

**UNIVERSIDADE CESUMAR UNICESUMAR**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA**

**IMPACTOS DA ATIVIDADE FÍSICA MATERNA NA  
SAÚDE DA PROLE: UM ESTUDO DURANTE A  
GESTAÇÃO**

**LUIZ OSVALDO BECKER GERALDI**

**MARINGÁ – PR**  
**2024**

Luiz Osvaldo Becker Geraldi

**IMPACTOS DA ATIVIDADE FÍSICA MATERNA NA SAÚDE DA PROLE: UM  
ESTUDO DURANTE A GESTAÇÃO**

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em  
Medicina da Universidade Cesumar –  
UNICESUMAR como requisito parcial para a  
obtenção do título de Bacharel(a) em Medicina,  
sob a orientação da Prof. Dra. Camila Cristina  
Ianoni Matusso

MARINGÁ – PR

2024

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

### **IMPACTOS DA ATIVIDADE FÍSICA MATERNA NA SAÚDE DA PROLE: UM ESTUDO DURANTE A GESTAÇÃO**

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Medicina da Universidade Cesumar – UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Medicina, sob a orientação do Prof. Dr.

Aprovado em: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

# **IMPACTOS DA ATIVIDADE FÍSICA MATERNA NA SAÚDE DA PROLE: UM ESTUDO DURANTE A GESTAÇÃO**

Pedro Pazinato Gomes

Luiz Osvaldo Becker Geraldi

Camila Cristina Ianoni Matusso

## **RESUMO**

A programação metabólica e as alterações nutricionais e hormonais que as acompanham, quando presentes nas janelas de desenvolvimento humano, como gestação e lactação, impactam diretamente no crescimento e na vida saudável. Barker sustenta a ideia de que deve haver um equilíbrio entre os períodos de desenvolvimento, evitando consequências de alterações ou influências adversas durante a vida intrauterina ou pós-natal. Pensando nisso, a prática de exercícios físicos é fundamental nesse período, proporcionando inúmeros benefícios à prole. O objetivo do trabalho foi compreender o impacto da prática do exercício físico durante a gestação no desenvolvimento da prole. Trata-se de uma revisão de literatura integrativa. A busca foi realizada nas bases de dados SciELO e PubMed, utilizando os descritores “Gravidez”, “Lactação”, “Exercício Físico” e “Desenvolvimento Fetal”, com auxílio dos operadores booleanos AND e OR para melhor cruzamento de dados. Para serem incluídos, os artigos deveriam estar disponíveis gratuitamente e publicados nos últimos 10 anos. Foi realizada uma triagem dos textos primeiramente pelo título, seguida da leitura completa. Os resultados encontrados em gestantes fisicamente ativas foram significativamente superiores às fisicamente inativas, em relação à saúde e desenvolvimento da prole. A prática de atividade física reduz os riscos de parto prematuro e baixo peso ao nascimento. Em gestantes fisicamente ativas, o desenvolvimento placentário é favorecido e resulta em melhor troca de nutrientes entre mãe e feto. Espera-se que a prática se expanda amplie hábitos ativos em gestantes, promovendo desenvolvimento saudável para a prole e melhorias nas complicações intrauterinas e pós-natais.

**Palavras-chave:** Gravidez; lactação; exercício físico; desenvolvimento fetal.

## **IMPACTS OF MATERNAL PHYSICAL ACTIVITY ON OFFSPRING HEALTH: A STUDY DURING PREGNANCY**

### **ABSTRACT**

Metabolic programming and the accompanying nutritional and hormonal changes, when present during human developmental windows such as pregnancy and lactation, directly impact growth and healthy living. Barker supports the idea that there should be a balance between developmental periods to avoid adverse consequences due to changes or negative influences during the intrauterine or postnatal period. With this in mind, physical exercise is fundamental during this period, providing numerous benefits to the offspring. The aim of this study was to understand the impact of physical exercise during pregnancy on the development of the offspring. This is an integrative literature review. The search was conducted in the SciELO and PubMed databases using the descriptors "Pregnancy," "Lactation," "Physical Exercise," and "Fetal Development," with the help of Boolean operators AND and OR for better data cross-referencing. To be included, articles had to be freely available and published in the last 10 years. A preliminary screening of texts was conducted based on titles, followed by a full

reading. The results found in physically active pregnant women were significantly superior to those in physically inactive women concerning the health and development of the offspring. Physical activity reduces the risks of preterm birth and low birth weight. In physically active pregnant women, placental development is enhanced, resulting in better nutrient exchange between mother and fetus. It is hoped that this practice will expand and promote active habits among pregnant women, leading to healthy development for the offspring and improvements in intrauterine and postnatal complications.

**Keywords:** Pregnancy; lactation; physical exercise; fetal development

## 1 INTRODUÇÃO

Durante muitos anos tentou-se explicar as possíveis causas das inúmeras e distintas consequências e alterações de desenvolvimento na prole no início da vida e na vida adulta. Com o avanço nos estudos, o termo ‘programação metabólica’ preencheu essa lacuna, entendido por alterações nutricionais e hormonais, que são responsáveis por impactar nos períodos críticos de desenvolvimento. Períodos onde têm-se intensa proliferação, diferenciação, celular e tecidual, sendo assim, conhecidos como ‘janelas críticas do desenvolvimento’. Em suma, como as ‘janelas’ mais importantes, conhecidas e bem elucidadas, temos a gestação e a lactação. Fases em que a gênese e o desenvolvimento dos órgãos, respectivamente, acontecem, e é de extrema importância para vida saudável dos mamíferos, tanto que, uma carência nutricional ou uma hipernutrição são responsáveis por implicar em alterações morfológicas e fisiológicas na vida adulta (Ellsworth et al., 2018; Barker, 1986).

Desse modo, Barker criou a hipótese das ‘origens do desenvolvimento da doença adulta’ ou simplesmente ‘hipótese de Barker’, afirmando justamente que as influências adversas na vida intrauterina ou na primeira infância poderiam impactar significativamente desde o início do desenvolvimento até a idade adulta. Segundo ele, deve haver um equilíbrio entre o ambiente inicial e o ambiente pós-natal, perante ao neurodesenvolvimento. Quando acontece um desequilíbrio entre esses ambientes, uma reprogramação tende a aumentar o risco de doenças. Por exemplo, quando o ambiente durante a gravidez é abundante de estresse, e o ambiente pós-natal não é estressante, o sistema nervoso da criança tende a responder de maneira inadequada aos agentes estressores durante a vida. (Barker, 1986; Bale 2015).

A janela metabólica da gestação é de suma importância para a prole, a nutrição adequada durante essa fase desempenha um papel crucial para a vasculogênese e angiogênese, que permitem o desenvolvimento da placenta, por meio de fatores físicos, químicos e de crescimento. Por um lado, a desnutrição materna geralmente leva a uma desnutrição fetal grave e de difícil controle. Já uma supernutrição pode levar ao supercrescimento fetal, obesidade, desenvolvimento de hiperglicemia, hiperinsulinemia, resistência à insulina, mas também, a supernutrição ou a obesidade materna pode gerar o inverso, ou seja, uma redução do crescimento intrauterino, por mecanismos que afetam o aporte sanguíneo placentário (Chavatte-Palmer, P.; Tarrade, A.; Rousseau-Ralliard, D., 2016).

A fim de proporcionar uma gestação mais saudável, e principalmente um desenvolvimento intrauterino adequado, a prática de exercícios físicos é amplamente recomendada no período gestacional. Prova disso, diversos estudos mostram que a atividade física ao aumentar a oxigenação cerebral traz diversos ganhos cognitivos. Quando analisados

fetos de gestantes que se exercitavam com frequência, foi visto uma expressiva vantagem na maturidade cerebral em relação aos filhos de gestantes que não aderiram a essa prática. Um ambiente enriquecido e o exercício aeróbico aumentam a quantidade de células neurais, provocando a neurogênese adequada, quando isso acontece no hipocampo, principalmente, provoca melhoras na capacidade de memorização e aprendizagem, já a diminuição da neurogênese acarretaria em um déficit nesses domínios. Além disso, os benefícios do exercício físico durante a gestação também incluem uma maior probabilidade e um maior número, segundo estudos, de nascimento com peso adequado, reduzindo os riscos para o desenvolvimento de doenças crônicas, doenças cardiovasculares, obesidade e diabetes (Silva et al., 2020; Vargas-terrones, M.; Nagpal, T. S.; Barakat, R., 2019)

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Gestação**

A programação fetal diz respeito a todos os fatores que de alguma forma afetam o desenvolvimento e a maturação da prole. Sendo assim, durante a gestação o metabolismo é readaptado para fornecer um ambiente favorável para a mãe e para o feto, a fim de proporcionar um crescimento saudável. Desta maneira, o conhecimento de todos os eventos, etapas e mudanças que o corpo materno é submetido durante o período gestacional é imprescindível, já que, se os mesmos forem mal concluídos ou sofrerem com processos adversos podem ser danosos para ambas as partes, mãe e feto (Zhu, Cao, Li, 2019).

Depois de estabelecida a implantação, o meio de comunicação entre a vida fetal e materna é a placenta, ou seja, todo o aporte nutricional proveniente da mãe e todos os resíduos metabólicos oriundos do feto são trocados unicamente pela placenta. Com isso, o processo de placentação é um período crítico, onde acontece uma remodelação das artérias uterinas, com objetivo de fornecer o fluxo sanguíneo ideal para este processo. A nutrição durante a pré-gravidez e no começo da mesma é responsável por regular todo o desenvolvimento placentário. Nutrientes como vitamina B12, folato e ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa são exemplos que proporcionam êxito nas vias biológicas envolvidas na fertilização, embriogênese e no crescimento adequado. Logo, na carência nutricional, a placentação pode ocorrer de maneira errônea, além de influenciar a remodelação epigenética de genes fetais, afetando negativamente a prole (Nema et al., 2022).

Em conjunto a programação placentária, o crescimento e o desenvolvimento inadequado dos órgãos e sistemas do feto, podem levar a alterações permanentes nas funções teciduais e defeitos estruturais irreversíveis nos órgãos fetais. Dentre estes defeitos estruturais, temos alterações na deposição de tecido adiposo marrom, alterações na quantidade de néfrons e consequentemente na função renal, alterações na massa de células  $\beta$  pancreáticas. O melhor exemplo para o desenvolvimento de um defeito estrutural é o músculo, já que, o número de células musculares (miócitos) é definido antes do nascimento. Depois disso, o tamanho das fibras musculares pode aumentar por hipertrofia, mas nenhuma nova fibra será adicionada. Com isso, em um desenvolvimento muscular fetal inadequado, as alterações são permanentes e irreversíveis, levando a um déficit no potencial de crescimento (Moreno-Fernandez et al., 2020).

Uma das alterações fisiológicas que acontece durante a gravidez, é a mudança da arquitetura do sono. Em geral, o tempo total de sono aumenta em comparação a uma mulher não grávida. A interrupção dos ciclos de sono durante a gestação traz consigo consequências metabólicas desagradáveis a longo prazo, como aumento da adiposidade, aumento de leptina, hiperinsulinemia e intolerância à glicose. Em associação às alterações no ciclo de sono, temos a diminuição dos níveis de melatonina. A melatonina neutraliza a geração de radicais livres, evitando estresse oxidativo. Diante de sua baixa concentração, as chances de anomalias e disfunções placentárias aumentam, dificultando a passagem de nutrientes e fornecimento de oxigênio para o feto, acarretando em complicações na gravidez e baixo peso ao nascer (Moreno-Fernandez et al., 2020).

Os níveis hormonais durante o período gestacional são de extrema importância para o crescimento fetal, e é preciso que estes estejam em concentrações normais para manter o equilíbrio do sistema placentário. Um ambiente adequado durante este período é responsável por aumentar as concentrações de hormônios anabólicos, como a insulina, fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGFs) e os hormônios tireoidianos, e diminuir os níveis de hormônios catabólicos, como o cortisol e as catecolaminas. Quando este ambiente se torna inadequado ou adverso para o desenvolvimento fetal, os hormônios anabólicos diminuem e os catabólicos aumentam. O cortisol, por exemplo, é permeável à placenta, logo, quando a mãe é exposta a condições estressantes, este hormônio aumenta na circulação fetal. Sendo assim, o feto exposto a níveis aumentados de cortisol pode sofrer de problemas no crescimento, desenvolvimento, assim como parto prematuro e baixo peso ao nascer, além de não ativar o eixo HPA fetal. A insulina e o IGF-1 desempenham papel fundamental no controle do metabolismo, auxiliando no crescimento e na sobrevivência celular da maioria das linhagens celulares do corpo humano. Desta forma, com a carência destes hormônios, a sinalização celular

por meio dos receptores de IGF-1 e a ativação de suas vias, responsável por promover a diferenciação celular fica prejudicada (Endsley, Thomsen, Douthit, 2020).

## 2.2 Lactação

A lactação é outra janela de extrema importância na programação metabólica e desenvolvimento da prole. Após o nascimento, temos a queda de hormônios que foram essenciais para a gestação, como a progesterona e os glicocorticoides. Essa queda, induz alterações no tecido mamário, modificando o metabolismo de lipídeos e carboidratos, e aumentando a síntese proteica e produção do leite materno. O leite materno passa por algumas fases até sua maturação, nos primeiros cinco dias de amamentação temos o colostro, formado por grande quantidade de proteínas e fatores imunológicos, por volta do quinto ao décimo quarto dia temos o leite de transição, e posteriormente teremos o leite maduro. Durante o processo de formação do leite, alguns fatores podem alterar sua composição, como a idade materna, peso, alimentação, estado nutricional (Álvarez et al., 2021).

O desenvolvimento de órgãos e tecidos, principalmente do sistema nervoso central e do sistema endócrino é intenso durante os primeiros dias de vida extrauterina. Uma exposição a desnutrição pós-natal, ou dieta materna pobre em proteínas durante a amamentação tende a desenvolver na criança um fenótipo magro, uma função reduzida das células beta pancreáticas, responsáveis pela produção de insulina, além de afetar o desenvolvimento dos circuitos neurais. Por outro lado, um estado de supernutrição, sobrepeso, obesidade tem relação com um estado pró-inflamatório, o que altera a composição do leite. Um índice de massa corporal materna elevado tem relação com um leite pobre em ácidos docosahexaenoico, eicosapentaenoico e docosapentaenoico, essências para o crescimento da prole, e concentrações menores de substâncias antioxidantes, como a luteína. Além disso, mães com obesidade amamentam por um período de tempo menor, já que, apresentam níveis menores de prolactina em comparação a mães com peso normal, e uma resistência a insulina, o que atrasa o início da lactogênese (Álvarez et al., 2021; Morales et al., 2021).

Outros fatores que não se limitam a composição do leite materno são essências para o estabelecimento de uma lactação saudável. Por exemplo, o exercício físico, que será comentado com detalhes posteriormente, desempenha um papel crucial no combate a obesidade materna e seus malefícios citados acima. O vínculo afetivo entre a mãe e o filho criado durante a amamentação também é importante para a programação metabólica da criança. O comportamento materno também influencia diretamente no desenvolvimento dos sistemas neurais e comportamentais do filho (González et al., 2020).

## 2.3 Exercício Físico

A prática regular de atividades físicas beneficiando a qualidade de vida e saúde humana é de conhecimento geral. É consolidado que o exercício físico é capaz de influenciar no epigenoma e nas vias metabólicas de diferentes tecidos. Por exemplo, mudanças no metabolismo da glicose, resistência insulínica e consequentemente prevenção e melhora em quadros de diabetes e obesidade. Além de, redução na mortalidade por doença coronariana, melhora no perfil lipídico, controle da pressão arterial e manutenção na densidade óssea (Abraham et al., 2023; Schumann et al., 2022).

Os treinamentos com exercício físico podem ser divididos em grupos, como os treinamentos aeróbicos e os treinamentos de força. Quando pensamos em respostas agudas ao exercício temos a preocupação com o dano, a resposta imediata gerada pelo corpo e a recuperação em cima disso. Com o passar do tempo, o estresse repetido e crônico gerado pelo exercício faz com que o corpo se adapte e responda com mais eficiência aos estímulos. Nos treinos aeróbicos, como corrida, ciclismo, natação, acontecem adaptações centrais e alterações metabólicas nos músculos esqueléticos, como capilarização e ganho na densidade mitocondrial. Com isso, tem-se um ganho na capacidade cardiopulmonar e na resistência muscular. Nos treinos de força, como a musculação, acontecem diversas adaptações neuromusculares e os resultados são de hipertrofia muscular e ganho de potência, além do fortalecimento muscular e do aumento na densidade mineral óssea (Costill et al., 2020; Myers, Kokkinos, Nyelin, 2019; Schumann et al., 2022).

A quantidade ideal de atividade física é bem variada, mas é estabelecido como diretriz mínima, a prática de pelo menos 150 minutos por semana de atividade com intensidade moderada ou 75 minutos por semana com intensidade vigorosa. Basicamente, durante uma atividade de intensidade moderada conseguimos reproduzir frases, já na intensidade vigorosa, não é possível reproduzir frases completas sem que haja uma pausa para respirar. Em contrapartida, a prática extenuante ou prolongada de exercícios traz resultados indesejáveis, como uma maior predisposição a lesões musculares, estresse cardíaco, estado inflamatório sistêmico. Prova disso, são os efeitos analisados em corredores de maratona, onde foi visto que seus níveis de miRNA inflamatório (miR-1, miR-133a e miR-206) são elevados, regulando negativamente o desenvolvimento biológico e predispondo ao envelhecimento (Abraham et al., 2023; Myers, Kokkinos, Nyelin, 2019).

## 2.4 Exercício Físico na Gestação

É consolidado em literaturas, a necessidade de atividades físicas durante a gestação para prevenção de distúrbios metabólicos, desenvolvimento neuronal e linguagem da prole. A prática de exercícios aeróbicos de intensidade moderada a vigorosa em gestantes da décima sétima semana até o parto por 3 vezes na semana durante 60 minutos por sessão é um método eficaz para evitar deficiências imunometabólicas e complicações gestacionais (Moreno-Fernandez et al., 2020).

Diversos estudos indicam que, gestantes que são fisicamente ativas tem menores riscos de parto prematuro em comparação aquelas que são inativas. Uma metanálise de estudos de coorte e ensaios clínicos randomizados entre atividade física e parto prematuro incluiu no total 171.595 indivíduos gestantes, resultando em uma diminuição de 14% no risco relativo de parto prematuro naqueles que relataram realizar atividades físicas (Gascoigne et al., 2022).

A placenta, citada anteriormente, é o meio de comunicação e troca de substâncias entre a mãe e o feto, e para que isso funcione adequadamente, a vasculatura placentária é mantida pela intensa angiogênese e vasculogênese, induzidas pelo fator de crescimento endotelial vascular (VEGF), fator de crescimento placentário (PIGF) e seus receptores, VEGFR-1 e VEGFR-2. Determinado estudo verificou uma maior expressão de VEGF e de seu receptor VEGFR-1 na placenta de mulheres fisicamente ativas, se comparadas as fisicamente inativas. A hipótese é de que a atividade física durante a gestação estabelece uma hipóxia constante na placenta, já que acontece uma redistribuição sistêmica do oxigênio e do sangue materno. Com isso, uma regulação positiva na expressão de VEGF e seus receptores é criada, a fim de aumentar a vasculogênese placentária, reestabelecer sua função e melhorar a troca de nutrientes. Em relação ao PIGF, estudos anteriores mostraram um aumento em seus níveis plasmáticos ao final da gestação exposta a atividade física. No entanto, estudos mais recentes não relataram aumento dos níveis de PIGF em gestantes ativas versus inativas. Sabendo da função do PIGF de potencializar a ação do VEGFR 1 e 2 e estimular uma angiogênese não ramificada, diante de um cenário com aumento da expressão de VEGF sem alteração do PIGF, temos que em gestantes fisicamente ativas a angiogênese ramificada prevalece em relação a não ramificada. Para finalizar, a principal causa de distúrbios na gestação, como aborto, pré-eclâmpsia, déficit no desenvolvimento fetal, se resume em desenvolvimento deficiente placentário, e o exercício físico durante esse período se torna uma importante forma de evitá-los (Bhattacharjee et al., 2021; Cindrova-Davies, Sferruzzi-Perri 2022).

A disfunção tireoidiana gestacional é bem prevalente nas mulheres, associada a aborto espontâneo, déficits neurocognitivos e de crescimento fetal. O feto não produz hormônios tireoidianos, dependendo exclusivamente do fornecimento materno. Estudos mostraram um

aumento nos níveis de triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) na circulação placentária diante de exercício físico materno, regulando positivamente a expressão de THR (receptor do hormônio tireoidiano), Slc16a2 (gene relacionado com a produção de hormônios tireoidianos), RNA mensageiro do transportador de hormônio tireoidiano e deiodinase 2 (enzima que converte T3 em T4 nos tecidos). É conhecida a função do T3 de induzir a expressão de fator de crescimento semelhante a insulina tipo 1 (IGF1), importante por promover crescimento e desenvolvimento placentário. Estudos recentes provaram que o exercício físico antes e durante a gestação é responsável por aumentar o peso fetal e elevar as concentrações de IGF1, beneficiando diretamente o desenvolvimento fetal e prevenindo transmissões transgeracionais de disfunções (Gao et al., 2022; Mangwiro et al., 2018).

O sistema cardiovascular da prole também está sujeito a sofrer adversidades durante a gestação, e a atividade física durante essa fase tende a reduzir os riscos de tais eventos adversos. A via metabólica do óxido nítrico fica deficitária e seus níveis estão reduzidos durante a gestação, devido a indisponibilidade na produção do composto, o que pode se prolongar na vida pós-natal e fase adulta da prole. O exercício físico materno mostra resultados positivos em relação ao aumento da concentração de óxido nítrico e consequentemente melhora na função cardiovascular, devido as suas propriedades vasodilatadoras, aumentando o fluxo sanguíneo para a prole. A atividade física aeróbica mostra-se positiva também ao aumentar a fração de ejeção cardíaca, principalmente do ventrículo direito, em comparação as mães não exercitadas (Diniz et al., 2023; May et al., 2020).

Durante a atividade física são liberadas diversas citocinas, dentre elas a irisina, uma miocina e adipocina. A concentração de irisina em gestante fisicamente ativas é maior do que nas fisicamente inativas, e suas ações são discrepantes, ora benéficas, ora maléficas. Essa citocina é produzida pela clivagem da fibronectina tipo 3 no músculo esquelético após estímulo físico, e atua convertendo tecido adiposo branco em tecido adiposo marrom, mediada pela termogênese. Estudos mostraram que a irisina é responsável por melhorar a tolerância à glicose, e o aumento da sua concentração estabelece a homeostase da glicemia e compensa possíveis distúrbios metabólicos. No entanto, em indivíduos com síndrome metabólica a irisina está aumentada. Não se sabe se é por uma possível resistência ou intolerância à irisina ou por uma interação com aminoácidos ramificados e aromáticos, causando disfunções celulares e promovendo a adiposidade (Elizondo-Montemayor et al., 2018; Joung et al., 2015; Pahlavani et al., 2023).

### 3 APRESENTAÇÃO DOS DADOS (RESULTADOS)

Tabela 1. Resultados

AUTOR / ANO	TÍTULO	RESULTADOS
ZHU, CAO, LI, 2019	Epigenetic Programming and Fetal Metabolic Programming	O mecanismo subjacente à programação metabólica fetal induzida por um ambiente intrauterino adverso é incerto, mas mudanças no desenvolvimento do tecido, células-tronco e circuitos neurais parecem contribuir. A programação epigenética, também afetada por esse ambiente, é crucial para a diferenciação e desenvolvimento de células-tronco e embrionárias. A epigenética regula a expressão gênica sem alterar a sequência de DNA por mecanismos como metilação de DNA, modificação de histona, impressão genômica, remodelação de cromatina e RNAs não codificantes. Estas modificações podem ser estáveis do desenvolvimento fetal à idade adulta, potencialmente influenciando a síndrome metabólica.
NEMA et al., 2022	Influence of maternal one carbon metabolites on placental programming and long term health	A placenta, conectando mãe e feto, adapta-se morfológica e funcionalmente às condições intrauterinas, influenciando o desenvolvimento fetal. Alterações no ambiente materno, como nutrição inadequada e fluxo sanguíneo reduzido, afetam a estrutura e função placentária, impactando o transporte de nutrientes e gases. Essas adaptações podem programar o feto para doenças crônicas na vida adulta, incluindo doenças cardíacas e metabólicas, através de alterações na eficiência placentária, formato e metabolismo.

MORENO-FERNANDEZ et al., 2020	Impact of Early Nutrition, Physical Activity and Sleep on the Fetal Programming of Disease in the Pregnancy: A Narrative Review	A dieta, atividade física e do sono influenciam o crescimento fetal e a suscetibilidade a distúrbios futuros. A nutrição inicial afeta mudanças fisiológicas e metabólicas que determinam riscos de doenças na vida adulta. Atividade física moderada é essencial para prevenir distúrbios metabólicos na prole e pode melhorar o neurodesenvolvimento e o estado imunológico tanto da mãe quanto do recém-nascido.
ENDSLEY, THOMSEN, DOUTHIT, 2020	Maternal Prenatal Cortisol and Breastfeeding Predict Infant Growth	O estudo traz relações hormonais maternas e sua relação com o feto. Demonstra que a exposição in utero ao cortisol prevê negativamente o tamanho dos bebês ao nascer. Isso pode ser devido aos efeitos do cortisol na restrição do crescimento fetal, o que pode resultar em bebês que nascem mais cedo e/ou menores.
ÁLVAREZ et al., 2021	Impact of Maternal Obesity on the Metabolism and Bioavailability of Polyunsaturated Fatty Acids during Pregnancy and Breastfeeding	A pesquisa relata a influência da obesidade materna e o ganho de peso excessivo e suas alterações nos perfis de ácidos graxos na circulação materna e fetal e na composição do leite materno. O estado pró-inflamatório afeta os transportadores de ácidos graxos, prejudicando o transporte de nutrientes. Tudo isso se relaciona com a adiposidade e o risco de distúrbios metabólicos e comportamentais nas crianças ao longo da vida.

MORALES et al., 2021	Breastfeeding Contributes to Physiological Immune Programming in the Newborn	Traz evidências experimentais confirmando que a amamentação contribui para a imunidade do recém-nascido durante os primeiros dias de vida, ajudando a prevenir infecções, promover tolerância imunológica e manter o equilíbrio da microbiota. Por outro lado, a obesidade materna e dietas ricas em energia podem alterar o microbioma do leite, prejudicando a microbiota intestinal e a imunidade do recém-nascido.
GONZÁLEZ et al., 2020	Importance of the lactation period in developmental programming in rodents	O estudo descreve as alterações na composição do leite e sua relação na programação e trajetória do desenvolvimento de múltiplos órgãos na prole, levando a resultados alterados na vida adulta. A lactação fornece uma ampla gama de benefícios importantes para a saúde da prole ao longo de todo o curso da vida.
ABRAHA M et al., 2023	Restoring epigenetic reprogramming with diet and exercise to improve health-related metabolic diseases	O estudo destaca que intervenções com exercícios e dieta saudável podem reduzir a susceptibilidade a doenças crônicas e metabólicas através de mecanismos epigenéticos, e assim, prevenir doenças crônicas como DM2, obesidade, câncer e problemas cardiovasculares.
MYERS, KOKKINOS , NYELIN, 2019	Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome	Indivíduos com síndrome metabólica, o treinamento aeróbico, de resistência ou combinado melhora significativamente os resultados de saúde, tendo até remissão dos critérios da síndrome. Fatores fisiológicos, de estilo de vida e genéticos, como resistência à insulina e inflamação, explicam esses benefícios.
GASCOIGN E et al., 2022	Physical activity and pregnancy outcomes: an expert review	O exercício físico em intensidade moderada, incorporando treinamento aeróbico e de força e realizada regularmente antes e durante a gravidez está associada a um menor risco de parto prematuro, DMG e distúrbios hipertensivos da gravidez, e pode melhorar o bem-estar mental materno. Em uma meta-análise que incluiu 42 estudos (n = 171.595 indivíduos grávidas), obteve uma redução estatisticamente

		significativa de 14% no risco relativo de parto prematuro.
BHATTACHARJEE et al., 2021	Physical activity differentially regulates VEGF, PlGF, and their receptors in the human placenta	A pesquisa mostra o efeito da prática de atividade física durante a gravidez na via do VEGF e seus receptores. Tendo maior expressão de VEGF nos níveis de proteína e mRNA na placenta de mulheres fisicamente ativas versus inativas.
GAO et al., 2022;	Maternal exercise before and during pregnancy facilitates embryonic myogenesis by enhancing thyroid hormone signaling	O exercício moderado regular melhora a saúde mental e física de mulheres grávidas e a saúde metabólica a longo prazo da prole. Meta-análises indicam que o exercício melhora o crescimento fetal e previne o parto prematuro. Neste estudo, a atividade regular de esteira aumentou o VO2max e a saúde metabólica em camundongos fêmeas, sem causar estresse durante a gestação. A secreção de TH induzida pelo exercício é uma adaptação saudável, não patológica, e o T3I causou alterações temporárias na tireoide sem efeitos adversos significativos.
MANGWIR Ot al., 2018	Maternal exercise in rats upregulates the placental insulin-like growth factor system with diet- and sex-specific responses: minimal effects in mothers born growth restricted	Este estudo revela que o sistema IGF placentário em mães com submetidas a exercícios físico é alterado, porém de maneira diferente, de acordo com dieta materna e do sexo fetal. Tal aumento de IGF1 se relaciona positivamente com desenvolvimento fetal e prevenção de disfunções na prole.

DINIZ et al., 2023	Made in the womb: Maternal programming of offspring cardiovascular function by an obesogenic womb	O exercício físico materno é uma intervenção potencial que poderia ser implementada para mitigar os efeitos adversos da obesidade materna e melhorar os resultados de saúde cardiovascular na prole.
ELIZONDO-MONTEMA YOR et al., 2018	Relationship of circulating irisin with body composition, physical activity, and cardiovascular and metabolic disorders in the pediatric population	O estudo traz o papel da irisina como reguladora da composição corporal e doenças cardiovasculares e metabólicas, bem como sua correlação com atividade física e intervenções dietéticas. Em gestantes ativas, sua concentração se encontra elevada e possui papel importante na sensibilização da glicose e aumentando tecido adiposo marrom.
PAHLAVAN I et al., 2023	Physical exercise for a healthy pregnancy: the role of placentokines and exerkins	O exercício pode prevenir diabetes gestacional e pré-eclâmpsia modulando as concentrações sanguíneas de placentocinas e exercinas, como apelina, adiponectina, leptina, irisina e quemerina. Esse aumento nos níveis de irisina se correlacionam negativamente com a glicemia de jejum, concentração de insulina e níveis de hemoglobina glicosilada.

Fonte: Elaborada pelos próprios autores

## 5 CONCLUSÃO

Em conclusão, é evidente que exercícios físicos desempenham um papel crucial na prevenção de doenças crônicas e metabólicas, mediada por mecanismos epigenéticos. As evidências acumuladas ao longo do último século demonstram que a atividade física é segura durante a gravidez, não apresentando riscos significativos para a saúde materna ou fetal. De fato, organizações de saúde renomadas, como o

Colégio Americano de Obstetras e Ginecologistas, recomendam que as gestantes realizem, no mínimo, 150 minutos de atividade física aeróbica por semana, além de participar regularmente de atividades físicas na maioria dos dias. Além disso, as alterações na composição do leite materno têm um impacto significativo no desenvolvimento de múltiplos órgãos da prole. A lactação oferece uma ampla gama de benefícios importantes, que vão desde a promoção de um crescimento saudável até a proteção contra diversas condições de saúde na vida adulta. Assim, integrar práticas de exercícios físicos durante a gestação e lactação não só contribui para a saúde materna, mas também estabelece uma base sólida para o desenvolvimento saudável da prole, destacando a importância dessas intervenções para a promoção da saúde a longo prazo.

Embora as questões tenham sido respondidas, fica claro que algumas limitações são apresentadas. Para obter uma compreensão mais completa do tema, é necessário ampliar o estudo por meio de mais pesquisas, talvez utilizando diferentes técnicas de coleta de dados, e estender a pesquisa para outras fontes de literatura científica em saúde.

## REFERÊNCIAS

ABRAHAM, M. J. *et al.* Restoring epigenetic reprogramming with diet and exercise to improve health-related metabolic diseases. **Biomolecules**, v. 13, n. 2, p. 318. Fev. 2023. DOI: 10.3390/biom13020318.

ÁLVAREZ, D. *et al.* Impact of maternal obesity on the metabolism and bioavailability of polyunsaturated fatty acids during pregnancy and breastfeeding. **Nutrients**, v. 13, n. 1, p. 19. Dez. 2020. DOI: 10.3390/nu13010019.

BHATTACHARJEE, J. *et al.* Physical activity differentially regulates VEGF, PlGF, and their receptors in the human placenta. **Physiological reports**, v. 9, n. 2. Jan. 2021. DOI: 10.14814/phy2.14710.

CAMACHO-MORALES, A. *et al.* Breastfeeding contributes to physiological immune programming in the newborn. **Frontiers in pediatrics**, v. 9. Out. 2021. DOI: 10.3389/fped.2021.744104.

CINDROVA-DAVIES, T.; SFERRUZZI-PERRI, A. N. Human placental development and function. **Seminars in cell & developmental biology**, v. 131, p. 66–77. Nov. 2022. DOI: 10.1016/j.semcd.2022.03.039.

DINIZ, M. S. *et al.* Made in the womb: Maternal programming of offspring cardiovascular function by an obesogenic womb. **Metabolites**, v. 13, n. 7, p. 845. Jul. 2023. DOI: 10.3390/metabo13070845.

ELIZONDO-MONTEMAYOR, L. *et al.* Relationship of circulating irisin with body composition, physical activity, and cardiovascular and metabolic disorders in the pediatric population. **International journal of molecular sciences**, v. 19, n. 12, p. 3727. Nov. 2018. DOI: 10.3390/ijms19123727.

GAO, Y. *et al.* Maternal exercise before and during pregnancy facilitates embryonic myogenesis by enhancing thyroid hormone signaling. **Thyroid: official journal of the American Thyroid Association**, v. 32, n. 5, p. 581–593. Mai. 2022. DOI: 10.1089/thy.2021.0639.

GASCOIGNE, E. L. *et al.* Physical activity and pregnancy outcomes: an expert review. **American journal of obstetrics & gynecology MFM**, v. 5, n. 1, p. 100758, 2023. DOI: 10.1016/j.ajogmf.2022.100758.

HELLSTRÖM, A. *et al.* Insulin-like growth factor 1 has multisystem effects on foetal and preterm infant development. **Acta paediatrica (Oslo, Norway: 1992)**, v. 105, n. 6, p. 576–586. Fev. 2016. DOI: 10.1111/apa.13350.

JOUNG, K. E. *et al.* Cord blood irisin levels are positively correlated with birth weight in newborn infants. **Metabolism: clinical and experimental**, v. 64, n. 11, p. 1507–1514. Nov. 2015. DOI: 10.1016/j.metabol.2015.07.019.

KASPER, P. *et al.* Maternal exercise mediates hepatic metabolic programming via activation of AMPK-PGC1 $\alpha$  axis in the offspring of obese mothers. **Cells (Basel, Switzerland)**, v. 10, n. 5, p. 1247. Mai. 2021. DOI: 10.3390/cells10051247.

L. AUBUCHON-ENDSLEY, N.; E. SWANN-THOMSEN, H.; DOUTHIT, N. Maternal prenatal cortisol and breastfeeding predict infant growth. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 21, p. 8233. Nov. 2020. DOI: 10.3390/ijerph17218233.

MANGWIRO, Y. T. M. *et al.* Maternal exercise in rats upregulates the placental insulin-like growth factor system with diet- and sex-specific responses: minimal effects in mothers born growth restricted. **The journal of physiology**, v. 596, n. 23, p. 5947–5964. Jun. 2018. DOI: 10.1113/jp275758.

MAY, L. E. *et al.* Influence of maternal aerobic exercise during pregnancy on fetal cardiac function and outflow. **American journal of obstetrics & gynecology MFM**, v. 2, n. 2, p. 100095. Mai. 2020. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2018.03.017.

MORENO-FERNANDEZ, J. *et al.* Impact of early nutrition, physical activity and sleep on the fetal programming of disease in the pregnancy: A narrative review. **Nutrients**, v. 12, n. 12, p. 3900. Dez. 2020. DOI: 10.3390/nu12123900.

MYERS, J.; KOKKINOS, P.; NYELIN, E. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. **Nutrients**, v. 11, n. 7, p. 1652. Jul. 2019. DOI: 10.3390/nu11071652.

NEMA, J. *et al.* Influence of maternal one carbon metabolites on placental programming and long term health. **Placenta**, v. 125, p. 20–28. Jul. 2022. DOI: 10.1016/j.placenta.2022.02.022.

PAHLAVANI, H. A. *et al.* Physical exercise for a healthy pregnancy: the role of placentokines and exerkines. **The journal of physiological sciences: JPS**, v. 73, n. 1. Nov. 2023. DOI: 10.1186/s12576-023-00885-1.

RASMUSSEN, L. *et al.* The impact of lifestyle, diet and physical activity on epigenetic changes in the offspring—A systematic review. **Nutrients**, v. 13, n. 8, p. 2821. Ago. 2021. DOI: 10.3390/nu13082821.

RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, G. L. *et al.* Importance of the lactation period in developmental programming in rodents. **Nutrition reviews**, v. 78, n. Supplement\_2, p. 32–47. Jun. 2020. DOI: 10.1093/nutrit/nuaa041.

SCHUMANN, M. *et al.* Compatibility of concurrent aerobic and strength training for skeletal muscle size and function: An updated systematic review and Meta-analysis. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 52, n. 3, p. 601–612. Mar. 2022. DOI: 10.1007/s40279-021-01587-7.

WU, G.; ZHANG, X.; GAO, F. The epigenetic landscape of exercise in cardiac health and disease. **Journal of sport and health science**, v. 10, n. 6, p. 648–659. Dez. 2021. DOI: 10.1016/j.jshs.2020.12.003.

ZHU, Z.; CAO, F.; LI, X. Epigenetic programming and fetal metabolic programming. **Frontiers in endocrinology**, v. 10. Dez. 2019. DOI: 10.3389/fendo.2019.00764.

