

Silvia Cristina Konno^I

Maria Helena D' Aquino Benicio^{II}

Aluísio J. D. Barros^{III}

Fatores associados à evolução ponderal de gestantes: uma análise multinível

Factors associated to the evolution of gestational weight of pregnant women: a multilevel analysis

RESUMO

OBJETIVO: Avaliar a influência de fatores socioeconômicos, reprodutivos e comportamentais sobre a evolução do peso durante a gestação.

MÉTODOS: O peso corporal foi mensurado prospectivamente em uma coorte de 215 gestantes saudáveis atendidas por um serviço público de pré-natal do Município de São Paulo, no período de 1997 a 1998. Os critérios de inclusão foram: idade ≥ 18 anos e início do pré-natal com idade gestacional ≤ 16 semanas. A relação entre as variáveis independentes com a evolução do peso durante a gestação foi avaliada mediante análise multinível linear hierarquizada, analisada pelo teste de máxima verossimilhança.

RESULTADOS: Na análise multinível, os fatores significativamente associados ao ganho de peso gestacional foram IMC inicial, escolaridade, situação marital e paridade. As equações obtidas permitiram identificar o efeito individualizado de cada uma das características: IMC inicial eutrófico, escolaridade ≥ 4 anos, ausência de companheiro e primiparidade proporcionam acréscimos de 3,0 kg, 1,9 kg, 2,3 kg e 2,4 kg, respectivamente, no ganho de peso total durante a gestação.

CONCLUSÕES: O IMC inicial, escolaridade e paridade são características maternas que, com o estado marital, devem ser consideradas no desenvolvimento de estratégias para a promoção de um ganho de peso adequado durante a gestação.

DESCRITORES: Gestantes. Ganho de peso. Obesidade. Pesos e medidas corporais, utilização. Fatores de risco. Fatores socioeconômicos.

^I Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Faculdade de Saúde Pública (FSP). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP, Brasil

^{II} Departamento de Nutrição. FSP-USP. São Paulo, SP, Brasil

^{III} Centro de Pesquisas Epidemiológicas. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, Brasil

Correspondência | Correspondence:

Silvia Cristina Konno
Av. Dr. Arnaldo, 715
Cerqueira César
São Paulo, SP
Cep: 01246-904
Tel 3061-7701 ramal 219
E-mail: skonno@usp.br

Recebido: 28/2/2007
Revisado: 26/6/2007
Aprovado: 13/7/2007

ABSTRACT

OBJECTIVE: To assess the influence of socioeconomic, reproductive, and behavioral factors on the evolution of weight during pregnancy.

METHODS: Body weight was measured prospectively in a cohort of 215 healthy pregnant women attended to by a public prenatal service in the city of São Paulo, between 1997 and 1998. The criteria for inclusion were the following: aged 18 or older and with the beginning of prenatal care at a gestational age \leq 16 weeks. The relation between the independent variables and the evolution of weight during pregnancy was assessed by means of the multilevel hierarchical linear analysis, and subsequently analyzed by the maximum likelihood test.

RESULTS: In the multilevel analysis, the factors that were significantly associated to gestational weight gain were the following: initial BMI, level of education, marital status and parity. The equations thus obtained enabled to identify the individual effect of each of these characteristics: eutrophic initial BMI, level of education \geq 4 years, lack of partner, and primiparity cause increases of 3.0 kg, 1.9 kg, 2.3 kg and 2.4 kg in the total weight gain during pregnancy, respectively.

CONCLUSIONS: Initial BMI, level of education and parity are the maternal characteristics that, along with the marital status, must be taken into consideration in the development of strategies to promote adequate weight gain during pregnancy.

KEY WORDS: Pregnant women. Weight gain. Obesity. Body measures and weights, utilization. Risk factors. Socio-economic factors.

INTRODUÇÃO

A obesidade é atualmente um dos principais problemas de saúde de pública em países desenvolvidos. Para alguns países em desenvolvimento, o aumento da prevalência da obesidade representa um problema emergente. O Brasil apresenta elevadas taxas de obesidade (índice de massa corporal – $IMC \geq 30,0 \text{ kg/m}^2$), principalmente na população feminina: 13,1% enquanto que no sexo masculino é de 8,9%.^{14,*}

Recente revisão sistemática⁴ da literatura acerca da epidemiologia do ganho de peso durante a gestação indica que tanto o ganho excessivo de peso durante a gravidez quanto a mudança de estilo de vida após o nascimento do bebê elevam o risco de obesidade em mulheres em idade fértil. Existem evidências de que a gestação pode aumentar o peso corporal no pós-parto para alguns subgrupos de mulheres, principalmente aquelas com elevado ganho de peso gestacional.⁴ IMC pré-gestacional elevado é igualmente associado com acelerados e persistentes incrementos de peso no pós-parto.³

O ganho de peso gestacional expressa o aumento dos estoques maternos de gordura e nutrientes, o crescimento

fetal, a expansão de tecidos maternos (placenta, tecido adiposo e útero), seios, aumento de líquido extracelular e do volume sanguíneo e formação de líquido amniótico.¹⁷ As grandes variações no ganho de peso gravídico em mulheres saudáveis com gestação única parecem ser determinadas por diferenças nas características maternas, como estado nutricional pré-gestacional, idade, paridade, origem étnica, condição socioeconômica, uso de drogas, atividade física e fatores psicossociais.^{7,9}

A Organização Mundial de Saúde (OMS) e o *Institute of Medicine* (IOM-EUA) recomendam ganhos de peso gestacional diferenciados de acordo com o estado nutricional pré-gestacional, recomendações também adotadas no Brasil pelo Ministério da Saúde. Mulheres que apresentam baixo peso devem ter um ganho ponderal de 12,5 a 18,0 kg; gestantes de peso adequado de 11,5 a 16,0 kg; mulheres com sobrepeso de 7,0 a 11,0 kg; e gestantes obesas \leq 7,0 kg.^{3,4,7,18}

Estudos conduzidos em mulheres americanas mostram que aproximadamente 35% das gestantes apresentam ganhos superiores aos recomendados pelo IOM, principalmente as eutróficas e as com sobrepeso.¹³ No Brasil,

* Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003: análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil. Rio de Janeiro; 2004.

estudo de coorte retrospectiva em gestantes de seis capitais brasileiras mostrou que 23,3% das mulheres com baixo peso, 29,5% com peso adequado, 52,7% das com sobrepeso e 39,2% das obesas apresentaram ganhos superiores aos recomendados pela IOM.¹¹

Segundo a OMS, o monitoramento do ganho ponderal durante a gestação é um procedimento de baixo custo e de grande utilidade para o estabelecimento de intervenções nutricionais visando à redução de riscos maternos e fetais. A orientação nutricional pode proporcionar um ganho de peso adequado, prevenindo o ganho excessivo e, conseqüentemente, ocasionar redução da incidência de diabetes gestacional, pré-eclampsia, eclampsia e hipertensão arterial. O mesmo se aplica ao ganho ponderal insuficiente, um dos determinantes da restrição de crescimento intra-uterino.¹⁸

O objetivo do presente estudo foi avaliar os fatores socioeconômicos, reprodutivos e comportamentais que influenciam o ganho ponderal gravídico.

MÉTODOS

Participaram do estudo as mulheres clinicamente saudáveis inscritas no serviço de pré-natal de baixo risco de uma maternidade filantrópica do Município de São Paulo. Os critérios de inclusão do estudo foram: idade ≥ 18 anos e início do pré-natal com idade gestacional ≤ 16 semanas. Foram excluídas as mulheres com gestação múltipla, as HIV positivas e aquelas cuja gestação terminou em óbito fetal.

No período de março de 1997 a março de 1998, foram recrutadas 260 mulheres: 33 foram consideradas não elegíveis e duas mulheres recusaram participar do estudo, totalizando amostra final de 225 gestantes.

Informações referentes à identificação da gestante, escolaridade, situação marital, características socioeconômicas, antecedentes obstétricos, tabagismo e morbidade foram obtidas em três momentos da gestação a partir de entrevistas com as gestantes mediante aplicação de questionários pré-testados. As medidas antropométricas (altura e peso) foram realizadas segundo técnica descrita em Lohman et al⁹ (1988). As três antropometristas foram padronizadas segundo procedimento recomendado por Habicht⁵ (1974).

O estado nutricional inicial (até a 16ª semana de gestação) foi avaliado utilizando-se pontos de corte de IMC ($\text{IMC} = \text{peso}/\text{altura}^2$) para a idade gestacional propostos por Atalah¹ (1997). A idade gestacional foi obtida a partir da data última menstruação (DUM) e confirmada por exame de ultrassonografia realizado antes da 20ª semana de gestação por um único médico da equipe do serviço de pré-natal.

A influência dos fatores de estudo sobre a evolução ponderal gestacional foi avaliada mediante análise multinível.² Adotou-se este tipo de análise em função do delineamento do estudo (longitudinal com múltiplas observações de peso corporal de gestantes) e por não exigir seguimento completo das mulheres, possibilitando um número reduzido de perdas ao se analisarem os dados.

Considerando o modelo multinível, observaram-se dois níveis hierárquicos: ocasião da medida (unidades de nível 1) e gestantes (unidades de nível 2). O programa utilizado para a análise estatística do modelo de regressão linear multinível foi o MLwiN.¹⁹

Os preditores do nível gestante (nível 2) – IMC inicial, altura, escolaridade, situação marital, idade, paridade e tabagismo – podem exercer influência de dois modos: 1) no intercepto do modelo, isto é, a variável afeta o peso corporal inicial (sétima semana de gestação); 2) na magnitude da inclinação da curva, ou seja, quando a variável influencia o ganho de peso no decorrer da gestação (velocidade do ganho de peso por semana). Para avaliar o efeito no intercepto do modelo, incluiu-se cada variável preditiva (nível 2) como um termo principal à idade gestacional (nível 1). Para observar o efeito sobre a inclinação da curva adicionou-se a interação de cada variável explanatória com a idade gestacional. Testou-se também a interação das variáveis com os termos quadrático e cúbico da idade gestacional. Optou-se por deixar apenas a interação com o termo simples da idade gestacional devido ao pequeno efeito apresentado pelas demais interações.

$$\text{Evolução do peso durante a gestação} = \text{peso na 7ª semana de gestação} + \text{idade gestacional} + \text{variável preditora do nível 2} + \text{variável preditora do nível 2} \times \text{idade gestacional}$$

Para a construção do modelo de regressão linear multinível, utilizou-se estratégia baseada em modelo conceitual hierarquizado proposto por Victora et al¹⁵ (1997). As variáveis foram agrupadas em cinco blocos hierárquicos seguindo a precedência temporal de sua determinação: 1) IMC no início da gestação e altura; 2) escolaridade; 3) situação marital; 4) idade e paridade; 5) hábito de fumar. As variáveis IMC no início da gestação e altura foram incluídas no primeiro bloco, pois o ganho esperado de peso na gravidez varia com o estado nutricional inicial e a estatura.¹⁸ As variáveis escolaridade e situação marital (blocos 2 e 3), incluídas a seguir, além de exercerem influência direta sobre a variável resposta, teriam influência sobre as variáveis dos blocos subsequentes e assim sucessivamente.

A significância estatística de cada variável no modelo multinível foi analisada pelo teste de máxima verossimilhança. Adotou-se nível crítico de 5% para os fatores de estudo e 20% para identificação de variáveis de

confundimento. As variáveis de cada bloco que apresentaram estes valores de p foram mantidas no modelo subsequente, que inclui o bloco mais proximal.

O estudo foi realizado em conformidade com a Resolução 196/96 do Ministério da Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. O termo de consentimento foi obtido oralmente, pois o início do projeto foi anterior à constituição do Comitê. Como rotina do serviço, sempre que necessário, as gestantes eram encaminhadas à nutricionista ou para o pré-natal de risco.

RESULTADOS

As características da coorte de gestantes encontram-se na Tabela 1. A coorte foi constituída em sua maior parte por mulheres jovens (20 a 29 anos), com escolaridade maior ou igual a cinco anos, primíparas, com companheiro e não fumantes.

Para a análise multinível, foram excluídas as gestantes com baixo peso no início da gestação (N=20) por não serem objetivo do estudo. Foram utilizadas apenas medidas compreendidas entre sete e 40 semanas de gestação.

A idade gestacional (nível 1) e os seus termos quadrático ($p < 0,001$) e cúbico ($p < 0,001$) associaram-se com a variável resposta, indicando que durante a gestação o ganho de peso corporal não é constante, isto é, no primeiro trimestre, a velocidade do ganho de peso é reduzida, entretanto, no segundo trimestre, observaram-se os maiores incrementos no peso e, no último trimestre, verifica-se uma desaceleração do ganho ponderal (Figura).

Tabela 1. Distribuição das gestantes da coorte segundo características socioeconômicas, demográficas, estado nutricional no início da gestação, história reprodutiva e hábito de fumar. São Paulo, SP, 1997-1998.

Variável	N	%
Escaridade		
≤ 4 anos	69	31,7
> 4 anos	149	68,3
Idade		
<20 anos	33	14,8
20 a 30 anos	170	71,7
≥30 anos	30	13,5
Situação marital		
Com companheiro	166	74,4
Sem companheiro	57	25,6
IMC inicial		
Baixo peso	10	4,4
Peso adequado	154	68,4
Sobrepeso/obesidade	61	27,1
Paridade		
Primípara	120	53,8
Múltipara	103	46,2
Hábito de fumar		
Sim	71	35,3
Não	130	64,7

IMC: índice de massa corporal

O fator de estudo – estado nutricional no início da gestação – apresentou nível descritivo de p inferior a 0,001 como termo independente no modelo. Os demais

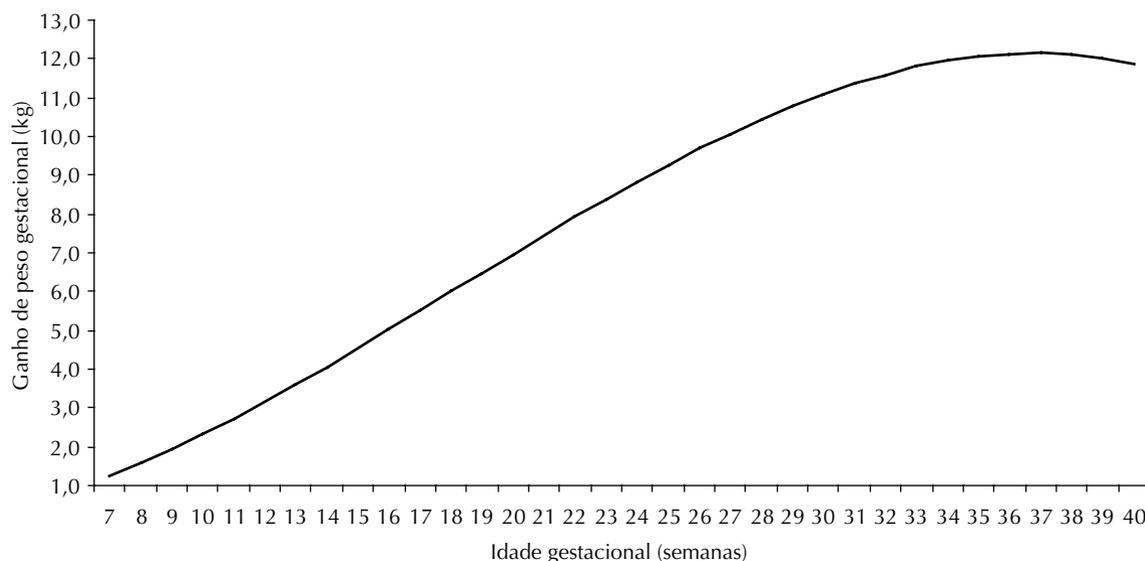


Figura. Evolução do ganho de peso grávidico segundo a idade gestacional. São Paulo, SP, 1997-1998.

Tabela 2. Análise de regressão linear multinível hierarquizada para predição da evolução do peso durante a gestação. São Paulo, SP, 1997-1998.

Variável	Estimativa	Erro-padrão	IC 95%	p
Intercepto	58,8950	0,7798		
Nível 1: Medida				
Idade gestacional (meses)	0,0245	0,0359	-0,0459 ; 0,3154	0,49
Idade gestacional ao quadrado (meses)	0,0256	0,0022	0,0207 ; 0,0293	<0,001
Idade gestacional ao cubo (meses)	-0,0005	0,00004	0,0004 ; 0,0006	<0,001
Nível 2: Gestante				
Bloco hierárquico 1				
IMC inicial				
Peso de adequado	-16,1703	1,2469	-18,614 ; -13,726	<0,001
Sobrepeso e obesidade	-	-	-	
Interação IMC e idade gestacional				
Peso adequado e idade gestacional	0,0755	0,0263	0,0239 ; 0,1270	0,004
Sobrepeso/obesidade e idade gestacional	-	-	-	
Bloco hierárquico 2				
Escolaridade				
≤ 4 anos	-	-		
> 4 anos	1,0276	1,2106	1,3452 ; 3,4004	0,10
Interação escolaridade e idade gestacional				
≤ 4 anos e idade gestacional	-	-	-	
> 4 anos e idade gestacional	0,0485	0,0249	-0,0003 ; 0,0973	0,05
Bloco hierárquico 3				
Situação marital				
Reside com companheiro	-	-		
Não reside com companheiro	0,02832	1,2852	-2,4907 ; 2,5473	0,80
Interação situação marital e idade gestacional				
Reside com companheiro e idade gestacional	-	-	-	
Não reside com companheiro e idade gestacional	0,0577	0,0263	0,0062 ; 0,1092	0,03
Bloco hierárquico 5				
Paridade				
Primípara	0,7274	1,1922	-1,6093 ; 3,0641	0,5
Múltipara	-	-	-	
Interação paridade e idade gestacional				
Primípara idade gestacional	0,0596	0,0240	0,0126 ; 0,1066	0,01
Múltipara idade gestacional	-	-	-	

Bloco hierárquico 1: variáveis nível 1 + IMC inicial

Bloco hierárquico 2: bloco hierárquico 1 + escolaridade

Bloco hierárquico 3: bloco hierárquico 1 + bloco hierárquico 2 + situação marital

Bloco hierárquico 5: bloco hierárquico 1 + bloco hierárquico 2 + bloco hierárquico 3 + paridade

fatores não influenciaram o peso na sétima semana de gestação, peso inicial do modelo. A interação dos fatores de estudo – estado nutricional inicial, escolaridade, presença de companheiro e paridade – com a variável idade gestacional apresentou níveis descritivos de p iguais a 0,004, 0,05, 0,03, 0,01 respectivamente, indicando que estas características exercem efeito sobre a velocidade do ganho de peso.

A Tabela 2 mostra que, no primeiro bloco hierárquico, as mulheres com estado nutricional inicial adequado começaram a gestação com uma diferença de 16 kg a menos no peso corporal ($p < 0,001$) quando comparadas às mulheres com sobrepeso ou obesas. No entanto, as primeiras ganharam semanalmente, em média, 0,075 kg ($p = 0,004$) a mais que gestantes com sobrepeso/obesidade.

No bloco 2, observa-se que a escolaridade apresentou uma associação direta com o peso corporal durante a gestação. Assim, gestantes com cinco anos ou mais de escolaridade apresentaram incrementos positivos semanais médios de 0,048 kg ($p=0,05$) quando comparadas com as gestantes de menor escolaridade. Verificou-se que a ausência de companheiro influenciou positivamente o ganho ponderal na gravidez, acrescentando em média 0,058 kg por semana ($p=0,03$) em relação às mulheres que moravam com seus companheiros.

A primiparidade associou-se positivamente com a evolução do peso corporal de gestantes. As primíparas apresentaram ganhos semanais médios de 0,060 kg ($p=0,01$) quando comparadas às múltiparas. Foram testadas interações entre idade/paridade e escolaridade/situação marital em relação ao ganho de peso gestacional. Entretanto, não se detectou significância estatística para estas interações.

Para a parte aleatória do modelo, adotou-se a variância no nível 2 dependendo da idade gestacional, procedimento que confere ao modelo melhor ajuste e dispersão uniforme dos resíduos ao longo da gestação, segundo análise de resíduos.

A Tabela 3 mostra o ganho de peso gestacional devido ao efeito individualizado das variáveis que apresentaram associação com a evolução ponderal durante a gravidez. Esses valores foram obtidos mediante substituições nas equações da análise multinível correspondentes aos respectivos blocos hierárquicos, considerando a idade gestacional final (40 semanas) e a inicial (sete semanas).

Tabela 3. Acréscimo médio no ganho ponderal gestacional estimado segundo estado nutricional inicial, efeito individualizado da escolaridade, da situação marital e da paridade. São Paulo, SP, 1997-1998.

Variável	Diferença no ganho de peso estimado entre subgrupos selecionados (kg)
IMC inicial	
Peso adequado	3,0
Sobrepeso/Obesidade	-
Escolaridade	
≤ 4 anos	-
> 4 anos	1,9
Situação marital	
Reside com companheiro	-
Não reside com companheiro	2,3
Paridade	
Primípara	2,4
Múltipara	-

Verificou-se que iniciar a gestação com um IMC adequado aumenta em 3,0 kg o ganho de peso total (7^a a 40^a semana de gestação). Independentemente do estado nutricional inicial, ter no mínimo cinco anos de escolaridade leva a ganho adicional de 1,9 kg durante a gestação. Não ter companheiro aumenta o peso gestacional em média 2,3 kg. A primiparidade proporciona acréscimos médios de 2,4 kg no peso final da gestação.

DISCUSSÃO

O padrão de ganho de peso observado no presente estudo – ganhos menores no primeiro trimestre, aumento mais acentuado no segundo e mais lento no último trimestre – está de acordo com o descrito na literatura sobre a evolução do ganho ponderal durante a gestação.^{7,16}

No primeiro e segundo trimestres, a elevação do peso durante a gestação reflete principalmente a deposição de gordura que será utilizada para cobrir o aumento da demanda energética ocasionada pela própria gestação. O desenvolvimento do feto passa a contribuir significativamente para o peso corporal materno no último trimestre.^{16,10}

Conforme o esperado, as gestantes eutróficas no início da gravidez apresentaram maiores incrementos de peso quando comparadas às gestantes com sobrepeso/obesidade. Resultado que está de acordo com os apresentados por Lederman et al⁸ (1997), Nucci et al¹¹ (2001) e Olson & Strawderman¹² (2003). Esses estudos mostram que o ganho de peso tende a ser menor no grupo de IMC mais elevado quando comparado ao grupo de IMC adequado e baixo.⁷ No final da gestação, as mulheres com estado nutricional inicial adequado apresentaram ganhos médios maiores que as gestantes com sobrepeso/obesidade.

Ao comparar as gestantes de maior escolaridade (≥ 4 anos) com aquelas de menor escolaridade (< 4 anos), nota-se que as primeiras ganham 1,9 kg a mais no final da gestação, indicando que na população estudada a escolaridade possivelmente seja um marcador de acesso aos alimentos. Hickey⁶ (2003) em revisão da literatura sobre fatores demográficos e psicossociais associados ao ganho de peso durante a gestação conclui que existe uma relação direta entre a escolaridade e os ganhos ponderais gravídicos.

As gestantes que não possuíam companheiro ganharam em média 2,3 kg a mais em relação às gestantes que residiam com seus companheiros. Uma possível explicação para o resultado do presente estudo é o fato de a ausência de companheiro indicar um apoio psicossocial inadequado. Estudo com 547 gestantes observou o efeito do apoio psicossocial inadequado no ganho de peso gestacional.¹²

As primíparas apresentaram ganho ponderal superior ao das multiparas (em média 2,4 kg a mais), resultado também encontrado por Olson & Strawderman¹² (2003). A título de ilustração, estimou-se o ganho de peso médio para as gestantes com IMC inicial adequado e altura igual à mediana (158,5 cm). O valor médio encontrado foi de 14,9 kg para o período que compreende da sétima a 40ª semana de gestação. Para as gestantes com escolaridade igual ou superior a cinco anos, o ganho médio para o mesmo período foi de 16,8 kg. Se, além disso, as mulheres fossem primíparas, o ganho de peso médio passaria a ser 19,2 kg. As grávidas com essas características e que não possuíam companheiro apresentaram ganho de peso médio de 21,5 kg. Portanto, o ganho médio estimado nessas três últimas situações é superior à recomendação de ganho de peso da OMS para gestantes eutróficas (11,5 a 16,0 kg). Estudos têm apontado que as gestantes com ganhos ponderais acima da recomendação do IOM apresentam maior chance de retenção de peso pós-parto e de obesidade futura.⁴

No presente estudo, foi elevada a frequência de gestantes que apresentaram características positivamente associadas ao ganho de peso: estado nutricional inicial eutrófico (68,4%), nível de escolaridade igual ou superior a cinco anos (68,3%), primiparidade (53,8%) e ausência de companheiro (26,6%). A combinação dessas características com o efeito da própria gestação (idade gestacional) resultou em ganhos de peso maiores que a recomendação vigente.

Os resultados aqui apresentados indicam que o monitoramento do ganho ponderal durante a gestação e a orientação alimentar, preconizados pela OMS, IOM e Ministério da Saúde, devem considerar também características das gestantes como estado nutricional inicial, paridade, escolaridade e situação marital. Esses fatores parecem determinar um padrão diferenciado de ganho de peso e não somente as características envolvidas diretamente na alimentação. Devido à elevada proporção de mulheres que apresentam ganhos ponderais excessivos durante a gestação, intervenções nutricionais mostram-se necessárias para proporcionar um ganho de peso adequado durante a gestação.

REFERÊNCIAS

1. Atalah ES, Castillo CL, Castro R, Aldea A. Propuesta de un nuevo estándar de evaluación nutricional en embarazadas. *Rev Med Chil.* 1997;125(12):1429-36.
2. Davis CS. Statistical methods for the analysis of repeated measurements. New York: Springer; 2002.
3. Feig DS, Naylor CD. Eating for two: are guidelines for weight gain during pregnancy too liberal? *Lancet.* 1998;351(9108):1054-5.
4. Gunderson EP, Abrams B. Epidemiology of gestational weight gain and body weight changes after pregnancy. *Epidemiol Rev.* 1999;21(2):261-74.
5. Habitch JP. Estandarizacion de metodos epidemiologicos cuantitativos sobre el terreno. *Bol Oficina Sanit Panam.* 1974;76(5):375-84.
6. Hickey CA. Sociocultural and behavioral influences on weight gain during pregnancy. *Am J Clin Nutr.* 2000;71(5 Supl):1364S-70S.
7. National Academy of Sciences. Institute of Medicine. Nutrition during pregnancy. Washington: National Academy Press; 1990.
8. Lederman SA, Paxton A, Heymsfield SB, Wang J, Thornton J, Pierson RN Jr. Body fat and water changes during pregnancy in pregnancy in women with different body weight and weight gain. *Obstet Gynecol.* 1997;90(4 Pt 1):483-8.
9. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics Books; 1988.
10. Muscati SK, Gray-Donald K, Koski KG. Timing of weight gain during pregnancy: promoting fetal growth and minimizing maternal weight retention. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1996;20(6):526-32.
11. Bertoldi Nucci L, Bartholow Duncan B, Serrate Mengue S, Branchtein L, Schmidt MI, Fleck ET. Assessment of weight gain during pregnancy in general prenatal care services in Brazil. *Cad Saude Publica.* 2001;17(6):1367-74.
12. Olson CM, Strawderman MS. Modifiable behavioral factors in a biopsychosocial model predict inadequate and excessive gestational weight gain. *J Am Diet Assoc.* 2003;103(1):48-54.
13. Parker JD, Abrams B. Differences in postpartum weight retention between black and white mothers. *Obstet Gynecol.* 1993;81(5 (Pt 1)):768-74.
14. Popkin BM. The nutrition transition in low-income countries: an emerging crisis. *Nutr Ver.* 1994;52(9):285-98.
15. Victora CG, Huttly SR, Fuchs SC, Olinto MT. The role conceptual frameworks in epidemiological analysis: a hierarchical approach. *Int J Epidemiol.* 1997;26(1):224-7.
16. Villar MD, Cogswell M, Kestler E, Castillo P, Menendez R, Repke JT. Effect of fat and fat-free mass deposition during pregnancy on birth weight. *Am J Obstet Gynecol.* 1992;167(5):1344-52.
17. World Health Organization. Division of Noncommunicable Diseases. Programme of Nutrition Family and Reproductive Health. Obesity, preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on obesity. Geneva; 1998.
18. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. Geneva; 1995. (Technical Report Series, 854).
19. Yang M, Rasbash J, Goldstein H, Barbosa M. MlwiN macros for advanced multilevel modeling. Version 2.0. London: University of London; 1999.