura 2. Fluxograma da população de estudo.



GE: Gestante Eutrófica; GO: Gestante Obesa; * Perdas relacionadas a desistência da paciente e/ou problemas de saúde no decorrer da gestação; ** Tempo de coleta associado ao 1º, 2º e 3º trimestre gestacional.

Fonte: Autora

Não foi observada diferença significativa entre idade materna, idade gestacional, paridade, número de abortos prévios, estatura e comprimento dos membros inferiores. Essas características pareadas entre si, caracterizam a homogeneidade da amostra (Tabela 1).

Tabela 1. Características das participantes do estudo no primeiro tempo de coleta (T1).

Características	GO (n = 16)	GE (n = 15)	<i>p</i>
	Média (±desvio-padrão)	Média (±desvio-padrão)	
Idade materna (anos)	28,00 (±5,07)	27,87 (±7,30)	0,95
IG (sem)	15,50 (±2,19)	16,20 (±1,74)	0,33
Paridade	0,75 (±1,06)	0,47 (±0,74)	0,40
Abortos	0,06 (±0,25)	0,13 (±0,35)	0,52
Massa corporal (kg)	93,67 (±15,06)	59,31 (±7,48)	0,00
Estatura (cm)	1,63 (±0,08)	1,63 (±0,06)	0,92
IMC (kg/m ²)	35,31 (±4,87)	22,15 (±2,00)	0,00
Tamanho MI D (mm)	864,69 (±51,04)	862,67 (±36,93)	0,90
Tamanho MI E (mm)	859,38 (±48,37)	857,00 (±45,78)	0,88
Largura Joelho D (mm)	125,94 (±15,61)	100,93 (±8,21)	0,00
Largura Joelho E (mm)	123,88 (±15,82)	101,07 (±6,80)	0,00
Largura tornozelo D (mm)	68,13 (±7,02)	63,73 (±4,11)	0,04
Largura tornozelo E (mm)	67,13 (±6,72)	62,67 (±4,43)	0,03

As variáveis foram expressas em média/desvio padrão e o nível de significância $\alpha \leq 0,05$; GO: grupo obeso. GE: grupo estrófico. IG: idade gestacional em semanas. IMC: índice de massa corporal. MI: membro inferior. D e E: direito e esquerdo.

-Os valores de massa corporal e IMC em T1 mostraram diferenças significativas entre os grupos GE e GO. As medidas de largura de joelho e tornozelo também se apresentaram significativas entre os grupos.

Tabela 2. Características da população do estudo nos diferentes tempos de coleta.

Características	GO			GE		
	T1 (n = 16) M ± DP	T2 (n = 15) M ± DP	T3 (n = 11) M ± DP	T1 (n = 15) M ± DP	T2 (n = 12) M ± DP	T3 (n = 12) M ± DP
IG (semanas)	15,50 ±2,19	23,33 ±1,45	32,73 ±2,33	16,20 ±1,74	24,08 ±2,07	33,00 ±2,09
Abortos	0,06 ±0,25	0,07 ±0,26	0,09 ±0,30	0,13 ±0,35	0,17 ±0,39	0,08 ±0,29
Massa corporal (kg)	93,67 ±15,06	97,33 ±16,70	100,50 ±18,43	59,31 ±7,48	66,48 ±9,65	70,69 ±9,40
Estatura (m)	1,63 ±0,08	1,63 ±0,08	1,63 ±0,08	1,63 ±0,06	1,63 ±0,06	1,63 ±0,06
IMC (kg/m ²)	35,31 ±4,87	36,47 ±5,44	37,68 ±6,05	22,15 ±2,00	24,80 ±2,80	26,42 ±2,57
Tamanho MI D (mm)	864,69 ±51,04	860,00 ±52,51	854,55 ±56,98	862,67 ±36,93	845,42 ±43,46	846,25 ±39,61
Tamanho MI E (mm)	859,38 ±48,37	851,67 ±51,05	856,36 ±57,14	857,00 ±45,78	850,83 ±32,88	849,17 ±37,77
Largura Joelho D (mm)	125,94 ±15,61	129,53 ±34,82	124,64 ±13,82	100,93 ±8,21	104,42 ±10,93	99,67 ±11,46
Largura Joelho E (mm)	123,88 ±15,82	130,20 ±36,44	123,64 ±13,67	101,07 ±6,80	105,33 ±10,21	100,33 ±10,19
Largura Tornozelo D (mm)	68,13 ±7,02	68,93 ±9,14	69,00 ±7,00	63,73 ±4,11	64,08 ±3,85	64,58 ±4,21
Largura Tornozelo E (mm)	67,13 ±6,72	68,33 ±8,37	67,73 ±7,06	62,67 ±4,43	63,67 ±3,17	63,33 ±3,60

As Variáveis foram expressas em média ± desvio-padrão. GO: grupo obeso. GE: grupo eutrófico. IG: idade gestacional em semanas. T1, T2 e T3: tempos de avaliação do projeto. IMC: índice de massa corporal. MI: membro inferior. D e E: direito e esquerdo.

Na Tabela 3, encontram-se os resultados referentes à média e à variação (delta) da massa corporal e do IMC dos grupos pesquisados (GE e GO) nos tempos gestacionais. Ambos os grupos ganharam massa corporal e aumentaram o IMC entre os tempos gestacionais ($p < 0,05$ no efeito principal tempo), sendo que, conforme esperado, GO apresentou maior IMC e massa corporal em todo os tempos ($p < 0,05$ no efeito principal grupo). A variação da massa corporal (delta) não foi diferente entre T1 e T2, e entre T2 e T3.

O grupo eutrófico apresentou maior variação da massa corporal e do IMC que as gestantes obesas. Foram observadas interações significativas no GO, já que não houve ganho de massa corporal ou de IMC no segundo trimestre ($T1=T2<T3$).

Tabela 3: Resultados referentes à média e à variação (Delta) da massa corporal e do IMC dos grupos de gestantes eutróficas (GE) e obesas (GO), durante os três tempos da gestação (T1, T2 e T3). Comparações apresentadas para o efeito principal dos fatores tempo grupo e para as interações entre os dois fatores.

	GE (n = 12)			GO (n = 11)			Efeitos principais		
	Tempo 1 M ± DP	Tempo 2 M ± DP	Tempo 3 M ± DP	Tempo 1 M ± DP	Tempo 2 M ± DP	Tempo 3 M ± 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 vs. grupo) Sig (F; η ² ; 1-β)
Massa corporal (kg)	59,6 ± 7,36	66,4 ± 9,6	70,6 ± 9,4	93,6 ± 15,1 a	97,3 ± 16,7 a	100,5 ± 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 da massa		T2-T1 +7,37 ± 4,78	T3-T2 +4,22 ± 2,58		T2-T1 +2,68 ± 6,06	T3-T2 +4,52 ± 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 ± 2,00	24,8 ± 2,8	26,42 ± 2,57	35,3 ± 4,9 a	36,5 ± 5,4 a	37,7 ± 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 do IMC		T2-T1 +2,8 ± 1,87	T3-T2 +1,62 ± 0,95		T2-T1 +0,88 ± 2,25	T3-T2 +1,6 ± 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) ± desvio-padrão (DP). Sig: índice de significância encontrado no teste de ANOVA mista para os efeitos principais e para a interação. F: indica o valor da razão F da ANOVA utilizado para cálculo do p da ANOVA. η²: indica o tamanho de efeito. 1-β: indica o poder estatístico observado. Resultados da análise *post-hoc* com correção de Bonferroni estão apresentados abaixo de Sig. Em destaque estão as comparações significativas.

As variáveis estudadas (velocidade, cadência, tempo de apoio simples e duplo, tamanho do passo e da passada, tempo do passo e da passada, largura do passo, tamanho da fase de apoio e contato do pé oposto) encontram-se dispostas na coluna 1 da Tabela 4.

Como efeito principal foi encontrado que a velocidade da marcha, o tamanho do passo e da passada de GE e GO diminuíram de T1 para T3, sem diferenças entre GE e GO, sendo velocidade da marcha e tamanho da passada com efeito moderado (0,216 e 0,249) e tamanho do passo com efeito alto (0,28).

O tempo de apoio duplo, a largura do passo e tamanho da fase de apoio aumentaram de T2 para T3 em ambos os grupos, todas com efeito alto do tempo. Estas mesmas variáveis foram maiores em GO que GE nos três tempos, sendo tempo de apoio duplo com efeito alto e largura do passo e tamanho da fase de apoio com efeito moderado (Tabela 4).

O tempo do passo não mudou entre os tempos da gestação; entretanto, GO apresenta maior tempo do passo que GE nos três tempos da gestação, com efeito moderado. Não foram encontradas interações (Tabela 4).

A Tabela 5 apresenta a variabilidade das variáveis espaçotemporais supracitadas, em que se verifica as alterações nos tempos gestacionais, nos grupos GO e GE e a interação entre eles. Ela se organiza semelhante a Tabela 3, porém não foram encontradas alterações significativas na variabilidade das variáveis da marcha pesquisadas entre os grupos GO e GE e também entre os tempos gestacionais.

Tabela 4. Resultados das variáveis espaçotemporais da marcha para os grupos obesos e eutróficos, durante os momentos 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		Interação (tempo vs. grupo) Sig (F; η^2 ; 1- β)
	T1 M \pm DP	T2 M \pm DP	T3 M \pm DP	T1 M \pm DP	T2 M \pm DP	T3 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)	
Velocidade da marcha (m/s)	1,25 \pm 0,12	1,19 \pm 0,12	1,17 \pm 0,1	1,16 \pm 0,11	1,18 \pm 0,1	1,14 \pm 0,08	0,010 (5,238; 0,216; 0,802) T2=T1>T3=T2	0,282 (1,225; 0,061; 0,183)	0,105 (2,388; 0,112; 0,453)
Cadência (steps/min)	114,5 \pm 6,1	112,2 \pm 6,6	112,2 \pm 5,1	110,2 \pm 6,2	110,3 \pm 6,0	108,9 \pm 4,6	0,158 (1,939; 0,093; 0,377)	0,073 (3,604; 0,159; 0,438)	0,153 (1,973; 0,094; 0,383)
Tempo de apoio duplo (s)	0,19 \pm 0,04	0,21 \pm 0,03	0,23 \pm 0,02	0,24 \pm 0,03	0,24 \pm 0,03	0,25 \pm 0,03	<0,001 (10,33; 0,352; 0,981) T1=T2<T3	0,008 (8,758; 0,316; 0,802) GO>GE	0,112 (2,315; 0,109; 0,441)
Tempo de apoio simples (s)	0,43 \pm 0,02	0,43 \pm 0,02	0,42 \pm 0,02	0,43 \pm 0,03	0,43 \pm 0,02	0,43 \pm 0,02	0,053 (3,186; 0,144; 0,575)	0,477 (0,526; 0,027; 0,106)	0,710 (0,345; 0,018; 0,101)
Tamanho do passo (m)	0,65 \pm 0,05	0,63 \pm 0,04	0,63 \pm 0,04	0,63 \pm 0,05	0,64 \pm 0,05	0,63 \pm 0,05	<0,001 (7,387; 0,28; 0,921) T2=T1>T3=T2	0,819 (0,054; 0,003; 0,056)	0,355 (1,066; 0,053; 0,223)
Largura do passo (m)	0,14 \pm 0,03	0,15 \pm 0,03	0,17 \pm 0,03	0,18 \pm 0,03	0,18 \pm 0,04	0,19 \pm 0,04	<0,001 (11,019; 0,367; 0,986) T1=T2<T3	0,040 (4,844; 0,203; 0,551) GO>GE	0,240 (1,484; 0,072; 0,297)
Tempo do passo (s)	0,52 \pm 0,03	0,54 \pm 0,03	0,54 \pm 0,03	0,55 \pm 0,03	0,55 \pm 0,03	0,55 \pm 0,02	0,102 (2,421; 0,113; 0,458)	0,050 (4,399; 0,188; 0,512) GO>GE	0,064 (2,957; 0,135; 0,542)
Tamanho da passada (m)	1,31 \pm 0,09	1,27 \pm 0,08	1,25 \pm 0,08	1,26 \pm 0,1	1,27 \pm 0,1	1,26 \pm 0,1	0,004 (6,314; 0,249; 0,873) T2=T1>T3=T2	0,942 (0,005; 0; 0,051)	0,217 (1,592; 0,077; 0,316)
Tempo da passada (s)	1,05 \pm 0,06	1,07 \pm 0,07	1,07 \pm 0,05	1,09 \pm 0,06	1,09 \pm 0,06	1,11 \pm 0,05	0,140 (2,073; 0,098; 0,4)	0,058 (4,081; 0,177; 0,483)	0,116 (2,283; 0,107; 0,435)
Tamanho da fase de apoio (% ciclo)	58,9 \pm 1,26	59,8 \pm 0,84	60,9 \pm 0,92	60,9 \pm 1,42	60,9 \pm 1,34	61,5 \pm 1,42	<0,001 (10,89; 0,364; 0,986) T1=T2<T3	0,020 (6,448; 0,253; 0,674) GO>GE	0,074 (2,791; 0,128; 0,517)
Contato do pé oposto (% ciclo)	49,94 \pm 0,23	49,9 \pm 0,17	49,95 \pm 0,1	49,95 \pm 0,15	49,99 \pm 0,18	49,91 \pm 0,1	0,746 (0,295; 0,015; 0,093)	0,867 (0,029; 0,002; 0,053)	0,158 (1,935; 0,092; 0,376)

Resultados apresentados em média (M) \pm desvio-padrão (DP). Sig: índice de significância encontrado no teste de ANOVA mista para os efeitos principais e para a interação. F: indica o valor da razão F da ANOVA utilizado para cálculo do p da ANOVA. η^2 : indica o tamanho de efeito. 1- β : indica o poder estatístico observado. Resultados do *post-hoc* com correção de Bonferroni estão apresentados abaixo de Sig. Em destaque estão as comparações significativas

Tabela 5. Resultados da variabilidade variáveis espaçotemporais da marcha para os grupos obesas e eutróficas, durante os momentos T1, T2 e T3. Comparações apresentadas para o efeito principal dos fatores tempo grupo e para as interações entre os dois fatores.

	GE			GO			Tempo	Grupo	Interação
	T1	T2	T3	T1	T2	T3			
Velocidade	0,031	0,037	0,029	0,032	0,028	0,032	0,882	0,868	0,128
DP	± 0,016	± 0,021	± 0,007	± 0,012	± 0,018	± 0,018	(0,126; 0,007; 0,068)	(0,028; 0,001; 0,053)	(2,172; 0,103; 0,417)
Cadência	1,98	1,97	2,1	1,57	1,65	1,97	0,547	0,421	0,981
DP	± 0,9	± 0,75	± 1,17	± 0,66	± 0,68	± 0,97	(0,613; 0,031; 0,145)	(0,675; 0,034; 0,122)	(0,02; 0,001; 0,053)
Apoio duplo	0,017	0,018	0,019	0,018	0,016	0,014	0,868	0,541	0,434
DP	± 0,01	± 0,01	± 0,017	± 0,007	± 0,006	± 0,008	(0,142; 0,007; 0,07)	(0,387; 0,02; 0,091)	(0,853; 0,043; 0,186)
Apoio simples	0,012	0,012	0,016	0,012	0,012	0,012	0,321	0,916	0,497
DP	± 0,006	± 0,005	± 0,015	± 0,005	± 0,004	± 0,005	(1,169; 0,058; 0,241)	(0,011; 0,001; 0,051)	(0,712; 0,036; 0,161)
Tamanho passo	0,014	0,017	0,02	0,015	0,017	0,017	0,236	0,793	0,842
DP	± 0,007	± 0,008	± 0,028	± 0,006	± 0,009	± 0,009	(1,501; 0,073; 0,3)	(0,071; 0,004; 0,057)	(0,173; 0,009; 0,075)
Largura passo	0,013	0,016	0,014	0,016	0,016	0,02	0,106	0,138	0,55
DP	± 0,006	± 0,007	± 0,007	± 0,008	± 0,007	± 0,007	(2,384; 0,111; 0,452)	(2,394; 0,112; 0,312)	(0,607; 0,031; 0,144)
Tempo Passo	0,014	0,015	0,016	0,013	0,014	0,013	0,638	0,571	0,936
DP	± 0,006	± 0,007	± 0,011	± 0,003	± 0,006	± 0,006	(0,455; 0,023; 0,119)	(0,333; 0,017; 0,085)	(0,066; 0,003; 0,059)
Tamanho passada	0,022	0,027	0,025	0,026	0,028	0,033	0,34	0,34	0,207
DP	± 0,013	± 0,017	± 0,018	± 0,009	± 0,021	± 0,021	(1,111; 0,055; 0,231)	(0,957; 0,048; 0,153)	(1,643; 0,08; 0,325)
Tempo passada	0,019	0,021	0,022	0,017	0,018	0,021	0,392	0,984	0,952
DP	± 0,01	± 0,008	± 0,012	± 0,007	± 0,008	± 0,011	(0,96; 0,048; 0,204)	(0; 0; 0,05)	(0,049; 0,003; 0,057)
% Tamanho da fase de apoio	0,87	1	1,226	1,02	0,893	0,838	0,585	0,459	0,121
DP	± 0,43	± 0,383	± 0,861	± 0,361	± 0,241	± 0,41	(0,543; 0,028; 0,133)	(0,571; 0,029; 0,111)	(2,231; 0,105; 0,427)
Contato pé oposto	1,049	1,143	1,25	0,925	1,005	0,857	0,754	0,176	0,761
DP	± 0,413	± 0,603	± 1,042	± 0,313	± 0,474	± 0,325	(0,284; 0,015; 0,092)	(1,972; 0,094; 0,266)	(0,275; 0,014; 0,09)

Resultados apresentados em média (M) ± desvio-padrão (DP). Sig: índice de significância encontrado no teste de ANOVA mista para os efeitos principais e para a interação. F: indica o valor da razão F da ANOVA utilizado para cálculo do p da ANOVA. η^2 : indica o tamanho de efeito. 1- β : indica o poder estatístico observado. Resultados do *post-hoc* com correção de Bonferroni estão apresentados abaixo de Sig.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou as variáveis espaçotemporais de 23 gestantes obesas e eutróficas. Além das variáveis espaçotemporais, verificou-se que quanto mais próximo do final da gestação, maior é o ganho de massa corporal e mais evidentes são as alterações fisiológicas e mecânicas que a gestação provoca sobre o corpo da mulher. Foi observado que em algumas variáveis pesquisadas (tempo de apoio duplo, largura do passo, tempo do passo e tamanho da fase de apoio), os resultados encontrados em gestantes obesas são diferentes das gestantes eutróficas, e variam com a idade gestacional. Quanto à variabilidade da marcha, ambos os grupos se comportam de maneira semelhante durante os três tempos de coleta.

Foram analisadas as variáveis velocidade da marcha, cadência, tempo de apoio duplo e simples, tamanho do passo e da passada, tempo do passo e da passada e largura do passo. O estudo identificou que a velocidade da marcha das gestantes diminui com o passar do tempo gestacional (T1 para T3) em ambos os grupos. Este resultado difere dos citados por Branco et al. ³², Forzec et al. ³³ e Gilleard et al. ³⁴, que identificaram que a velocidade da marcha durante a gestação não se alterava de forma significativa. Possivelmente, este fato se deva à época gestacional em que estes autores realizaram as suas pesquisas. Branco et al. ³² avaliaram a marcha das gestantes no segundo e terceiro trimestres, mas não no primeiro trimestre gestacional. Forzec et al. ³³ e Gilleard et al. ³⁴ realizaram avaliações semelhantes a do presente estudo, mas não encontraram alteração na velocidade da marcha. Błaszczyk et al. ²² e Bertuit et al. ³⁵ observaram que a marcha habitual no final da gestação é caracterizada por uma velocidade mais lenta em comparação à marcha de mulheres não grávidas. A velocidade da marcha é uma variável importante, posto que pode indicar uma limitação da capacidade funcional se realizada uma avaliação de testes de desempenho ³⁶. Essa diminuição da velocidade, ao final da gestação, pode ocorrer devido ao aumento significativo da massa corporal, tanto em pacientes com IMC normal quanto para pacientes com obesidade. Este ganho de peso está relacionado ao risco de instabilidade das estruturas utilizadas nos movimentos. Outro fator a ser considerado é o comportamento da gestante relacionado ao medo de cair, que pode optar por andar de maneira mais lenta ao final da gestação ³⁴, para diminuir o risco de quedas.

No presente estudo, também foi identificada diminuição do tamanho do passo e da passada, em ambos os grupos, com a evolução da gestação. O passo se refere a distância do contato inicial de um membro ao contato inicial do membro oposto ¹². Já a passada é composta por dois passos (intervalo entre dois contatos sequenciais ao solo do mesmo membro), a que podemos chamar de ciclo da marcha ¹⁰. Este resultado, em que a gestante diminui o tamanho do espaço entre os pés durante a marcha, pode representar a necessidade da busca de mais estabilidade ao caminhar, em concordância com Blaszczyk et al. ²² e Bertuit et al. ³⁵, que encontraram um passo mais curto das gestantes em comparação com não gestantes e no pós-parto. Branco et al. ³² também encontraram o comprimento do passo e da passada diminuídos entre o segundo e terceiro trimestre gestacional.

O tempo de apoio duplo, a largura do passo e o tamanho da fase de apoio aumentaram de T2 para T3 em ambos os grupos, todas com efeito alto. Foram maiores, porém, em GO que GE nos três tempos com tamanho de efeito alto para o tempo de apoio duplo e largura do passo e tamanho da fase de apoio com efeito moderado. Na variável tempo de apoio duplo, observou-se aumento nos trimestres em ambos os grupos com efeito moderado. A variável tempo de apoio também foi maior em GO em todos os tempos gestacionais. O aumento de peso destas pacientes se concentra mais no final da gestação, originando mais dificuldade de transferir o peso de um membro para o outro, fazendo com que as gestantes mais pesadas permaneçam mais tempo apoiadas no solo durante a marcha e, conforme demonstrado neste estudo, um maior tempo de apoio ao final da gestação (T2 para T3). Branco et al., de maneira semelhante, relataram que o tempo de suporte duplo das gestantes aumentou entre o segundo e o terceiro trimestre gestacional, comparando com mulheres não grávidas ³²

O tamanho da fase de apoio corresponde ao tempo em que ocorre o contato do pé com o solo. Este tempo de apoio corresponde a 60%, em média, do ciclo da marcha e a fase de balanço; o momento em que o pé está no ar para o avanço do membro, corresponde a 40%, em média, do ciclo da marcha ¹⁰. A mudança nos tempos de apoio e balanço é inversa à velocidade da marcha, ou seja, conforme a velocidade diminui, as fases de apoio e balanço tornam-se progressivamente maiores em valores absolutos, ainda que sem alterações importantes em seu valor relativo no total do ciclo da marcha ¹⁰. Neste estudo, foi observado que a velocidade das gestantes diminuiu, aumentando a fase de apoio. As gestantes apresentaram a

fase de apoio duplo aumentada do segundo para o terceiro trimestre, e esse aumento de apoio duplo foi maior no grupo GO. Diz-se que o aumento do tempo com os dois pés simultaneamente no solo tem o objetivo de melhorar a estabilidade da marcha ³⁷. Błaszczyk et al. notaram aumento na duração da fase de apoio, enquanto a duração da fase de balanço permaneceu praticamente inalterada no estudo em que realizou com gestantes eutróficas ²². Bertuit et al. Observaram uma modificação desta fase em gestantes, relatando diminuição do balanço e suporte único, bem como aumento do suporte duplo ³⁵.

De maneira semelhante a este estudo, Lai et al investigou as características da marcha de adultos obesos e comparou com resultados de indivíduos não obesos, estatuidando que o grupo de obesos caminhou mais lento e teve menor comprimento de passada ¹³. Eles também passaram mais tempo na fase de apoio e duplo apoio na caminhada ¹³. Outro estudo avaliou o impacto da obesidade em mulheres jovens e comparou com eutróficas, identificando diminuição na velocidade e cadência na marcha de mulheres obesas em comparação com mulheres eutróficas ¹⁴. Conforme Lai et al, as adaptações da marcha de obesos se realizam para reduzir o momento do joelho e o gasto energético ¹³. Contudo, estes resultados fazem crer que pacientes obesos possuem alteração na marcha e, no caso da gestação, estas alterações são mais marcantes quando se compara a grupo de gestantes não obesas.

A largura do passo no nosso estudo aumentou de T2 para T3 em ambos os grupos, sendo maior no grupo GO. Este resultado nos mostra que a mulher, no decorrer da gestação, caminha com os pés mais afastados ¹⁷. Forczek et al. observaram que a distância entre os tornozelos diferiu significativamente entre os trimestres, aumentando do primeiro trimestre para o terceiro ³³. A largura do passo também esteve aumentada durante gravidez no estudo de Bertuit et al., que mostrou a evolução espacial e temporal dos parâmetros da marcha durante os últimos quatro meses de gravidez ³⁵. Gilleard também encontrou uma tendência linear crescente e significativa na largura do passo à medida que a gravidez progredia ³⁴. Foti et al. ³⁸ relatou que o aumento da largura do passo é uma consequência do aumento da largura da pelve que ocorre no decorrer da gestação; entretanto, Bird et al. correlacionaram este aumento da largura do passo com a necessidade de melhorar a estabilidade durante a gravidez ³⁹.

O tempo do passo, que se refere ao período do contato inicial de um pé até o contato inicial do pé oposto¹², não mudou entre os tempos da gestação. No entanto, o GO apresentou maior tempo do passo que GE nos três tempos da gestação. Esta diferença entre os grupos pode estar relacionada à obesidade que faz com que essas gestantes tenham um passo mais lento.

As informações citadas no presente estudo e relacionadas aos parâmetros espaçotemporais contribuem para avaliar as condições de desempenho da caminhada destas pacientes. Os resultados observados no presente estudo podem ser utilizados por profissionais da área do movimento humano para intervenções mais direcionadas e embasadas em dados da marcha desta população.

5. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

- Falta de adesão e envolvimento de algumas das participantes, interrompendo a coleta sequencial.
- Intercorrências médicas no final da gestação, tais como: hipertensão, tonturas e mal-estar (duas pacientes). Uma das pacientes apresentou hérnia de disco que a impossibilitou de realizar a coleta no terceiro trimestre. Estes contratemplos impossibilitaram as mesmas de realizarem todo o protocolo.
- O número de semanas relacionadas aos tempos 1, 2 e 3 tiveram certa variabilidade e não foi possível coletar gestantes logo no início da gestação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este estudo realizou a avaliação da marcha de gestantes obesas e eutróficas em três momentos da gestação. Foram avaliados os dados espaçotemporais das gestantes participantes e verificou-se que os resultados são influenciados pelo efeito do trimestre gestacional e pelo IMC. Contudo, podemos observar que as gestantes possuem modificações nas variáveis espaçotemporal da sua marcha, sendo que em GO foi diferente de GE e as alterações variam com o tempo gestacional, principalmente no final da gestação, quando a massa corporal está mais elevada.

Os resultados obtidos nos fazem crer que a gestação altera a marcha e, se associada à obesidade, estas alterações tornam-se mais evidentes, fazendo com que a gestante procure realizar uma marcha mais lenta, com passos mais curtos e permaneça mais tempo com os pés no solo durante a marcha para melhorar a sua estabilidade e evitar quedas, principalmente, no termo.

Este estudo pretendeu inovar na área da biomecânica, posto que são poucos os estudos relacionados à marcha de gestantes obesas. Contudo, com vista a perspectivas, pretende-se continuar o estudo fundamentado no mesmo banco de dados, e investigar a cinética, o T4 (período de pós-parto) e a utilização dos questionários que avaliam o índice de quedas e o medo de cair das pacientes com alterações da marcha durante a gestação. A partir da avaliação destes resultados, poder-se-á realizar intervenções clínicas fisioterápicas, promovendo exercícios e prevenindo algias no período gestacional.

7. REFERÊNCIAS

1. Organização Mundial da Saúde. Disponível em <http://www.who.int/eportuguese/countries/bra/pt/> Acessado em dezembro/2017.
2. Nogueira AI, Carreiro MP. Obesity and Pregnancy. *Rev Med Minas Gerais*. 2013;1:88-98.
3. Ministério da Saúde (BR). *Vigitel Brasil 2018: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças não Transmissíveis. Brasília, 2018.
4. Jensen G, Friedmann J. Obesity is associated with functional decline in community-dwelling rural older persons. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(5):918-923.
5. Lafortuna C, Agosti F, Marinone P, Marazzi N, Sartorio A. The relationship between body composition and muscle power output in men and women with obesity. *J Endocrinol Invest*. 2004;27(9):854-861
6. Browning RC, Baker EA, Herron JA, Kram R. Effects of obesity and sex on the energetic cost and preferred speed of walking. *J Appl Physiol*. 2006;100(2):390-398.
7. Larsson UE, Mattsson E. Perceived disability and observed functional limitations in obese women. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001;25(11):1705-12.
8. Fryzowicz A, Murawa M, Kabaciński J, Rzepnicka A, Dworak LB. Reference values of spatiotemporal parameters, joint angles, ground reaction forces, and plantar pressure distribution during normal gait in young women. *Acta Bioeng Biomech*. 2018;20(1):49-57
9. Moraes Filho MC, Reis RA, Kawamura CM. Avaliação do padrão de movimento dos joelhos e tornozelos durante a maturação da marcha normal. *Acta Ortopédica Brasileira*. 2010;18(1):23-5.
10. Perry J. *Análise de Marcha*. 1ª edição ed. São Paulo 2005.
11. Saad M, Battistella LM, Masiero D. *Técnicas de Análise de Marcha*. Acta Fisiátrica. São Paulo. 1996;3(2):23-26.
12. Dicharry J. Kinematics and kinetics of gait: from lab to clinic. *Clin Sports Med*. 2010;29(3):347-64.
13. Lai PP, Leung AK, Li AN, Zhang M. Three-dimensional gait analysis of obese adults. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2008;23 Suppl 1:S2-6.

14. Silva-Hamu TC, Formiga CK, Gervásio FM, Ribeiro DM, Christofolletti G, de França Barros J. The impact of obesity in the kinematic parameters of gait in young women. *Int J Gen Med*. 2013;6:507-13.
15. Viel E. *A marcha humana, a corrida e o salto*. 1ª ed. São Paulo: Manole; 2001.
16. Harris ST, Liu J, Wilcox S, Moran R, Gallagher A. Exercise during pregnancy and its association with gestational weight gain. *Matern Child Health J*. 2015;19:528–537.
17. Montenegro CAB, Rezende Filho J. *Rezende, Obstetrícia Fundamental*. 14ª ed. Rio de Janeiro. Guanabara-Koogan; 2018.
18. Ribeiro AP, João SM, Sacco IC. Static and dynamic biomechanical adaptations of the lower limbs and gait pattern changes during pregnancy. *Rev Women's Health*. 2013 Jan;9(1):99-108.
19. Butler EE, Druzin M, Sullivan EV. Gait adaptations in adulthood: pregnancy, aging, and alcoholism. In: *Human Walking*. Rose J, Gamble JG (ed). 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, Pa, USA, 2006. pp. 131-148.
20. Branco M, Santos-Rocha R, Vieira F. Biomechanics of gait during pregnancy. *Scientific World Journal*. 2014;2014:527940.
21. Mei Q, Gu Y, Fernandez J. Alterations of Pregnant Gait during Pregnancy and Post-Partum. *Sci Rep*. 2018;8(1):2217.
22. Błaszczyk JW, Opala-Berdzik A, Plewa M. Adaptive changes in spatiotemporal gait characteristics in women during pregnancy. *Gait Posture*. 2016;43:160-4.
23. Branco M, Santos-Rocha R, Vieira F, Aguiar L, Veloso AP. Three-Dimensional Kinetic Adaptations of Gait throughout Pregnancy and Postpartum. *Scientifica (Cairo)*. 2015;580374.
24. Gallahue DL, Ozmun JC, Goodway JD. *Compreendendo o desenvolvimento motor*. 7ª ed., 2013. Ed. McGraw-Hill.
25. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner, A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39,2007;175-191.
26. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods* 2009;41,1149-1160.
27. Association AD. 6. Glycemic targets: standards of medical care in diabetes—2019. *Diabetes Care*. 2019;42(Supplement 1):S61-S70

28. Simonsen EB. Contributions to the understanding of gait control. *Dan Med J*. 2014;61(4):B4823.
29. Bertuit J, Leyh C, Rooze M, Feipe V. Mudanças relacionadas à gravidez no centro de pressão durante a marcha. *Acta Bioeng Biomech*. 2017; 19 (4): 95-102.
30. Ribas SI, Guirro ECO. 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
31. Bakeman R. Recommended effect size statistics for repeated measures designs. *Behavior Research Methods*. 2005;37(3):379-84. doi:10.3758/BF03192707.
32. Branco M, Santos-Rocha R, Aguiar L, Vieira F, Veloso A. Kinematic analysis of gait in the second and third trimesters of pregnancy. *J Pregnancy*. 2013;2013:718095.
33. Forczek W, Ivanenko Y, Curyło M, Frączek B, Masłoń A, Salamaga M, et al. Progressive changes in walking kinematics throughout pregnancy-A follow up study. *Gait Posture*. 2019;68:518-24.
34. Gilleard WL. Trunk motion and gait characteristics of pregnant women when walking: report of a longitudinal study with a control group. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2013;13:71.
35. Bertuit J, Feipel V, Rooze M. Temporal and spatial parameters of gait during pregnancy. *Acta Bioeng Biomech*. 2015;17(2):93-101.
36. Guralnik JM, Ferrucci L, Pieper CF, Leveille SG, Markides KS, Ostir GV, et al. Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *J Gerontol Biol Sci Med Sci*. 2000;55(4):M221-31.
37. Błaszczyk JW, Plewa M, Ciesłin´ska-S´wider J, Bacik B, Zahorska-Markiewicz B, Markiewicz A. Impact of excess body weight on walking at the preferred speed. *Acta Neurobiol Exp (Wars)* 2011;71:528–40.
38. Foti T, Davids J, Bagley A: A biomechanical analysis of gait during pregnancy. *J Bone Joint Surg Br* 2000, 82-A:625–632.
39. Bird AR, Menz HB, Hyde CC: The effect of pregnancy on footprint parameters: a prospective investigation. *J Am Podiatr Med Assoc* 1999, 89:405–409.

8. APÊNDICE

8.1 APÊNDICE A - 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

8.2 APÊNDICE B - ARTIGO FEMINA

Femina

Artigo de Revisão

DescritoresMulher; 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, ser-vem 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, percebem-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 os quadríceps para controle da caminhada; aumenta o momento de adução do joelho: ocorre estresse em genu valgus, 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. Conseqüentemente, 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. Galloway 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. Morais 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, obstetrícia 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 EBL. Fisioterapia aplicada à obstetrícia: 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, Błaszczyk JW, Bacik B, Cieslińska-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://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/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. *JBI Database System Rev Implement Rep.* 2015;13(1):88-98. doi: 10.11124/jbisrir-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, Sobrevia 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. *Vigilante 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