

RAE-CEA-18P21

**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O PROJETO:
“Fatores associados ao peso ao nascer. Um estudo de coorte em gestantes da
zona oeste do município de São Paulo.”**

**Michel Soares
Vinicius Soares Martins Alves
Alexandre Galvão Patriota**

São Paulo, dezembro de 2018

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA – CEA – USP

RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA

TÍTULO: Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Fatores associados ao peso ao nascer. Um estudo de coorte em gestantes da zona oeste do município de São Paulo.”

PESQUISADORA: Dra. Silvia Regina Dias Medici Saldiva

INSTITUIÇÃO: Instituto de Saúde da Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo

FINALIDADE: Pesquisa científica

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Michel Soares
Vinicius Soares Martins Alves
Prof. Dr. Alexandre Galvão Patriota

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:

SOARES, M.; ALVES, V. S. M; PATRIOTA, A. G. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Fatores associados ao peso ao nascer. Um estudo de coorte em gestantes da zona oeste do município de São Paulo”**. São Paulo, IME-USP, 2018. (RAE – CEA – 18P21)

FICHA TÉCNICA

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde, Departamento de Informática do SUS (DATASUS). **Indicadores e Dados Básicos (IDB) – 2012**. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2012/matriz.htm>>. Acesso em: 09 set. 2018.

BRASIL. 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, 2006. 161 p.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. 8ª ed. São Paulo: Saraiva; 2013. 540 p.

GOUVEIA, N.; BREMNER, S.A.; NOVAES, H.M. **Association between ambient air pollution and birth weight in São Paulo, Brazil**. Journal of Epidemiology & Community Health, London, v.58, p. 11-17, 2004.

HA, E. H.; HONG, Y. C.; LEE, B.E.; WOO, B. H.; SCHWARTZ, J; CHRISTIANI, D. C. **Is air pollution a risk factor for low birth weight in Seoul?** Epidemiology, Philadelphia, v. 12, n. 6, p. 643-648, nov. 2001.

INSTITUTE OF MEDICINE AND NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Weight Gain During Pregnancy: Reexamining The Guidelines**. Washington, DC: The National Academies Press, 2009. 854 p. Disponível em: <<https://www.nap.edu/catalog/12584/weight-gain-during-pregnancy-reexamining-the-guidelines>>. Acesso em: 14 set. 2018.

KUTNER, M. H.; NACHTSHEIM, C. J.; NETER, J.; LI, W. **Applied Linear Statistical Models**. 5th ed. McGraw-Hill. New York, 2004. 1396 p.

PAULA, G. A. **Modelos de Regressão com apoio computacional**. IME-USP. São Paulo, 2013. 429 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Saúde. Coordenadoria de Planejamento em Saúde. Assessoria Técnica em Saúde da Mulher. **Atenção à gestante e à puérpera no SUS – SP: manual técnico do pré-natal e puerpério**. São Paulo, 2010. 234 p.

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Dados estatísticos. **Perfil dos municípios paulistas**. Disponível em: <<http://www.perfil.seade.gov.br/>>. Acesso em: 01 set. 2018.

UCHIMURA, T. T.; PELISSARI, D. M.; UCHIMURA, N. S. **Baixo peso ao nascer e fatores associados**. Revista Gaúcha de Enfermagem, Porto Alegre, v. 29, n. 1, p. 33-38, mar. 2008.

UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF); WORLD HEALTH ORGANIZATION (OMS). **Low birthweight: country, regional and global estimates**. New York, 2004. 27 p.

van BURREN, S. **Flexible Imputation of Missing Data**. 2nd ed. Chapman & Hall, Florida, 2012. 342 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (OMS), March of Dimes, The Partnership for Maternal, Newborn & Child Health, Save the Children. **Born too soon: the global action report on preterm birth**. Geneva, 2012. 112 p. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789241503433_eng.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (OMS), Maternal Health and Safe Motherhood Programme. **Global nutrition targets 2025: low birth weight policy brief**. Geneva, 2014. 6 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (OMS), **International statistical classification of diseases and related health problems**, 11th Revision. Geneva, 2018. Disponível em: <<https://icd.who.int/browse11/l-m/en>>. Acesso em: 09 set. 2018.

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS

Microsoft® Word 2016

Microsoft® Excel 2016

R versões 3.4.4 e 3.5.0.

RStudio versões 1.1.442 e 1.1.453

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS [classificação “Statistical Theory & Method Abstracts (ISI)”]

Análise Descritiva Unidimensional (03:010)

Análise Descritiva Multidimensional (03:020)

Análise de Regressão (07:020)

ÁREAS DE APLICAÇÃO

Medicina (14:040)

Outros (14:990)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1. JUSTIFICATIVA.....	9
1.2. OBJETIVO	11
2. DESCRIÇÃO DO ESTUDO	11
2.1. COLETA DE DADOS	11
2.2. DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	13
2.2.1. Variáveis sociodemográficas da gestante.....	13
2.2.2. Variáveis de saúde da gestante.....	14
2.2.3. Variáveis de saúde gestacional	15
2.2.4. Variáveis do parto	17
2.2.5. Variáveis de qualidade do ar	18
2.2.6. Variáveis do bebê	18
3. ANÁLISE DESCRITIVA.....	19
3.1. DISCUSSÃO DA ANÁLISE DESCRITIVA	19
3.1.1. Tabelas de frequências e de medidas-resumo	19
3.1.2. Estudo da homogeneidade dos pesos.....	24
3.1.3. Gráficos de dispersão: poluição.....	27
3.1.4. Gráficos de dispersão: ganho de peso da mãe	29
3.1.5. Gráficos de dispersão: outros fatores	30
4. ANÁLISE INFERENCIAL	31
4.1. SUBCONJUNTO DE VARIÁVEIS EXPLICATIVAS	31
4.2. IMPUTAÇÃO E REAMOSTRAGEM	32
4.3. SELEÇÃO DE VARIÁVEIS	32
4.4. MODELO LINEAR GENERALIZADO.....	33
4.4.1. Modelo ajustado.....	33

5. CONCLUSÕES.....	40
APÊNDICE A: TABELAS	41
APÊNDICE B: FIGURAS	56
APÊNDICE C: ADEQUAÇÃO DO MODELO AJUSTADO	96
APÊNDICE D: SIMULAÇÃO.....	100
D1. PROCESSO DA SIMULAÇÃO	101
D2. APLICAÇÃO NO ESTUDO	102

RESUMO

O peso ao nascer é um fator importante na determinação da morbimortalidade fetal, neonatal e infantil, sendo um indicador importante para a saúde pública e considerado, pela Organização Mundial da Saúde, como o fator isolado mais importante na sobrevivência infantil. Nesse sentido, melhorar o estado nutricional materno, implementar políticas de saúde de pré e pós-natal, tratar adequadamente as condições médicas associadas à gravidez e criar políticas de inclusão e apoio social são medidas que devem ser tomadas no combate às condições que levam ao peso inadequado em recém-nascidos.

O objetivo deste estudo é investigar como os fatores de saúde materna, da gestação, do recém-nascido, do parto e de qualidade do ar estão associados com o peso ao nascer e, também, identificar quais são os fatores de risco para baixo peso ao nascer.

A análise descritiva dos dados foi realizada com o auxílio de tabelas de frequência e de medidas-resumo (quartis, medianas, médias, máximos e mínimos), a fim de sumarizar o conjunto de dados. Já a análise inferencial foi realizada por meio do ajuste de um modelo de regressão Gama, com o intuito de encontrar o conjunto de variáveis explicativas que explique o peso ao nascer.

A análise mostra que quanto maior a idade gestacional estimada no parto, maior é o peso do recém-nascido. Além disso, mulheres na primeira gestação dão à luz bebês com menor peso. O uso de tabaco durante a gestação mostrou-se um importante fator de risco para o peso do bebê. Por fim, gestantes no terceiro trimestre gestacional e que estão expostas ao NO_2 dão à luz bebês com menor peso.

1. Introdução

1.1. Justificativa

A Organização Mundial de Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF, do inglês *United Nations Children's Fund*) elegeram o peso ao nascer como o fator individual mais importante da morbimortalidade fetal, neonatal e infantil e um significativo preditor de saúde individual. As duas organizações salientam que, além de poder trazer consequências a curto prazo para o recém-nascido, o baixo peso ao nascer (BPN¹) é fator de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas na vida adulta, como diabetes tipo 2, hipertensão e doenças cardiovasculares (UNICEF e OMS, 2004).

Uchimura *et al.* (2008) complementam que um estado nutricional inadequado pré-gestacional ou durante a gestação pode influenciar a saúde do recém-nascido e da mãe no pós-parto, pois, além do peso impróprio observado nos recém-nascidos, a nutrição inadequada aumenta o risco de desenvolvimento de intercorrências gestacionais.

Estudos recentes vêm apontando a poluição do ar como possível determinante do baixo peso ao nascer. Em Seul, na Coreia do Sul, a exposição das gestantes no primeiro trimestre de gestação aos poluentes monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂), dióxido de enxofre (SO₂) e o total de partículas suspensas (TSP) é fator de risco para o baixo peso ao nascer (Ha *et al.*, 2001). Em São Paulo, o estudo pioneiro de Gouveia *et al.* (2004) indicou que o peso ao nascer sofre redução quando as gestantes estão expostas a níveis elevados de CO e material particulado (PM₁₀) no primeiro trimestre de gestação.

¹ As categorias de peso ao nascer comumente utilizadas pela comunidade científica internacional foram estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde, para fins comparativos e estatísticos. As categorias são: a) extremo baixo peso ao nascer (< 1,0 kg); b) muito baixo peso ao nascer (< 1,5 kg), c) baixo peso ao nascer (< 2,5 kg) e d) macrosomia (≥ 4,0 kg) (OMS, 2018). A OMS disponibilizou em 18 de junho de 2018 a 11ª revisão do sistema de Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-11), onde constam as categorias citadas. Detalhes podem ser consultados em: <<https://icd.who.int/browse11/l-m/en>>. Acesso em: 09 set. 2018.

As condições obstétricas, a hipertensão arterial durante a gestação (pré-eclâmpsia), a diabetes gestacional e outras condições associadas ao estado gestacional também devem ser levadas em conta e tratadas adequadamente para uma gravidez sadia.

O encurtamento da gestação (gravidez pré-termo/prematura²) e o crescimento intrauterino restrito são dois outros fatores que, agindo isolada ou conjuntamente, levam ao baixo peso observado no neonato (OMS, 2004; WHO, 2012).

As características sociodemográficas da gestante também são importantes para definir o futuro gestacional. Mães com baixa idade, condições socioeconômicas desfavorecidas, que possuem trabalho fisicamente exigente durante a gravidez e com antecedente de parto pré-termo tendem a apresentar maior risco de terem um filho com BPN (OMS, 2004).

Estima-se que entre 15% a 20% de todos os nascimentos em todo o mundo são de bebês com BPN, representando, por ano, mais de 20 milhões de nascimentos com essa condição. Diante dessa estatística preocupante, a OMS declarou como objetivo global a redução do número de bebês com peso inferior a 2,5 kg em 30% até o ano de 2025 (OMS, 2014).

Em 2011, a proporção de recém-nascidos com baixo peso no Brasil foi de 8,53%, conforme dados disponibilizados pelo Ministério da Saúde por meio dos Indicadores e Dados Básicos 2012 (BRASIL, 2012). A Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) indica que, em 2016, a proporção de recém-nascidos com baixo peso foi de 9,11% no estado de São Paulo e de 9,48% na capital paulista (SEADE, 2018).

Melhorar o estado nutricional materno, implementar políticas de saúde no pré e pós-natal, tratar adequadamente as condições médicas associadas à gravidez e criar políticas de inclusão e apoio social são medidas que devem ser tomadas no combate às condições que levam ao baixo peso em recém-nascidos. Nesse sentido, reduzir a

² A gravidez pré-termo acontece quando a idade gestacional no parto é inferior a 37 semanas de gestação, enquanto que a gravidez pós-termo é aquela que supera 42 semanas de gestação (UNICEF e OMS 2004; BRASIL, 2006; SÃO PAULO, 2010).

incidência de BPN requer uma estratégia global, de enfrentamento de múltiplos elementos.

Pelo que foi exposto nos parágrafos anteriores, a fim de avaliar as variáveis que afetam o peso de neonatos, foram coletados dados de 357 gestantes, as quais foram acompanhadas durante toda sua gestação e parto. Também foram colhidas informações referentes aos recém-nascidos e à qualidade do ar.

1.2. Objetivo

O objetivo deste projeto é investigar a associação entre o peso ao nascer e as variáveis maternas, da gestação, do recém-nascido, do parto e de qualidade do ar.

2. Descrição do estudo

Neste estudo foram coletados dados de 357 gestantes moradoras da zona oeste do município de São Paulo. Essas mulheres foram acompanhadas durante toda a gestação e, nesse período, foram colhidas informações referentes às variáveis sociodemográficas, de saúde, de saúde gestacional, do parto e do recém-nascido. Também foram obtidas informações sobre variáveis de qualidade do ar, nos três trimestres gestacionais. Esse banco de dados foi construído com o intuito de estudar a associação que essas variáveis têm com o peso observado em recém-nascidos.

2.1. Coleta de dados

Para serem incluídas no estudo, as gestantes deveriam preencher os seguintes requisitos:

- a) gestação única, isto é, não gemelar;

- b) gestação não ectópica³;
- c) idade gestacional inferior a 13 semanas e 6 dias, estimada pela data da última menstruação e confirmada por ultrassonografia realizada no primeiro trimestre gestacional e
- d) ausência de doenças pré-existentes, como hipertensão, diabetes, cardiopatias e doenças crônicas.

O recrutamento das gestantes foi realizado em algumas Unidades Básicas de Saúde (UBSs) localizadas na zona oeste do município de São Paulo, a partir da listagem de exames positivos de gravidez realizados nessas UBSs. De posse da lista, a coordenadora de campo de cada UBS checava os critérios de inclusão no estudo e encaminhava os casos para um agente comunitário de saúde realizar a visita domiciliar. Na visita, o agente apresentava o estudo e seus objetivos e, após a aceitação da gestante e assinatura do termo de consentimento, foram aplicados questionários de saúde, de históricos obstétricos e sociodemográfico. Alguns dias depois de sua inclusão, a gestante recebia quatro filtros para a coleta de dados de concentração de dióxido de nitrogênio (NO₂) e ozônio (O₃), dois para cada um dos poluentes atmosféricos. Esses filtros deveriam ser usados anexados à roupa ou à bolsa da gestante durante 15 dias até a primeira consulta de ultrassonografia realizada no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP).

A assistência pré-natal foi realizada na UBS e em cada trimestre gestacional as gestantes realizavam avaliações nutricionais, obstétricas e exame de ultrassonografia no laboratório de obstetrícia do HC-FMUSP. Nessas ocasiões eram coletadas suas medidas antropométricas (peso e altura), e calculado o Índice de Massa Corporal (IMC) trimestral. As gestantes também entregavam os quatro filtros usados e recebiam quatro novos filtros para a coleta de concentração de poluentes atmosféricos no trimestre gestacional seguinte.

³ A gravidez ectópica ocorre quando o óvulo é fecundado fora do útero, em outras estruturas do sistema reprodutor. Esse tipo de gestação é perigosa para a saúde da mãe e o tratamento consiste na interrupção do desenvolvimento do embrião.

Durante o parto foram colhidos os dados referentes ao tipo de procedimento realizado, além do peso da gestante naquele momento. Na sequência, foram obtidas as medidas do recém-nascido: idade gestacional estimada pelo método de Capurro⁴, peso, comprimento, perímetro cefálico e sexo.

2.2. Descrição das variáveis

2.2.1. Variáveis sociodemográficas da gestante

- **Cor:** variável categórica que indica a cor/raça da gestante, sendo: branca, indígena, negra ou parda;
- **Escolaridade:** variável categórica que indica o grau de escolaridade da gestante, sendo: ensino fundamental incompleto, ensino fundamental completo, ensino médio incompleto, ensino médio completo, ensino superior incompleto ou ensino superior completo;
- **Estado civil:** variável categórica que indica o estado civil da gestante, sendo: solteira, casada, união consensual, separada ou viúva;
- **Idade** (em anos);
- **Ocupação/profissão:** variável categórica que indica a ocupação/profissão atualmente exercida pela gestante;
- **Renda:** variável categórica que indica a renda mensal da gestante, sendo: menos de 1/2 salário mínimo, entre 1/2 e 1 salário mínimo,

⁴ O método baseia-se na estimativa da idade gestacional do neonato a partir da avaliação de cinco características: textura da pele, formato da orelha, tamanho do nódulo mamário, formação do mamilo e as dobras da sola do pé. A partir dessas características são obtidos escores que aplicados a um modelo resulta na idade gestacional estimada.

entre 1 e 3 salários mínimos, entre 3 e 5 salários mínimos, entre 5 e 10 salários mínimos ou entre 10 e 20 salários mínimos;

- **Trabalho fora:** variável dicotômica que indica se a gestante trabalha “fora de casa”, isto é, se possui registro formal em carteira;
- **UF de nascimento:** variável categórica que indica a Unidade da Federação de nascimento da gestante.

2.2.2. Variáveis de saúde da gestante

- **Aborto anterior:** variável dicotômica que indica se a gestante sofreu aborto em gestações anteriores;
- **Bebida:** variável dicotômica que indica se a gestante consome bebida alcóolica;
- **Droga (uso anterior):** variável dicotômica que indica se a gestante fez uso de drogas antes da atual gestação;
- **Estado nutricional pré-gestacional/pré-gravídico:** variável categórica que indica o estado nutricional pré-gestacional, o qual foi obtido por meio do IMC pré-gestacional, sendo: baixo peso, peso adequado, sobrepeso ou obesidade;
- **Estatuta** (em metros);
- **Exercício físico:** variável dicotômica que indica se a gestante pratica exercícios físicos;
- **Fumo (uso anterior):** variável dicotômica que indica se a gestante fumou antes da atual gestação;

- **Índice de Massa Corporal (IMC) pré-gestacional** (em kg/m²);

O IMC é calculado da seguinte maneira:

$$IMC = \frac{Peso}{Estatura^2} ,$$

sendo o peso dado em quilogramas e a estatura em metros.

- **Número de gestações anteriores;**
- **Número de partos anteriores;**
- **Peso pré-gestacional** (em kg);
- **Primípara:** variável dicotômica que indica se a gestante é primípara, isto é, se está grávida pela primeira vez.

2.2.3. Variáveis de saúde gestacional

- **Diabetes gestacional:** variável dicotômica que indica se a gestante apresentou diabetes durante a gestação;
- **Classificação do ganho de peso no 2º trimestre:** variável categórica que indica a classificação de ganho de peso entre o 1º e o 2º trimestre gestacional, segundo classificação do *Institute of Medicine*, sendo: ganho de peso insuficiente, ganho de peso adequado ou ganho de peso excessivo;
- **Classificação do ganho de peso no 3º trimestre:** variável categórica que indica a classificação de ganho de peso entre o 2º e o 3º trimestre

gestacional, segundo classificação do *Institute of Medicine*, sendo: ganho de peso insuficiente, ganho de peso adequado ou ganho de peso excessivo;

- **Droga (durante a gestação):** variável dicotômica que indica se a gestante fez uso de drogas durante a gestação;
- **Classificação do ganho de peso gestacional:** variável categórica que indica a classificação de ganho de peso durante a gestação, segundo classificação do *Institute of Medicine*, sendo: ganho de peso insuficiente, ganho de peso adequado ou ganho de peso excessivo;
- **Ganho de peso no 1º trimestre:** diferença entre o peso da gestante no 2º trimestre e no 1º trimestre gestacional (em kg);
- **Ganho de peso no 2º trimestre:** diferença entre o peso da gestante no 3º trimestre e no 2º trimestre gestacional (em kg);
- **Ganho de peso total:** diferença entre o peso da gestante no 3º trimestre e no 1º trimestre gestacional (em kg);
- **Fumo (durante a gestação):** variável dicotômica que indica se a gestante fumou durante a gestação;
- **Idade Gestacional no 1º trimestre gestacional** (em semanas);
- **Idade Gestacional no 2º trimestre gestacional** (em semanas);
- **Idade Gestacional no 3º trimestre gestacional** (em semanas);
- **Infecção urinária:** variável dicotômica que indica se a gestante apresentou infecção urinária durante a gestação;

- **Infecção vaginal:** variável dicotômica que indica se a gestante apresentou infecção vaginal durante a gestação;
- **IMC da gestante no 1º trimestre** (em kg/m^2);
- **IMC da gestante no 2º trimestre** (em kg/m^2);
- **IMC da gestante no 3º trimestre** (em kg/m^2);
- **Outras doenças:** variável dicotômica que indica se a gestante apresentou outras doenças durante a gestação;
- **Peso da gestante no 1º trimestre** (em kg);
- **Peso da gestante no 2º trimestre** (em kg);
- **Peso da gestante no 3º trimestre** (em kg);
- **Pré-eclâmpsia:** variável dicotômica que indica se a gestante apresentou alterações na pressão arterial durante a gestação.

2.2.4. Variáveis do parto

- **Idade da gestante no parto** (em anos);
- **IMC da gestante no parto** (em kg/m^2);
- **Peso da gestante no parto** (em kg);
- **Tipo de parto:** variável categórica que indica o tipo de parto realizado, sendo: normal, fórceps ou cesárea.

2.2.5. Variáveis de qualidade do ar

- **NO₂ no 1º trimestre:** concentração de dióxido de nitrogênio (NO₂) no 1º trimestre gestacional (em µg/m³);
- **NO₂ no 2º trimestre:** concentração de NO₂ no 2º trimestre gestacional (em µg/m³);
- **NO₂ no 3º trimestre:** concentração de NO₂ no 3º trimestre gestacional (em µg/m³);
- **O₃ no 1º trimestre:** concentração de ozônio (O₃) no 1º trimestre gestacional (em µg/m³);
- **O₃ no 2º trimestre:** concentração O₃ no 2º trimestre gestacional (em µg/m³);
- **O₃ no 3º trimestre:** concentração O₃ no 3º trimestre gestacional (em µg/m³).

2.2.6. Variáveis do bebê

- **Capurro:** idade gestacional estimada no parto por meio do método de Capurro (em semanas);
- **Comprimento do recém-nascido** (em centímetros);
- **Condição de peso ao nascer:** variável categórica que indica a condição de peso do recém-nascido (RN), segundo classificação da OMS, sendo: baixo peso (RN com peso < 2,5 kg), peso adequado (RN com peso entre 2,5 e 4,0 kg) ou macrossomia (RN com peso ≥ 4,0 kg);
- **Perímetro cefálico do recém-nascido** (em centímetros);

- **Sexo do recém-nascido:** variável categórica que indica o sexo do recém-nascido, sendo: masculino ou feminino;
- **Peso de nascimento do bebê** (em kg).

3. Análise descritiva

Na análise descritiva dos dados, serão apresentadas tabelas de frequência e de medidas-resumo (quartis, medianas, médias, máximos e mínimos) a fim de sumarizar o conjunto de dados. Também serão apresentados gráficos de dispersão e do tipo *boxplot*. Maiores detalhes sobre essas metodologias podem ser encontrados em Bussab e Morettin (2013).

Inicialmente, cada variável será analisada separadamente, com o intuito de caracterizar a amostra. Em seguida, as variáveis serão analisadas conjuntamente, para ajudar a entender qual o efeito que essas variáveis têm sobre o peso do recém-nascido, quando associadas.

3.1. Discussão da análise descritiva

3.1.1. Tabelas de frequências e de medidas-resumo

Primeiramente serão apresentados os resultados descritivos obtidos por meio das tabelas de frequências absolutas e relativas, bem como pelas tabelas com as medidas-resumo.

▪ **Variáveis sociodemográficas:**

Começando pelos dados sociodemográficos, das 357 gestantes que participaram do estudo observa-se, na Tabela A.1, que 170 delas se declararam pardas, enquanto que 138 gestantes se declararam brancas, 48 gestantes se declararam negras e apenas 1 gestante se declarou indígena.

Na Tabela A.2, vê-se que a idade média das gestantes é de 26 anos, variando entre 14 e 42 anos. Nessa mesma tabela são apresentados o 1º quartil, mediana e 3º quartil para a idade das gestantes. Os quartis são os valores que dividem uma amostra ordenada em quatro partes iguais. Assim, o 1º quartil ($Q1 = 21$ anos) indica que 25% das gestantes têm 21 anos ou menos. A mediana ($Md = Q2 = 26$ anos) aponta que 50% das gestantes têm, no máximo, 26 anos. Por fim, o 3º quartil ($Q3 = 30$ anos) nos diz que 75% das gestantes têm até 30 anos de idade.

Na Tabela A.3 e na Figura B.1 é apresentada a distribuição das gestantes, segundo sua Unidade da Federação (UF) de origem. Observa-se que as duas UFs com maior número de representantes são São Paulo, com 244 gestantes e Bahia, com 45 gestantes. O mapa da Figura B.1 ainda explicita que todas as mulheres que participam do estudo são provenientes do Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil.

Quanto à escolaridade, 90% das gestantes cursaram até o ensino médio, sendo o ensino médio completo o grau de escolaridade mais frequente entre elas (Tabela A.4).

A Tabela A.5 mostra que boa parte das gestantes são solteiras ou casadas, seguidas por aquelas que estão em uma união consensual.

Pouco mais da metade das gestantes indicou que trabalha fora de casa (Tabela A.6), sendo dona de casa, estudante e atendente as ocupações/profissões mais frequentes (Tabela A.7). Das 357 gestantes, 186 ganham de 1 a 3 salários mínimos mensalmente e apenas 1% das gestantes ganham entre 5 e 10 salários mínimos. 73 gestantes não informaram ou não quiseram informar sua renda mensal (Tabela A.8).

- **Variáveis de saúde da gestante:**

Na Tabela A.9, verifica-se que a maioria das gestantes não sofreram abortos anteriormente. Já o uso de bebidas alcóolicas foi relatado por 11% delas (Tabela A.10). O uso de drogas ilícitas antes da atual gestação foi informado por 31 gestantes (Tabela A.11), enquanto que o uso durante a gestação foi notificado por 5 (Tabela A.12).

Quanto ao uso de tabaco antes da atual gestação, 124 gestantes informaram que tinham esse hábito (Tabela A.13), já 49 delas disseram que fumaram durante a gestação (Tabela A.14). Referente à prática de exercícios físicos, 80% das grávidas relataram não praticar exercícios com regularidade (Tabela A.15).

Das 357 gestantes, 165 disseram que são primigestas, isto é, estão grávidas pela primeira vez e 103 gestantes informaram já terem gestado uma vez anteriormente, sendo esta sua segunda gestação. As outras 89 gestantes estão na terceira, quarta ou quinta gestação (Tabela A.16).

Quanto ao número de partos, 175 gestantes disseram serem nulíparas, isto é, não terem passado por parto anteriormente. Já 114 delas passaram por um parto. As outras 68 passaram por dois, três, quatro ou cinco partos anteriormente (Tabela A.17).

O estado nutricional pré-gestacional foi determinado de acordo com as recomendações do *Institute of Medicine* (2009), o qual indica que tal classificação deve ser baseada no IMC pré-gestacional (Tabela A.18). Dessa maneira, das 357 gestantes, 12 entraram no estudo com baixo peso; 193 iniciaram o estudo com peso adequado; 87 iniciaram com sobrepeso; 55 iniciaram obesas e 10 gestantes não tiveram o seu estado nutricional pré-gestacional classificado, uma vez que não informaram seu peso pré-gestacional (Tabela A.19). A Tabela A.20 apresenta a frequência das gestantes segundo seus estados nutricionais no 1º trimestre gestacional, baseado nos seus IMCs naquele trimestre.

- **Variáveis de saúde gestacional:**

Partindo para as condições associadas à gestação, observou-se que 57% das gestantes não apresentaram diabetes gestacional (Tabela A.21). Quanto à presença de infecções durante a gestação, 47% delas não apresentaram infecção urinária e 48% não tiveram infecção vaginal (Tabelas A.22 e A.23). Além disso, 55% das grávidas não apresentaram outras doenças e nem pré-eclâmpsia durante a gestação (Tabelas A.24 e A.25). É importante chamar a atenção para o fato de que, em todas as variáveis deste parágrafo, há 149 gestantes (42% do total) com os dados de condições associadas à gestação não informadas no banco de dados. Essas ocorrências foram repassadas para a pesquisadora responsável, a qual foi alertada sobre a falta dessas informações.

Na Tabela A.26, é possível observar que, de modo geral, as gestantes ganharam peso no decorrer da gestação (com exceção do peso mínimo no 1º trimestre gestacional, o qual é menor que o peso mínimo pré-gestacional). O mesmo comentário se estende para os IMCs observados durante a gestação, com a ressalva de que neste caso todas as medidas descritivas sofreram aumento com o decorrer da gravidez (Tabela A.27). É importante notar que, durante o parto, 198 gestantes não tiveram o peso medido, impossibilitando também o cálculo do IMC naquele momento.

As medidas-resumo para os ganhos de pesos trimestrais e total podem ser vistas nas Tabelas A.28 a A.30. As medidas negativas indicam que houve algumas perdas de peso durante a gestação.

As frequências dos ganhos de peso durante a gestação segundo o estado nutricional pré-gestacional podem ser consultadas na Tabela A.31. Um resumo desses resultados é apresentado na Tabela A.32, na qual se observa que a maioria das gestantes tiveram um ganho de peso insuficiente durante a gestação.

- **Variáveis do parto:**

Quanto ao tipo de parto, em 150 gestantes foi realizado o parto normal, seguido por 146 gestantes que passaram por cesariana, 25 gestantes realizaram o parto do tipo fórceps e as outras gestantes não tiveram o tipo de parto informado (Tabela A.33).

- **Variáveis de qualidade do ar:**

Em relação às concentrações de NO_2 , a Tabela A.34 evidencia que as maiores concentrações foram observadas no primeiro trimestre gestacional e as menores foram detectadas no segundo trimestre gestacional. A Tabela A.35 apresenta as medidas descritivas para as concentrações trimestrais de O_3 , com medidas-resumo que pouco mudam entre os trimestres. Nas duas variáveis, em todos os trimestres, cerca de 6% das gestantes não tiveram os dados coletados.

- **Variáveis do bebê:**

Dos 357 recém-nascidos, 189 são do sexo feminino e 167 são do sexo masculino. Apenas 1 bebê não teve o seu sexo informado (Tabela A.36). Quanto ao comprimento dos neonatos, na Tabela A.37 verifica-se que essa medida varia entre 41,0 e 54,0 centímetros, com comprimento médio de 48,3 centímetros. Referente ao perímetro cefálico, a Tabela A.38 mostra que essa medida variou entre 30,0 e 38,0 centímetros e, para essa variável, 91 bebês não tiveram o perímetro medido.

Do conjunto de 357 recém-nascidos, 268 nasceram a termo, isto é, na idade gestacional esperada. Já 24 bebês são considerados pré-termo, uma vez que nasceram antes de completadas 37 semanas de gestação. Por outro lado, 5 bebês nasceram após 42 semanas gestacionais, sendo, pois, pós-termo. Observou-se, também, 60 bebês que não tiveram a idade gestacional estimada pelo método de

Capurro, o que não permitiu a classificação deles segundo a idade gestacional estimada no parto (Tabela A.39).

Quanto ao peso dos neonatos, na Tabela A.40 nota-se que essa medida variou entre 1,54 e 4,65 kg, com metade dos bebês com peso de até 3,25 kg. O 3º quartil indica que 75% dos bebês nasceram com até 3,49 kg.

As frequências do peso do recém-nascido, segundo o estado nutricional pré-gestacional estão dispostas na Tabela A.41.

Em relação à condição de peso ao nascer nota-se, na Tabela A.42, que 338 bebês nasceram com peso adequado, enquanto 16 bebês nasceram com baixo peso, isto é, com menos de 2,5 kg. Apenas 3 bebês nasceram com peso acima de 4,0 kg.

3.1.2. Estudo da homogeneidade dos pesos

Após o panorama da amostra dado na subseção anterior, avaliou-se a relação entre as variáveis discretas e o peso do bebê através de *boxplots*.

Como exemplo, na Figura 1, são apresentados os *boxplots* do peso do recém-nascido, estratificados pela região de origem da mãe. Observa-se que a região de origem da mãe parece ter pouca influência no peso do bebê, uma vez que as duas caixas na figura são semelhantes e ocupam posições semelhantes no eixo y. Os losangos cinzas presentes no interior das caixas representam os pesos médios dos recém-nascidos que, nesse caso, são semelhantes nos dois grupos. Além disso, nota-se a presença de observações atípicas nos dois grupos, representadas pelos pontos circulares nos gráficos.

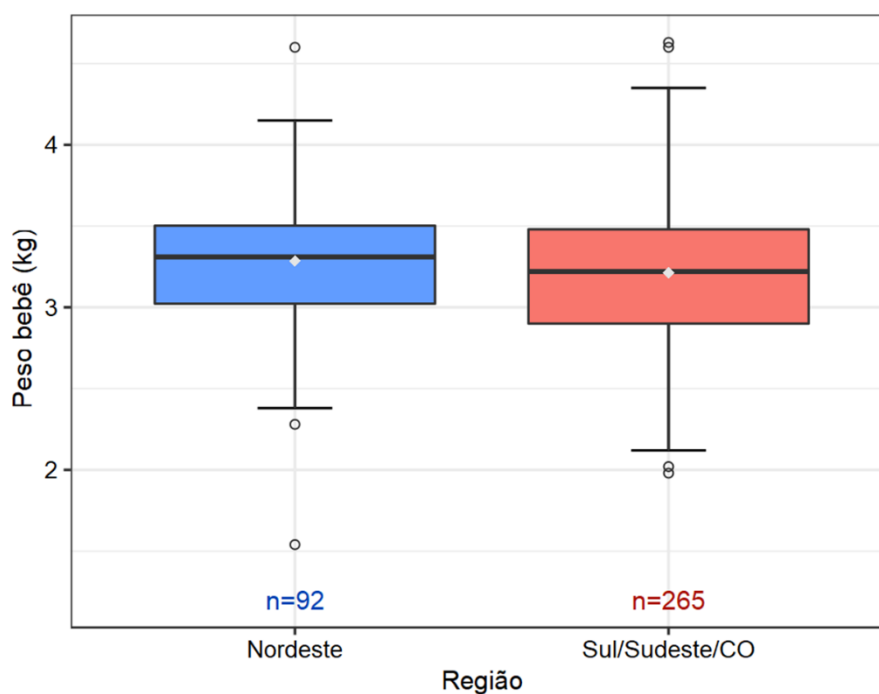


Figura 1: *Boxplots* do peso do recém-nascido, estratificado pela região de origem da mãe.

As Figuras 1 e B.2 a B.5 sugerem que os fatores sociodemográficos têm pouca influência no peso do bebê. A exceção é a escolaridade (Figura B.2), para a qual verifica-se medidas aparentemente maiores para o peso dos recém-nascidos, nas 15 mães com ensino superior completo.

Levando-se em conta as categorias de estado nutricional da mãe de acordo com o IMC pré-gestacional (Tabela A.18), o *boxplot* na Figura B.6 sugere menores quartis para as 12 mães com baixo peso pré-gravídico, mas a média fica em patamar semelhante à das outras classificações de estado pré-nutricional.

Conforme a Figura B.7, mães que já sofreram aborto parecem não ter dado à luz bebês com peso menor, quando comparadas àquelas que nunca tiveram uma gravidez interrompida.

As Figuras B.8 a B.12 indicam níveis ligeiramente menores para o peso do bebê entre gestantes que bebem, já fumaram ou usaram drogas em determinado momento da vida e uma diferença maior para as mães que consumiram cigarros durante a gestação. As cinco mães que consumiram drogas ilícitas durante a gestação

partejaram bebês com peso menor (Figura B.12). Aquelas que praticam exercícios tiveram bebês ligeiramente mais pesados (Figura B.13).

A Figura B.14 mostra que bebês do sexo masculino tiveram peso ao nascer um pouco maior que os do sexo feminino.

A fim de obter uma análise mais detalhada sobre a relação de mais de um fator com a variável resposta, foram produzidos *boxplots* cruzando entre si os fatores relacionados aos hábitos de saúde da mãe (consumo de cigarro antes e durante a gestação, consumo de bebidas, consumo de drogas antes da gestação e prática de exercícios). Também foram gerados *boxplots* cruzando esses fatores com escolaridade, renda e ocorrência de aborto anterior.

Por exemplo, na Figura 2, observa-se que o fato de a mãe já ter fumado antes da atual gestação resulta em bebês com menor peso entre aquelas que têm até o ensino médio incompleto.

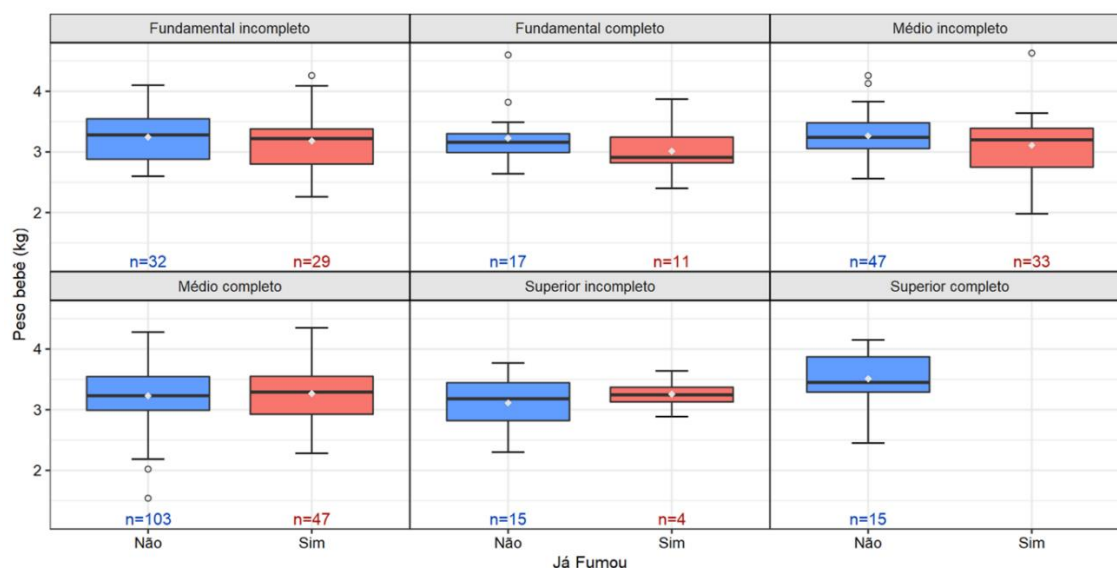


Figura 2: *Boxplots* do peso do recém-nascido, estratificado pela escolaridade da mãe e seu hábito de fumo anterior a atual gestação. Os *boxplots* azuis indicam as mães que não fumaram antes da gestação e os vermelhos indicam as mães que fumaram antes da atual gestação.

Nas Figuras 2, B. 15 e B.16, observa-se que, para a maior parte dos fatores considerados, o hábito de fumar antes da gestação parece resultar em recém-nascidos com peso menor. Esse resultado parece ser um pouco mais acentuado quando o consumo de cigarros ocorre durante a gestação (Figuras B.17 a B.19).

Não se observa, nas Figuras B.20 a B.22, um efeito claro do consumo de bebida alcoólica quando associado a outros fatores sobre o peso ao nascer, exceto nos casos já mencionados de consumo de cigarros.

O consumo de drogas ilícitas anterior à gestação, que se vê como fator considerado nas Figuras B.23 a B.25, também não produz sugestões consistentes de efeito no peso do neonato.

Devido à baixa quantidade de mães que declaram usar drogas durante a gestação, não serão produzidas análises para tal fator.

Por fim, as Figuras B.26 a B.28 sugerem que a prática de exercícios físicos, mesmo quando em associação com outros fatores, leva a um ligeiro aumento no peso dos bebês.

3.1.3. Gráficos de dispersão: poluição

Por meio de gráficos de dispersão serão discutidas as relações entre as medidas de poluição e o peso do recém-nascido. Nesta análise, os gráficos estão acrescidos de uma reta de regressão simples, que permite analisar visualmente a ocorrência de tendência de crescimento ou decrescimento do peso do bebê à medida em que os níveis de exposição aos poluentes aumentam.

Na Figura B.29, a reta de regressão ajustada para a concentração de ozônio (O_3) no 1º trimestre gestacional sugere uma leve redução no peso dos bebês, com a maior exposição a esse poluente ocorrendo neste trimestre. Nota-se, também, um leve aumento no peso dos bebês com a exposição ao dióxido de nitrogênio (NO_2) no segundo trimestre da gravidez, com esse leve aumento no peso ocorrendo também com a exposição das gestantes ao ozônio nos dois últimos trimestres.

Prossegue-se com a análise da interação da exposição aos poluentes com os fatores de saúde considerados previamente. Isso será discutido por meio de duas retas de regressão, uma para cada conjunto de observações, separadas pelo fator em questão.

Como exemplo das análises que serão delineadas nos parágrafos seguintes nota-se, na Figura 3, que parece não haver efeito de interação entre o hábito de fumar antes da gestação com a exposição ao NO_2 , em nenhum dos trimestres gestacionais, uma vez que as duas retas ficam próximas. Fica sugerido, nesta figura, que o fumo resulta em peso ao nascer um pouco menor, uma vez que a reta vermelha (para mães que já fumaram) fica um pouco abaixo da reta azul (para mães que nunca fumaram). Uma interação maior com o O_3 fica sugerida, sobretudo no primeiro trimestre, já que as retas se cruzam. A exposição crescente a esse poluente indica uma redução no peso do bebê para mães que já fumaram.

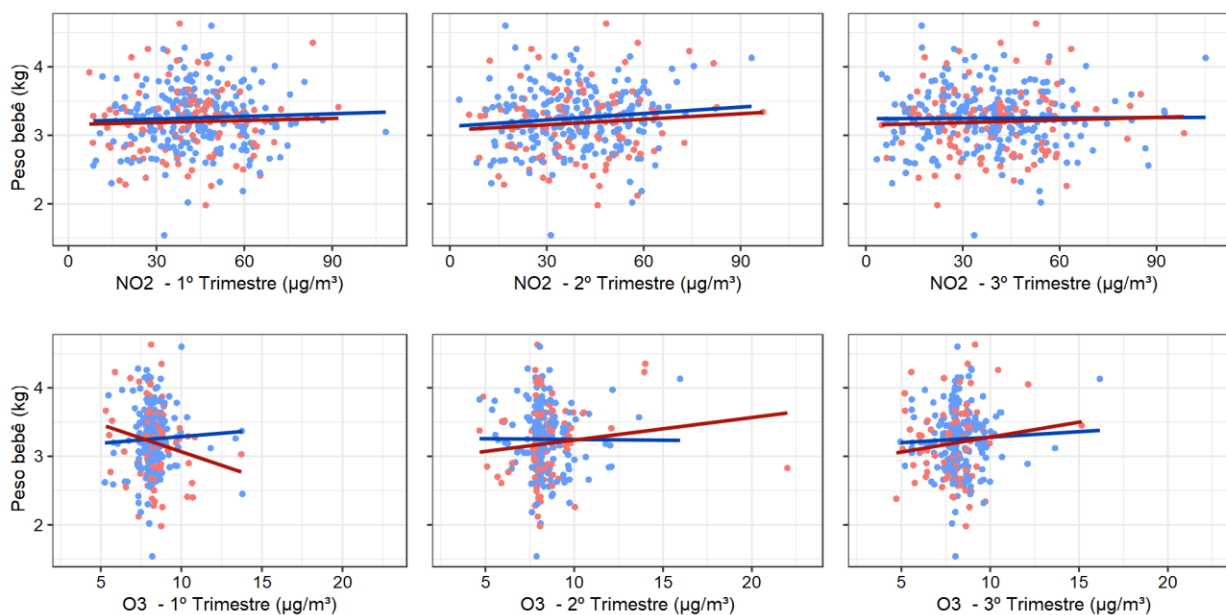


Figura 3: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados por medidas de concentração de poluentes e hábito de fumo da mãe antes da atual gestação. A reta vermelha indica o ajuste da regressão linear realizado para mães que já fumaram, a azul indica o ajuste realizado para mães que nunca fumaram.

Mães que fumaram durante a gestação deram à luz a bebês de menor peso ao longo dos trimestres, para vários níveis de exposição aos poluentes (Figura B.30).

A Figura B.31 sugere interpretações diferentes para a interação entre o consumo de álcool e os poluentes analisados: maior peso ao nascer, quando o consumo de álcool está associado com maior exposição ao NO_2 e menor peso ao nascer, quando o consumo de álcool está associado à maior exposição ao O_3 .

A Figura B.32 indica que a relação entre o consumo de drogas, para gestantes expostas aos poluentes, e o peso do recém-nascido não é clara. Há um ligeiro aumento de peso ao nascer para a associação entre o consumo de drogas com o NO_2 . Por outro lado, o peso ao nascer é menor para os bebês das gestantes (no segundo trimestre gestacional) expostas à maior concentração de O_3 .

A prática de exercícios parece estar relacionada com maior peso do recém-nascido, para os diversos níveis de exposição a poluentes, exceto para as grávidas no segundo trimestre gestacional e expostas ao ozônio (Figura B.33).

3.1.4. Gráficos de dispersão: ganho de peso da mãe

Repete-se nesta seção a técnica de gráficos de dispersão com retas de regressão da seção anterior, desta vez estudando a relação entre o ganho de peso da mãe e o peso do bebê. Para isso, considera-se a variação semanal do peso da genitora no intervalo entre os trimestres consecutivos e, também, no intervalo entre o primeiro e o terceiro trimestre da gravidez.

Na Figura B.34 observa-se que maiores ganhos de peso semanal são acompanhados de maiores pesos ao nascer. Essa relação se verifica para os diferentes níveis de classificação do estado nutricional da gestante segundo seu IMC.

Nas Figuras B.35 a B.40 nota-se que a relação entre o maior ganho de peso da mãe durante a gestação e o maior peso ao nascer ocorre na maior parte dos níveis dos fatores de saúde da mãe (fumo antes da gestação, fumo durante a gestação, consumo de bebidas, uso de drogas antes da gestação e aborto anterior). Para mães que

declararam fumar durante a gravidez, a relação entre o seu ganho de peso durante a gestação e o peso de seu recém-nascido aparenta ser mais acentuada (Figura B.36)

Considerando a prática de exercícios físicos (Figura B.40), as retas de regressão indicam que o peso do bebê se mantém no mesmo patamar para aquelas gestantes que se exercitam, independentemente do ganho de peso que elas tiveram em qualquer um dos trimestres.

Resultados semelhantes aos expostos nos parágrafos anteriores desta seção verificam-se quando a análise leva em conta a taxa de ganho de peso semanal, isto é, o percentual de ganho de peso semanal da gestante em relação ao seu peso no 1º trimestre gestacional (Figuras B.41 a B.47). Nesta análise, vê-se também que mães que não bebem e não fumam têm bebês com peso no mesmo nível, independentemente do ganho de peso que elas tiveram em qualquer um dos trimestres.

3.1.5. Gráficos de dispersão: outros fatores

Nesta seção será avaliada, de maneira análoga à das seções anteriores, a relação entre o peso do neonato e algumas características da mãe (altura e idade no parto), da gestação (capurro, isto é, a idade gestacional estimada no parto por meio do método de Capurro) e da criança (comprimento e perímetro cefálico).

Nas Figuras B.48 e B.49, verifica-se correlação mais forte entre o peso do neonato e sua idade gestacional estimada no parto (capurro), além de correlação do peso com as medidas antropométricas da criança (comprimento e perímetro cefálico). A Figura B.50 sugere, também, um ligeiro aumento no peso do bebê com a maior estatura da mãe.

Quando se leva em conta a associação com os hábitos de saúde da gestante, nota-se, na Figura B.50, que as mães que já fumaram deram à luz a bebês um pouco mais leves, mesmo quando analisa-se este hábito em associação com outros fatores.

Esse efeito sobre o peso dos bebês é mais evidente para mães que fumaram durante a gestação (Figura B.51).

De acordo com a Figura B.52, o consumo de álcool aparenta estar relacionado com menor peso do bebê para mães mais altas e mais velhas.

Não fica claro se o uso de drogas, em algum momento da vida da mãe, prévio à gestação, se relaciona com os fatores considerados (Figura B.53).

Por fim, na Figura B.54 verifica-se que mães que praticam exercícios tiveram bebês ligeiramente mais pesados.

4. Análise inferencial

Parte-se agora para a análise inferencial dos dados. Nesta análise será proposto um modelo que explique o peso ao nascer por meio de um conjunto de variáveis explicativas. As técnicas que serão vistas nesta seção podem ser consultadas com maiores detalhes em Kutner *et al.* (2004), van Burren (2012) e Paula (2013).

4.1. Subconjunto de variáveis explicativas

Dada a grande quantidade de variáveis presentes no conjunto de dados foi solicitado para a pesquisadora responsável que definisse um subconjunto de variáveis explicativas que fossem relevantes para o seu estudo, além de serem de seu interesse. Assim, para as técnicas que serão empregadas no estudo inferencial, foram consideradas as seguintes variáveis: escolaridade, estado civil, trabalho fora/formal, aborto anterior, bebida, droga (uso anterior), exercício físico, fumo (uso anterior), primípara, classificação do ganho de peso no 2º trimestre, classificação do ganho de peso no 3º trimestre, diabetes gestacional, droga (durante a gestação), fumo (durante a gestação), infecção urinária, infecção vaginal, pré-eclâmpsia, idade no parto, NO₂ no 1º

trimestre, NO₂ no 2º trimestre, NO₂ no 3º trimestre, O₃ no 1º trimestre, O₃ no 2º trimestre, O₃ no 3º trimestre, capurro, sexo do recém-nascido e peso de nascimento do bebê.

4.2. Imputação e reamostragem

A fim de reduzir o problema de dados faltantes apresentado na amostra, além de proporcionar melhores condições para a obtenção de um modelo de regressão, foram imputados, para a variável capurro, valores simulados numa reamostragem *bootstrap*, pelo método de médias preditivas. O processo de reamostragem visa calcular estimativas para a variável capurro a partir de repetidas amostragens da amostra original. Para obtenção dos valores simulados para a variável capurro foram usadas como preditoras todas as outras variáveis definidas na subseção anterior, visando a preservação das relações entre o capurro e estas variáveis. Detalhes sobre a técnica de reamostragem *bootstrap* podem ser vistos em van Burren (2012).

4.3. Seleção de variáveis

Para a seleção das variáveis que farão parte do modelo final foram usados dois métodos: o método *backward* e o de Akaike.

No método *backward* inicialmente é ajustado o modelo completo, isto é, o modelo com todas as variáveis explicativas presentes nos dados (considerando que o peso de nascimento do bebê é a variável resposta). Após o ajuste, a variável cujo coeficiente ajustado possui o maior valor-p é eliminada. É então realizado um novo ajuste com as variáveis restantes, eliminando, após o novo ajuste, a variável com maior valor-p. Esse processo se repete até que todos os coeficientes restantes no modelo tenham níveis de significância (valores-p) inferiores a 5%.

No método de Akaike a variável que sai do modelo é aquela que, quando removida, leva a um modelo com menor valor para o Critério da Informação de Akaike (AIC). O processo de remoção de variáveis para no momento em que o menor AIC ocorre quando nenhuma variável é removida do modelo. O AIC é calculado por:

$$AIC = D^*(y; \hat{\mu}) + 2p ,$$

em que $D^*(y; \hat{\mu})$ denota o desvio do modelo e p é o número de variáveis explicativas (Paula, 2013).

4.4. Modelo Linear Generalizado

Para a modelagem do peso ao nascer fez-se o ajuste de um Modelo Linear Generalizado (MLG), considerando essa variável com distribuição Gama. Os MLGs são uma extensão dos modelos de regressão simples e múltipla. Detalhes sobre os MLGs podem ser encontrados em Paula (2013).

No ajuste foram levadas em conta as interações entre variáveis que seriam de interesse prático para a pesquisadora. Também se optou por centralizar as variáveis de concentração de poluentes atmosféricos, para auxiliar nas interpretações que serão dadas nas subseções seguintes.

4.4.1. Modelo ajustado

Após o uso das técnicas apresentadas nas Seções 4.1 e 4.2 chegou-se ao MLG que considera as variáveis apresentadas na primeira coluna da Tabela A.43 como importantes para explicar o peso ao nascer. No método *backward*, optou-se por não remover a variável sexo, apesar de seu valor-p de 6%.

A relação funcional entre o peso médio ao nascer e essas variáveis pode ser descrita por meio da seguinte fórmula:

$$\lambda = \log(\mu) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 (X_5 - \bar{X}_5) + \beta_6 (X_6 - \bar{X}_6) \\ + \beta_7 X_2 (X_5 - \bar{X}_5) + \beta_8 X_2 (X_6 - \bar{X}_6)$$

sendo λ igual ao logaritmo do peso médio ao nascer (μ) e as variáveis X_1 : primípara (igual a 0 se não e igual a 1 se sim), X_2 : fuma atualmente (igual a 0 se não e igual a 1 se sim), X_3 : capurro (em semanas), X_4 : sexo do bebê (igual a 0 se masculino e igual a 1 se feminino), X_5 : concentração de NO₂ no 2º trimestre (em $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e X_6 : concentração de NO₂ no 3º trimestre (em $\mu\text{g}/\text{m}^3$). $\bar{X}_5$ indica a concentração média de NO₂ no 2º trimestre (em $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e $\bar{X}_6$ indica a concentração média de NO₂ no 3º trimestre (em $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Os β 's são os coeficientes associados às variáveis, sendo β_0 o coeficiente do modelo em que todas as variáveis são nulas e β_7 e β_8 os coeficientes associados às interações.

Na Tabela A.43 estão as estimativas dos coeficientes do modelo ajustado. Nota-se que mães primíparas dão luz à bebês com menores pesos, uma vez que a estimativa é negativa. Além disso bebês do sexo feminino nascem com peso ligeiramente menor quando comparados com bebês do sexo masculino. Vê-se também que quanto maior o capurro (idade gestacional estimada no parto) maior é o peso ao nascer. Com relação ao uso de tabaco durante a gestação e às concentrações de poluentes atmosféricos, como foi incluída interação entre esses fatores, a interpretação das estimativas deve ser feita com um pouco mais de cuidado. Ainda nesta seção serão discutidas essas interações.

O modelo ajustado permite também prever o peso do bebê ao nascer, com base nos valores observados das variáveis. Por exemplo, considerando-se que a gestante é primípara ($X_1 = 1$), que fumou durante a gestação ($X_2 = 1$), que a idade gestacional estimada no parto (capurro) foi de 39 semanas ($X_3 = 39$), que o bebê é do sexo masculino ($X_4 = 0$), que a concentração de NO₂ no 2º trimestre gestacional superou a concentração média desse poluente no 2º trimestre em $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ou seja, que $X_5 - \bar{X}_5 = 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e que a concentração de NO₂ no 3º trimestre gestacional

superou a concentração média desse poluente no 3º trimestre em $15 \mu g/m^3$, ou seja, que $X_6 - \bar{X}_6 = 15 \mu g/m^3$, teremos:

$$\hat{\lambda} = \log(\hat{\mu}) = -0,634 - 0,043 - 0,081 + 0,048 * (39) + 0,001 * (15) - 0,001 * (15) - 0,004 * (15) + 0,003 * (15) .$$

Realizando o cálculo chega-se em $\hat{\lambda} = 1,099$. Assim, lembrando que o modelo usa a ligação logarítmica, é possível recuperar o peso ao nascer predito exponenciando $\hat{\lambda}$:

$$\hat{\mu} = e^{\hat{\lambda}} = e^{1,099} = 3,00 \text{ kg} .$$

Portanto o peso ao nascer predito para o bebê da gestante com as características acima é de 3,00 kg.

A seguir serão dadas algumas interpretações que podem ser obtidas com auxílio do modelo proposto nesta seção.

- **Avaliação de pacientes primíparas e não primíparas**

Considerando a gestante primípara ($X_1 = 1$), o peso ao nascer esperado é dado por:

$$\lambda_p = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 (X_5 - \bar{X}_5) + \beta_6 (X_6 - \bar{X}_6) + \beta_7 X_2 (X_5 - \bar{X}_5) + \beta_8 X_2 (X_6 - \bar{X}_6) .$$

Por outro lado, para a gestante não primípara ($X_1 = 0$), o peso ao nascer esperado é dado por:

$$\lambda_{np} = \beta_0 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 (X_5 - \bar{X}_5) + \beta_6 (X_6 - \bar{X}_6) + \beta_7 X_2 (X_5 - \bar{X}_5) + \beta_8 X_2 (X_6 - \bar{X}_6) .$$

Assim, temos que:

$$\hat{\mu}_p = e^{\hat{\lambda}_p} \quad \text{e} \quad \hat{\mu}_{np} = e^{\hat{\lambda}_{np}} .$$

Pode-se calcular a razão entre primípara e não primípara, considerando-se fixadas as variáveis X_2 , X_3 , X_4 , X_5 e X_6 . Deste modo, tem-se:

$$\eta = \frac{\mu_p}{\mu_{np}} = e^{\beta_1} .$$

Considerando-se o valor estimado de β_1 , dado na Tabela A.43, tem-se:

$$\hat{\eta} = \frac{\hat{\mu}_p}{\hat{\mu}_{np}} = e^{-0,042} = 0,96 .$$

Assim, é esperado peso ao nascer 4% menor para os bebês nascidos de mães primíparas do que os nascidos de mães não primíparas, quando mantidas constantes as outras variáveis do modelo. O Intervalo com coeficiente de confiança de 95% para o peso ao nascer é dado por: $[-6,8\% ; -1,5\%]$.

- **Avaliação de pacientes que fumaram durante a gestação ($X_2 = 1$) e apresentaram níveis de NO_2 na média**

Realizando um raciocínio análogo àquele feito para se chegar na fórmula de λ , tem-se:

$$\eta = e^{\beta_2 + \beta_7(X_5 - \bar{X}_5) + \beta_8(X_6 - \bar{X}_6)} = e^{\beta_2 + \beta_7 * (0) + \beta_8 * (0)} = e^{\beta_2} .$$

Considerando-se o valor estimado de β_2 , dado na Tabela A.43, tem-se:

$$\hat{\eta} = e^{-0,081} = 0,922 .$$

Assim, é esperado peso ao nascer 7,8% menor para os bebês nascidos de mães que fumaram durante a gestação do que os bebês nascidos de mães que não

fumaram. O Intervalo com coeficiente de confiança de 95% para o peso ao nascer é dado por: $[-11,4\% ; -4,1\%]$.

- **Avaliação de pacientes que não fumaram durante a gestação ($X_2 = 0$) e apresentaram nível de NO_2 no 2º trimestre igual a $54,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($X_5 = 54,5$)**

Neste caso, tem-se:

$$\eta = e^{\beta_5(X_5 - \bar{X}_5)} .$$

Considerando-se o valor estimado de β_5 , dado na Tabela A.43, tem-se:

$$\hat{\eta} = e^{0,001 * (15)} = 1,021 .$$

Assim, é esperado peso ao nascer 2,1% maior para os bebês de mães que não fumaram durante a gestação e estiveram expostas a 15 unidades de NO_2 a mais do que a concentração média de NO_2 no 2º trimestre de gestação do que os nascidos de mães que fumaram e estiveram expostas à concentração média de NO_2 no 2º trimestre de gestação. O Intervalo com coeficiente de confiança de 95% para o peso ao nascer é dado por: $[0,6\% ; 3,6\%]$.

- **Avaliação de pacientes que fumaram durante a gestação ($X_2 = 1$) e apresentaram nível de NO_2 no 2º trimestre igual a $54,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($X_5 = 54,5$)**

Neste caso, tem-se:

$$\eta = e^{\beta_2 + (\beta_5 + \beta_7)(X_5 - \bar{X}_5)} .$$

Considerando os valores estimados de β_2 , β_5 e β_7 dados na Tabela A.43, tem-se:

$$\hat{\eta} = e^{-0,081 + (0,001 - 0,004) * (15)} = 0,89 \text{ .}$$

Assim, é esperado peso ao nascer 11% menor para os bebês de mães que fumaram durante a gestação e estiveram expostas a 15 unidades de NO_2 a mais do que a concentração média de NO_2 no 2º trimestre de gestação do que os nascidos de mães que não fumaram e estiveram expostas à concentração média de NO_2 no 2º trimestre de gestação. O Intervalo com coeficiente de confiança de 95% para o peso ao nascer é dado por: $[-16,1\% ; -5,8\%]$.

- **Avaliação de pacientes que não fumaram durante a gestação ($X_2 = 0$) e apresentaram nível de NO_2 no 3º trimestre igual a $52,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($X_5 = 52,8$)**

Neste caso, tem-se:

$$\eta = e^{\beta_6(X_6 - \bar{X}_6)} \text{ .}$$

Considerando-se o valor estimado de β_6 dado na Tabela A.43, tem-se:

$$\hat{\eta} = e^{-0,001 * (15)} = 0,983 \text{ .}$$

Assim, é esperado um peso ao nascer 1,7% menor para os bebês de mães que não fumaram durante a gestação e estiveram expostas a 15 unidades de NO_2 a mais do que a concentração média de NO_2 no 3º trimestre de gestação do que os nascidos de mães que fumaram e estiveram expostas à concentração média de NO_2 no 3º trimestre de gestação. O Intervalo com coeficiente de confiança de 95% para o peso ao nascer é dado por: $[-2,9\% ; -0,4\%]$.

- **Avaliação de pacientes que fumaram durante a gestação ($X_2 = 1$) e apresentaram nível de NO_2 no 3º trimestre igual a $52,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($X_5 = 52,8$)**

Neste caso, tem-se:

$$\eta = e^{\beta_2 + (\beta_6 + \beta_8) * (x_6 - \bar{x}_6)} .$$

Considerando-se os valores estimados de β_2 , β_6 e β_8 dados na Tabela A.43, tem-se:

$$\hat{\eta} = e^{-0,081 + (-0,001 - 0,003) * (15)} = 0,944.$$

Assim, é esperado um peso ao nascer 5,6% menor para os bebês de mães que fumaram durante a gestação e estiveram expostas a 15 unidades de NO_2 a mais do que a concentração média de NO_2 no 3º trimestre de gestação do que os nascidos de mães que não fumaram e estiveram expostas à concentração média de NO_2 no 3º trimestre de gestação. O Intervalo com coeficiente de confiança de 95% para o peso ao nascer é dado por: $[-10,4\% ; -0,8\%]$.

No Apêndice C é apresentada uma análise da adequação do Modelo Linear Generalizado ajustado aos dados. Essa análise teve por objetivo verificar se o modelo proposto apresenta algum desvio relevante para modelagem dos dados observados.

5. Conclusões

Em uma análise mais geral, com auxílio de técnicas descritivas, foi possível observar que:

- Parece existir associação entre o baixo peso observado em recém-nascidos com o uso de tabaco da mãe, seja antes ou durante a gestação. Tal associação acontece mesmo quando consideramos a interação do fumo com outros fatores considerados no estudo;
- Também é sugerida uma associação entre a idade gestacional e o peso do recém-nascido;
- Há uma indicação de que mães com baixo peso pré-gestacional dão à luz bebês com menor peso. Por outro lado, é sugerido que um maior ganho de peso durante a gestação resulta em neonatos com maior peso;
- Por fim, há uma indicação de que o consumo de bebida reduz o peso do bebê e a prática de exercícios físicos resulta em neonatos com maiores pesos ao nascer.

A partir de análises mais detalhadas, usando-se técnicas de análise estatística inferencial, constatou-se que:

- Quanto maior a idade gestacional estimada no parto, maior é o peso do recém-nascido (nível de significância $\alpha = 5\%$);
- Mulheres na primeira gestação dão à luz bebês com menor peso (nível de significância $\alpha = 5\%$);
- O uso de tabaco durante a gestação é um importante fator de risco para o peso do bebê. Além disso, nota-se também que a interação entre o hábito de fumar durante a gestação e a exposição ao NO_2 potencializa o efeito negativo no peso ao nascer. Em particular, gestantes no terceiro trimestre e expostas ao NO_2 dão à luz bebês com menor peso.

APÊNDICE A: TABELAS

Tabela A.1: Frequências das gestantes, segundo sua cor/raça.

Cor/raça	Frequência	%
Parda	170	48
Branca	138	39
Negra	48	12
Indígena	1	1
Total	357	100

Tabela A.2: Medidas-resumo para a variável “Idade da gestante”.

Idade da gestante (anos)					
Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo
14	21	26	26	30	42

Tabela A.3: Frequências das gestantes, segundo sua Unidade da Federação de nascimento.

Unidade da Federação	Frequência	%
SP	244	68
BA	45	13
PE	14	4
MG	12	3
PB	8	2
PI	6	2
PR	6	2
CE	5	1
MA	5	1
AL	4	1
RN	3	1
SE	2	1
GO	1	< 1
RJ	1	< 1
SC	1	< 1
Total	357	100

Tabela A.4: Frequências das gestantes, segundo sua escolaridade.

Escolaridade	Frequência	%
Ensino Fundamental Incompleto	61	17
Ensino Fundamental Completo	28	8
Ensino Médio Incompleto	82	23
Ensino Médio Completo	150	42
Ensino Superior Incompleto	19	5
Ensino Superior Completo	15	4
Não informado	2	1
Total	357	100

Tabela A.5: Frequências das gestantes, segundo seu estado civil.

Estado Civil	Frequência	%
Solteira	137	38
Casada	116	32
União Consensual	99	28
Separada	3	1
Viúva	1	< 1
Não informado	1	< 1
Total	357	100

Tabela A.6: Frequências das gestantes, segundo categorias da variável “Trabalha fora de casa?”.

Trabalha fora de casa?	Frequência	%
Não	183	51
Sim	174	49
Total	357	100

Tabela A.7: Frequências das gestantes, segundo sua ocupação/profissão.

Ocupação/profissão	Frequência	%
Dona de Casa	97	27
Estudante	25	7
Atendente	22	6
Empregada Doméstica	20	6
Desempregada	19	5
Auxiliar de Serviços Gerais	18	5
Vendedora	17	5
Auxiliar administrativo	16	4
Caixa	14	4
Cuidadora	8	2
Cabeleireira/Manicure	7	2
Cozinheira	6	2
Auxiliar	5	1
Cabeleireira	5	1
Recepcionista	5	1
Agente de Saúde	4	1
Autônoma	4	1
Professora	4	1
Secretária	4	1
Cobradora	2	1
Corretora	2	1
Costureira	2	1
Pensionista	2	1
Segurança	2	1
Auditora	1	< 1
Auxiliar de Professor	1	< 1
Coordenadora	1	< 1
Frentista	1	< 1
Repositora de estoque	1	< 1
Técnica de Enfermagem	1	< 1
Outro	18	5
Não informado	23	6
Total	357	100

Tabela A.8: Frequências das gestantes, segundo sua renda mensal.

Renda mensal	Frequência	%
Menos de ½ Salário Mínimo	3	1
Entre ½ e 1 Salário Mínimo	46	13
Entre 1 e 3 Salários Mínimos	186	52
Entre 3 e 5 Salários Mínimos	45	13
Entre 5 e 10 Salários Mínimos	4	1
Não informado	73	20
Total	357	100

Tabela A.9: Frequências das gestantes, segundo categorias da variável “Sofreu aborto(s) anterior(es)?”.

Sofreu aborto(s) anterior(es)?	Frequência	%
Não	283	79
Sim	72	20
Não informado	2	1
Total	357	100

Tabela A.10: Frequências das gestantes, segundo consumo de bebida alcoólica.

Consome bebida alcoólica?	Frequência	%
Não	315	88
Sim	41	11
Não informado	1	1
Total	357	100

Tabela A.11: Frequências das gestantes, segundo uso de drogas antes da atual gestação.

Usou drogas antes da atual gestação?	Frequência	%
Não	309	87
Sim	31	9
Não informado	17	4
Total	357	100

Tabela A.12: Frequências das gestantes, segundo o uso de drogas durante a gestação.

Usou drogas durante a gestação?	Frequência	%
Não	346	97
Sim	5	1
Não informado	6	2
Total	357	100

Tabela A.13: Frequências das gestantes, segundo uso de tabaco antes da atual gestação.

Fumou antes da atual gestação?	Frequência	%
Não	231	65
Sim	124	34
Não informado	2	1
Total	357	100

Tabela A.14: Frequências das gestantes, segundo uso de tabaco durante a gestação.

Fumou durante a gestação?	Frequência	%
Não	302	85
Sim	49	14
Não informado	6	1
Total	357	100

Tabela A.15: Frequências das gestantes, segundo prática de exercícios físicos.

Pratica exercícios físicos?	Frequência	%
Não	287	80
Sim	68	19
Não informado	2	1
Total	357	100

Tabela A.16: Frequências das gestantes, segundo número de gestações anteriores.

Número de gestações anteriores	Frequência	%
0	165	46
1	103	29
2	60	17
3	18	5
4	6	2
5	5	1
Total	357	100

Tabela A.17: Frequências das gestantes, segundo número de partos anteriores.

Número de partos anteriores	Frequência	%
0	175	49
1	114	32
2	48	13
3	12	3
4	5	2
5	3	1
Total	357	100

Tabela A.18: Ganho de peso recomendado de acordo com o IMC materno pré-gestacional.

Estado nutricional pré-gestacional	IMC pré-gestacional (kg/m ²)	Ganho de peso durante a gestação (kg)	Ganho de peso* por semana no 2º e 3º trimestres (kg)
Baixo peso	< 18,5	12,5 – 18,0	0,51
Peso adequado	18,5 – 24,9	11,5 – 16,0	0,42
Sobrepeso	25,0 – 29,9	7,0 – 11,5	0,28
Obesidade	≥ 30,0	5,0 – 9,0	0,22

* Assumindo que o ganho de peso no primeiro trimestre varia de 0,5 a 2,0 kg.

Fonte: *Institute of Medicine* (2009).

Tabela A.19: Frequências das gestantes, segundo estado nutricional pré-gestacional.

Estado nutricional pré-gestacional	Frequência	%
Baixo Peso	12	3
Peso adequado	192	54
Sobrepeso	88	25
Obesidade	55	15
Não informado	10	3
Total	357	100

Tabela A.20: Frequências das gestantes, segundo estado nutricional no 1º trimestre gestacional.

Estado nutricional no 1º trimestre gestacional	Frequência	%
Baixo Peso	8	2
Peso adequado	167	47
Sobrepeso	114	32
Obesidade	68	19
Total	357	100

Tabela A.21: Frequências das gestantes, segundo a variável “Apresentou diabetes durante a gestação?”.

Apresentou diabetes durante a gestação?	Frequência	%
Não	202	57
Sim	6	1
Não informado	149	42
Total	357	100

Tabela A.22: Frequências das gestantes, segundo a variável “Apresentou infecção urinária durante a gestação?”.

Apresentou infecção urinária durante a gestação?	Frequência	%
Não	168	47
Sim	40	11
Não informado	149	42
Total	357	100

Tabela A.23: Frequências das gestantes, segundo a variável “Apresentou infecção vaginal durante a gestação?”.

Apresentou infecção vaginal durante a gestação?	Frequência	%
Não	173	48
Sim	35	10
Não informado	149	42
Total	357	100

Tabela A.24: Frequências das gestantes, segundo a variável “Apresentou outras doenças durante a gestação?”.

Apresentou outras doenças durante a gestação?	Frequência	%
Não	195	55
Sim	13	3
Não informado	149	42
Total	357	100

Tabela A.25: Frequências das gestantes, segundo a variável “Apresentou pré-eclâmpsia durante a gestação?”.

Apresentou pré-eclâmpsia durante a gestação?	Frequência	%
Não	195	55
Sim	13	3
Não informado	149	42
Total	357	100

Tabela A.26: Medidas-resumo para as variáveis de Peso.

Peso da gestante (kg)	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Não informado
Pré-gestacional	41,0	55,0	62,0	64,7	70,5	115,0	10 gestantes
1º Trimestre	39,6	56,6	64,0	66,8	73,0	120,5	-
2º Trimestre	42,8	60,8	67,5	70,1	76,6	121,3	-
3º Trimestre	47,4	65,1	72,2	74,5	80,9	123,8	-
Parto	47,8	68,2	75,0	76,7	82,9	130,0	198 gestantes

Tabela A.27: Medidas-resumo para as variáveis de IMC.

IMC da gestante (kg/m ²)	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Não informado
Pré-gestacional	16,92	21,36	24,23	25,16	27,05	45,46	10 gestantes
1º Trimestre	17,44	22,12	25,06	25,97	28,39	45,14	-
2º Trimestre	18,87	23,35	26,50	27,29	29,45	46,23	-
3º Trimestre	20,81	25,32	28,19	29,01	31,27	47,86	-
Parto	21,45	26,37	29,24	30,01	32,63	51,39	198 gestantes

Tabela A.28: Medidas-resumo para o ganho de peso no 1º trimestre, segundo estado nutricional pré-gestacional.

Ganho de peso no 1º trimestre (kg)						
Estado nutricional pré-gestacional	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo
Baixo Peso	1,90	3,14	3,80	4,07	5,56	5,85
Peso adequado	-3,55	2,50	4,10	3,79	5,10	8,70
Sobrepeso	-4,50	1,88	3,35	3,19	4,47	9,45
Obesidade	-3,55	0,30	1,95	1,99	3,33	7,60

Tabela A.29: Medidas-resumo para o ganho de peso no 2º trimestre, segundo estado nutricional pré-gestacional.

Ganho de peso no 2º trimestre						
Estado nutricional pré-gestacional	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo
Baixo Peso	3,15	4,56	5,70	5,97	7,26	11,50
Peso adequado	-2,35	3,55	4,90	4,81	6,25	11,70
Sobrepeso	-3,90	2,07	4,10	4,14	5,80	12,00
Obesidade	-1,45	1,60	3,05	3,28	4,95	8,70

Tabela A.30: Medidas-resumo para o ganho de peso total, segundo estado nutricional pré-gestacional.

Estado nutricional pré-gestacional	Ganho de peso total					Máximo
	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	
Baixo Peso	6,05	7,94	10,80	10,00	11,40	15,20
Peso adequado	-5,90	6,75	8,70	8,60	10,60	15,30
Sobrepeso	-3,10	5,05	7,40	7,33	9,40	18,00
Obesidade	-3,15	2,30	4,40	5,27	7,95	14,10

Tabela A.31: Frequências do ganho de peso gestacional, segundo o estado nutricional pré-gestacional.

Estado nutricional pré-gestacional	Ganho de peso gestacional	Frequência	%
Baixo peso	Insuficiente	10	83
	Adequado	2	17
	Excessivo	-	-
	Total	12	100
Peso adequado	Insuficiente	135	70
	Adequado	48	25
	Excessivo	9	5
	Total	192	100
Sobrepeso	Insuficiente	39	44
	Adequado	37	42
	Excessivo	12	14
	Total	88	100
Obesidade	Insuficiente	29	53
	Adequado	15	27
	Excessivo	11	20
	Total	55	100
Não informado	Insuficiente	7	70
	Adequado	3	30
	Excessivo	-	-
	Total	10	100

Tabela A.32: Frequências das gestantes, segundo ganho de peso total.

Ganho de peso total	Frequência	%
Insuficiente	220	62
Adequado	105	29
Excessivo	32	9
Total	357	100

Tabela A.33: Frequências das gestantes, segundo o tipo de parto.

Tipo de parto	Frequência	%
Normal	150	42
Cesárea	146	41
Fórceps	25	7
Não informado	36	10
Total	357	100

Tabela A.34: Medidas-resumo para as concentrações de Dióxido de Nitrogênio (NO₂).

Concentração de NO₂ (µg/m³)	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Não informado
1º Trimestre	7,1	31,1	41,6	42,7	52,3	108,3	17 gestantes
2º Trimestre	2,9	27,3	39,2	39,5	51,7	69,9	23 gestantes
3º Trimestre	3,4	24,0	37,5	37,8	48,8	105,2	20 gestantes

Tabela A.35: Medidas-resumo para as concentrações de Ozônio (O₃).

Concentração de O₃ (µg/m³)	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Não informado
1º Trimestre	5,3	7,9	8,1	8,2	8,6	13,8	25 gestantes
2º Trimestre	4,7	7,9	8,1	8,3	8,6	22,0	29 gestantes
3º Trimestre	4,7	7,8	8,0	8,1	8,7	16,2	28 gestantes

Tabela A.36: Frequências dos recém-nascidos, segundo o sexo.

Sexo do recém-nascido	Frequência	%
Feminino	189	53
Masculino	167	46
Não informado	1	1
Total	357	100

Tabela A.37: Medidas-resumo para a variável “Comprimento do recém-nascido”.

Comprimento do recém-nascido (cm)						
Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Não informado
41,0	47,0	48,0	48,3	50,0	54,0	38 bebês

Tabela A.38: Medidas-resumo para a variável “Perímetro cefálico do recém-nascido”.

Perímetro cefálico do recém-nascido (cm)						
Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Não informado
30,0	34,0	34,0	34,3	35,0	38,0	91 bebês

Tabela A.39: Frequências dos recém-nascidos, segundo a idade gestacional no parto estimada por meio do método de Capurro.

Idade Gestacional* estimada no parto (semanas)	Frequência	%
Recém-nascido pré-termo	24	7
Recém-nascido a termo	268	75
Recém-nascido pós-termo	5	1
Não informado	60	17
Total	357	100

* ver Nota de Rodapé 2.

Tabela A.40: Medidas-resumo para a variável “Peso do recém-nascido”.

Peso do recém-nascido (kg)					
Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo
1,54	2,94	3,25	3,23	3,49	4,63

Tabela A.41: Frequências do peso do recém-nascido, segundo o estado nutricional pré-gestacional.

Estado nutricional pré-gestacional	Peso do recém-nascido	Frequência	%
Baixo peso	Baixo peso	-	-
	Adequado	12	100
	Macrossomia	-	-
	Total	12	100
Peso adequado	Baixo peso	9	5
	Adequado	183	95
	Macrossomia	-	-
	Total	192	100
Sobrepeso	Baixo peso	6	7
	Adequado	80	91
	Macrossomia	2	2
	Total	88	100
Obesidade	Baixo peso	1	2
	Adequado	53	96
	Macrossomia	1	2
	Total	55	100
Não informado	Baixo peso	-	-
	Adequado	10	100
	Macrossomia	-	-
	Total	10	100

Tabela A.42: Frequências dos recém-nascidos, segundo a condição de peso ao nascer.

Condição de peso ao nascer	Frequência	%
Baixo Peso	16	4
Adequado	338	95
Macrossomia	3	1
Total	357	100

Tabela A.43: Estimativas dos coeficientes para o Modelo Linear Generalizado ajustado para o peso ao nascer.

Variável	Estimativa	Erro padrão da estimativa	Valor-p
β_0 : Intercepto	-0,634	0,168	<0,001
β_1 : Primípara (Sim)	-0,043	0,014	0,003
β_2 : Fuma atualmente (Sim)	-0,081	0,020	<0,001
β_3 : Capurro	0,048	0,004	<0,001
β_4 : Sexo do bebê (Feminino)	-0,026	0,014	0,059
β_5 : NO ₂ (2º trimestre)	0,001	0,001	0,006
β_6 : NO ₂ (3º trimestre)	-0,001	0,001	0,011
β_7 : Fuma atualmente*NO ₂ (2º trimestre)	-0,004	0,001	0,007
β_8 : Fuma atualmente*NO ₂ (3º trimestre)	0,003	0,001	0,047

APÊNDICE B: FIGURAS

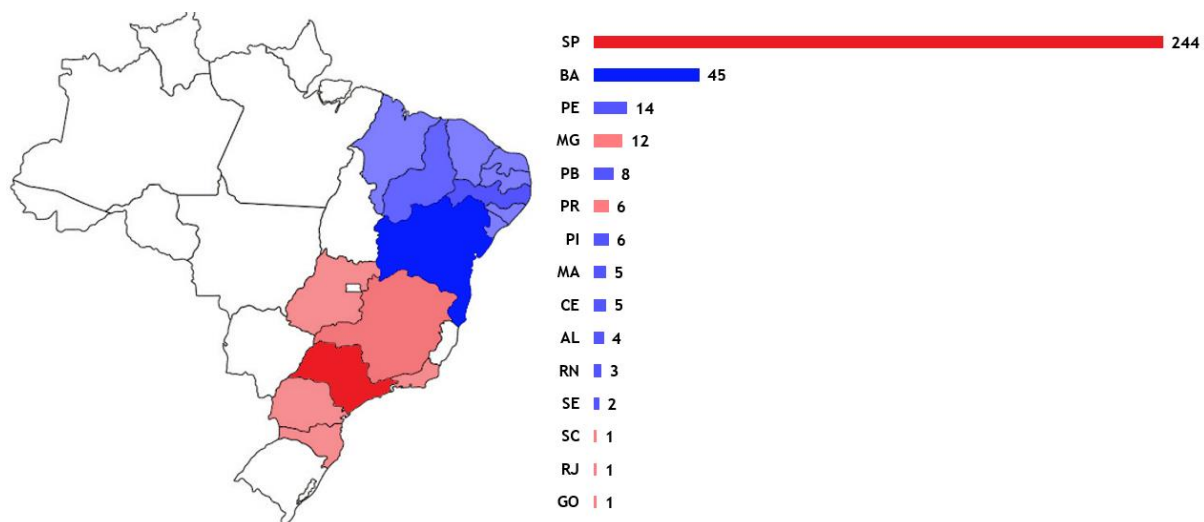


Figura B.1: Distribuição das gestantes, por UF.

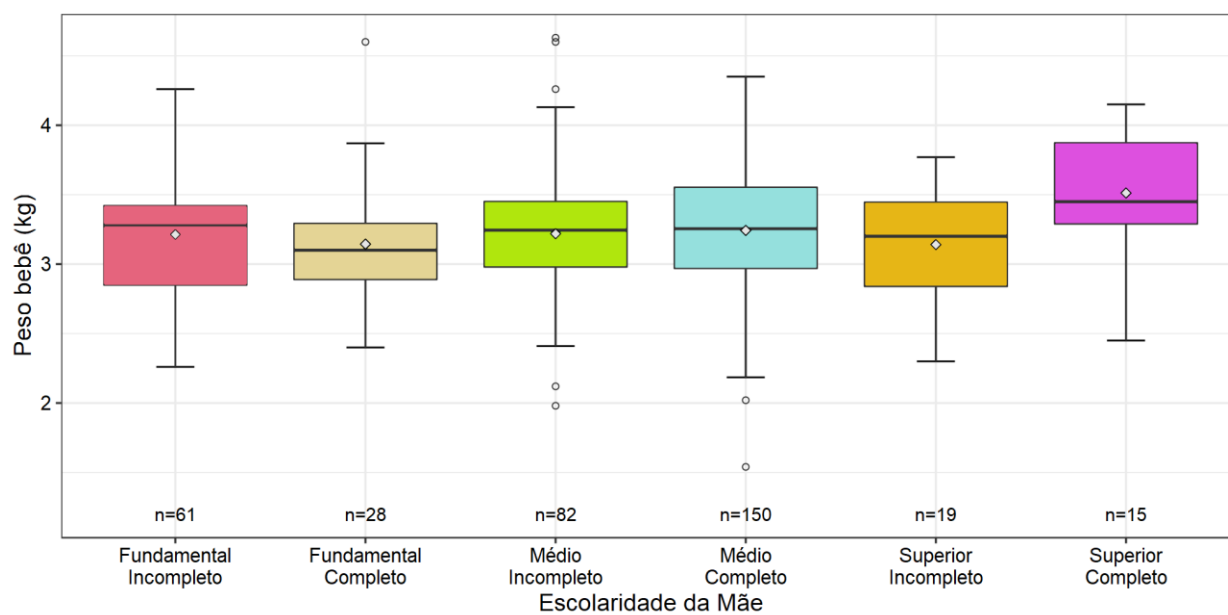


Figura B.2: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado pela escolaridade da mãe.

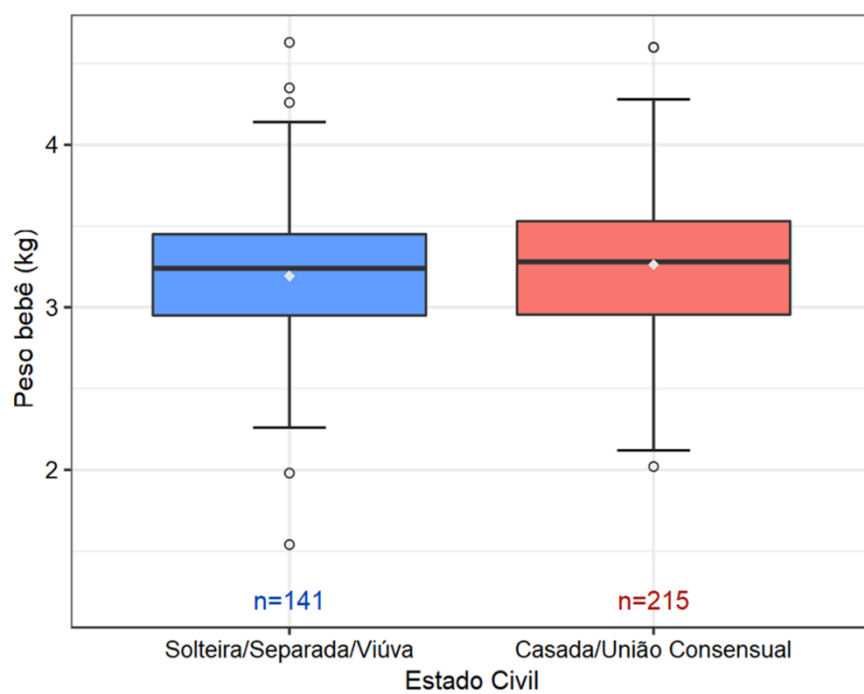


Figura B.3: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado pelo estado civil da mãe.

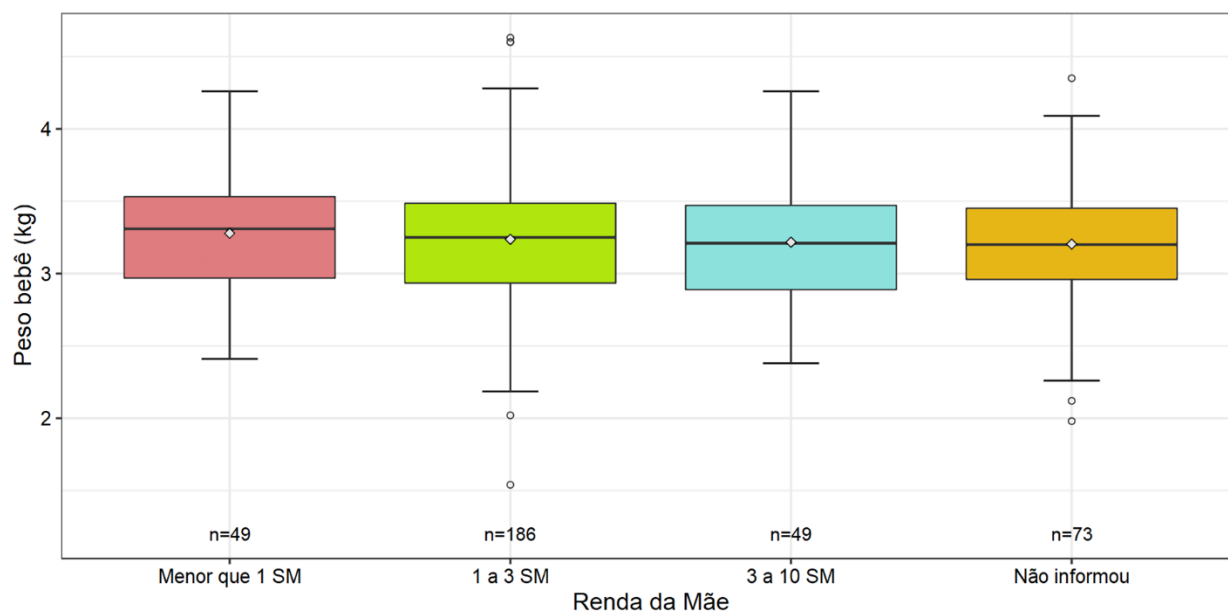


Figura B.4: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado pela renda mensal da mãe.

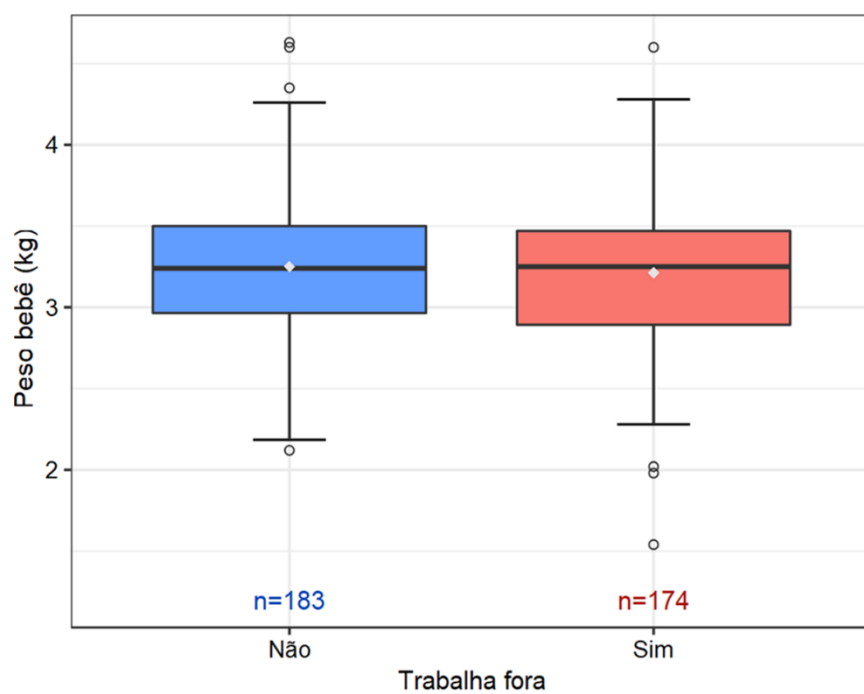


Figura B.5: *Boxplots* do peso do recém-nascido, estratificado pela variável “Trabalha fora de casa?”.

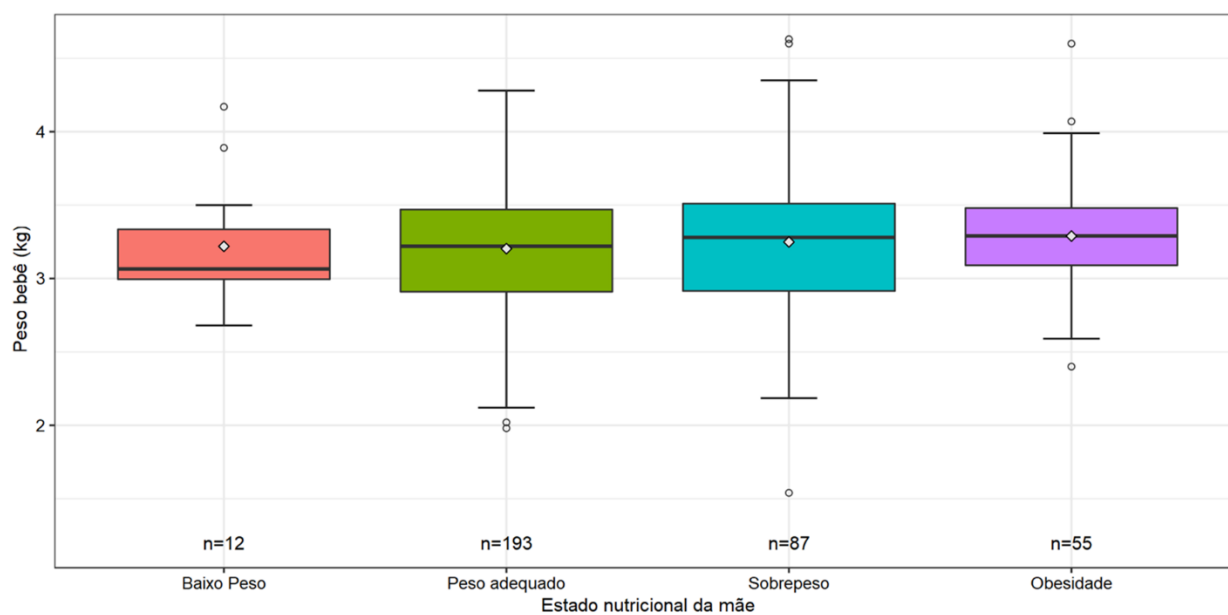


Figura B.6: *Boxplots* do peso do recém-nascido, estratificado pelo estado nutricional pré-gestacional da mãe.

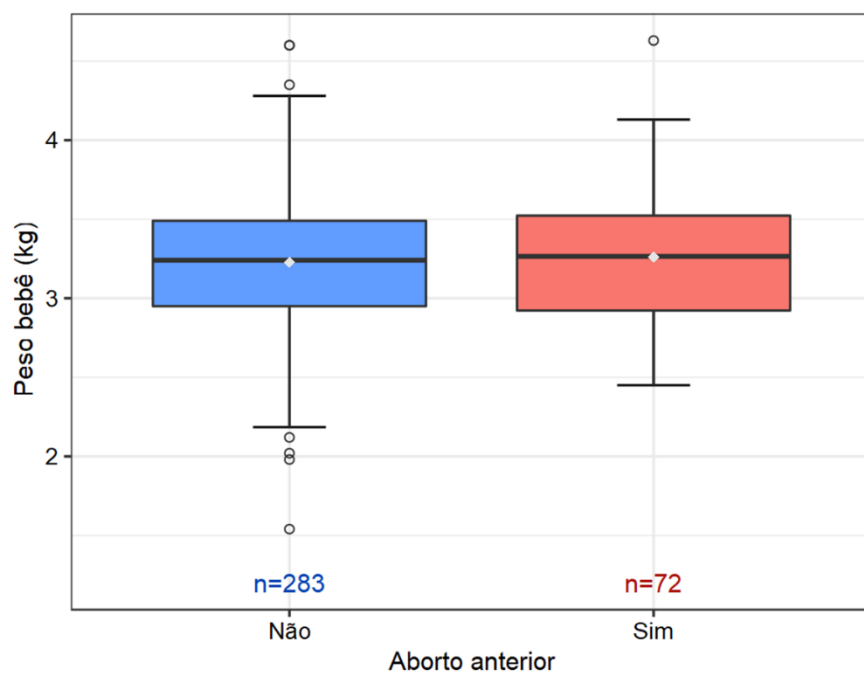


Figura B.7: *Boxplots* do peso do recém-nascido, estratificado pela variável “Já sofreu aborto(s)?”.

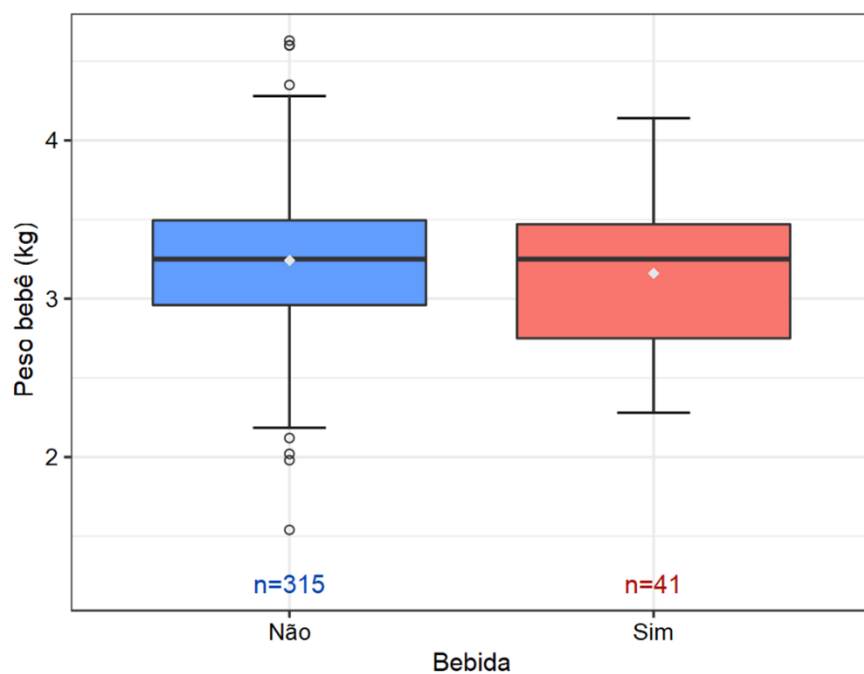


Figura B.8: *Boxplots* do peso do recém-nascido, estratificado pelo consumo de bebida alcoólica.

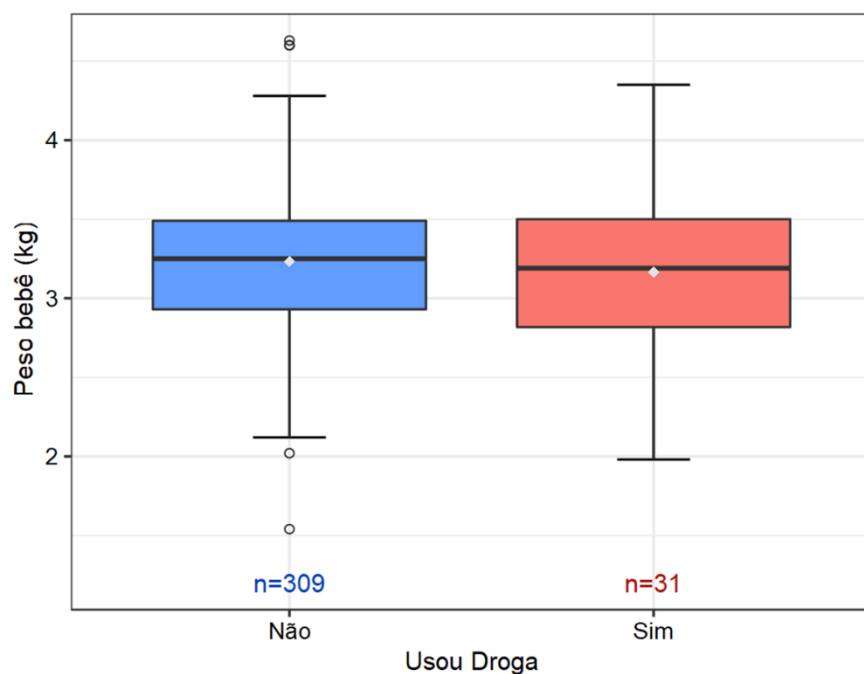


Figura B.9: *Boxplots* do peso do recém-nascido, estratificado pelo uso de drogas antes da atual gestação.

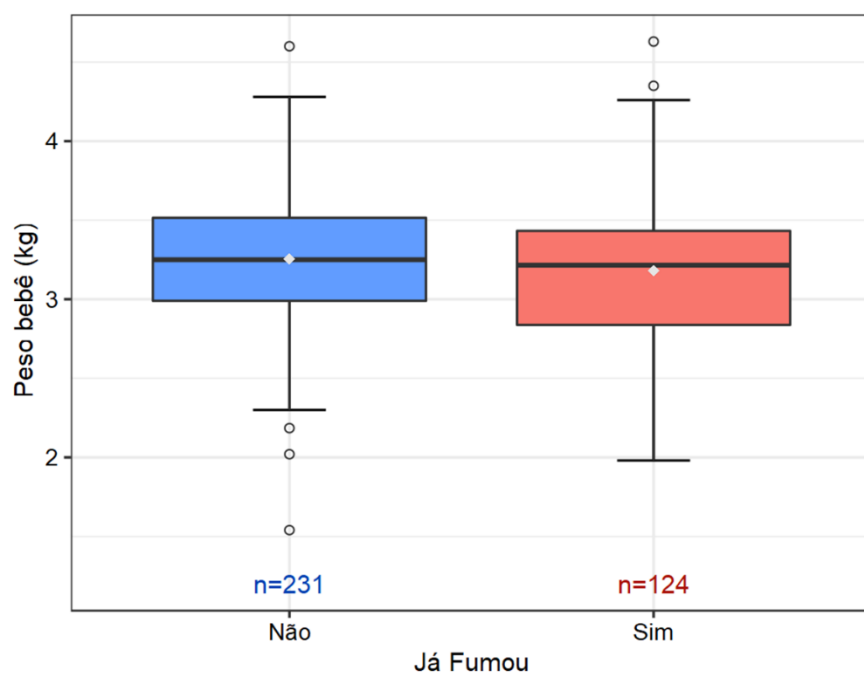


Figura B.10: *Boxplots* do peso do recém-nascido, estratificado pelo uso de tabaco antes da atual gestação.

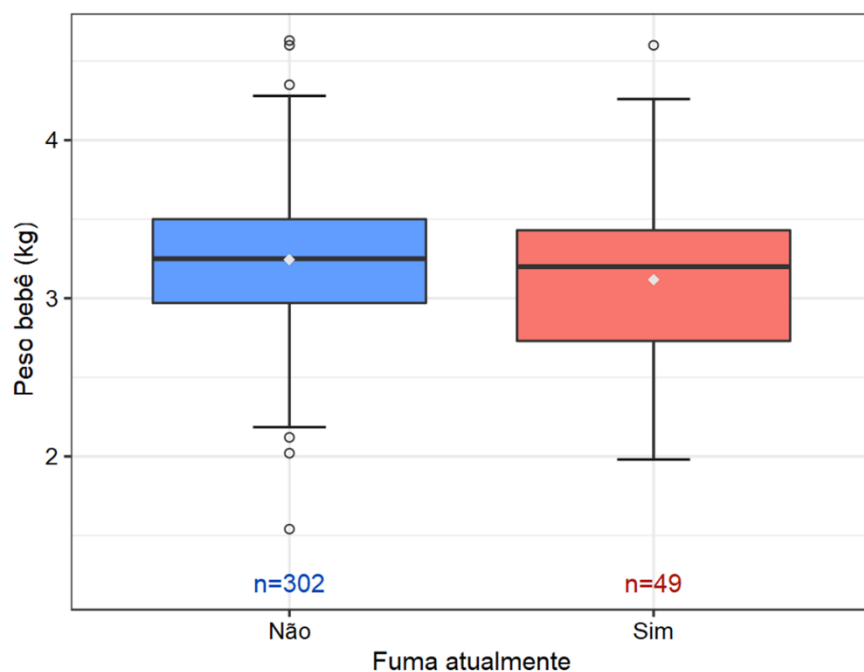


Figura B.11: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado pelo uso de tabaco durante a gestação.

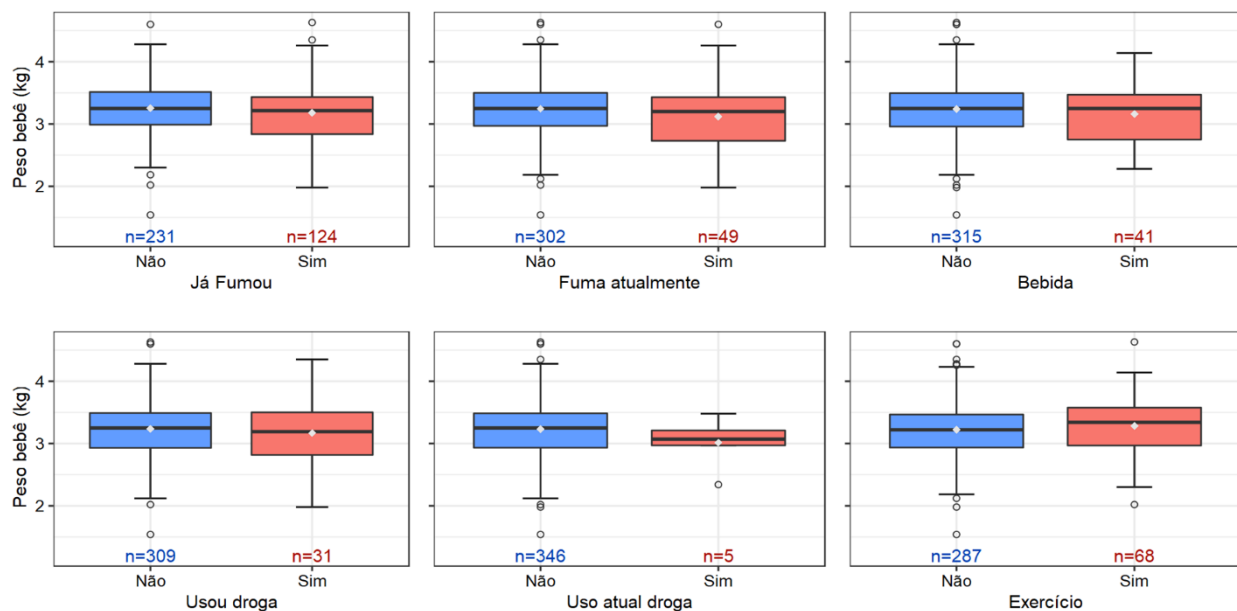


Figura B.12: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado por fatores de saúde da mãe.

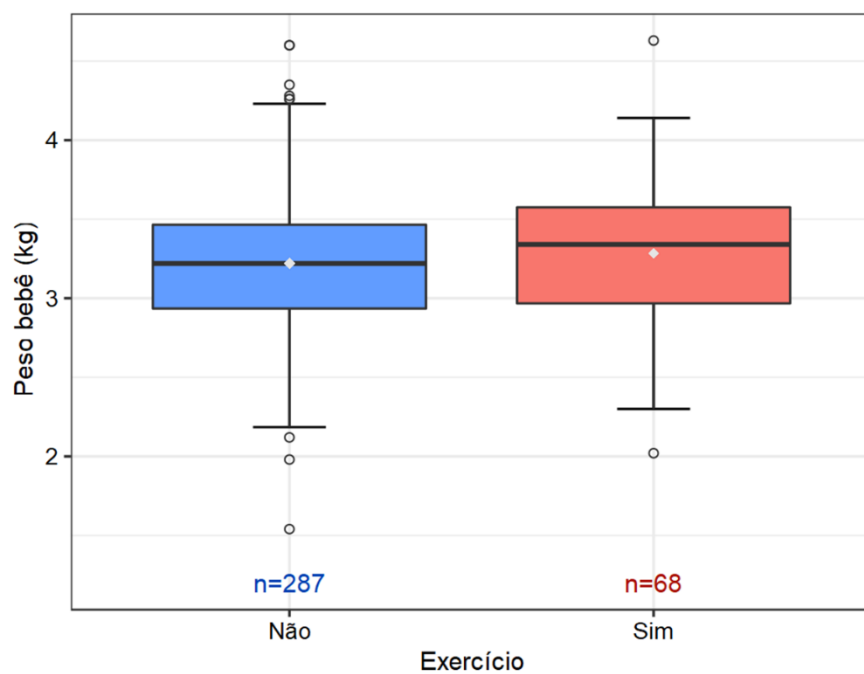


Figura B.13: *Boxplots* do peso do recém-nascido, estratificado pela prática de exercícios físicos.

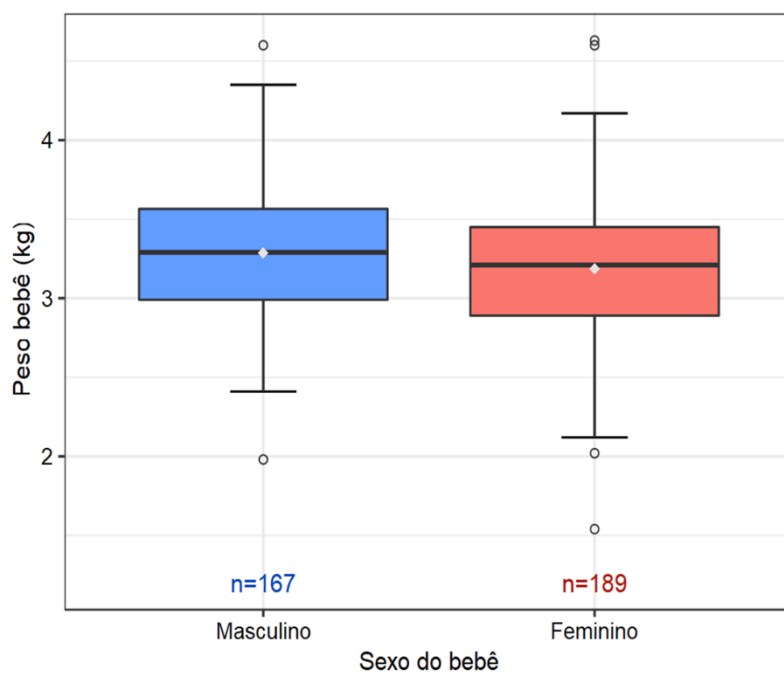


Figura B.14: *Boxplots* do peso do recém-nascido, estratificado pelo seu sexo.

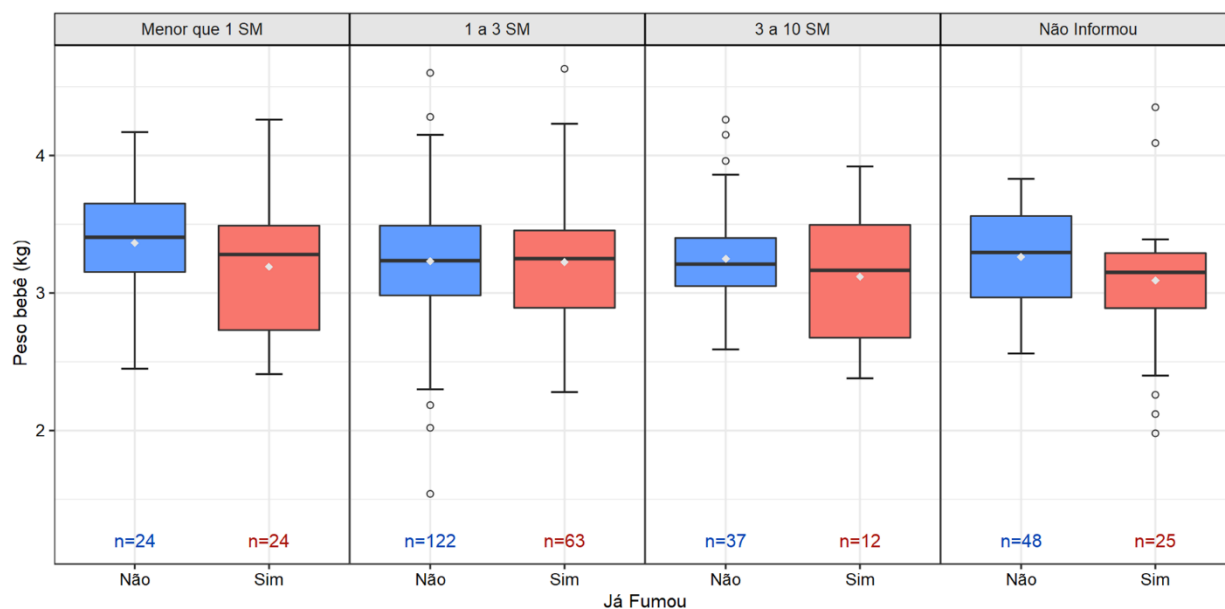


Figura B.15: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado pela renda da mãe e seu hábito de fumo anterior a atual gestação.

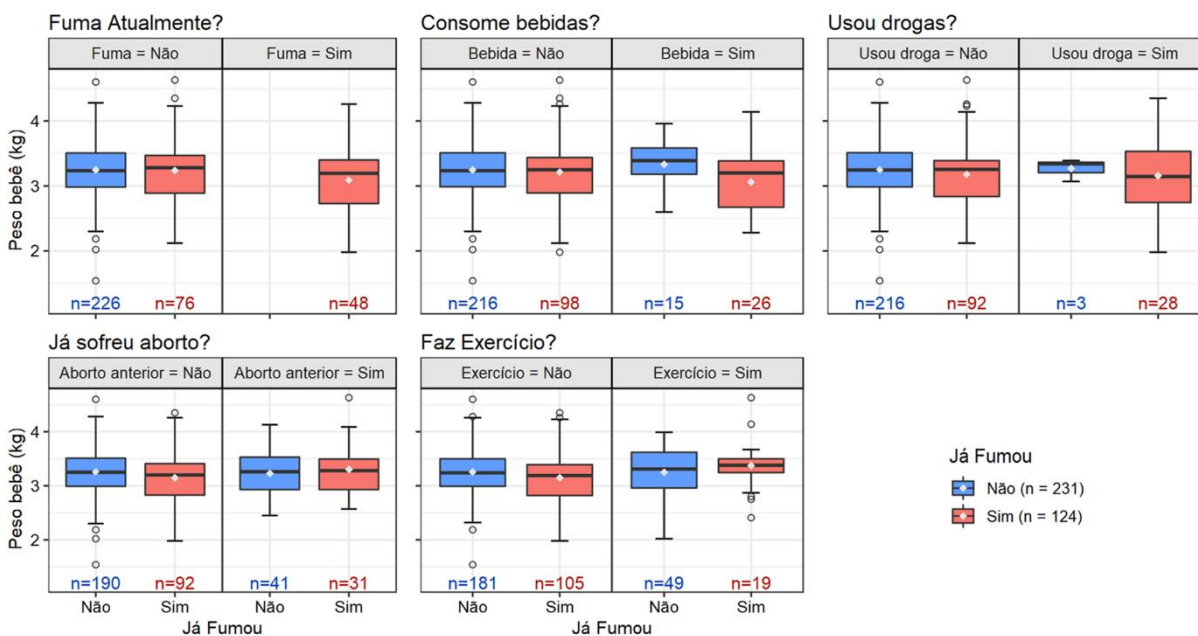


Figura B.16: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado por fatores de saúde da mãe e seu hábito de fumo anterior a atual gestação.

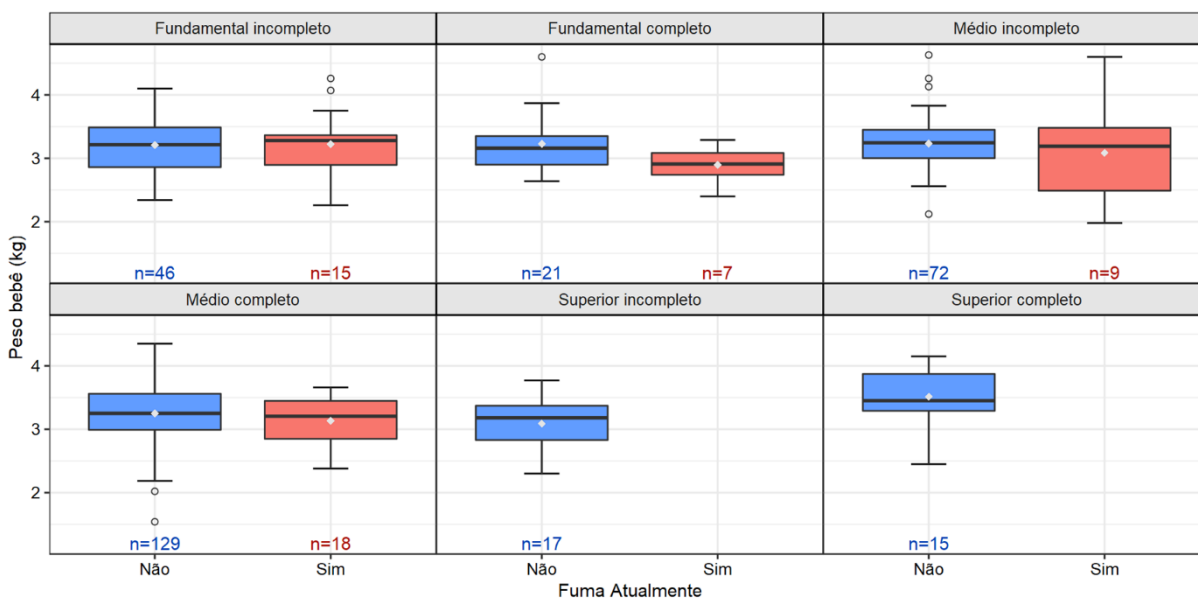


Figura B.17: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado pela escolaridade da mãe e seu hábito de fumo durante a gestação.

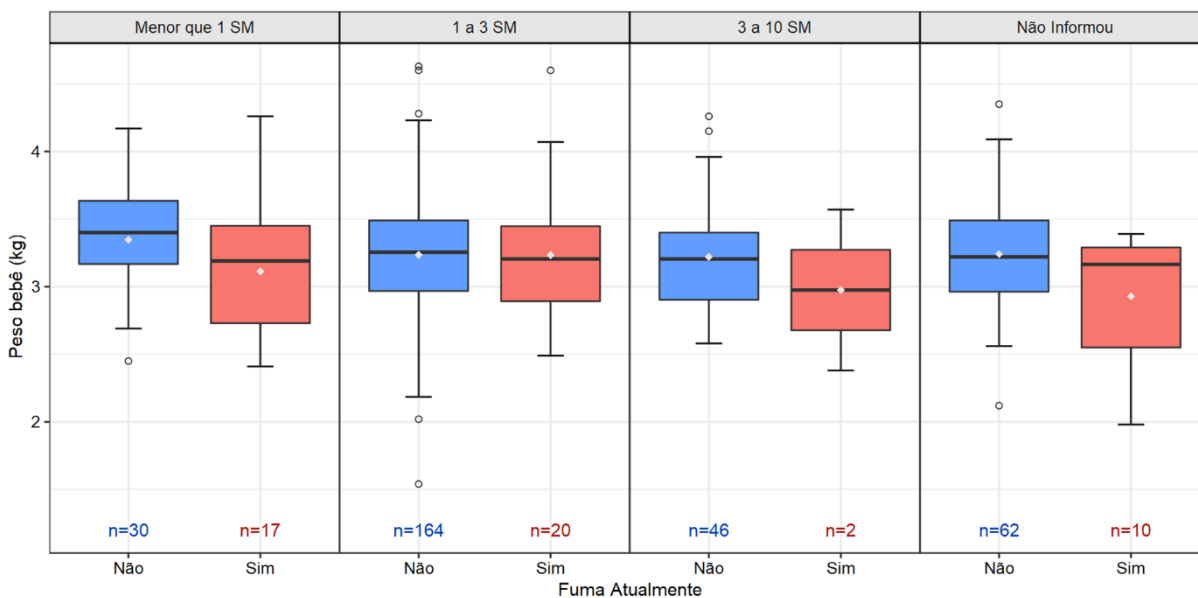


Figura B.18: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado pela renda da mãe e seu hábito de fumo durante a atual gestação.

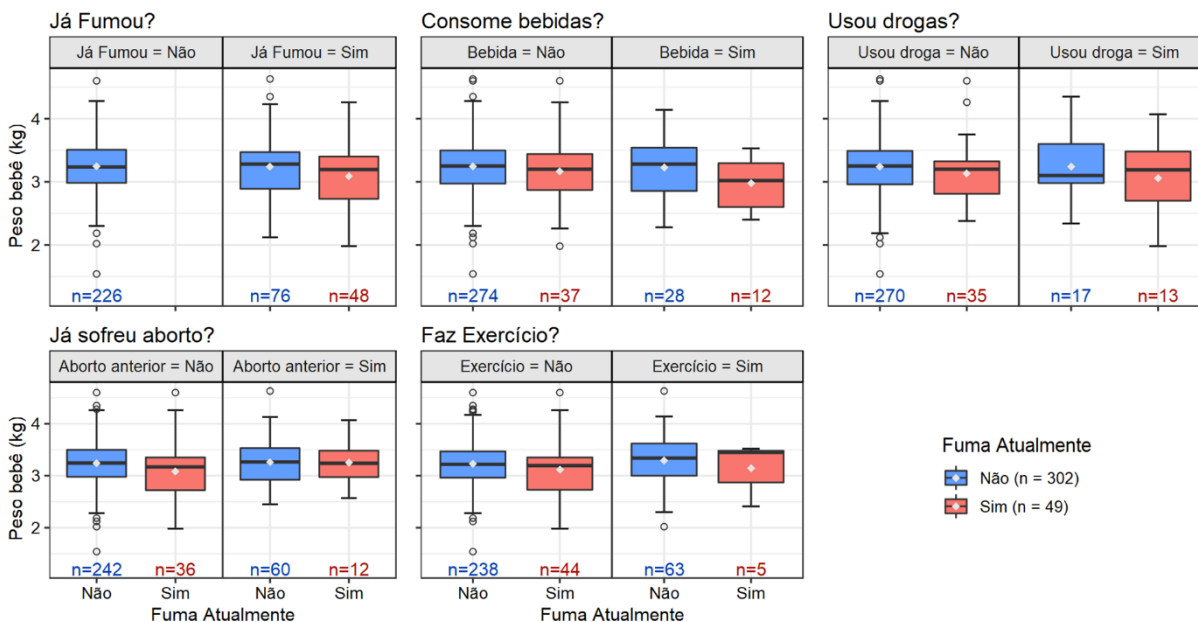


Figura B.19: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado por fatores de saúde da mãe e seu hábito de fumo durante a gestação.

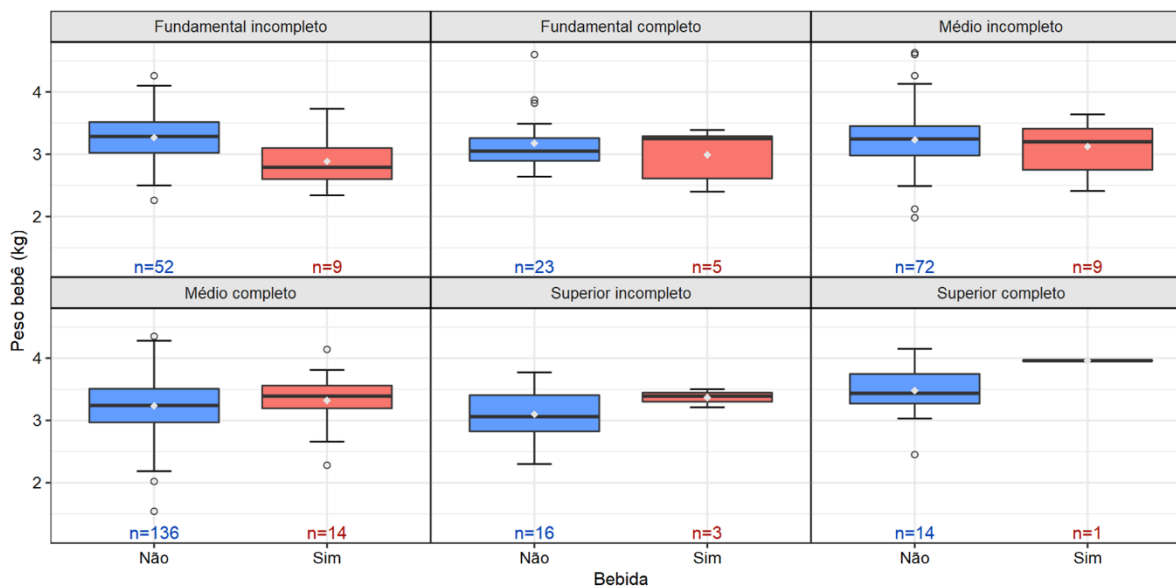


Figura B.20: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado pela escolaridade da mãe e consumo de bebida alcoólica.

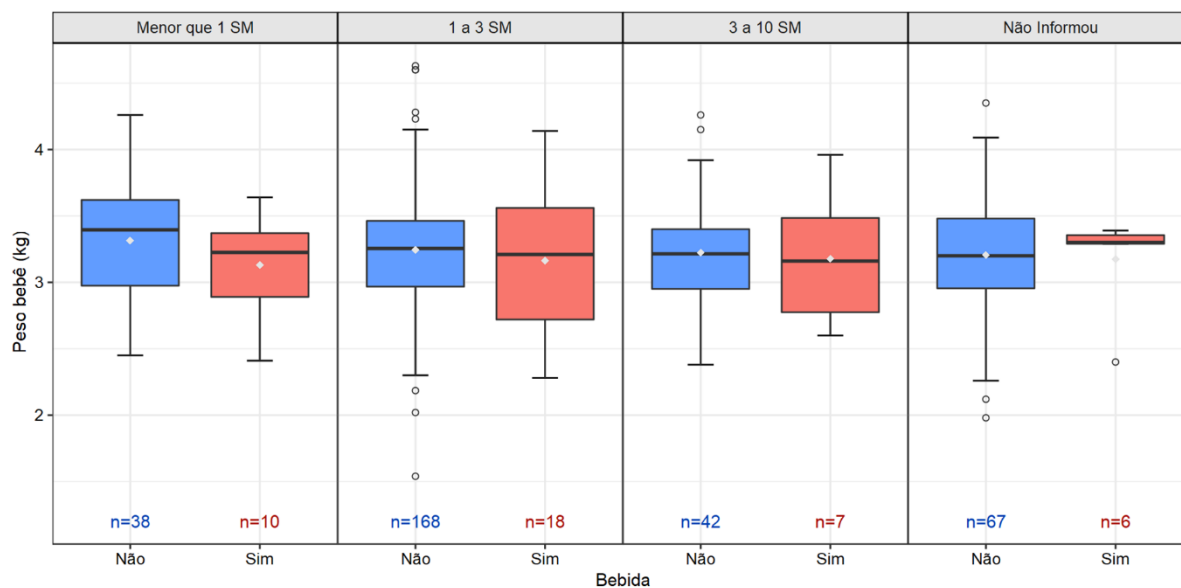


Figura B.21: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado pela renda da mãe e consumo de bebida alcoólica.

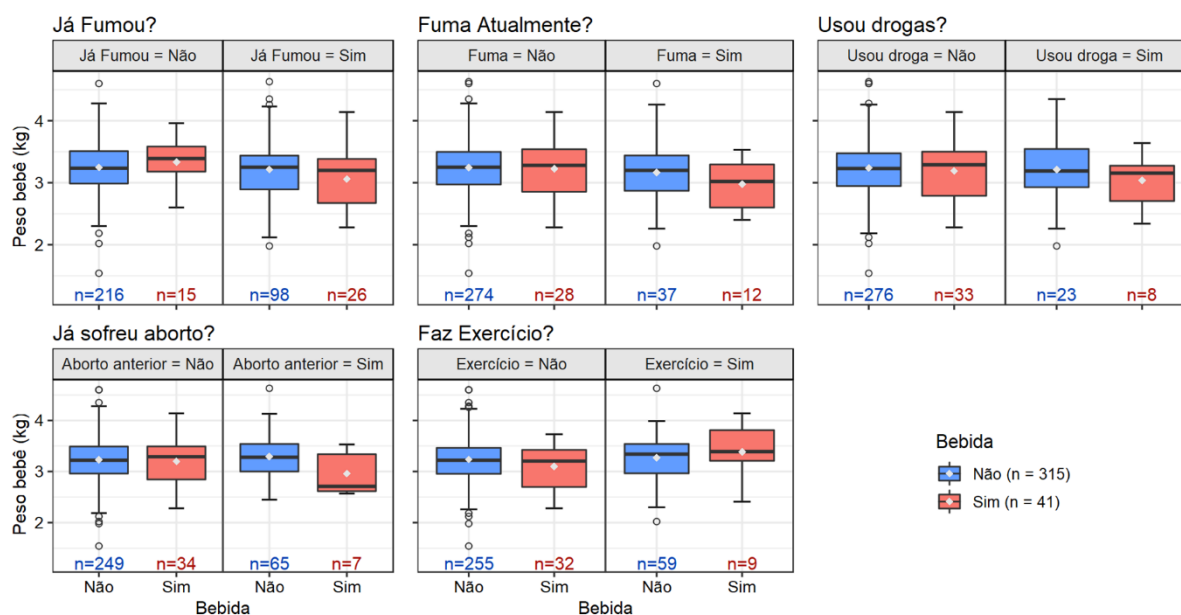


Figura B.22: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado por fatores de saúde da mãe e consumo de bebida alcoólica.

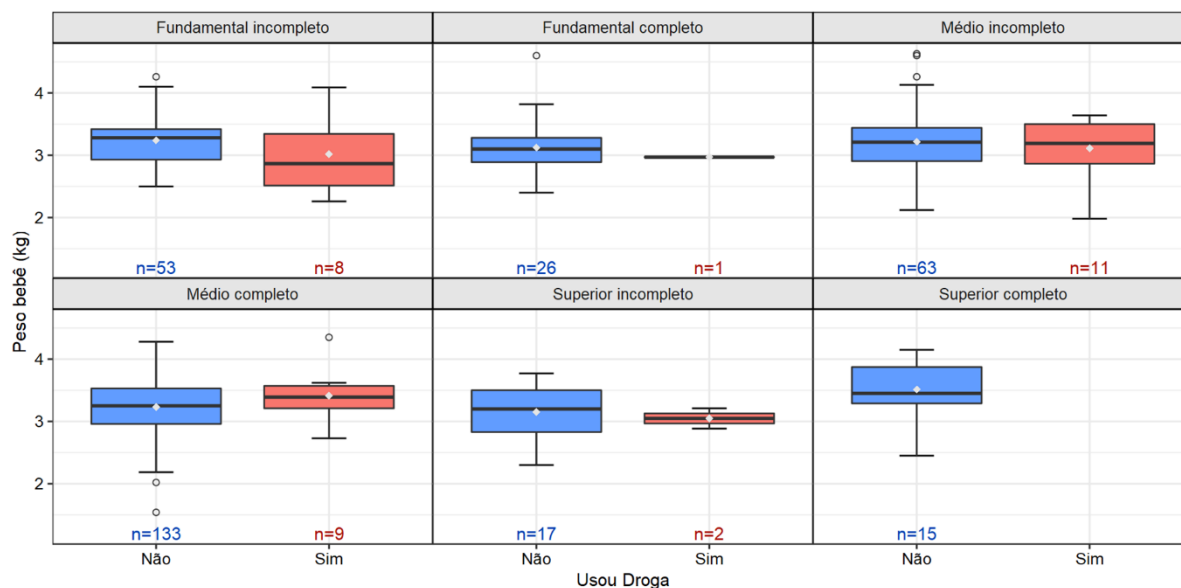


Figura B.23: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado pela escolaridade da mãe e uso de drogas ilícitas antes da atual gestação.

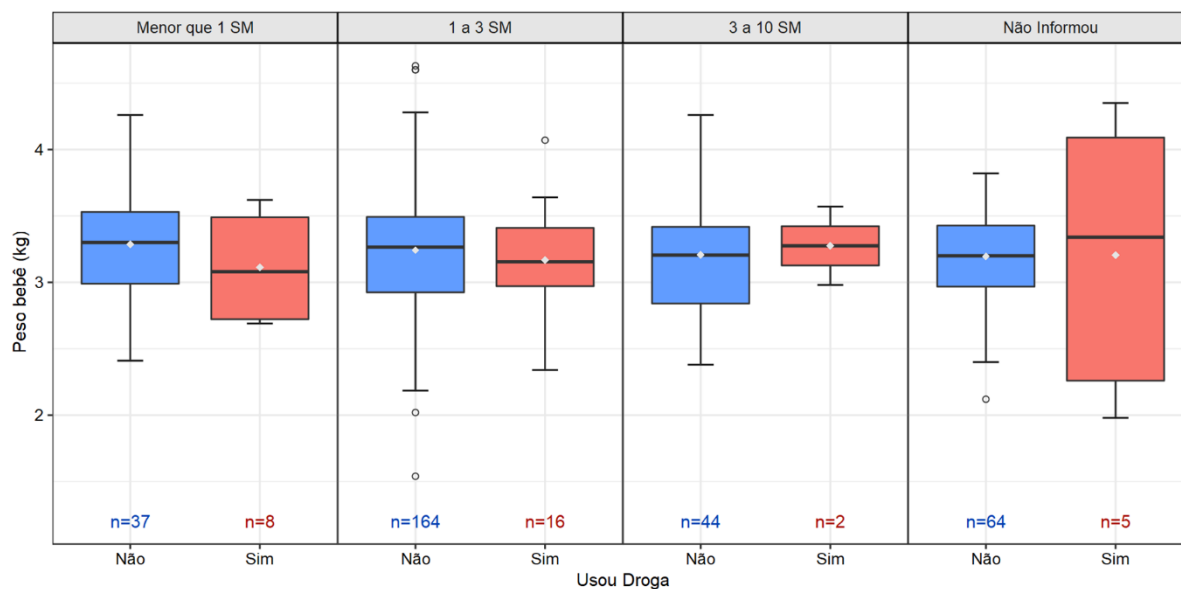


Figura B.24: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado pela renda da mãe e uso de drogas ilícitas antes da atual gestação.

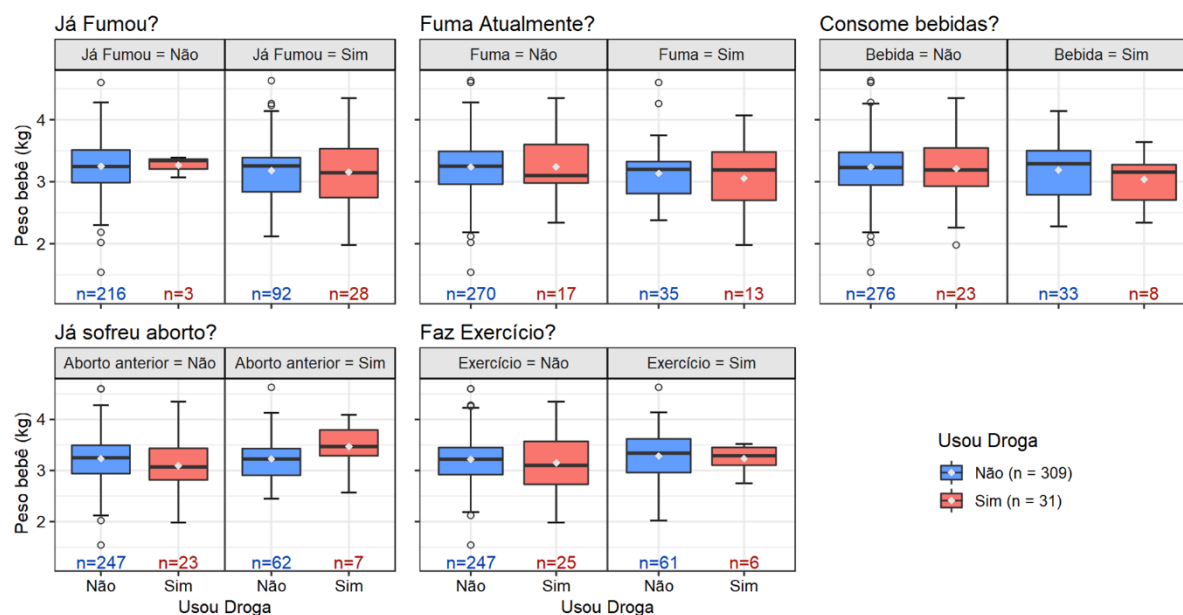


Figura B.25: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado por fatores de saúde da mãe e uso de drogas ilícitas antes da atual gestação.

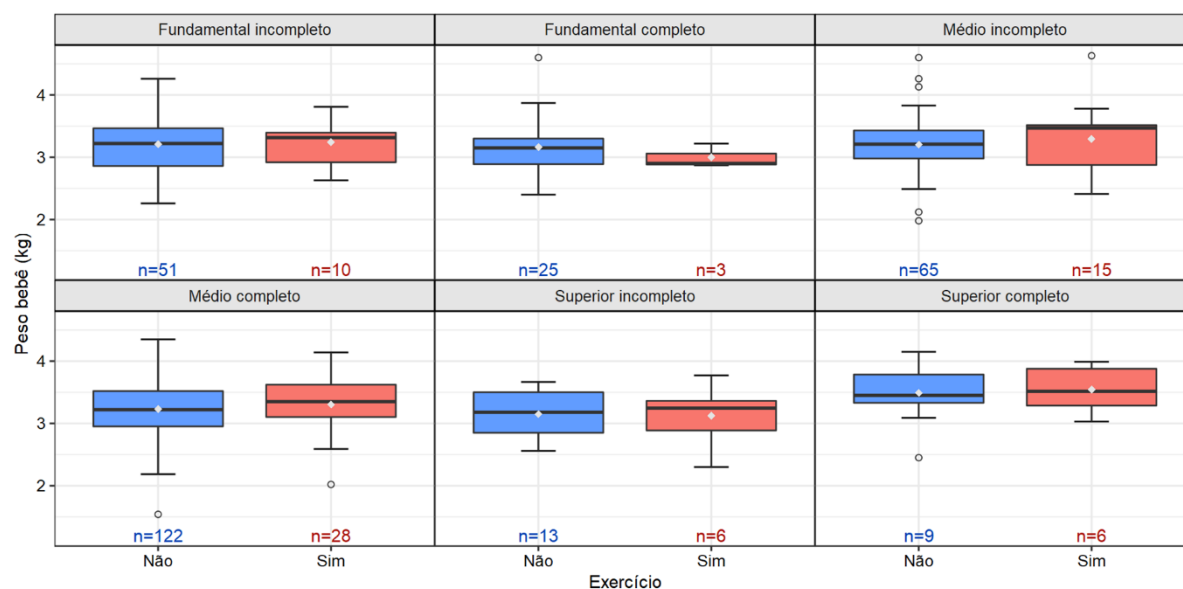


Figura B.26: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado pela escolaridade da mãe e prática de exercícios físicos.

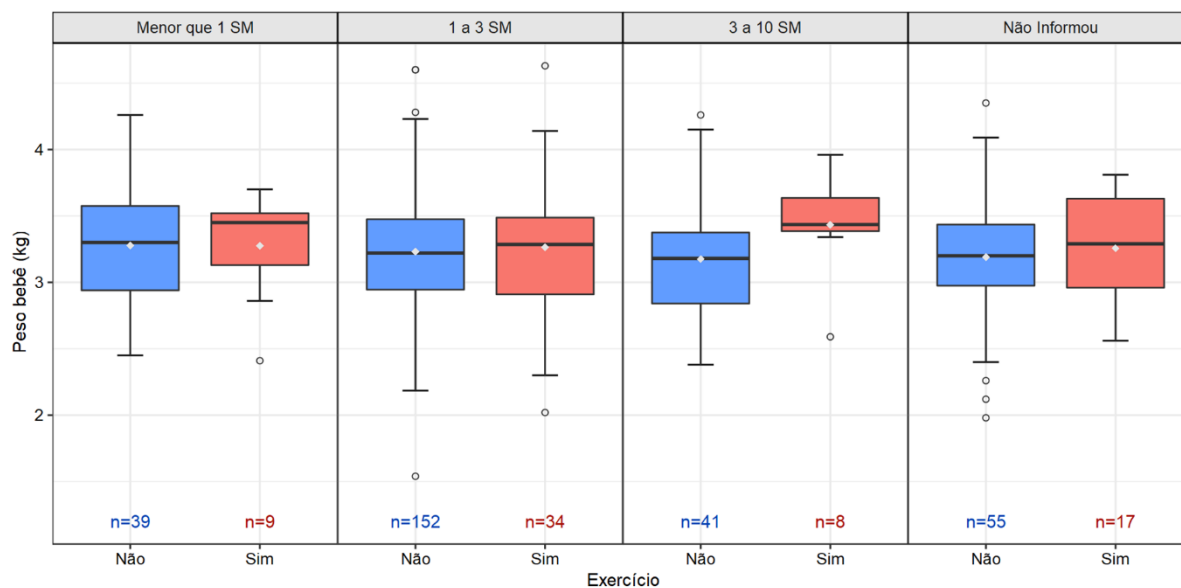


Figura B.27: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado pela renda da mãe e prática de exercícios físicos.

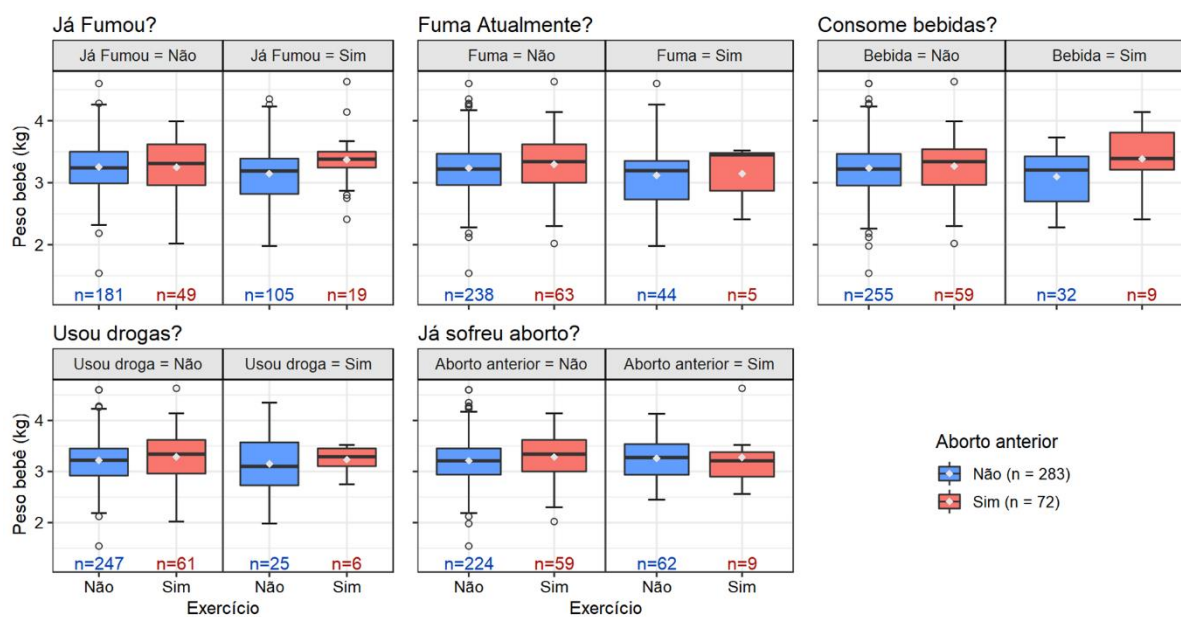


Figura B.28: Boxplots do peso do recém-nascido, estratificado por fatores de saúde da mãe e prática de exercícios físicos.

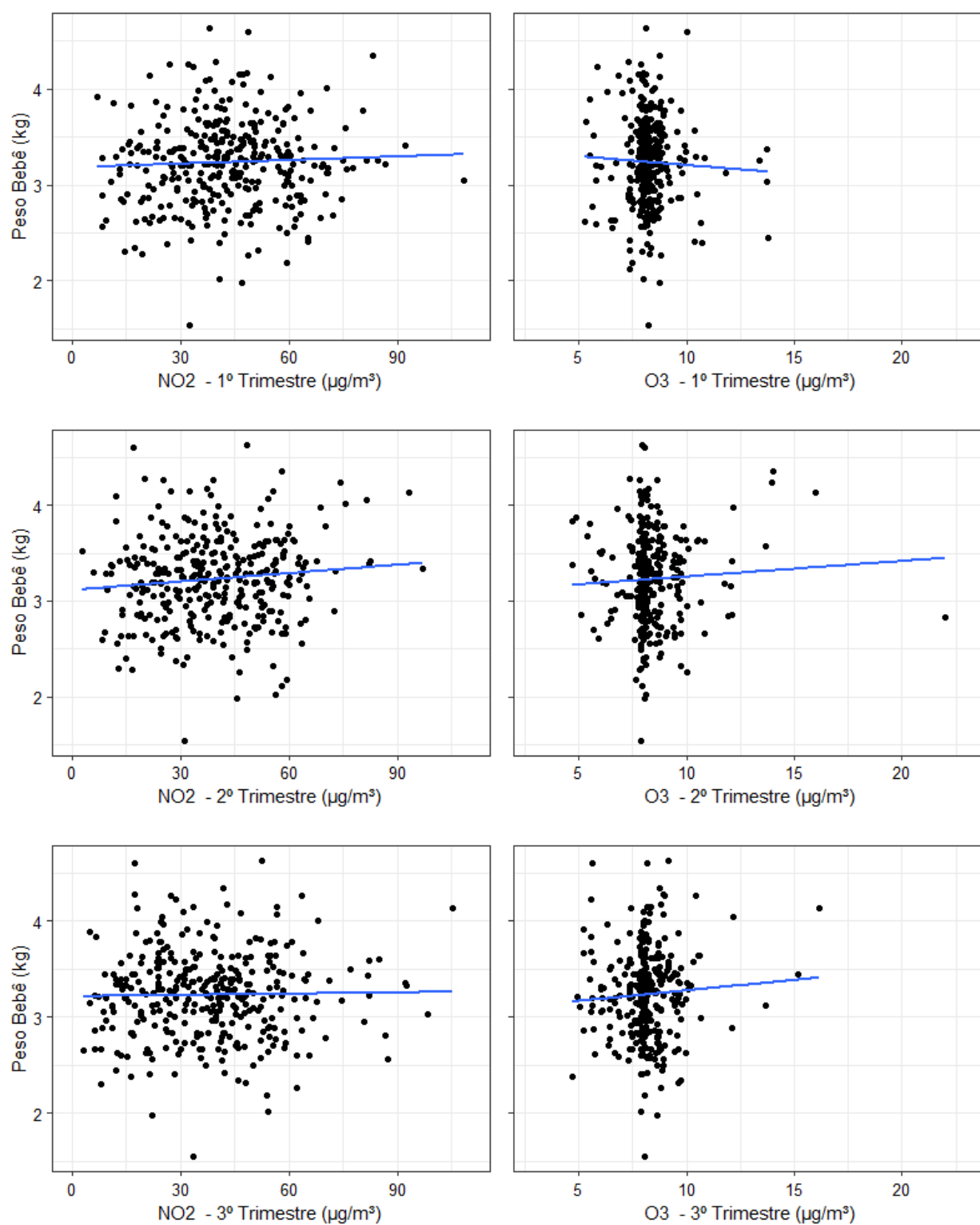


Figura B.29: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pela concentração de poluentes atmosféricos, nos três trimestres gestacionais.

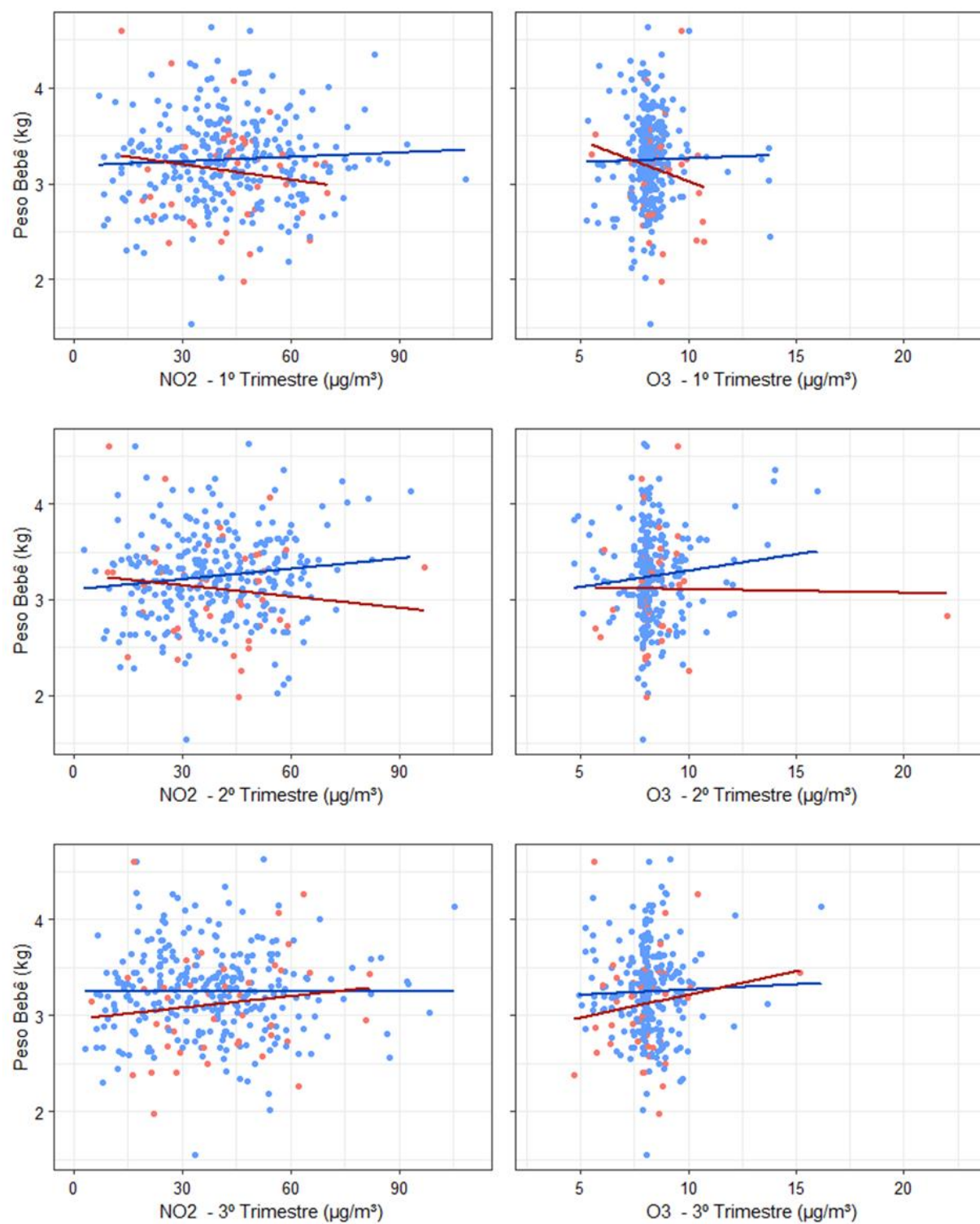


Figura B.30: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados por medidas de concentração de poluentes e hábito de fumo da mãe durante a atual gestação. A reta vermelha indica o ajuste da regressão linear realizado para mães que fumaram, a azul indica o ajuste realizado para mães que não fumaram.

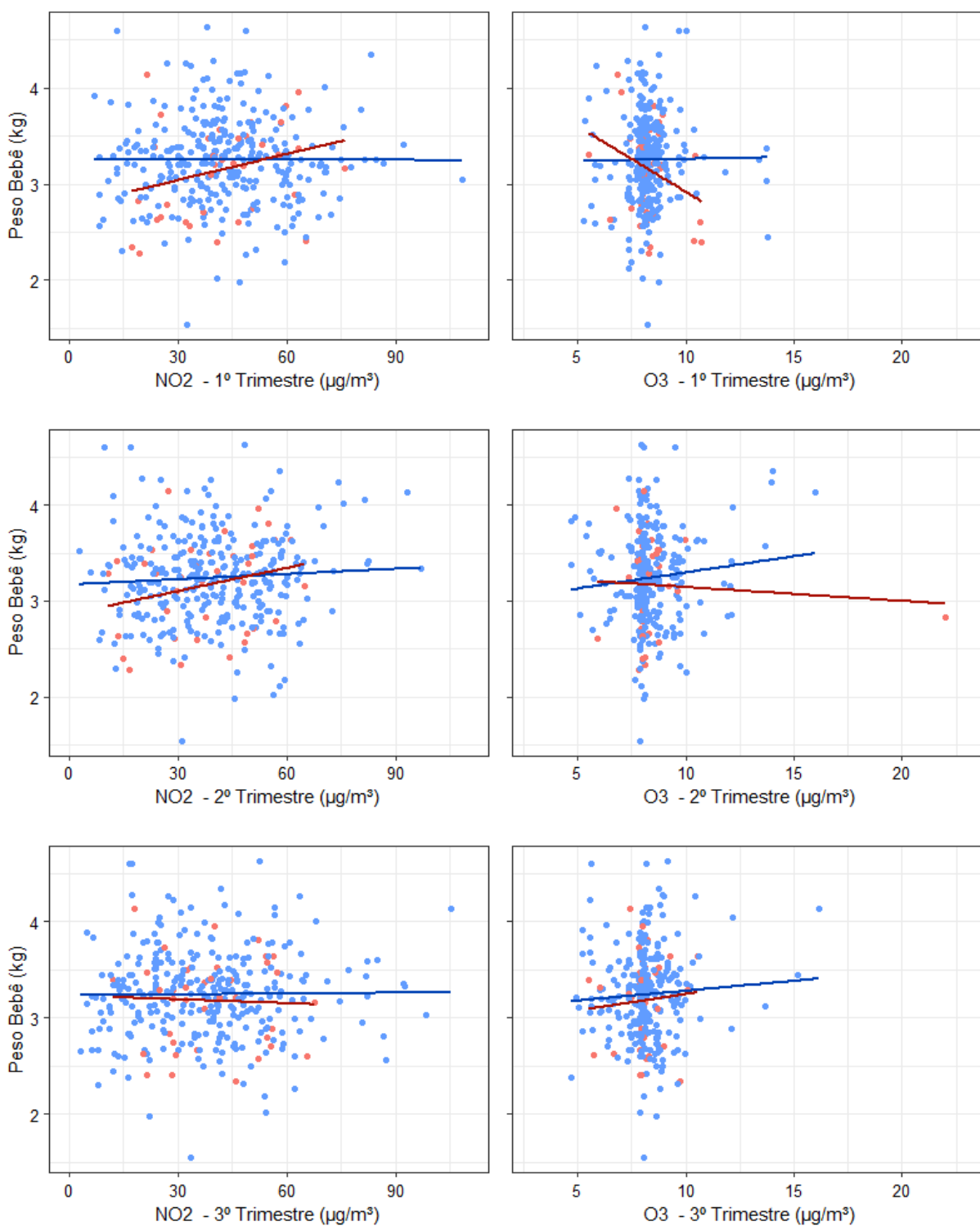


Figura B.31: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados por medidas de concentração de poluentes e consumo de bebidas alcóolicas pela mãe. A reta vermelha indica o ajuste da regressão linear realizado para mães que consomem bebidas alcóolicas, a azul indica o ajuste realizado para mães que não bebem.

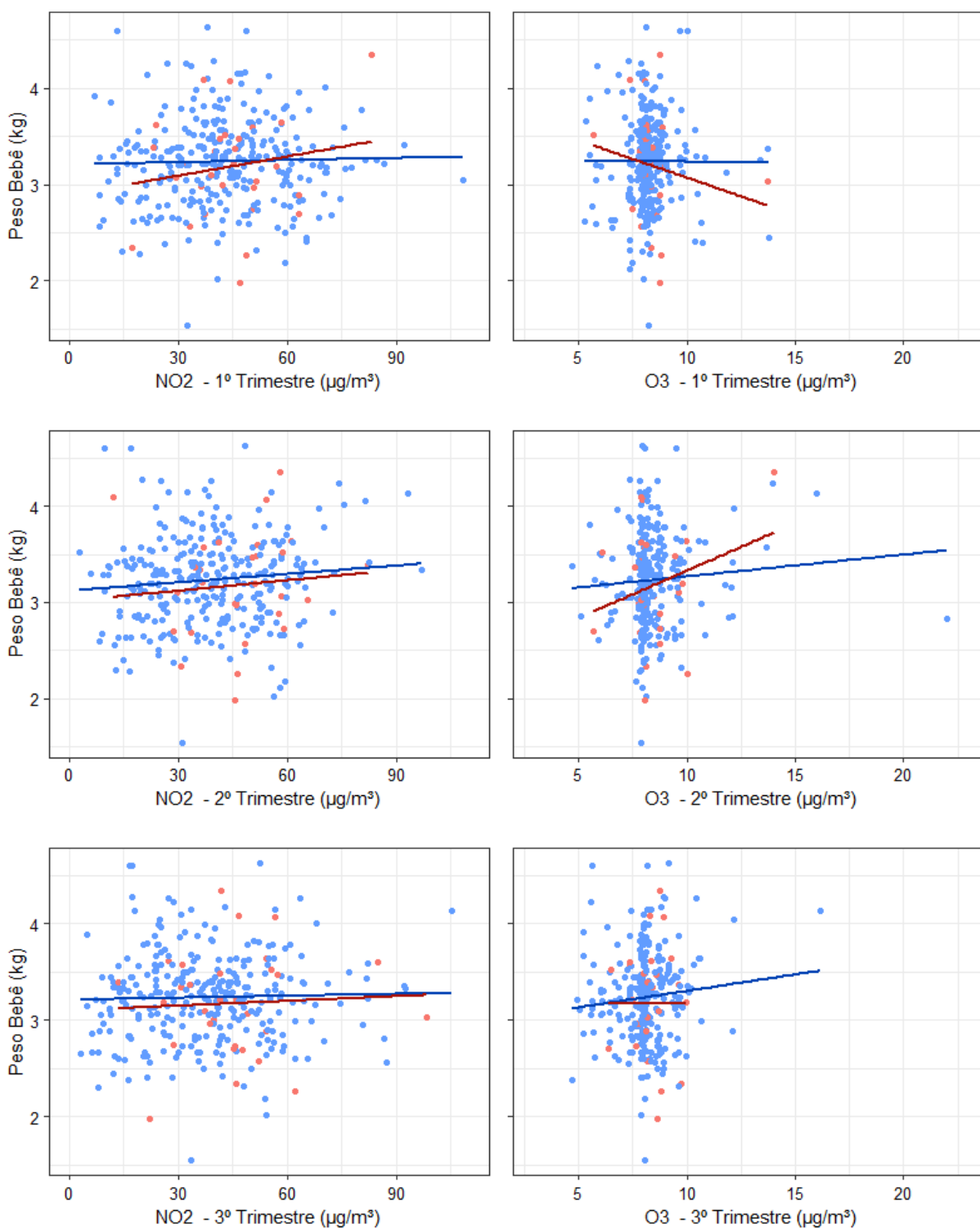


Figura B.32: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados por medidas de concentração de poluentes e uso de drogas ilícitas antes da atual gestação. A reta vermelha indica o ajuste da regressão linear realizado para mães que usaram drogas, a azul indica o ajuste realizado para mães que não usaram.

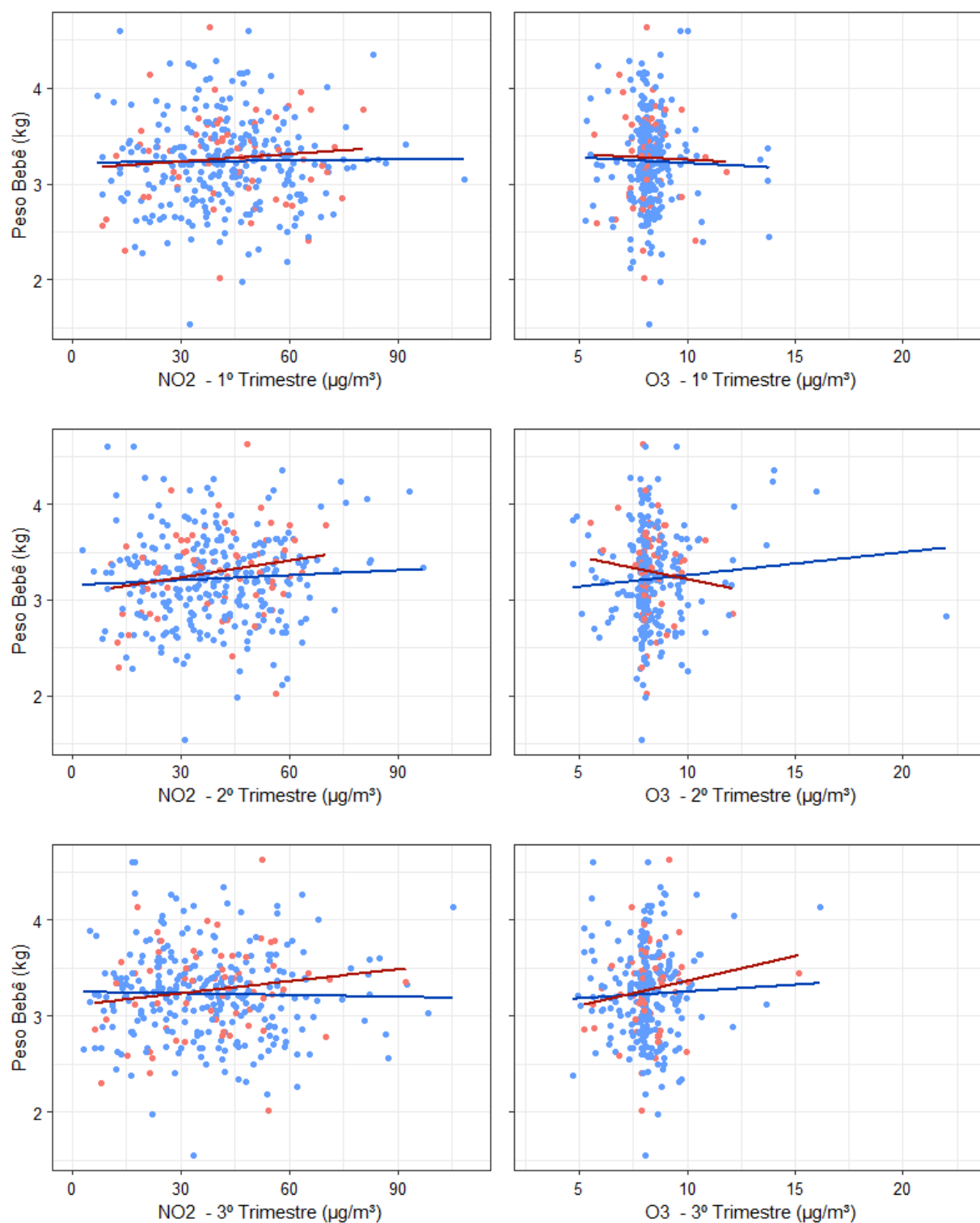


Figura B.33: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados por medidas de concentração de poluentes e prática de exercícios físicos. A reta vermelha indica o ajuste da regressão linear realizado para mães que praticam exercícios, a azul indica o ajuste realizado para mães que não praticam.

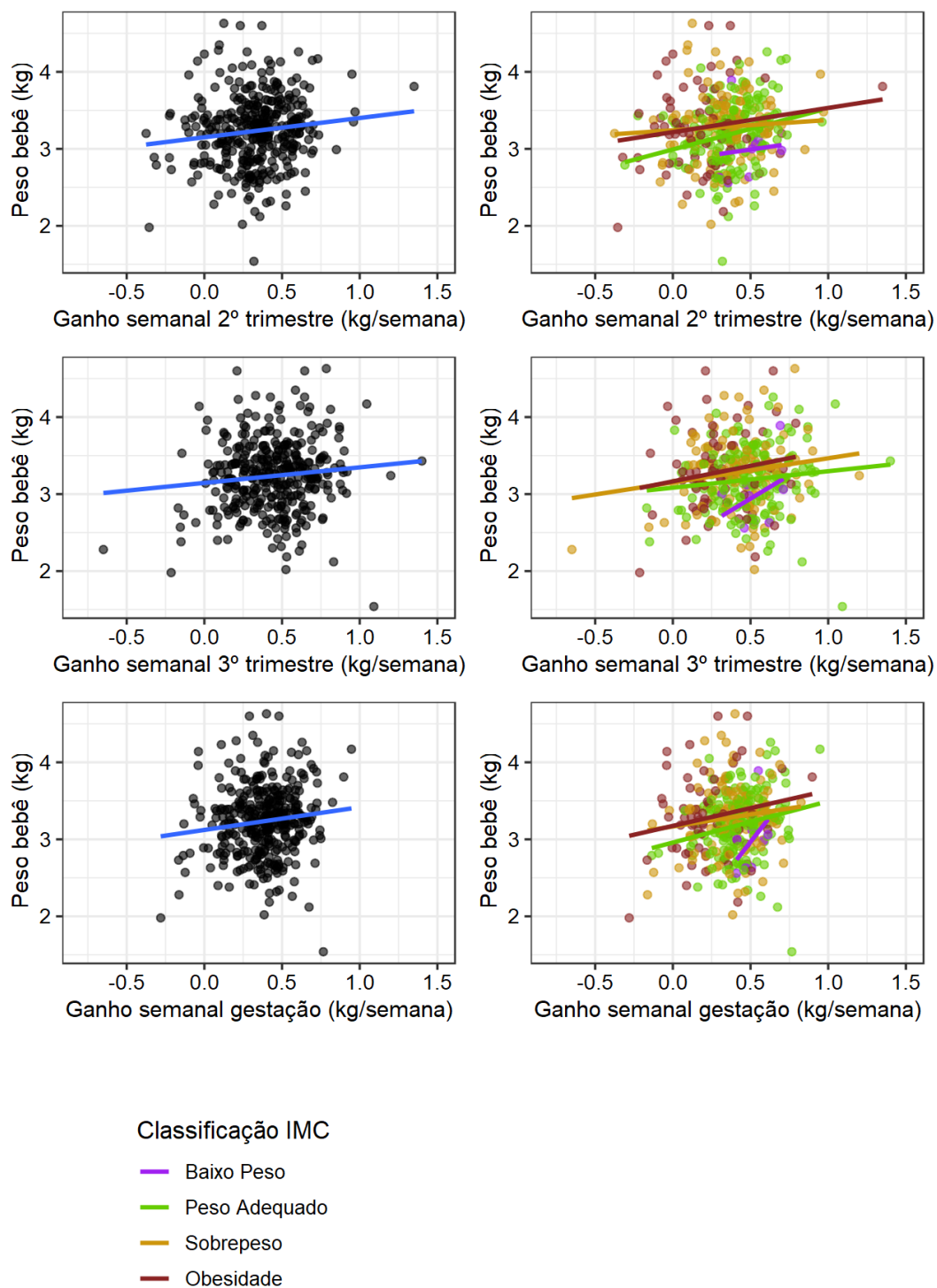


Figura B.34: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pelo ganho de peso semanal da gestante e sua classificação nutricional.

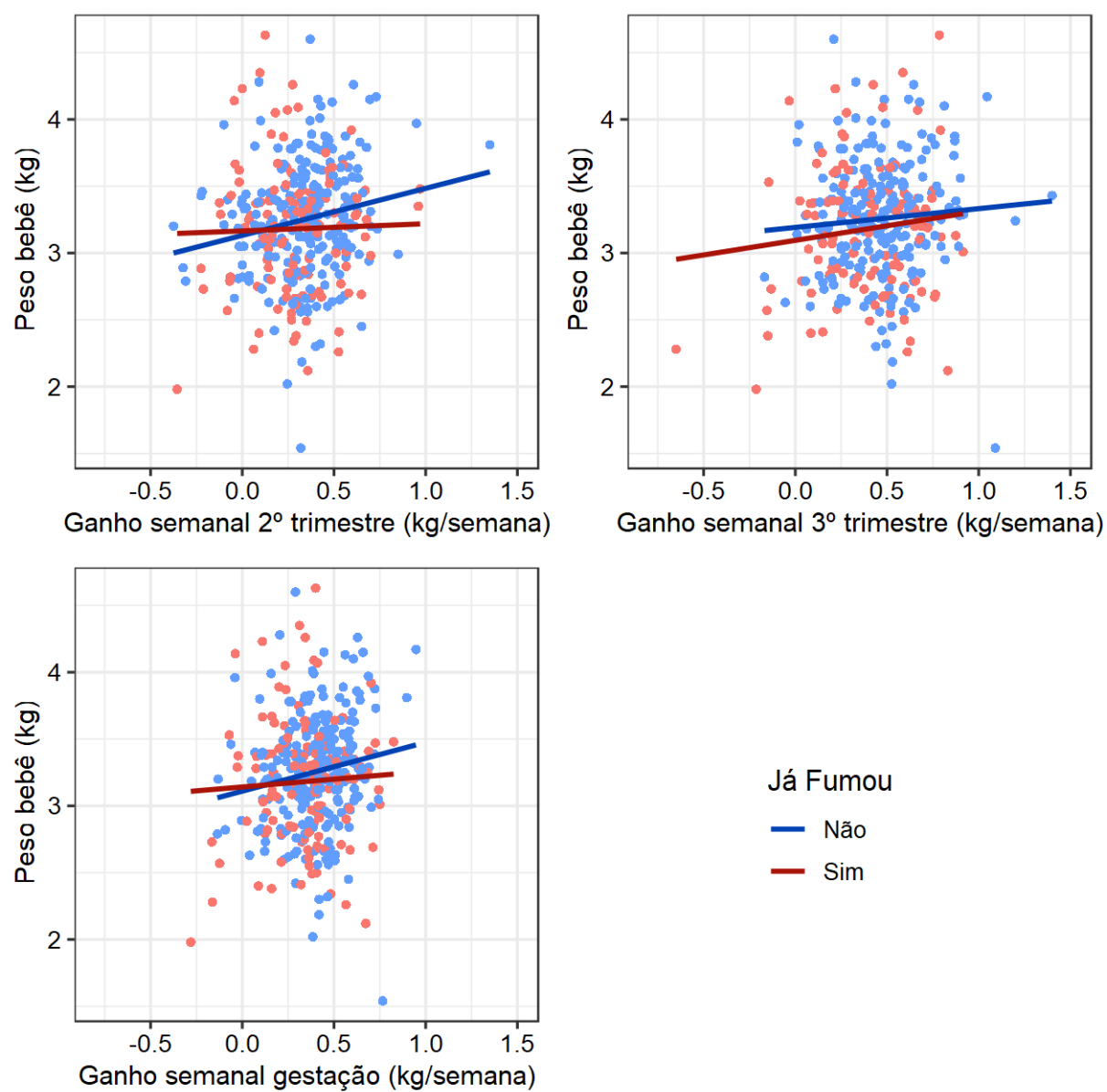


Figura B.35: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pelo ganho de peso semanal da gestante e seu hábito de fumo anterior à atual gestação.

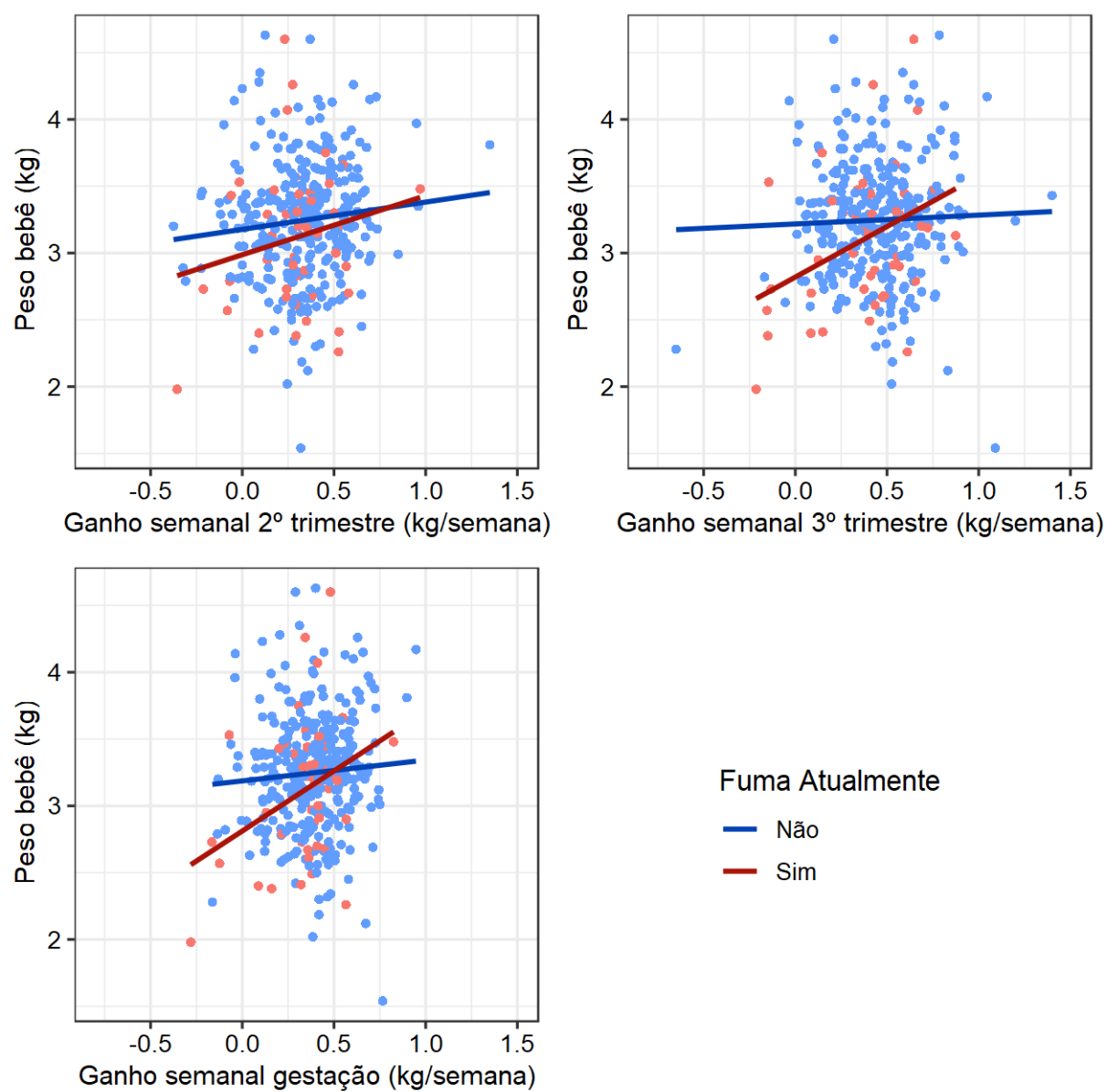


Figura B.36: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pelo ganho de peso semanal da gestante e seu hábito de fumo durante a gestação.

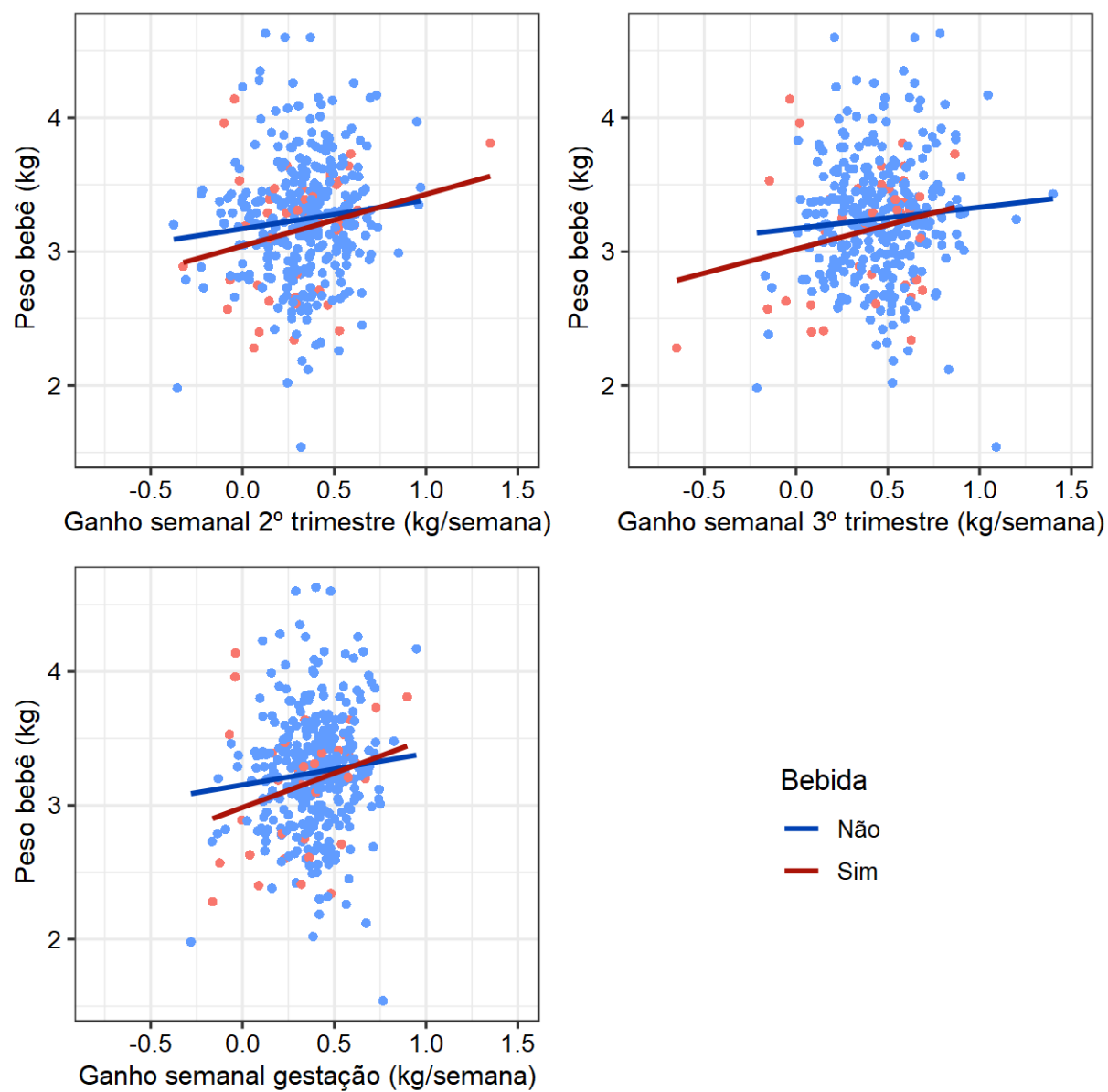


Figura B.37: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pelo ganho de peso semanal da gestante e seu consumo de bebidas alcóolicas.

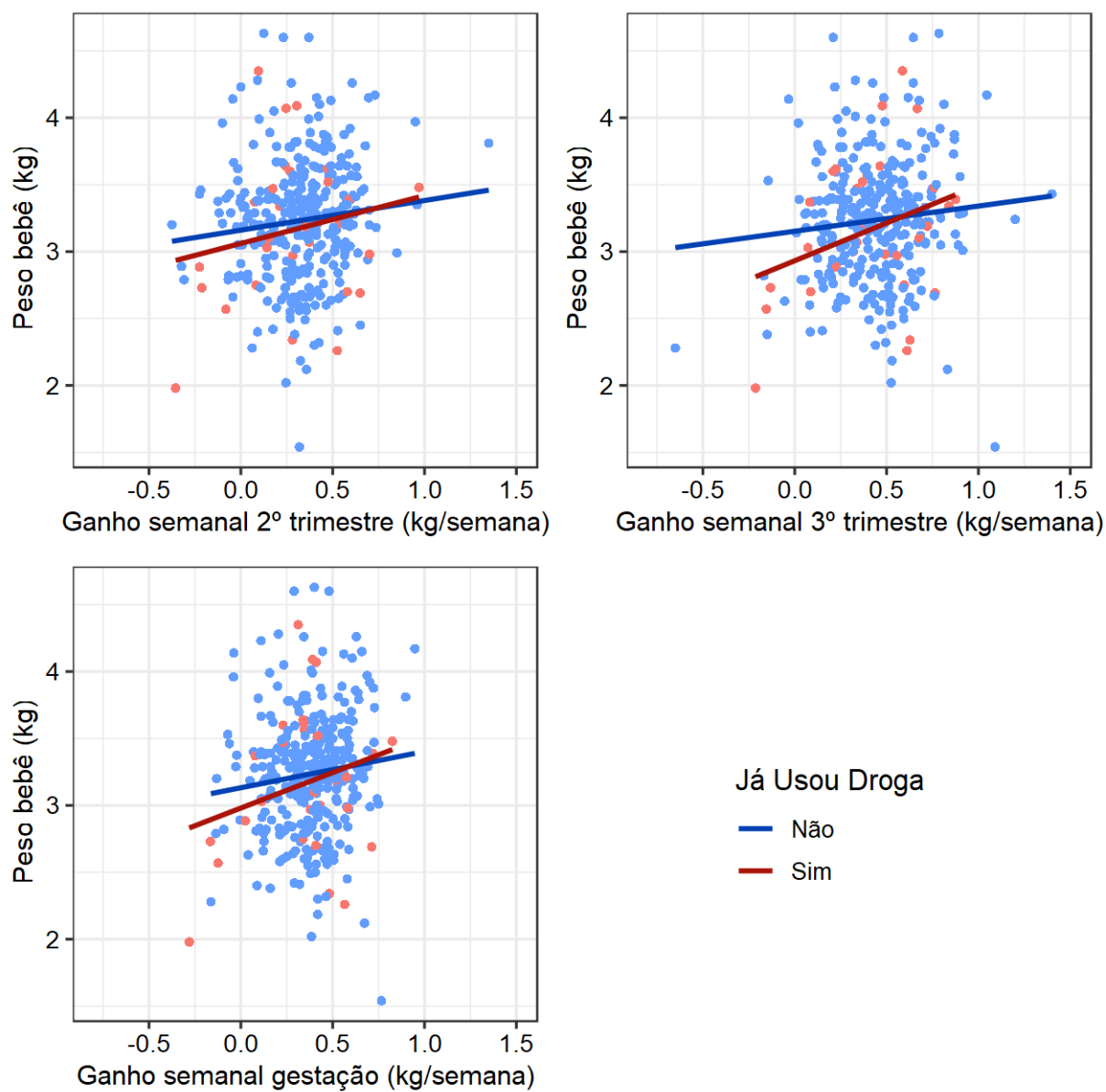


Figura B.38: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pelo ganho de peso semanal da gestante e seu uso de drogas antes da atual gestação.

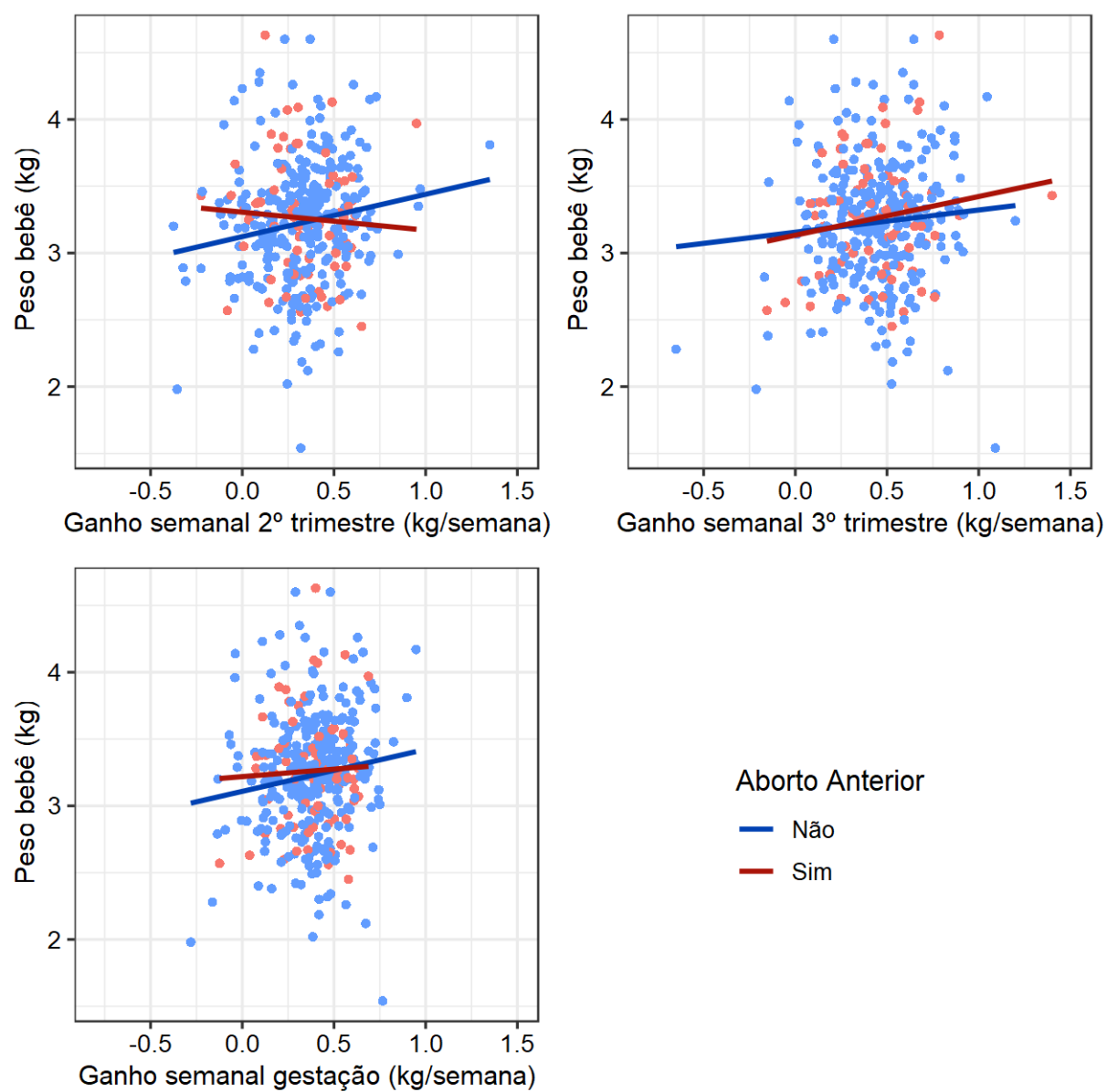


Figura B.39: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pelo ganho de peso semanal da gestante e abortos anteriores.

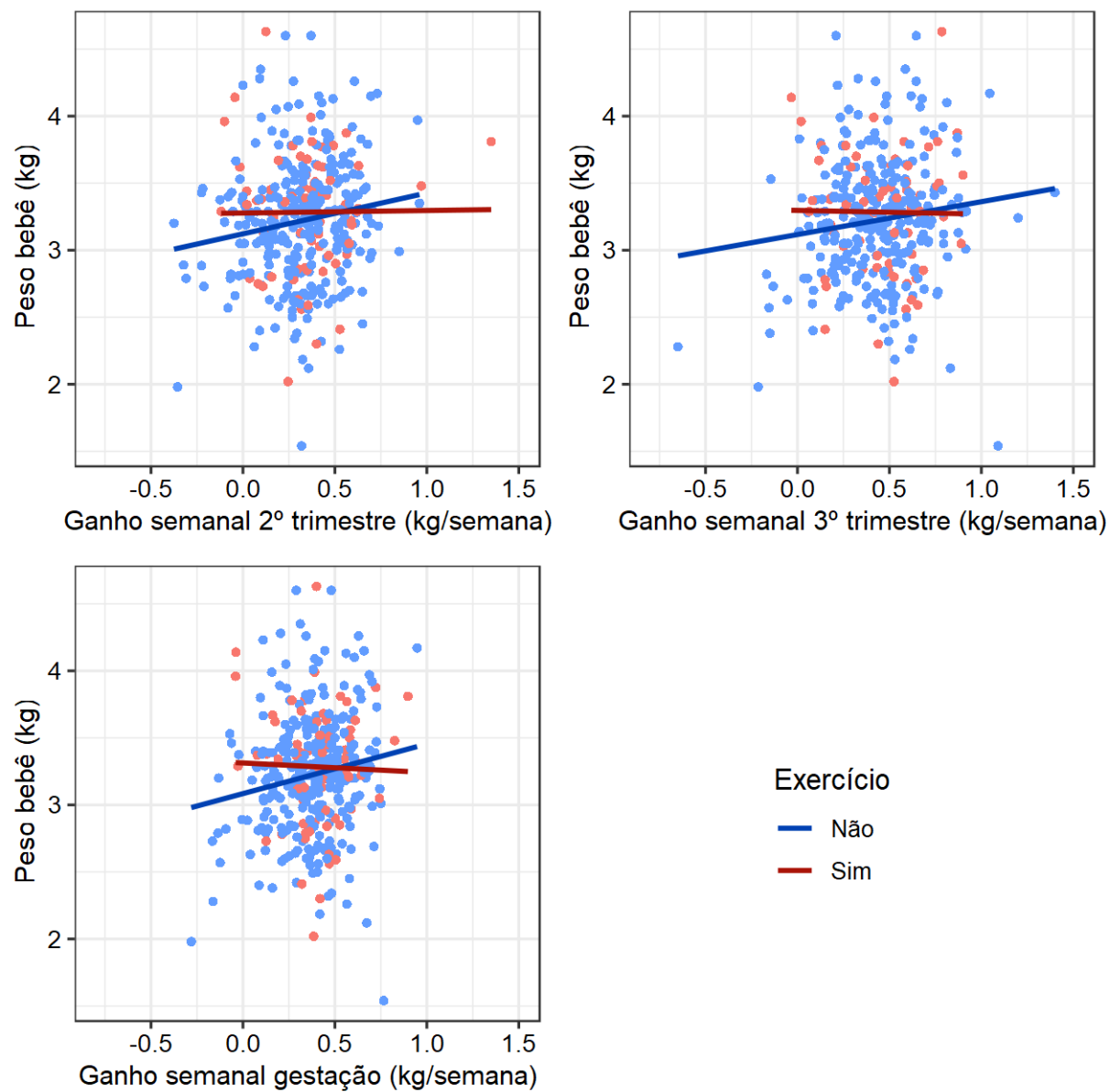


Figura B.40: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pelo ganho de peso semanal da gestante e sua prática de exercícios físicos.

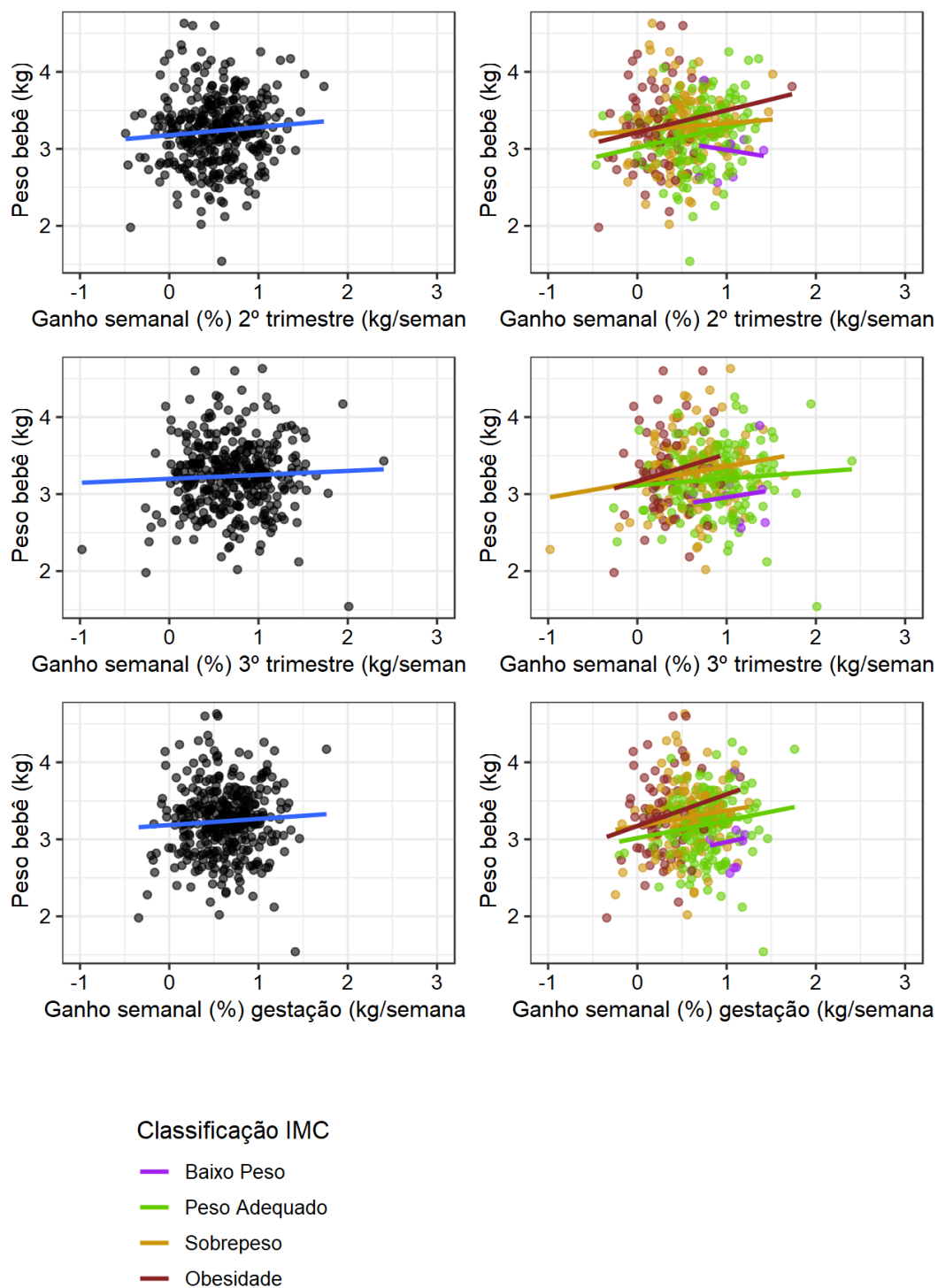


Figura B.41: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pela taxa de ganho de peso semanal da gestante e sua classificação nutricional.

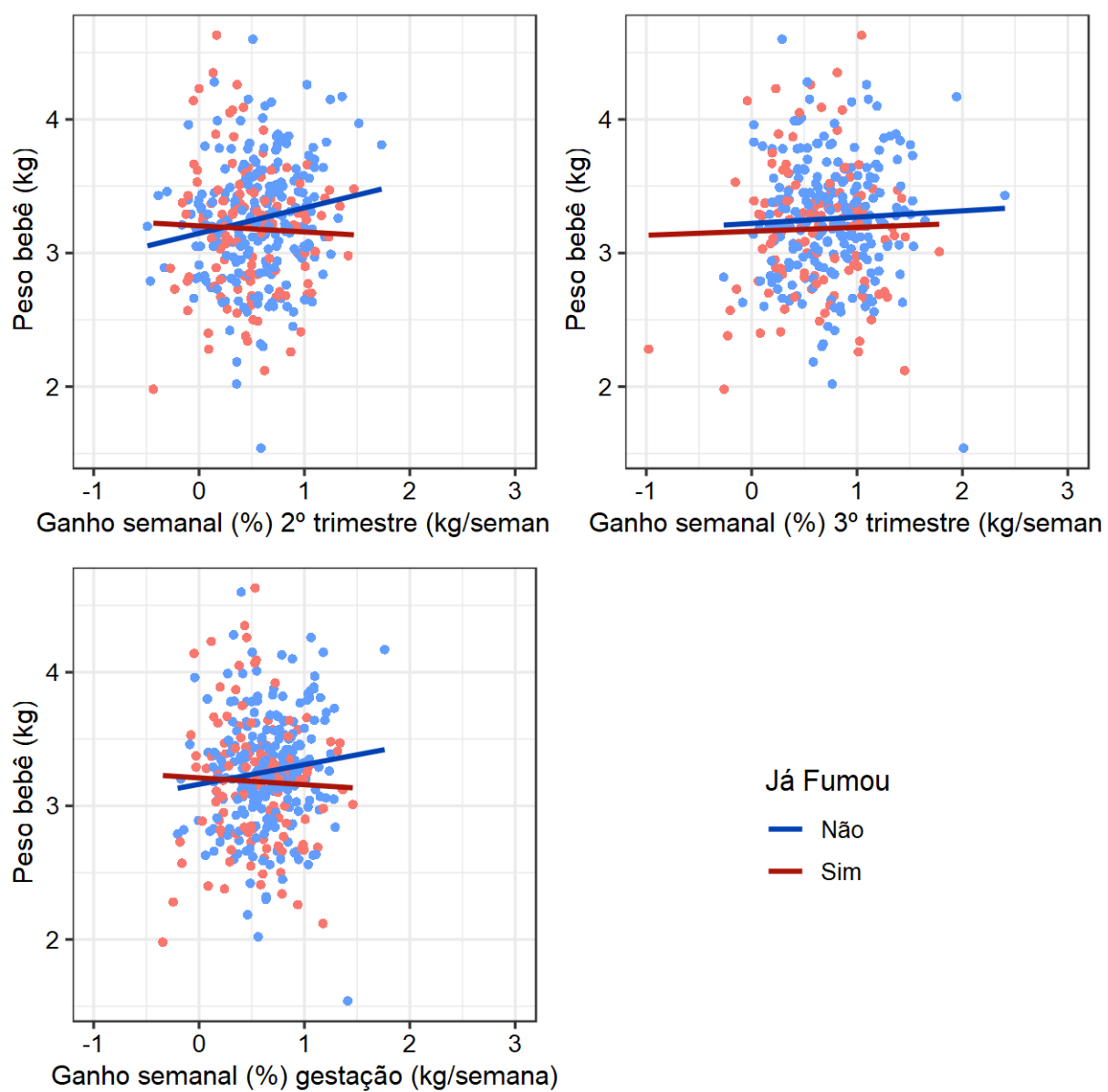


Figura B.42: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pela taxa de ganho de peso semanal da gestante e seu hábito de fumo anterior à atual gestação.

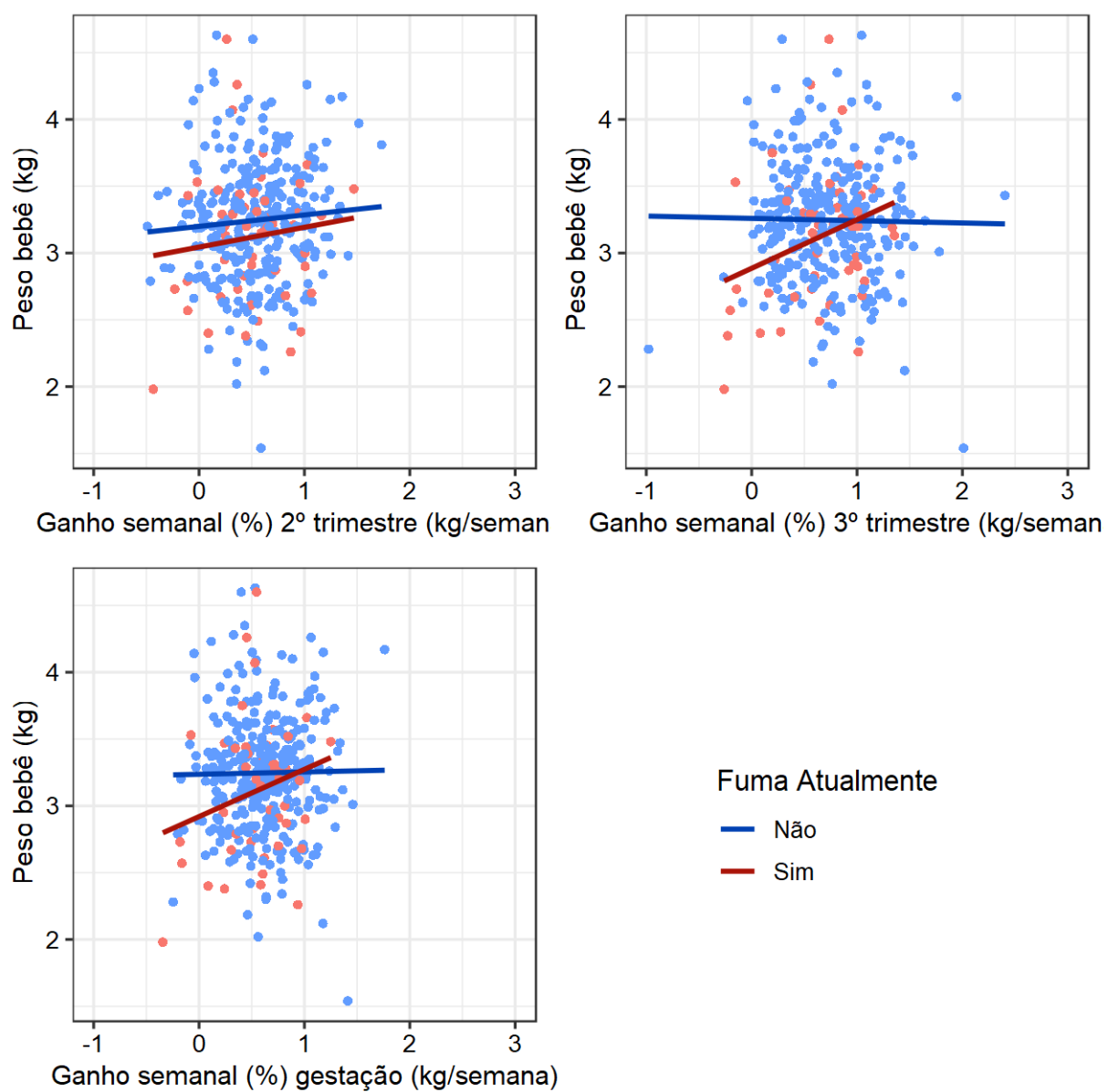


Figura B.43: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pela taxa de ganho de peso semanal da gestante e seu hábito de fumo durante a gestação.

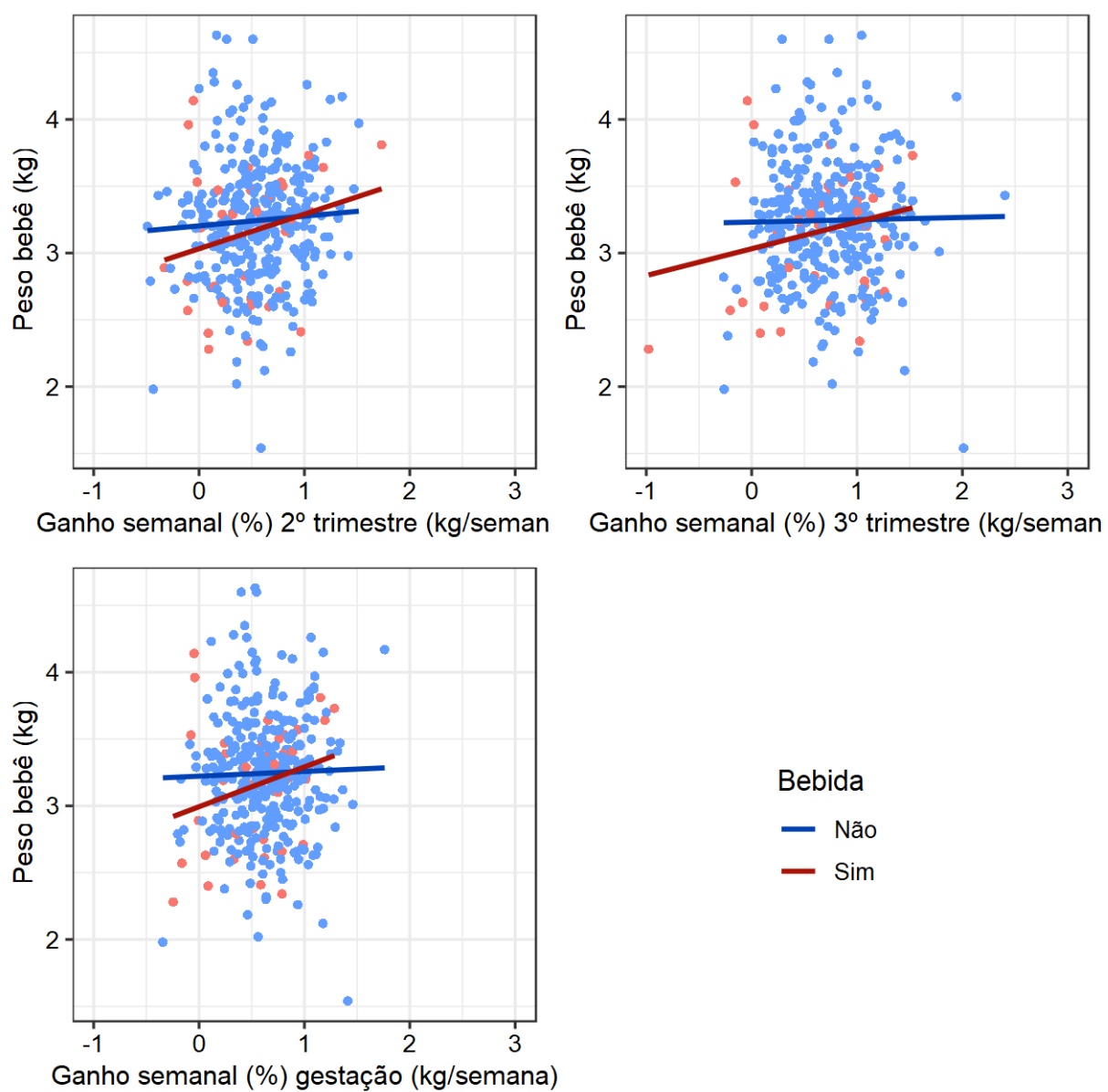


Figura B.44: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pela taxa de ganho de peso semanal da gestante e seu consumo de bebidas alcóolicas.

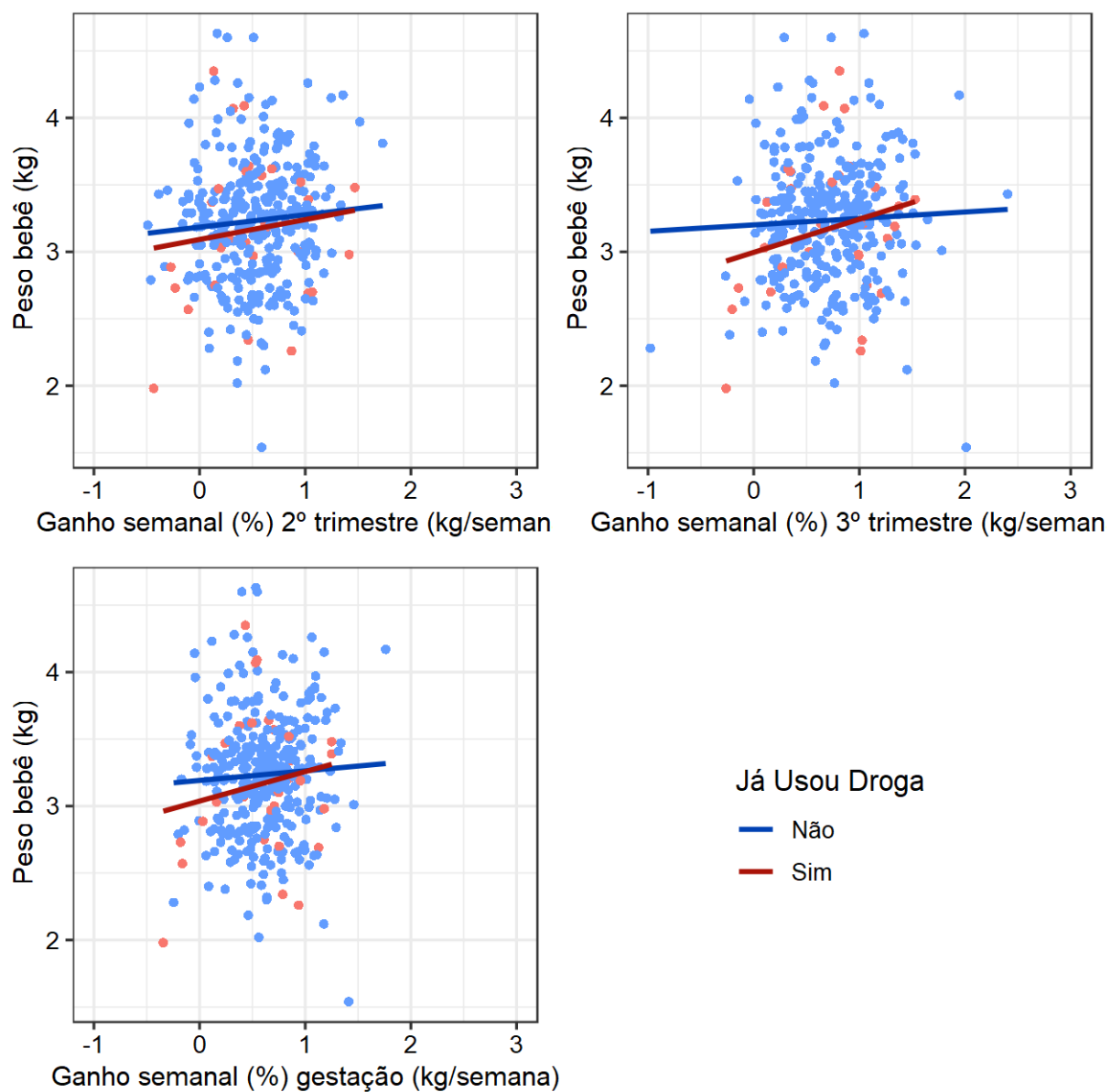


Figura B.45: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pela taxa de ganho de peso semanal da gestante e seu uso de drogas antes da atual gestação.

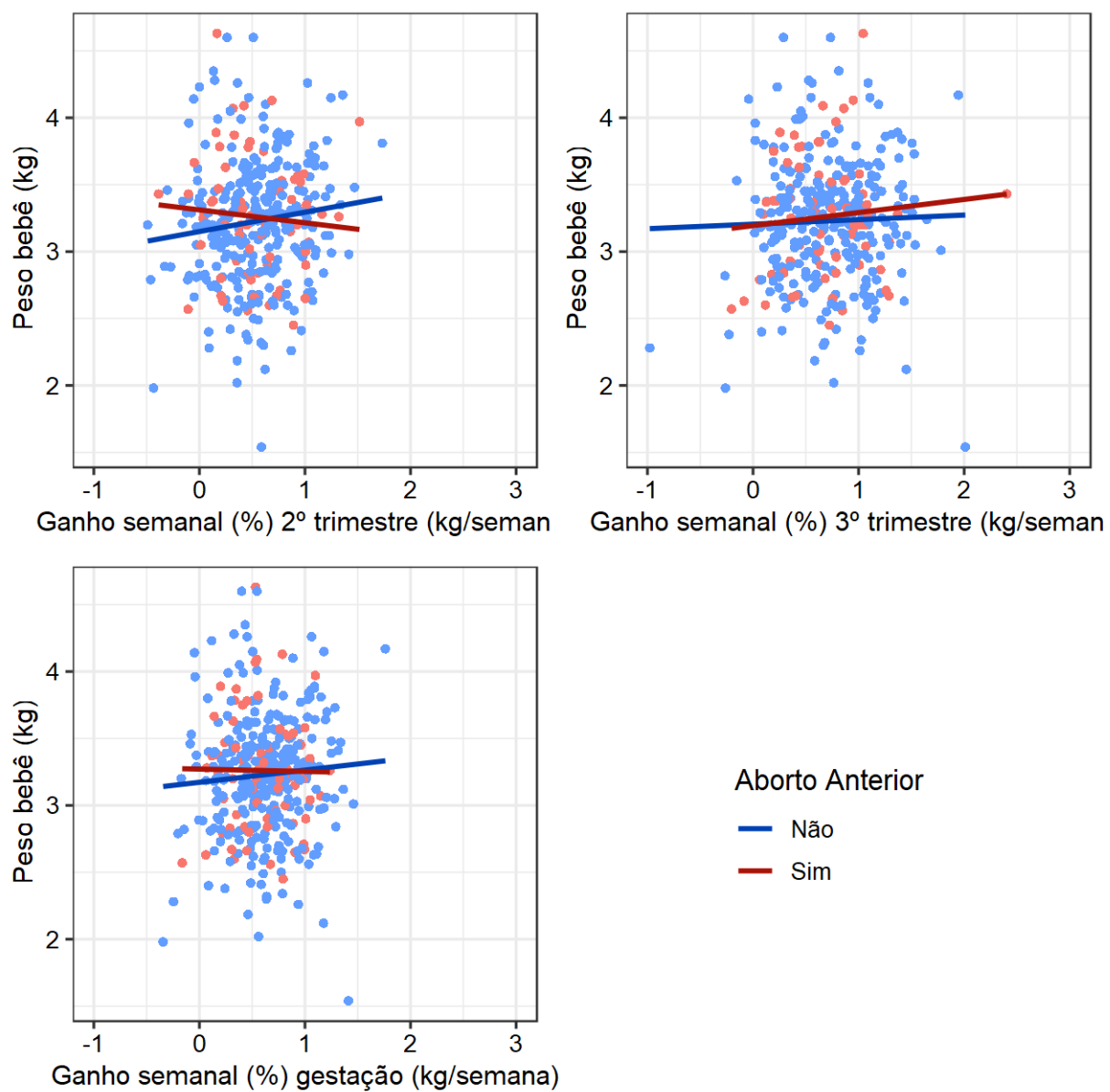


Figura B.46: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pela taxa de ganho de peso semanal da gestante e abortos anteriores.

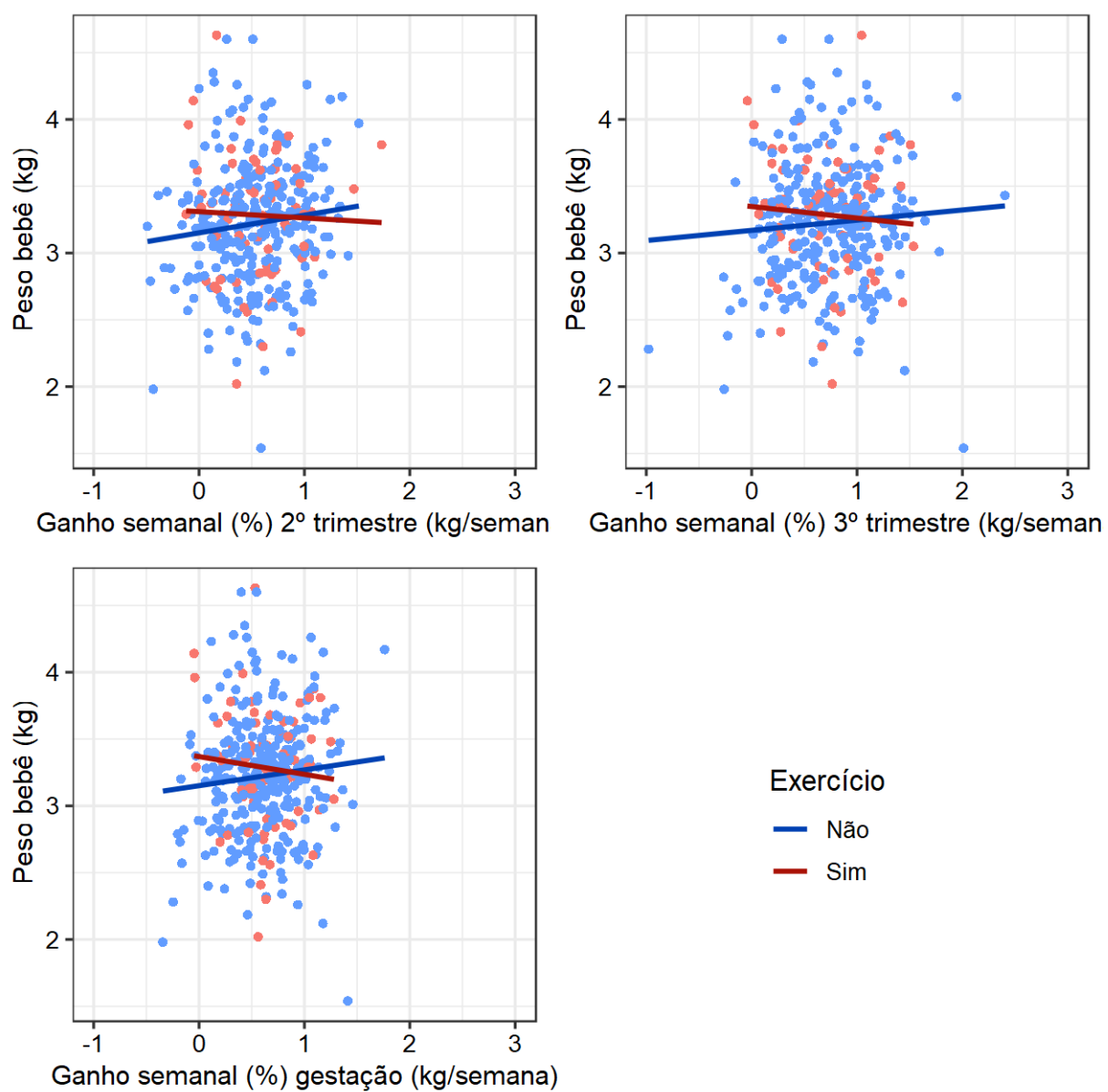


Figura B.47: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados pela taxa de ganho de peso semanal da gestante e sua prática de exercícios físicos.

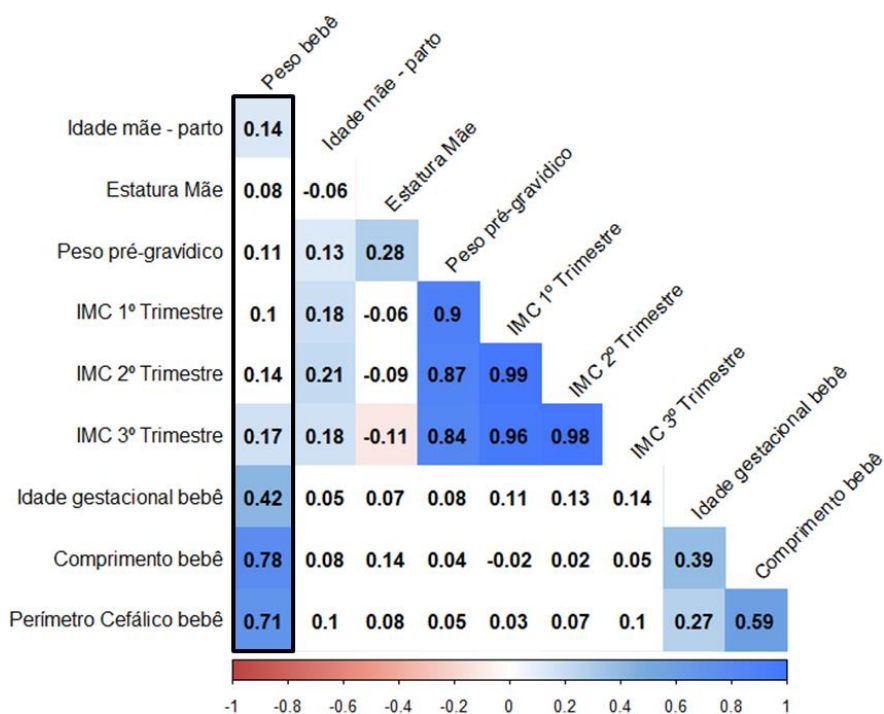


Figura B.48: Matriz de correlações 1.

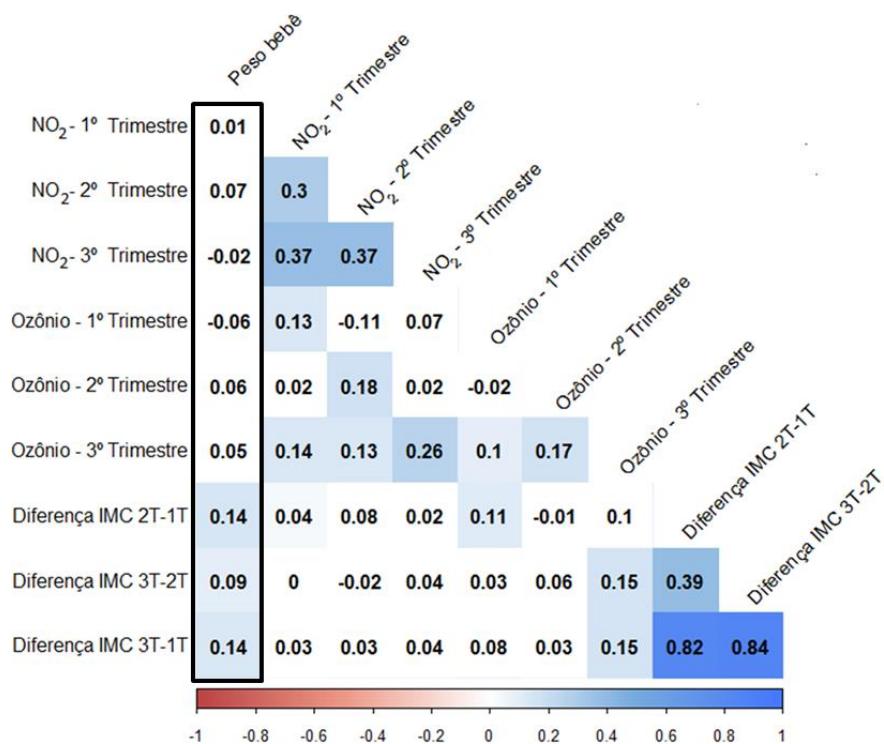


Figura B.49: Matriz de correlações 2.

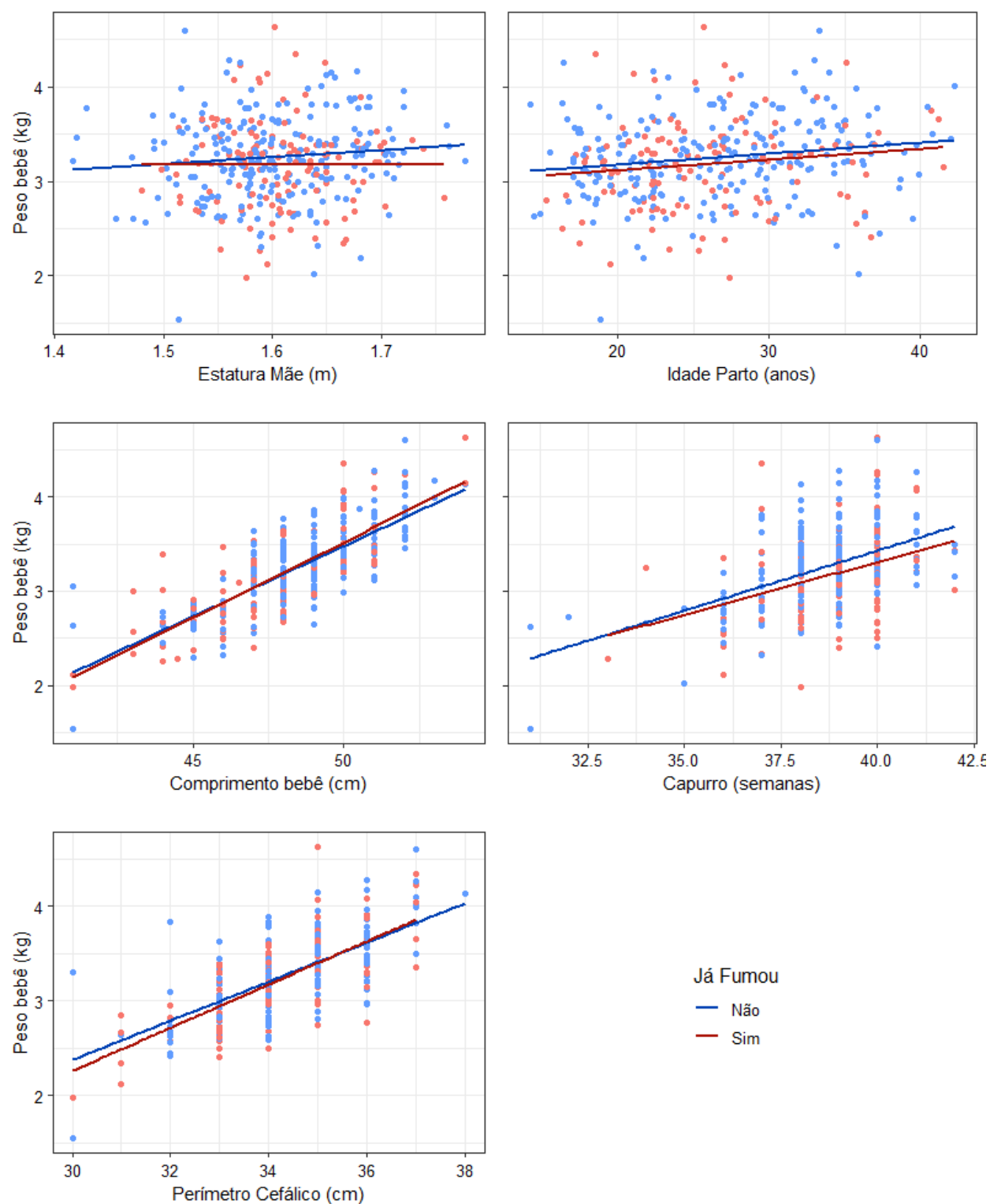


Figura B.50: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados por outros fatores e hábito de fumo da mãe antes da atual gestação.

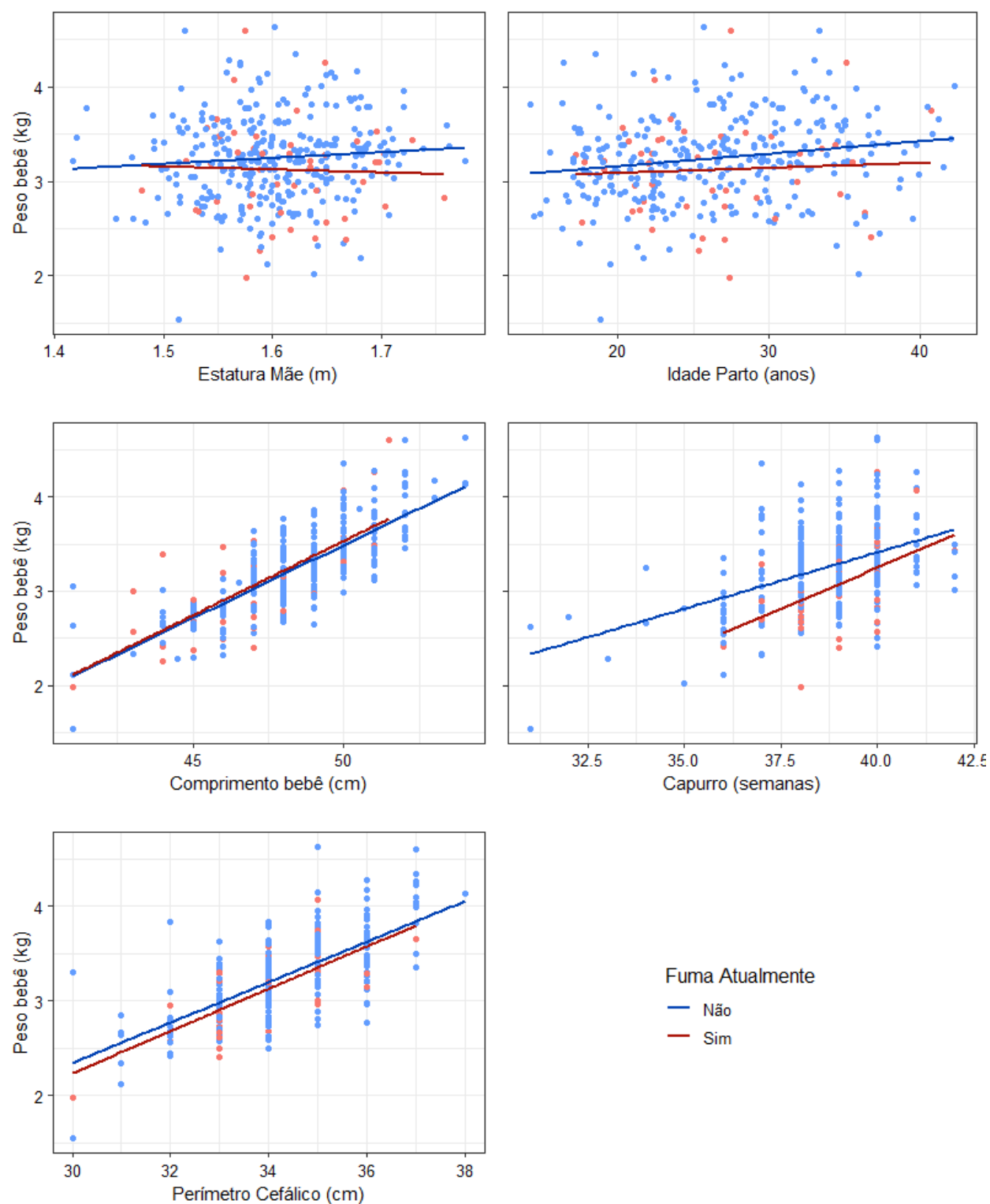


Figura B.51: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados por outros fatores e hábito de fumo da mãe durante a gestação.

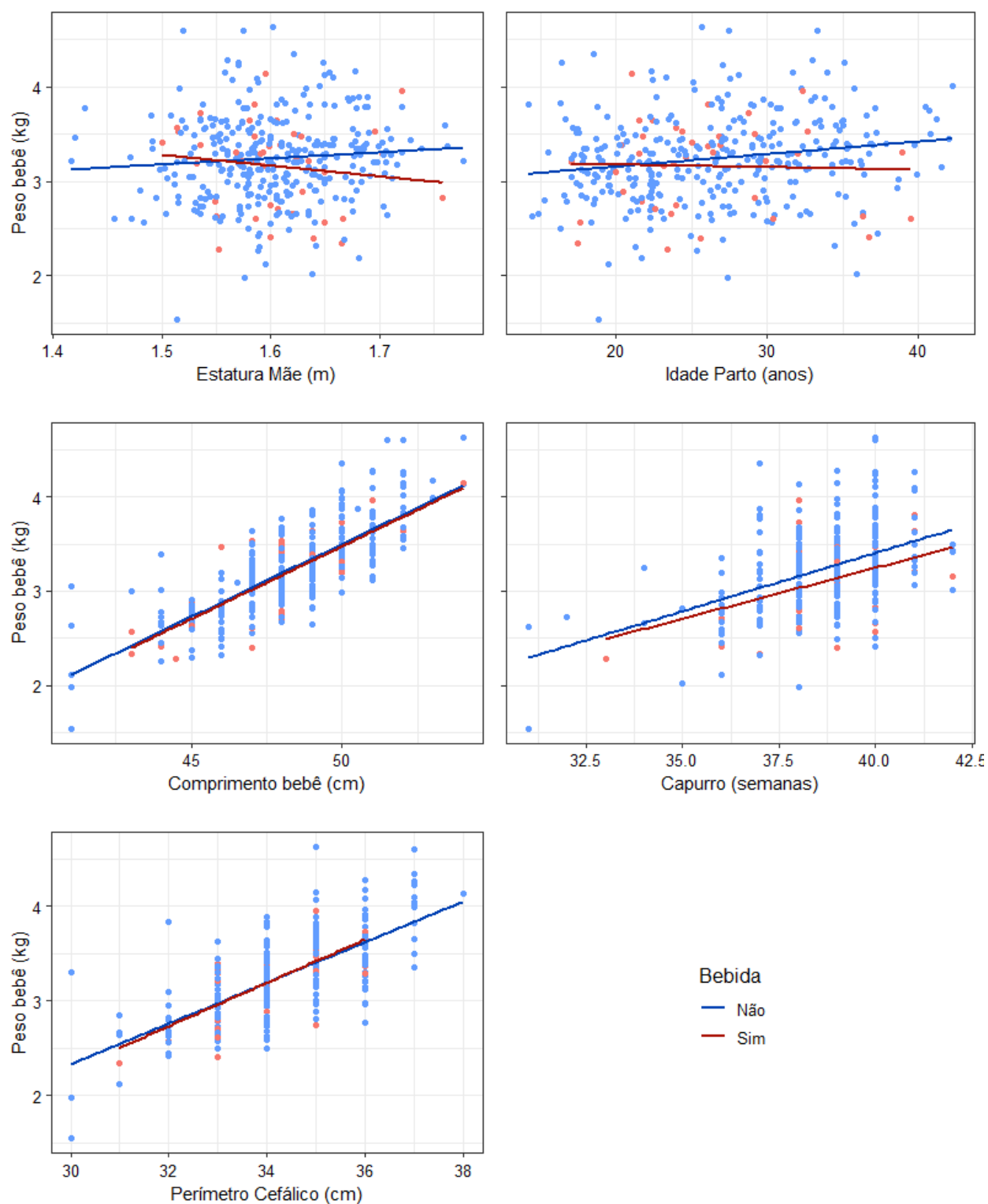


Figura B.52: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados por outros fatores e consumo de bebida alcoólica pela mãe.

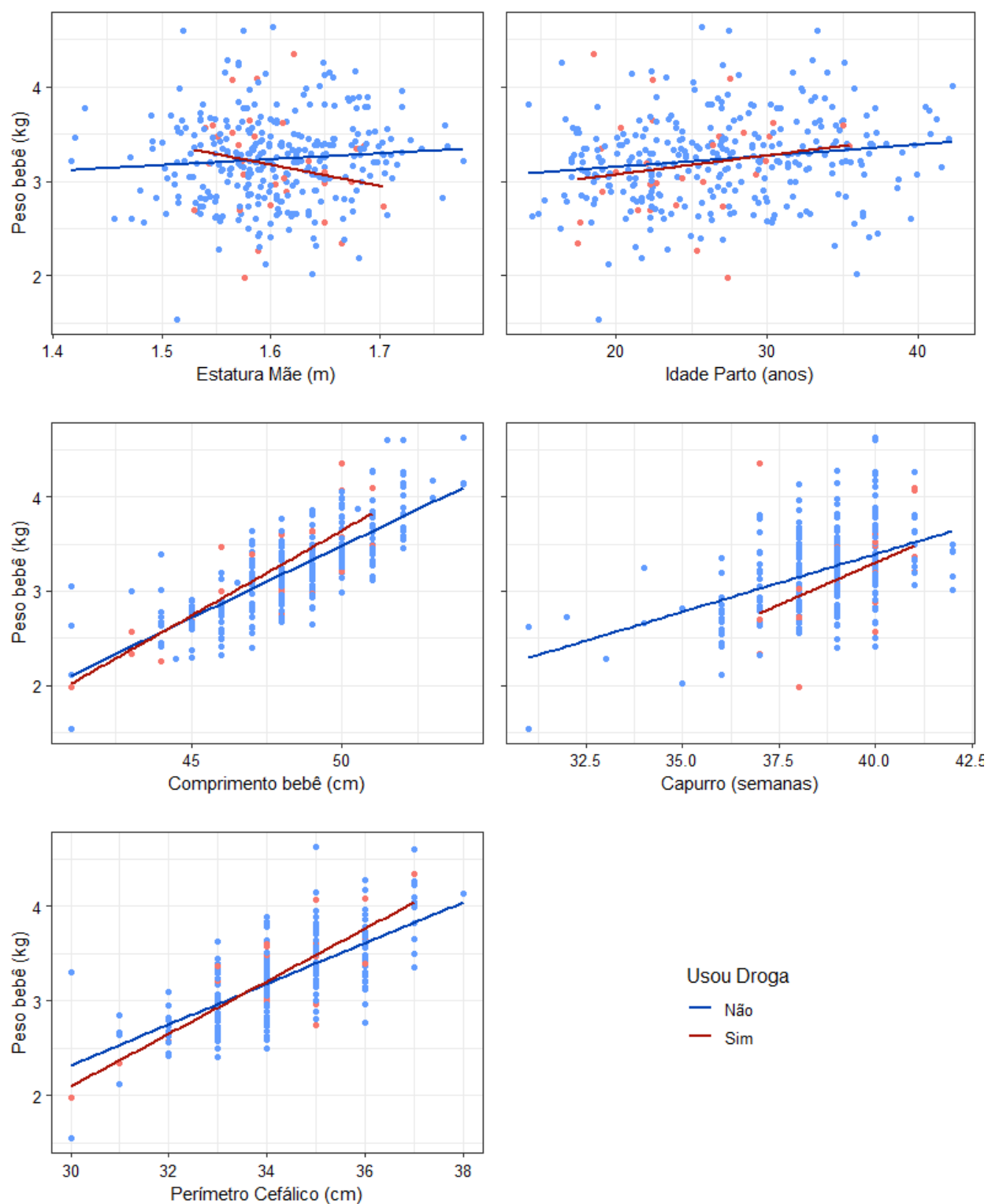


Figura B.53: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados por outros fatores e uso de drogas ilícitas antes da atual gestação.

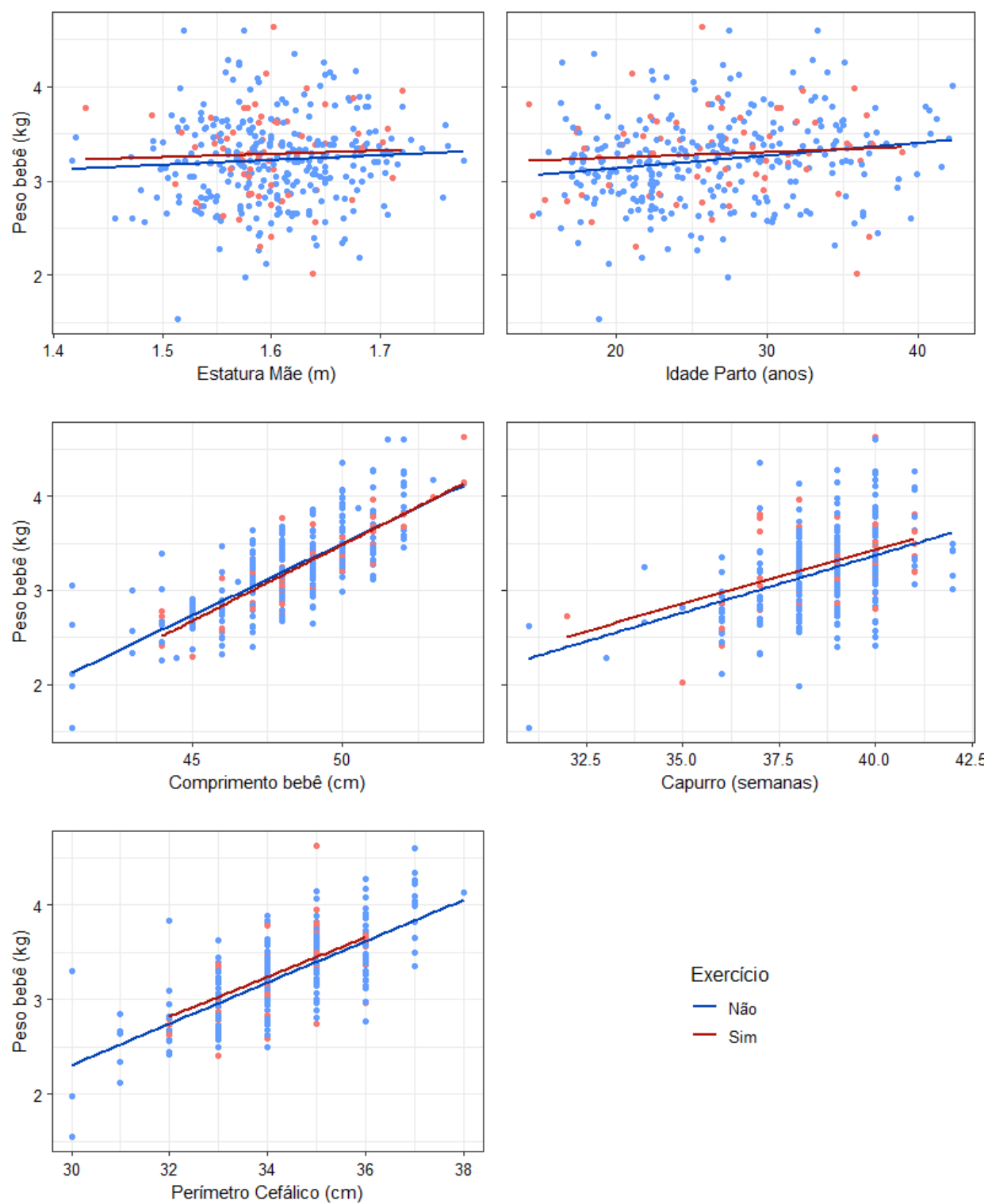


Figura B.54: Gráficos de dispersão do peso do recém-nascido, estratificados por outros fatores e prática de exercícios físicos.

APÊNDICE C: ADEQUAÇÃO DO MODELO AJUSTADO

Foi realizado um estudo para verificar se o modelo proposto apresenta algum desvio relevante para modelagem dos dados observados.

Nas Figuras C.1 a C.4 são apresentados gráficos que auxiliam na verificação de adequação do modelo ajustado. Vê-se, na Figura C.1, que a função de ligação logarítmica proposta é apropriada, já que os resíduos se apresentam aleatoriamente distribuídos, estão centrados em zero e possuem variância constante. A Figura C.2 indica que a função de ligação logarítmica é adequada, uma vez que os pontos no gráfico estão aleatoriamente distribuídos em torno da linha vermelha presente no gráfico. Na Figura C.3 nenhum resíduo está disposto após as linhas tracejadas, indicando que não há pontos influentes, isto é, pontos que influenciariam no ajuste do modelo. Já o gráfico normal de probabilidades com envelope para os componentes padronizados dos desvios apresentado na Figura C.4 indica que a distribuição gama ajusta bem os pesos dos bebês ao nascer.

O ajuste do MLG, portanto, se mostrou satisfatório e não foram observados afastamentos das suposições feitas.

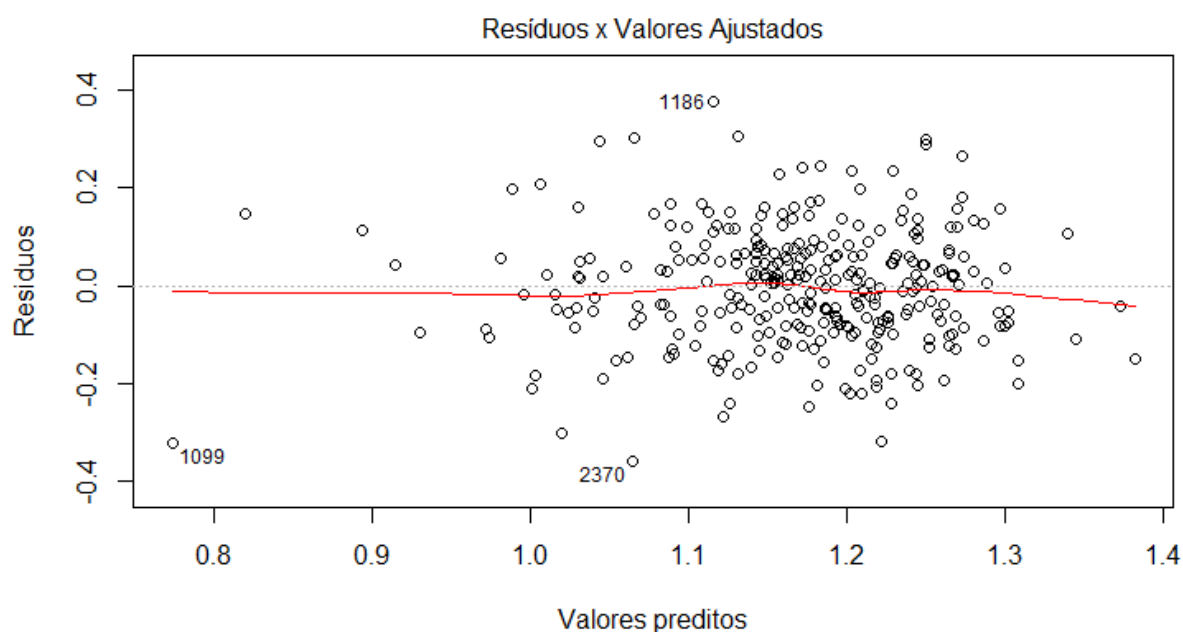


Figura C.1: Gráfico de resíduos contra valores preditos (ajustados).

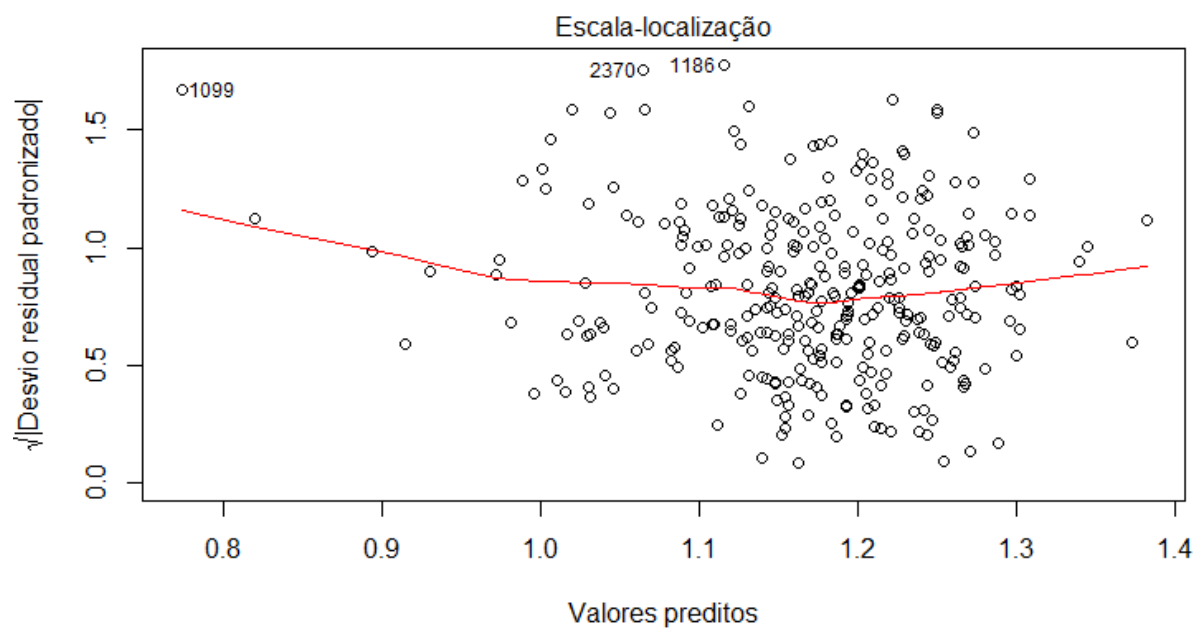


Figura C.2: Gráfico de desvio residual padronizado contra valores preditos (ajustados).

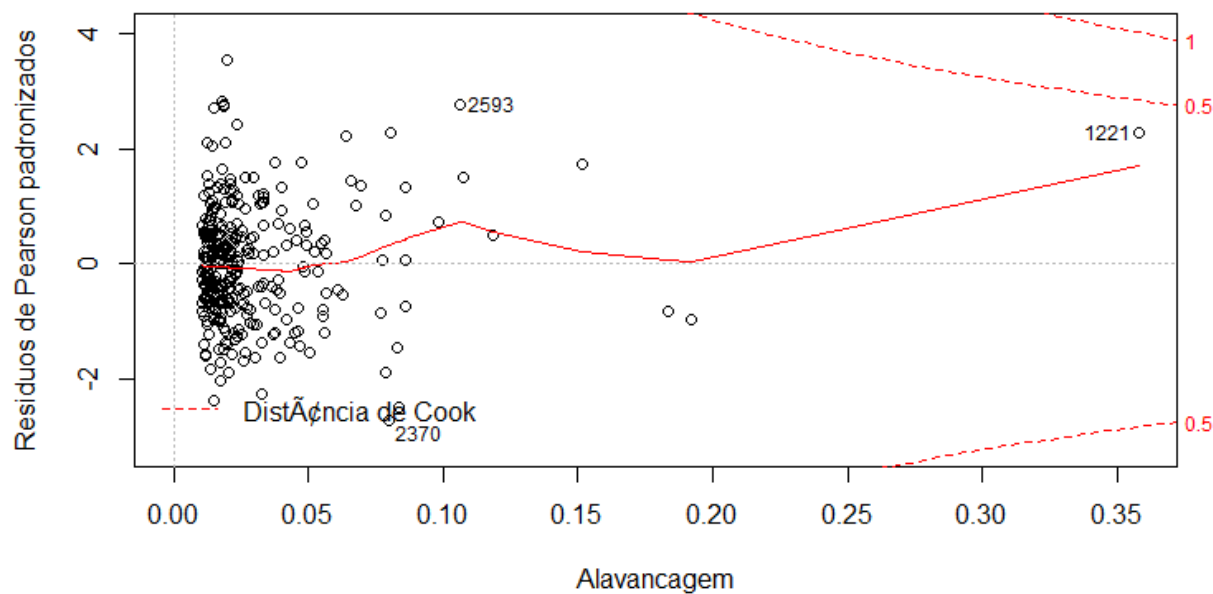


Figura C.3: Gráfico de distância de Cook.

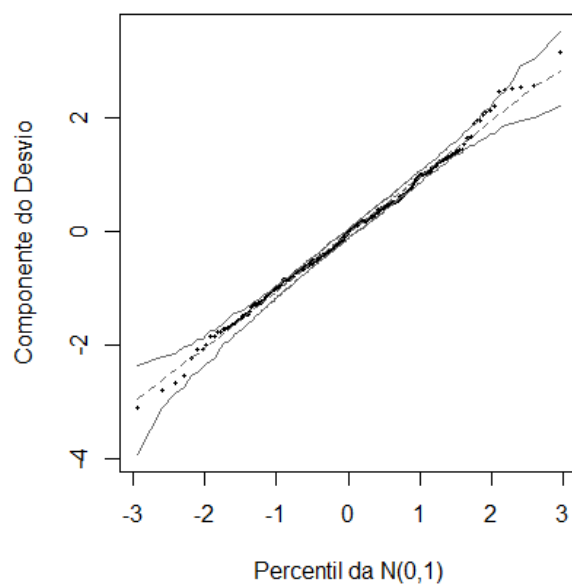


Figura C.4: Gráfico de envelope dos componentes do Desvio para o peso ao nascer.

APÊNDICE D: SIMULAÇÃO

D1. Processo da simulação

As inferências do Modelo Linear Generalizado utilizado para a análise inferencial usam teoria assintótica, ou seja, o estimador do vetor β têm distribuição Normal quando o tamanho da amostra é muito grande. O objetivo da simulação é verificar se o tamanho da amostra coletada é suficiente para essa aproximação. O modelo considerado foi:

$$\lambda = x^T \beta ,$$

com $\lambda = \log(\mu)$, sendo x o vetor com os valores observados para as covariáveis, β os coeficientes referentes às variáveis e μ o peso de nascimento do bebê. No processo da simulação somente o peso de nascimento do bebê será simulado. Será considerado o mesmo tamanho amostral do estudo e serão utilizadas no processo as mesmas variáveis definidas pela pesquisadora e descritas na subseção 4.1.

Primeiramente, considera-se que os verdadeiros valores de β são aqueles ajustados pelo modelo final (ou seja, $\hat{\beta}$). Depois, obtém-se os valores ajustados pelo modelo final e uma simulação de respostas obtidas com base nesses valores. É produzido um novo modelo com base nas respostas simuladas e nos valores observados das variáveis explicativas, gerando um novo estimador para β ($\hat{\beta}_s$). A hipótese $\hat{\beta}_s = \beta$ é testada.

Repete-se o processo descrito acima 10.000 vezes e espera-se que os valores-p encontrados para cada coeficiente tenham distribuição *Uniforme*(0,1) (distribuição Uniforme padrão).

D2. Aplicação no estudo

Os gráficos quantil-quantil da distribuição Uniforme padrão (Figura D.1) mostram que os valores-p obtidos se aproximam de uma reta, logo as simulações sugerem que os testes assintóticos têm uma boa aproximação para a distribuição limite, ou seja, as distribuições dos estimadores podem ser aproximadas por distribuições Normal.

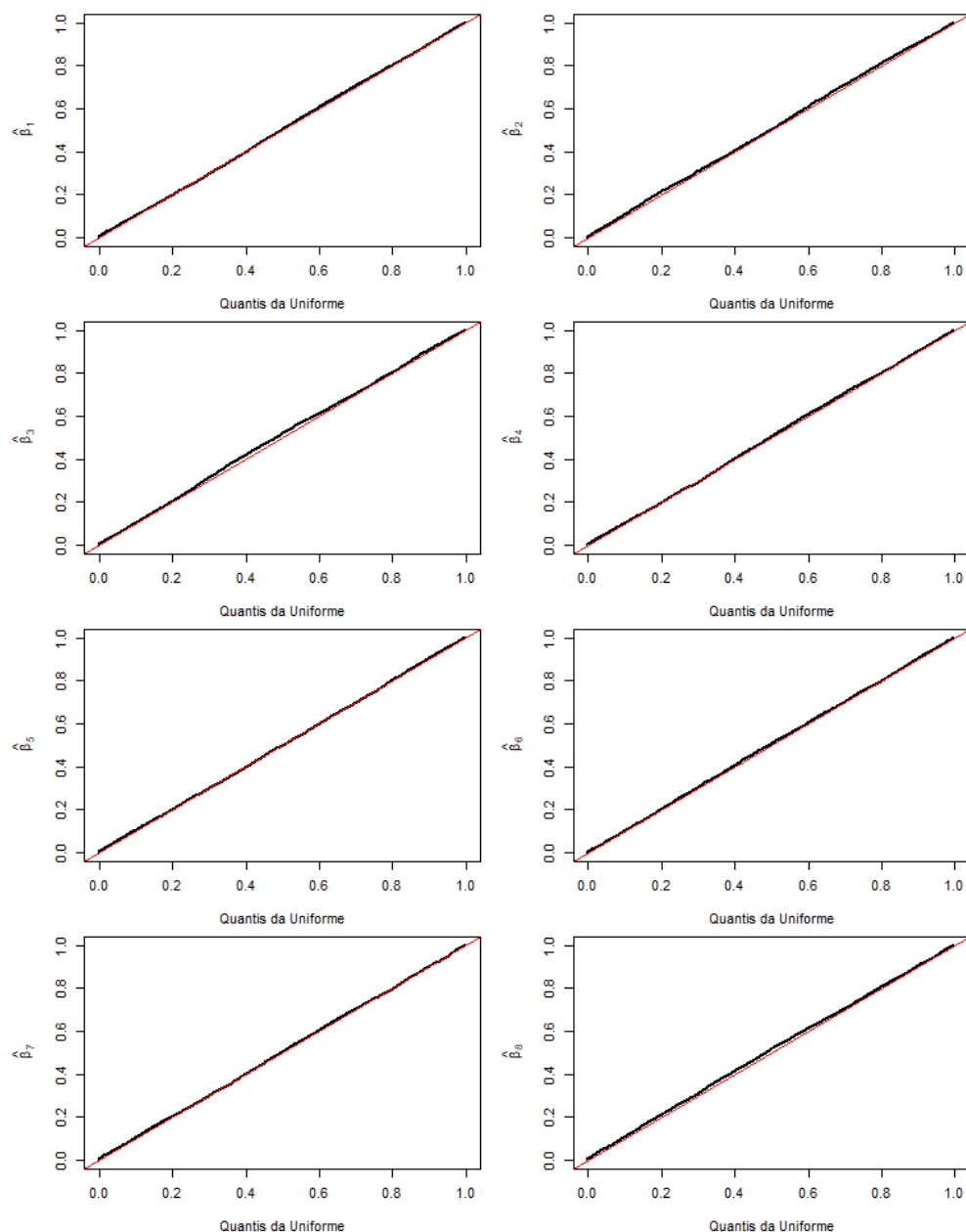


Figura D.1: Gráficos quantil-quantil da distribuição Uniforme padrão contra valores-p obtidos no processo de simulação, para cada coeficiente do Modelo Linear Generalizado proposto.