



ANÁLISE DO GANHO DE PESO EM CRIANÇAS MENORES DE SEIS MESES DE
IDADE ATENDIDAS EM UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE

Arthur Orlando Correa Schilithz

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia Biomédica.

Orientador: Flávio Fonseca Nobre

Rio de Janeiro
Dezembro de 2013

ANÁLISE DO GANHO DE PESO EM CRIANÇAS MENORES DE SEIS MESES DE
IDADE ATENDIDAS EM UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE

Arthur Orlando Correa Schilithz

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM
ENGENHARIA BIOMÉDICA.

Examinada por:

Prof. Flávio Fonseca Nobre, Ph.D.

Prof. Rosimary Terezinha de Almeida, Ph.D.

Prof. José Manoel de Seixas, D.Sc.

Prof. Rejane Sobrino Pinheiro, D.Sc.

Prof. Sonia Duarte de Azevedo Bittencourt, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
DEZEMBRO DE 2013

Schilithz, Arthur Orlando Correa

Análise do ganho de peso em crianças menores de seis meses de idade atendidas em unidades básicas de saúde/ Arthur Orlando Correa Schilithz. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

X, 107 p; 29,7 cm.

Orientador: Flávio Fonseca Nobre

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Biomédica, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 85-94.

1. Crescimento. 2. Crescimento Infantil. 3. Modelos de efeitos aleatórios 4. Redes Neurais Artificiais. 5. Mapas auto-organizáveis. 6. Aleitamento Exclusivo. I. Nobre, Flávio Fonseca. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Biomédica. III. Título.

“À **Deus**, pela inspiração e graça.

Ao meu pai **Orlando Pereira Schilithz**

e minha mãe **Lisete Correa Schilithz**

por sempre me apoiarem

com todo amor e carinho.

Aos meus irmãos **Angelica Correa Schilithz**

e **Anderson Correa Schilithz** pela ajuda e força de sempre.

À minha esposa **Talita Barbosa Braga**

por toda motivação e amor.”

Agradecimentos

À Deus primeiramente, por tudo que têm permitido ser realizado em minha vida e pela direção nesta tese.

Ao professor Flávio Fonseca Nobre pela sua orientação, por tudo que conseguimos realizar nesta tese, por cada “puxão de orelha”, por cada ajuda incontestável, por ser meu segundo pai nesta jornada, que me fez crescer não apenas academicamente, mas também como pessoa.

À professora Rosimary Teresinha de Almeida pelas sugestões, ajuda, discussões, incentivo e todo acompanhamento desde o primeiro rascunho desta tese.

À Professora Rejane Sobrino Pinheiro, pelo acompanhamento desde à qualificação, contribuindo com suas ricas sugestões e conhecimento.

Ao Professor José Manoel Seixas por participar da banca examinadora e pelas sugestões.

À Professora Sonia Duarte de Azevedo Bittencourt por participar da banca examinadora, pelas sugestões e auxílio durante minha vida acadêmica.

À Professora Silvana Granado Nogueira da Gama pelo constante incentivo desde à iniciação científica, contribuindo com sugestões, auxílio e luta pela minha vida acadêmica, demonstrando todo seu amor pelo que faz.

À Professora Pauline Lorena Kale pela orientação sempre presente, com o carinho de sempre, desde o mestrado, auxiliando em cada frase de minha longa jornada.

À Professora Valeska Lima Andreozzi pela orientação e pronta ajuda à qualquer questão técnica desta tese, não apenas em meu doutorado sanduíche, mas também à distância.

À Professora Antónia Amaral Turkman que possibilitou meus estudos na Universidade de Lisboa durante meu doutorado sanduíche e pelas aulas.

À professora Maria Salomé Cabral pelas dicas e auxílios em minhas análises durante meu estágio de doutorado sanduíche na Universidade de Lisboa.

Aos meus pais Orlando Pereira Schilithz e Lisete Correa Schilithz que sempre me incentivaram à busca incessante de conhecimento, que sempre me apoiaram em todos os momentos e nunca desistiram de seu filho doutor.

Aos meus irmãos Angelica Correa Schilithz e Anderson Correa Schilithz por todo apoio, discussões e carinho, sempre motivadores.

À minha esposa Talita Barbosa Braga que sempre me compreendeu nos momentos em que estive ausente, e que sempre me apoiou nos momentos em que estive presente, com todo amor e carinho.

Ao meu amigo e irmão Marcelo Ramos Soares pelo companheirismo, amizade e auxílio nesta jornada.

Aos meus amigos e companheiros de orientação Gleicy Macedo Amorim, Thiago Oliveira Pires e Andre Thiago Jonathas Alves pelos momentos que pudemos aprender juntos e contribuições valiosas.

À todos os meus amigos do LESS/PEB/UFRJ que tive o prazer de conviver neste período.

Aos profissionais da secretaria do PEB/UFRJ, principalmente ao Alexandre Augusto Jacobina, pela pronta ajuda de sempre, incentivo, e amizade.

À Capes e ao CNPq que pelo apoio financeiro por meio de bolsa de estudos.

À todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho, expresso meus sinceros agradecimentos.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

ANÁLISE DO GANHO DO PESO EM CRIANÇAS MENORES DE SEIS MESES DE IDADE ATENDIDAS EM UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE

Arthur Orlando Correa Schilithz

Dezembro/2013

Orientador: Flávio Fonseca Nobre.

Programa: Engenharia Biomédica

Um dos maiores desafios da literatura materno-infantil é saber quais fatores influenciam o crescimento infantil e discriminam melhor os indivíduos que teriam maiores probabilidades de ter seu ganho ponderal afetado nos primeiros meses de vida. O estudo objetiva analisar o crescimento em crianças segundo medidas repetidas e desbalanceadas de peso desde o nascimento até, no máximo, seis meses de idade incompletos, identificando àquelas com maiores probabilidades de estar sob risco nutricional. A amostra foi composta por 496 meninas e 508 meninos menores de seis meses de idade de 27 unidades básicas de saúde na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. Os dados foram coletados em entrevistas com a mãe e revisão da caderneta de saúde da criança e relacionados posteriormente com o SINASC (Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos). As variáveis associadas que melhor descreveram a variabilidade de ganho de peso das crianças foram prematuridade, sexo, paridade, tipo de parto, assistência pré-natal, aleitamento materno exclusivo e internação. Uma abordagem de aprendizagem não supervisionada, usando uma rede neural artificial do tipo SOM (*self organizing maps*) e k-médias, foi utilizada para análise de agrupamento a fim de identificar grupos de crianças com semelhanças nos indicadores selecionados. Com o uso de modelagem com efeitos aleatórios do intercepto (peso ao nascer), do tempo e da presença de aleitamento exclusivo, foi possível estimar a diferença das trajetórias de ganho de peso, bem como os fatores mais associados. Por meio do uso do SOM, foi possível discriminar as variáveis que mais influenciam no crescimento, ratificando os achados dos modelos de efeitos aleatórios. Adicionalmente, foi possível confirmar a importância do aleitamento materno exclusivo para o crescimento infantil, bem como identificar crianças com características similares ao grupo identificado de piores indicadores ao nascimento, que necessitam de uma maior atenção das políticas públicas de saúde.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

ANALYSIS OF WEIGHT GAIN IN CHILDREN UNDER SIX MONTHS OF AGE
ATTENDED IN BASIC HEALTH UNITS.

Arthur Orlando Correa Schilithz

December/2013

Advisors: Flávio Fonseca Nobre

Department: Biomedical Engineering

One of the biggest challenges of maternal and child literature is to know which factors influence the infant growth and better discriminate individuals who would most likely have affected your weight gain during the first months of life. The study aims to analyze the growth of children by repeated measurements and unbalanced weight from birth up to six months old incomplete identifying the most likely to be at nutritional risk. The sample consisted of 496 girls and 508 boys under six months of age of the 27 basic health units in the city of Rio de Janeiro, Brazil. Data were collected through interviews with the mother and revision of book of children's health and related later with SINASC (Information System live births). Associated variables that best described the variability of weight gain of children were preterm birth, sex, parity, type of delivery, prenatal care, exclusive breastfeeding and hospitalization. An unsupervised learning approach using an artificial neural network type SOM (*self-organizing maps*) and k-means was used for cluster analysis to identify groups of children with similarities in selected indicators. Using modeling with random effects in the intercept (birth weight), time and when exclusive breastfeeding, it was possible to estimate the difference of the trajectories of weight gain, as well as the factors most associated. Through the use of SOM, it was possible to discriminate the variables that most influence the growth, confirming the findings of the random effects models. Additionally, it was possible to confirm the importance of exclusive breastfeeding for infant growth, as well to identify children characteristics with similar group identified the worst indicators at birth who require more attention in public health policies.

Sumário

Capítulo I - Introdução	1
1.1. Justificativa	5
Capítulo II – Objetivo Geral	8
2.1. Objetivos específicos	8
Capítulo III - Fundamentação teórica	9
3.1 - Crescimento	9
3.1.1. Fatores associados ao crescimento	10
3.1.2. Curvas de crescimento	14
3.2- Análises de dados	16
3.2.1- Classificação e agrupamento	16
3.2.1.1. <i>Redes Neurais de Mapas Auto-Organizáveis (SOM - Self Organizing Maps)</i>	18
3.2.1.2. <i>Agrupamento utilizando K-médias</i>	21
3.2.2- Análise de dados longitudinais	23
3.2.2.1. <i>Modelos Marginais</i>	25
3.2.2.2. <i>Modelos de efeitos aleatórios</i>	27
3.2.2.3. <i>Inferência Bayesiana</i>	32
3.2.2.3.1. <i>Aproximações de Laplace completas e simplificadas</i>	34
Capítulo IV – Materiais e Métodos	38
4.1. Fonte de dados	38
4.1.1. Inquérito	38
4.1.2. SINASC (Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos)	38
4.2. Seleção dos dados	39
4.2.1. Obtenção da amostra do Inquérito	39
4.2.2. Relacionamento da base de dados com o SINASC	40
4.3. Seleção das variáveis	42

4.4. Análise Estatística	45
4.4.1. Redes Neurais Artificiais do tipo SOM	45
4.4.2. Modelos de efeitos aleatórios	47
Capítulo V - Resultados	49
5.1. Análise Exploratória de dados	49
5.2. Composição de grupos utilizando redes neurais artificiais do tipo SOM	59
5.3. Análise longitudinal dos fatores associados ao crescimento	64
Capítulo VI - Discussão	75
6.1. Considerações Finais	83
6.2. Referências Bibliográficas	85
6.2. Anexo	95

Capítulo I – Introdução

O crescimento é considerado como o aumento do tamanho corporal e, o mesmo termina, quando cessa o aumento em altura (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008). Pode-se dizer que o crescimento do ser humano é um processo dinâmico e contínuo que ocorre desde a concepção até o final da vida, considerando-se os fenômenos de substituição e regeneração de tecidos e órgãos.

O crescimento infantil, em diferentes grupos étnicos e, principalmente nos primeiros meses de vida, é determinado pelo crescimento intrauterino (MOTTA et al., 2005, STEIN et al., 2010), pelo padrão genético, pelo consumo de alimentos e por fatores culturais, ambientais e sociais (KAC et al., 2009, MOTTA et al., 2005, RIBAS et al., 2001, SPYRIDES et al., 2005a). Condições de vida desfavoráveis e sua interação com intercorrências durante a gestação apresentam-se associadas a um pior desempenho do crescimento fetal e infantil em países em desenvolvimento (ALMEIDA et al., 2002, HUI et al., 2010, VICTORA et al., 2011). Por outro lado, o rápido crescimento nos primeiros seis meses, controlado por fatores socioeconômicos e características maternas, apesar de desejável neste momento da vida quando o indivíduo nasce pequeno (CAMPBELL et al., 2012), é considerado um importante preditor de obesidade na infância (MONASTA et al., 2010, TAVERAS et al., 2009).

O monitoramento do crescimento é considerado como um dos melhores indicadores de saúde da criança, em razão de sua estreita dependência de fatores ambientais, tais como alimentação, ocorrência de doenças, cuidados gerais e de higiene, condições de habitação e saneamento básico e acesso aos serviços de saúde (ALMEIDA et al., 2002, YUNES, RONCHEZEL, 1975). Avaliação longitudinal do crescimento permite detectar mudanças de sua velocidade, sendo o ganho de peso um importante marcador nutricional na infância (ADAIR et al., 2009, DE ONIS et al.,

2009). Os índices antropométricos (combinação de duas das seguintes variáveis, peso, comprimento e idade) são preconizados para a avaliação nutricional de crianças até dois anos (SISVAN, 2008).

Vários gráficos têm sido desenvolvidos ao longo dos anos a fim de monitorar cada fase do crescimento infantil (HAMILL et al., 1979, KUCZMARSKI et al., 2002). Em 2006, a Organização Mundial da Saúde (OMS) desenvolveu um gráfico de crescimento utilizando a informação dos cinco continentes por meio de um estudo multicêntrico com crianças de zero a cinco anos, independentemente da origem étnica, situação socioeconômica, ou tipo de alimento. Este estudo multicêntrico incluiu informações coletadas no Brasil, representando as crianças na América Latina. Curvas de crescimento são utilizadas principalmente para monitorar e avaliar a saúde e o desenvolvimento das crianças e dos bebês, e são conhecidas por identificar as deficiências nutricionais com melhor custo-benefício. As relações entre os indicadores socioeconômicos, características maternas e de assistência pré-natal com atrasos no desenvolvimento, incluindo o crescimento físico, são na maioria das vezes intermediada pela má nutrição (HALPERN et al., 2008, MONTEIRO et al., 2000). Assim, o crescimento, que é uma *proxy* para o estado nutricional, está correlacionado com a situação socioeconômica, os indicadores maternos e os cuidados pré-natais.

Em um estudo recente, Kerac *et al.* (2011) relata a importância de identificar crianças de até seis meses de idade com baixo peso e muito baixo peso para idade (peso < -2 desvios padrões), utilizando a curva de padrão de peso por idade (WHO, 2006) que são mais prevalentes em países em desenvolvimento e são pouco estudadas. Identificar e solucionar previamente intercorrências que possam ocorrer durante o ganho de peso ao longo dos primeiros meses de vida pode ajudar a evitar problemas futuros de saúde (BARKER, OSMOND, 1986, BARKER, 1995, KRISTENSEN et al., 2004, LANGLEY-EVANS, 2007). Barker e colaboradores (BARKER et al., 2005) ressaltam que para se entender cada etapa do desenvolvimento da criança nos primeiros anos de vida, é imprescindível considerar

todas as intercorrências ocorridas em cada momento da trajetória de crescimento. Padrões atípicos nestas trajetórias podem caracterizar as crianças que estão em risco nutricional, bem como a identificação dessas crianças pode ajudar a prevenir o crescimento inadequado.

Uma das formas de identificar crianças com maiores probabilidades de estar sob risco nutricional é por meio da caracterização dos fatores associados à evolução ponderal. Estudos epidemiológicos sobre crescimento infantil devem considerar o máximo de observações na evolução do indicador de crescimento no tempo, sendo adequado o uso de técnicas de análise de medidas repetidas, ou de dados longitudinais (KAC et al., 2009, ZEGER, LIANG, 1986).

Quando o objetivo é comparar apenas a diferença destes padrões ao longo do tempo, o uso da ANOVA (análise de variância) e suas derivações para medidas repetidas é o mais utilizado na literatura (AZEVEDO et al., 2004, BERRY et al., 1997). Chambers *et al.* (1999), com o intuito de avaliar o efeito de um medicamento antidepressivo utilizado para tratamento da depressão pós-parto (fluoxetina) no ganho de peso infantil, utilizou ANCOVA (Análise de covariância) para medidas repetidas encontrando diferenças na evolução ponderal entre os grupos estudados. Entretanto, para realizar as análises, um significativo percentual de dados relativos às mulheres estudadas teve de ser desconsiderados da análise por conta da descontinuidade do aleitamento (censuras) ou devido à falta de dados em covariáveis do estudo (*missing data*), fenômeno comum encontrado em estudos observacionais. Quando se deseja mais do que verificar diferenças entre os padrões de curvas de um particular evento ou característica, mas, além disto, incorporar fatores a ele associados, uma das técnicas de tratamento de dados longitudinais mais utilizadas é a de modelos de efeitos aleatórios (mistos ou multiníveis), onde a estimativa da variável tempo é considerada como um dos níveis do modelo (GOLDSTEIN, 1995). Esta técnica permite quantificar o tempo com intervalos diferentes, porque, ao pressupor que os níveis de dados dos

indivíduos variam ao longo do tempo, podemos considerá-lo como um efeito aleatório, ou seja, uma curva estimada para cada criança ou grupo de crianças.

A maioria dos estudos que investigam o crescimento infantil avalia a sua insuficiência e fatores relacionados simplesmente pela caracterização de alterações no ganho de peso ou pela comparação do crescimento em crianças com gráficos padrão (ENGBRETSSEN et al., 2008, MONTEIRO et al., 2010). Um estudo recente, que avaliou o potencial de programas de nutrição direcionados geograficamente para reduzir o número de crianças em risco nutricional concluiu que o estado nutricional infantil é determinado por fatores individuais e domésticos (FENN et al., 2004). O estudo sugeriu que novas intervenções com foco nas necessidades individuais são necessárias. Fatores de risco nutricionais tendem a se agrupar em indivíduos e identificar precocemente quais crianças estarão sob risco. Em função de fatores como indicadores socioeconômicos, indicadores maternos e cuidados pré-natal pode ajudar a desenvolver diretrizes assistenciais e medidas preventivas mais efetivas. Uma abordagem para a identificação de grupos de crianças com fatores de risco semelhantes é a utilização de técnicas de agrupamento.

As técnicas de agrupamento são baseadas na ideia de que as crianças que possuem fatores de risco semelhantes devem apresentar padrões de crescimento semelhantes. Essa relação permite a possibilidade de que mais de um padrão de crescimento infantil seja estabelecido e associado a diferentes perfis de indicadores maternos e socioeconômicos.

Dentre as técnicas de agrupamento disponíveis, a rede de Kohonen (1990), que é uma rede neural artificial não supervisionada, também conhecida como mapa auto-organizado (SOM – do inglês *self-organizing map*), é reconhecida como eficaz, devido à sua capacidade de visualização de dados multidimensionais numa baixa dimensão espacial e por extrair as características essenciais de um conjunto de dados complexo, por meio da geração de vetores representativos das características dos dados protótipos. Esta técnica tem sido amplamente utilizada em problemas de

reconhecimento de padrões em engenharia, e, mais recentemente, tem recebido atenção no campo da epidemiologia, com aplicações que envolvem grupos de pacientes com doenças infecciosas, como a dengue (FAISAL et al., 2010), e pacientes com doenças crônicas (MARKEY et al., 2003, SORIA et al., 2010, VALKONEN et al., 2002).

1.1. Justificativa

São consideradas em risco nutricional as crianças quando a relação peso/idade está situada abaixo de -2 z scores ou percentil 3, de acordo com as informações relacionadas de peso e idade segundo a curva padrão da OMS, contida na caderneta de saúde da criança, utilizada na rotina dos serviços de saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).

Uma vez que o crescimento infantil, em diferentes populações, possui comportamento diferente, ao longo dos anos tem havido uma tradição de construção de referências de crescimento que visam populações-alvo específicas. Com a elaboração do conjunto de curvas de medidas antropométricas realizado pela OMS em 2006, a recomendação foi utilizá-lo em qualquer população, pois, principalmente nos primeiros seis meses, o crescimento seria igual para todas as crianças, independentemente de classe social ou país (VICTORA et al., 2011). Entretanto, há uma significativa prevalência de crianças em risco nutricional nesta faixa de idade, principalmente em países em desenvolvimento, e uma escassez de informações sobre estas crianças (JÚLÍUSSON et al., 2011, KERAC et al., 2011). Os motivos de uma criança estar com risco nutricional podem variar dependendo da curva padrão utilizada. Kerac (2011) e Juliusson (2011) relatam em seus estudos que quando se utiliza a curva padrão da OMS para identificar as crianças com risco nutricional, um número maior destas possui doenças nutricionais mais graves, como emagrecimento

grave, quando comparadas às outras crianças identificadas segundo curvas padrão locais, sugerindo uma diferença relevante de fatores associados à criança estar abaixo de -2 desvios padrões. Daí a importância de identificar os padrões de crescimento infantil levando em consideração características ambientais, maternas e da criança.

Em análises sobre crescimento ponderal infantil, o desafio normalmente encontrado na literatura é de conseguir estimar seus diferentes padrões, de acordo com as características de cada população estudada (FISHER et al., 2006, TANAKA et al., 1977). Tanaka *et al.* (1977) relatam, no final dos anos 70, que a desnutrição dos recém-nascidos aparece como fator determinante para as diferenças entre os padrões de crescimento em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Victora *et al.* (2012) relatam que atualmente o problema nutricional não está apenas do que diz respeito à desnutrição, mas no risco de obesidade. As crianças que vivem em países em desenvolvimento estão mais condicionadas a várias desvantagens, incluindo a de ter uma alta prevalência de doenças, desfechos adversos ao nascimento (baixo peso ao nascer, prematuridade, etc) e viver em condições socioeconômicas desfavoráveis (LIPMAN et al., 1994). Esta cadeia de eventos negativos significa que estas crianças são mais propensas a apresentar alterações do crescimento e desenvolvimento. Por isso que existe a necessidade de monitorar não apenas as medidas de peso, mas identificar as características das crianças mais propícias ao risco nutricional.

Outro desafio encontrado na literatura para estimar os diferentes padrões de crescimento é conseguir utilizar todas as observações repetidas disponíveis no tempo. Para estimar e compreender os diferentes padrões de crescimento de forma mais adequada, seria interessante que a técnica a ser empregada possibilitasse utilizar todas as variáveis disponíveis, inclusive para os casos que possuem censuras, a fim de minimizar erros inferenciais (HEITJAN, MANNI & SANTEN, 1993).

Um dos principais pontos fortes da análise de medidas repetidas é que torna o experimento mais eficiente, pois ajuda a manter a baixa variabilidade. Isso acontece porque um estudo longitudinal possui muitas vantagens em relação a tamanho da

amostra – devido à repetição das observações - e, conseqüentemente, o poder do estudo. Tal fato ajuda a manter o erro padrão associado baixo, com o mesmo número de indivíduos (HEDEKER, GIBBONS, 2006). Entretanto, algumas técnicas para tratamento de dados longitudinais têm como pressuposto a equidistância entre os tempos das observações repetidas, enquanto outras análises não permitem censuras ou número diferentes de medidas repetidas por indivíduo (GOLDSTEIN, 1995).

Devido a importância de encontrar grupos de crianças em diferentes níveis de risco nutricional, o presente estudo apresenta a utilização de uma técnica de reconhecimento de grupos, a fim de sugerir o direcionamento de políticas públicas para intervenção precoce destas crianças. Adicionalmente, um fator relevante para a área biomédica é o fato de utilizar dados com medidas repetidas e desbalanceadas para análise de dados longitudinais, possibilitando uma análise simples e completa dos efeitos médios e individuais do desfecho em questão.

Capítulo II – Objetivo Geral

Analisar a associação de fatores ambientais, de assistência pré-natal, socioeconômicos e características maternas e da criança com o ganho de peso de crianças de 0 a 6 meses de idade atendidas em unidades básicas de saúde (UBS) do município do Rio de Janeiro, no ano de 2007.

2.1. Objetivos específicos

1. Descrever a distribuição de peso ao nascer e o peso por idade até o 6^o mês de vida incompleto de crianças atendidas em UBS;
2. Identificar grupos de crianças com risco nutricional similar, com ênfase no crescimento, em função de fatores ambientais, de assistência pré-natal, socioeconômicos e características maternas e da criança, e nos primeiros seis meses de vida por meio de redes neurais artificiais do tipo SOM;
3. Modelar os fatores determinantes do crescimento ao longo do tempo utilizando medidas repetidas e desbalanceadas de peso desde o nascimento até no máximo seis meses de idade incompletos utilizando modelo de regressão de efeitos aleatórios aplicando métodos de estimação bayesiana empírica (BLUP) e aproximações de Laplace completas e simplificadas (INLA).

Capítulo III - Fundamentação teórica

3.1 - Crescimento

O crescimento infantil é visto atualmente como a característica que melhor reflete o quadro nutricional de uma criança (ROMANI, LIRA, 2004). Os fatores que determinam o crescimento infantil são compostos pela expressão genética, proveniente da hereditariedade (potencial genético ou fatores intrínsecos) e pelos fatores ambientais (ou extrínsecos), como por exemplo, condições socioeconômicas, culturais, demográficas, alimentação e estado de saúde (KARLBERG et al., 1994, WOLANSKI, 1970). A interação entre estes dois conjuntos de fatores resulta no incremento ou supressão do crescimento infantil, permitindo uma maior ou menor expressão do potencial genético (POSADA et al., 1987). Esta interação indica que um indivíduo, que vivendo em um ambiente satisfatório, tem a possibilidade de expressar o máximo de seu potencial de crescimento determinado pelas características hereditárias (WOLANSKI, 1970).

A situação oposta ocorre quando diferentes populações apresentam mesmas condições ambientais, tendem a apresentar curvas de crescimento semelhantes, reforçando que as influências ambientais são determinantes para o crescimento infantil (ROMANI, LIRA, 2004). Em decorrência deste fenômeno, muitos autores colocam como um desafio importante investigar os fatores ambientais associados com ganho de peso, a fim de tê-los como medida indireta de monitoramento do crescimento infantil (KARLBERG et al., 1994, SPYRIDES et al., 2005a).

Verificando as condições nutricionais e medidas de crescimento infantil em diversos países, foi observado que crianças que vivem em países em desenvolvimento possuem *déficit* de altura e peso, sugerindo que fatores ambientais, em particular, as

condições socioeconômicas, influenciam negativamente o crescimento da criança (DE ONIS et al., 2004).

Considerando que fatores ambientais influenciam o crescimento de criança, faz-se necessária uma investigação mais aprofundada dos fatores associados ao crescimento e a magnitude de cada efeito mediante o aumento de peso ao longo do tempo.

3.1.1. Fatores associados ao crescimento

Para entender as diversas causas do processo de crescimento infantil, há a necessidade de considerá-lo em função de variáveis biológicas, tais como sexo, peso e comprimento ao nascer; socioeconômicas, tais como renda, ocupação e saneamento; e de assistência ao pré-natal, dentre outras. Estudos sobre crescimento infantil fundamentados na investigação da combinação destes fatores têm servido de base para políticas de saúde voltadas para o combate ao *déficit* nutricional (COSTA, DE FRIAS, 2009, MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002, MONTEIRO et al., 2000).

Um dos fatores que mais indica o estado nutricional no momento do nascimento é o peso ao nascer. Quando a criança apresenta um peso inferior a 2.500g (baixo peso ao nascer), constitui fator de risco para um posterior retardo de crescimento (AMIGO et al., 2005), além de possuir maiores riscos de contraírem doenças agudas e infecciosas, dentre elas diarreia e doenças respiratórias (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

As condições socioeconômicas, representadas pela renda familiar e outros indicadores como escolaridade materna, tipo de moradia e bens de consumo, são fatores que podem refletir direta ou indiretamente o estado de saúde da criança e seu respectivo quadro nutricional (ANDRADE et al., 2004). Monteiro *et al.* (2000), utilizando dados da cidade de São Paulo, de 1984 até 1996, confirma a importância do

nível de instrução do chefe da família e renda familiar sobre o estado nutricional das crianças, mostrando que a assistência de puericultura declina após o primeiro ano de vida da criança no menor estrato de renda. Estes fatores também foram relacionados significativamente com o crescimento intrauterino restrito e apresentaram uma relação inversamente proporcional, onde, mesmo havendo um decréscimo ao longo do tempo, permaneceu mais prevalente em famílias mais pobres (HORTA et al., 1996).

Os fatores que descrevem o ambiente domiciliar representam um conjunto de causas intermediárias que influenciam no crescimento infantil. Número de cômodos por pessoa, número de bens no domicílio e destino sanitário dado ao lixo são algumas das variáveis descritas como fatores diretamente associados com o crescimento nos primeiros anos de vida (ASHWORTH et al., 1997, VICTORA et al., 1986).

Ao que se refere à assistência pré-natal, o Ministério da Saúde recomenda seu início no primeiro trimestre da gestação e um número mínimo de cinco consultas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002). Uma boa assistência pré-natal (PN) contribui não apenas para diminuir as taxas de crescimento intrauterino restrito, mas também auxilia a mãe em práticas futuras de acompanhamento do crescimento e desenvolvimento infantil (MONTEIRO et al., 2000). Para entender melhor esta realidade no Brasil, Leal e colaboradores utilizou um índice desenvolvido por Kotelchuck (KOTELCHUCK, 1994) para avaliar a qualidade do pré-natal em gestantes, porém incorporando a possibilidade de calcular a opção de não ter feito pré-natal, situação que ainda existe em países em desenvolvimento (LEAL et al., 2004).

Em relação às práticas maternas após o parto, o aleitamento materno é importante para o crescimento e desenvolvimento das crianças, e é recomendado que seja mantido durante os primeiros seis meses de vida dos lactentes e que esses devam ser alimentados exclusivamente do leite materno (WHO, 1991, LONGO et al., 2005, MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002, SPYRIDES et al., 2005a). Romani e Lira (2004), fazendo uma revisão da literatura acerca dos determinantes do crescimento infantil nos países em desenvolvimento, relata que muitas crianças deixam a faixa

eutrófica de crescimento por volta de quatro a seis meses de idade, quando o aleitamento materno começa a ser substituído por alimentos com menor valor nutricional e, por vezes, contaminados. Em decorrência desta prática, as crianças ficam mais expostas a infecções, principalmente as diarreias.

Intercorrências mais graves que levam à internação hospitalar durante os primeiros meses de vida podem afetar no crescimento ponderal da criança, possibilitando uma mudança na trajetória de crescimento (KALE et al., 2004). Victora *et al.* (2001), em seu estudo, verificou que crianças que apresentaram um ganho de peso acelerado apresentaram menores chances de ter internações hospitalares, reiterando a importância da pronta manutenção da curva de crescimento. Em outras palavras, é desejável que a criança, mesmo que tenha nascido pequena ou tenha tido alguma internação hospitalar, retome sua trajetória eutrófica de ganho de seu peso o mais breve possível.

Uma ilustração dos fatores associados ao crescimento pode ser observada na Figura 2.1. Os fatores socioeconômicos e características maternas aparecem associados ao peso ao nascer, interpretado como uma *proxy* do crescimento restrito intrauterino (CRIU) (BARKER, 1995), revelando a influência e a importância do mesmo para o crescimento infantil, atuando tanto como desfecho, quanto intermediador. O potencial genético do indivíduo apresenta influência sobre peso ao nascer, como também se encontra associado ao crescimento infantil. Completando o modelo teórico, aparecem as características e cuidados ao recém-nascido (RN), associadas diretamente ao seu crescimento.

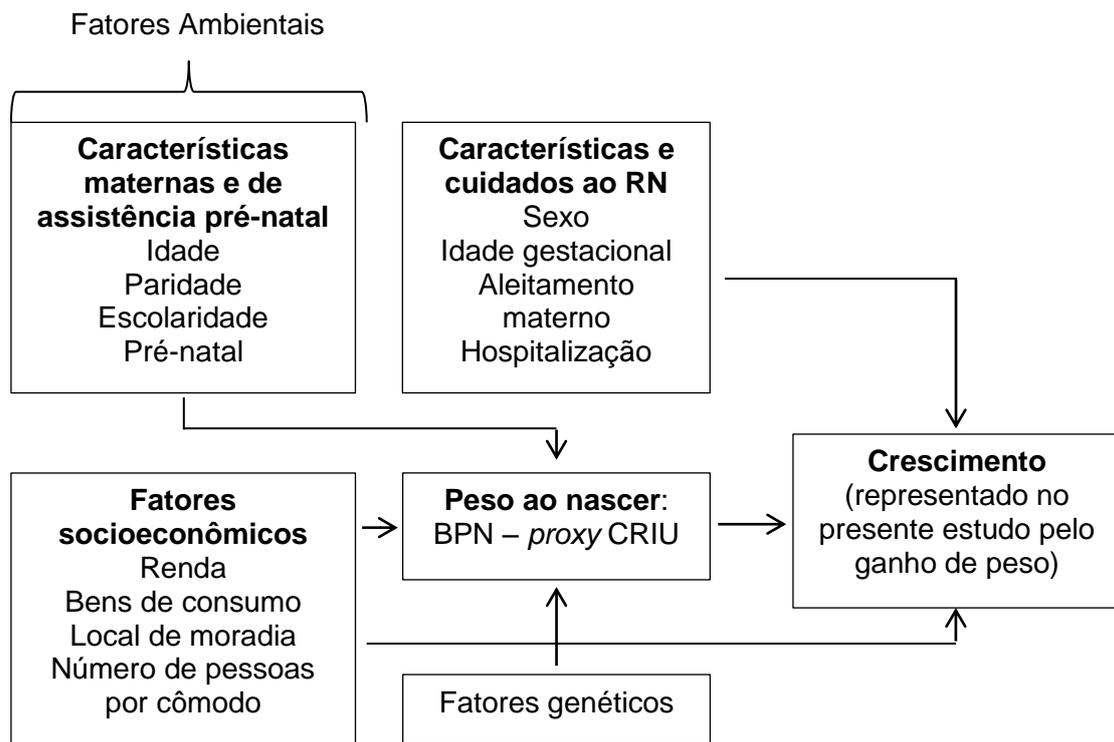


Figura 3.1. Modelo teórico da influência dos fatores associados ao crescimento.

Investigando todos os fatores que podem influenciar no crescimento infantil, recentemente têm-se estudado as repercussões que o curso de crescimento pode acarretar em longo prazo (BARKER, OSMOND, 1986, ERIKSSON et al., 2001). Estudos recentes sugerem que o rápido crescimento pós-natal dos recém-nascidos (RN) está associado com um risco aumentado para a obesidade, diabetes, hipertensão, doenças cardiovasculares e osteoporose mais tarde na vida (BARKER, OSMOND, 1986, MARTINS, CARVALHO, 2006).

3.1.2. *Curvas de crescimento*

A antropometria é uma ferramenta extremamente simples para avaliar o estado nutricional de indivíduos e comunidades e facilita comparações internacionais, utilizando indicadores nutricionais acordados. Com este objetivo, a OMS (Organização mundial de Saúde) preconizou em 1977 curvas de crescimento em um estudo realizado no National Center for Health Statistics (NCHS), onde foram coletadas, dentre outras medidas, informações de peso e idade (WHO, 2004). Apesar de ainda ser utilizado, este instrumento apresenta uma série de restrições devido à metodologia utilizada, como por exemplo, a falta de representatividade da amostra (KUCZMARSKI et al., 2002). A partir da avaliação da não adequação da curva preconizada pela OMS, vários estudos propuseram desenvolver outras curvas de crescimento, utilizando observações de crianças de países diferentes para modelá-las, a fim de complementar as necessidades específicas de cada população estudada (BORGHI et al., 2006, DE ONIS et al., 2009).

No ano de 2000, o CDC (Centers for Disease Control and Prevention) dos EUA divulgaram curvas de crescimento que eram baseadas em 5 pesquisas nacionalmente representativas, realizadas entre 1963 e 1994 (KUCZMARSKI et al., 2002). Os gráficos do CDC foram desenvolvidos para substituir as curvas de referência para crescimento de 1977 do NCHS, que sofria de uma série de inconvenientes que fazia com que fossem inadequadas para avaliar o padrão de crescimento de crianças individuais e populações (DE ONIS & HABICHT, 1996). Mesmo contemplando as medidas antropométricas mais importantes, estas curvas eram baseadas apenas em crianças americanas, realidade que por vezes não permitia uma boa comparação com crianças de outros países, principalmente os em desenvolvimento (BORGHI et al., 2006, DE ONIS et al., 2009, WHO, 2004).

Em 2006, a OMS liderou um estudo multicêntrico onde foram coletadas informações de crianças dos cinco continentes para elaborar um novo conjunto de

curvas de crescimento infantil. A curva peso por idade e sexo faz parte de um conjunto de instrumentos avaliadores do crescimento da criança desde o nascimento até cinco anos de idade. Esta última possui maior representatividade populacional do que as anteriores, por ser resultante de um estudo multicêntrico com crianças de zero a cinco anos de idade dos cinco continentes, independentemente da origem étnica, situação socioeconômica ou tipo de alimentação, incluindo observações nacionais que representaram as crianças da América Latina (WHO, 2006).

A área sob a curva de peso considerada a faixa adequada estão compreendidas entre os valores +2 e -2 de escore Z, acima de +2 escores indica peso elevado da criança para idade. Já a área abaixo dos valores -2 escore z indica que a criança está sob situação de risco ou alerta nutricional e, valores inferiores à -3 escore z, indicando o peso baixo para a idade (WHO, 2006).

3.2- Análises de dados

Neste capítulo serão apresentadas as técnicas utilizadas na análise de dados desta tese. Em *Classificação e agrupamento* serão abordadas as técnicas *Redes Neurais Artificiais de Mapas Auto-Organizáveis* (SOM, do inglês *Self Organizing Maps*), *k-médias* e *GAP*, utilizadas para classificar e formar grupos naturais de crianças com características maternas e ambientais semelhantes. Em *análise de dados longitudinais* serão abordadas as técnicas de *modelos marginais* para introduzir a ideia de dependência em observações intra-individuais nos modelos de regressão, *modelos de efeitos aleatórios* por meio de inferência clássica (com estimação bayesiana empírica), e por meio de inferência bayesiana (com as aproximações de Laplace completas e simplificadas - *INLA*), utilizadas com objetivo de verificar quais fatores estão associados ao ganho de peso, expresso em medidas repetidas de peso no tempo.

3.2.1- Classificação e agrupamento

A análise de agrupamentos visa à organização dos dados em um pequeno número de grupos (*clusters*), de forma que os elementos similares estejam alocados no mesmo grupo e os padrões distintos estejam em grupos diferentes (JAIN et al., 1999).

Segundo Kaski (1997), apesar de existirem diversos algoritmos para realizar esta tarefa, há dois aspectos relacionados à natureza dos métodos de agrupamento que devem ser considerados:

a) o método é não supervisionado, ou seja, os exemplos são organizados em agrupamentos considerando que os grupos não são conhecidos no início; não existe pré-classificação dos dados nem distinção entre variáveis dependentes ou

independentes. O método lida diretamente com os dados, visando determinar a estrutura dos padrões.

b) a escolha da distância utilizada para determinar a similaridade entre os exemplos. A similaridade entre os padrões é essencialmente realizada por suas distâncias, onde a função de distância é a quantificação da similaridade, ou seja, quanto menor a distância, maior a similaridade.

Existem duas classes básicas de algoritmos:

- a) Agrupamento hierárquico ou;
- b) Particional.

O agrupamento hierárquico busca reunir sucessivamente grupos menores, formando grupos maiores, ou dividir grupos grandes em outros de maior similaridade interna. Os métodos diferem pela regra adotada para decidir quais grupos devem ser reunidos ou divididos. O resultado do algoritmo é um gráfico tipo árvore, chamado de dendrograma, que mostra como os grupos são inter-relacionados.

O agrupamento particional busca dividir o conjunto de dados em um conjunto de grupos distintos entre si, maximizando as dissimilaridades dos diferentes grupos. A ideia central é escolher uma partição inicial dos exemplos e, em seguida, alterar os grupos visando a maior similaridade entre os grupos. As técnicas que seguem o agrupamento particional, incluem o K-medóide, que utiliza o valor médio dos elementos em um grupo como um ponto referência, chamado de medóide, e o K-médias que é baseado no cálculo das distâncias médias dos centroides ao seu respectivo elemento que representa cada grupo. Este último foi escolhido para o presente estudo devido a ser amplamente utilizado pelos estudos na literatura (JAIN et al., 1999).

Os métodos particionais apresentaram vantagens em aplicações com grandes conjuntos de dados, nos quais a construção de um dendrograma era computacionalmente mais custosa (JAIN et al., 1999). No entanto, é necessário determinar o número k de grupos antes do processo.

Geralmente, os métodos por partição são baseados na otimização de uma função definida que envolve, por exemplo, a minimização do erro quadrático, e são de natureza combinatorial buscando formação dos grupos com elementos mais similares. Na prática, a repetição dos algoritmos com diferentes sementes converge para a solução ótima (JAIN et al., 1999).

3.2.1.1. Redes Neurais de Mapas Auto-Organizáveis (SOM - Self Organizing Maps)

Um mapa auto-organizável (SOM, do inglês *self organizing maps*) é uma rede neural artificial de camada simples que utiliza aprendizado não supervisionado competitivo para formar uma projeção não linear de uma base de dados em um espaço reduzido, enquanto preserva a topologia original dos dados de entrada (KOHONEN et al., 1996). Redução de dimensionalidade com preservação da topologia expande a capacidade da análise de agrupamentos dos dados. Esta rede neural pode ser vista como uma matriz em várias dimensões, comumente bidimensional, em que cada célula no conjunto tem uma unidade de processamento, chamada um neurônio. Neurônios competem de acordo com uma regra de aprendizagem conhecida como "o vencedor leva tudo" (do inglês *winner takes all*). A Figura 3.1 mostra um esquema de uma rede de Kohonen bidimensional, composta por 48 células, ou um mapa de 8x6.

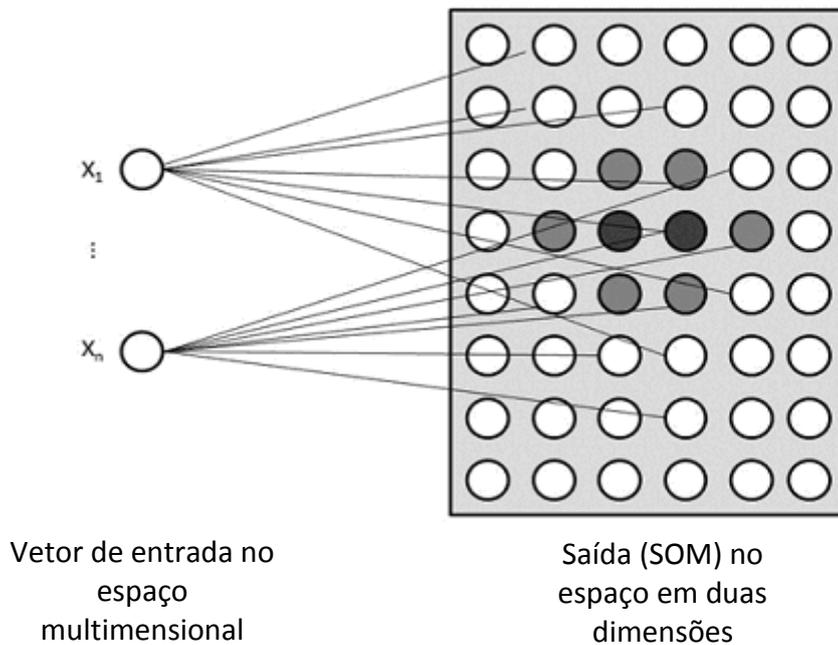


Figura 3.1: Arquiteturas de um SOM. Unidades mais escuras representam as unidades de melhor correspondência (*best match units - BMU*) e suas unidades vizinhas (adaptado de KOHONEN, 1990).

As entradas são representadas pelo vetor $\mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_m]^t$, em que m é a dimensão do vetor de entrada, que está totalmente ligada aos neurônios da camada de saída da rede. A rede é uma matriz que mapeia o espaço de entrada m -dimensional em, usualmente, um espaço bidimensional. O vetor dos pesos dos neurônios é representado por $\mathbf{w}_k = [w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{km}]^t$, em que k varia de 1 a N , o número total de neurônios.

O padrão de entrada de vetor \mathbf{x} é mapeado para a saída de rede utilizando um treinamento em três fases. Na fase de aprendizado competitivo, uma amostra aleatória é apresentada à rede e o neurônio com o peso mais similar ao vetor de pesos é declarado como o neurônio vencedor, conhecido também como unidade de melhor correspondência (*BMU* do inglês, *Best Match Unit*). O próximo passo é a fase de cooperação. Este estágio corresponde à identificação dos *BMU* vizinhos. Tipicamente, uma função gaussiana é usada para determinar a vizinhança. Como etapa final, os

pesos de todos os neurônios são atualizados, de acordo com as seguintes fórmulas (3.1):

$$\begin{aligned} w_{km}(n) &= w_{km}(n-1) + \Delta w_{km} \\ \Delta w_{km} &= \eta(n) \cdot H(n) \cdot (x_m(n) - w_{km}(n-1)) \end{aligned} \quad (3.1)$$

Em cada etapa do processo n de treinamento, a região das células identificadas pela função H em torno da BMU é reduzida, assim como a taxa de aprendizagem η , que é a taxa de ajuste dos pesos. No final do processo de formação, a rede SOM permite a visualização multivariada do conjunto de dados em um gráfico em várias dimensões, podendo ser bidimensional, o que ajuda no momento de inferir acerca das relações topológicas no conjunto de dados original.

O erro de quantização mede a distância média entre o BMU e cada vetor de dados, avaliando o ajuste do mapa da rede SOM aos dados. Quanto menores os erros de quantização, mais próximo os dados estão do seu BMU. Este erro é calculado da seguinte forma (3.2):

$$eq = \frac{1}{N} \sum \|x_m - w_{km}\| \quad (3.2)$$

O erro topográfico mede o percentual de unidades que possuem BMUs em sequência que não são adjacentes um do outro. Quanto mais baixo o erro topográfico, melhor a preservação topologia do mapa SOM. Este erro é calculado pela seguinte equação (3.3):

$$et = \frac{1}{N} \sum_{m=1}^N (x_m) \quad (3.3)$$

onde $u(x_m) = 1$ se o primeiro e o segundo BMU são adjacentes e zero, caso contrário. Após a formação da rede SOM, o mapa resultante mostra a presença dos grupos de neurônios com ativações semelhantes. Estes grupos podem ser visualizados por meio da matriz de distância unificada (matriz U), revelando os grupos em potenciais no mapa. Nesta representação, as regiões com valores elevados indicam fronteiras entre os grupos, e as unidades com baixos valores sugerem que há maior grau de similaridade entre as unidades adjacentes.

O algoritmo SOM cria um conjunto de BMU numa matriz, que pode ser bidimensional, representando os dados originais, e preserva a topologia inicial, reduzindo a complexidade de dados. Vários neurônios vizinhos podem estar representando um *cluster*, e a matriz U permite uma visualização inicial dos grupos. Para facilitar a análise quantitativa do mapa e dos dados, unidades semelhantes devem ser agrupadas. Neste momento é que se necessita de uma técnica de agrupamento para reunir os BMU mais próximos, que poderão indicar os grupos naturais formados pela rede.

3.2.1.2. Agrupamento utilizando K-médias

A técnica K-médias é o algoritmo de agrupamento particional proposto por MacQueen em 1967 (JAIN et al., 1999). Este algoritmo inicia com a escolha aleatória do centróide e formação dos grupos, baseando-se na similaridade intra-grupos, até que um critério de convergência seja alcançado: não há mais alteração nos grupos ou o erro deixa de diminuir significativamente após as iterações. Este algoritmo requer que os dados sejam compostos de variáveis numéricas, pois uma parte do processo é baseada no cálculo das médias.

O processo de cálculo consiste basicamente das seguintes etapas:

- a) selecionar k elementos da amostra;
- b) determinar as coordenadas destes exemplos como sendo os centróides dos grupos;
- c) calcular a distância do próximo ponto aos k centróides;
- d) incorporar o ponto ao grupo mais próximo;
- e) recalcular o centróide deste grupo;
- f) passar ao próximo exemplo – se terminarem, recomeçar do primeiro exemplo, revendo seu posicionamento;
- g) encerrar o processo se não houver possibilidade dos dados mudarem de grupo ou retornar à etapa (c).

Embora simples e razoavelmente eficiente, o algoritmo K-médias tem algumas desvantagens. Um dos problemas apontados é a escolha das condições iniciais e do número de grupos. O número de grupos k e a inicialização dos centróides (escolha dos primeiros k pontos) podem influenciar decisivamente nos resultados. O aumento do número de iterações pode ser uma alternativa para contornar esta desvantagem (BAÇÃO et al., 2005). Esta técnica pode fornecer diferentes resultados devido à escolha aleatória do centróide inicial, mas tende a convergir para a solução ótima que minimiza a soma das distâncias dentro do grupo (DO, CHOI, 2007).

A utilização de técnicas de cluster exige, muitas vezes, a definição do número de grupos a serem formados. Nestes casos, utilizam-se índices de validação dos agrupamentos, a fim de avaliar a qualidade dos grupos, facilitando a determinação do melhor número de agrupamentos possível. Estes índices são baseados na alta similaridade intra-grupos, garantindo grupos homogêneos, e na dissimilaridade entre os grupos formados.

Para validar o agrupamento realizado pelo k-médias, foi utilizado o índice GAP (TIBSHIRANI et al., 2001). Este índice avalia a relação entre a homogeneidade dentro

dos grupos e a heterogeneidade entre os grupos. Os valores mais altos do índice GAP são os que indicam o melhor agrupamento.

3.2.2- *Análise de dados longitudinais*

Estudos longitudinais são caracterizados pela presença de medidas repetidas ao longo do tempo de uma mesma característica (desfecho ou variável resposta) de uma mesma unidade de investigação (DIGGLE et al., 2002). Esta unidade de investigação (UI) pode variar de acordo com o objeto estudado, tal como crianças, animais, plantas, máquinas, medidas de peso, etc (ANDREOZZI, 2005).

Além das questões científicas usuais de interesse, tais como analisar os perfis médios de diferentes tratamentos, os estudos longitudinais ainda nos permitem:

- ✓ Investigar a tendência (crescimento ou decrescimento) da variável resposta ao longo do tempo;
- ✓ Avaliar se a tendência da variável resposta está associada à tendência de uma ou mais variáveis preditoras;
- ✓ Analisar o efeito de uma determinada intervenção num desfecho de interesse;
- ✓ Entender como difere, ao longo do tempo, a variação entre os perfis médios dos tratamentos.

Neste tipo de desenho de estudo, assumimos que as observações de diferentes UI são independentes. Entretanto, medidas repetidas de uma mesma UI tendem a ser dependentes entre si. A análise dos dados deve levar em consideração esta correlação entre as medidas repetidas de cada UI para obter inferências válidas sobre os coeficientes dos modelos de regressão. Considerar que observações são

independentes, quando na verdade elas não são, gera uma suposição artificial de possuir mais informação do que na verdade se tem, obtendo desta forma uma precisão maior do que deveria. Isto implica na obtenção de erros-padrão menores e, conseqüentemente, intervalos de confiança mais estreitos do que eles realmente são.

Métodos clássicos de análise estatística, como test t , regressão linear, teste qui-quadrado para associação ou modelos lineares generalizados possuem como premissa básica a independência entre as observações (GOLDSTEIN, 2011).. A aplicação desses métodos em dados longitudinais pode resultar em conclusões distorcidas. Surge, portanto, a necessidade de métodos que contemplem a dependência entre as observações intra-unidade de investigação.

Pode-se definir um dado longitudinal como sendo um dado multivariado observado ao longo do tempo. No entanto, a análise de dados longitudinais difere da análise de dados multivariados pelo fato de que, esta última, assume que as observações são independentes, o que não acontece quando observamos uma mesma característica de uma UI durante um tempo. Também difere da análise de séries temporais, pois esta analisa dados observados ao longo do tempo de uma única unidade de investigação.

Estratégias simples de análise de medidas repetidas, envolvendo a análise de uma medida de resumo para cada UI, podem, às vezes, ser eficientes dependendo do objetivo do estudo (SENN et al., 2000). Desta forma, a análise de dados longitudinais é reduzida à análise de observações independentes para as quais os métodos clássicos estão amplamente disponibilizados na literatura. Contudo, a utilização de uma única medida de resumo para cada UI, como exemplo a média das medidas repetidas, além de acarretar perda de informação, mascara qualquer característica dinâmica que possa estar presente nos dados. Deste modo, o seu potencial em revelar efeitos de um tratamento ao longo do tempo não poderia ser considerado.

3.2.2.1. Modelos Marginais

O desenvolvimento da estatística e o avanço computacional permitiram e disponibilizaram uma diversidade de métodos de estimação para modelos de análise de dados longitudinais onde as observações intra-individuais são dependentes. Os modelos marginais podem ser resumidamente definidos como uma generalização dos modelos lineares generalizados para dados dependentes. Dada uma abordagem onde modelamos o efeito das covariáveis $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots)$ na esperança marginal da variável resposta $(E(Y_{ij}) = \mu_{ij})$ e a correlação intra-individual é permitida através da consideração de um parâmetro de distúrbio (α) , como mostra o conjunto de equações indivíduo i no tempo j , a seguir:

$$E(Y_{ij}) = \mu_{ij} \quad (3.4)$$

$$g(\mu_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_{ij} \quad (3.5)$$

$$\text{var}(Y_{ij}) = v(\mu_{ij})\phi \quad (3.6)$$

$$\text{corr}(Y_{ij}, Y_{ik}) = c(\mu_{ij}, \mu_{ik}, \alpha) \quad (3.7)$$

As funções da média $v(\cdot)$ e $c(\cdot)$ são funções conhecidas. ϕ é um parâmetro de dispersão e a função de ligação $g(\cdot)$ determina como as covariáveis (fatores de risco, por exemplo) se relacionam com o valor esperado da variável resposta (μ_{ij}) . Para variáveis respostas contínuas, podemos usar a função de ligação identidade resultando em uma regressão linear múltipla $(\mu_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_{ij})$. Quando o desfecho é dicotômico (ter ou não uma doença, por exemplo) uma possibilidade é usar a função logística como função de ligação (também conhecida como regressão logística e definida por $\text{logit}(\mu_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_{ij}$). Neste caso a associação entre o desfecho e

os fatores de risco (covariáveis) seria dada pela razão de chances que é igual à exponencial do parâmetro do fator de risco em questão ($\exp(\beta)$).

O modelo marginal é principalmente usado quando o objetivo do estudo é a inferência sobre um perfil médio populacional. Sua ampla utilização está ligada ao fato de que seus coeficientes estimados possuem interpretações iguais as dos coeficientes de um modelo de regressão para dados de um estudo transversal ou para um modelo linear generalizado no caso de uma variável resposta não contínua (dados de contagem ou dicotômicos). Isto ocorre porque nesta modelagem a correlação entre as medidas repetidas é considerada um parâmetro de distúrbio e é modelada separadamente do padrão médio populacional.

Temos então que a relação longitudinal entre a variável resposta Y_{ij} do indivíduo i no tempo j e as covariáveis X_{ij} pode ser descrita pela equação (2.8):

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x1_{ij} + \beta_2 x2_i + \beta_3 t_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (3.8)$$

em que:

β_0 é o intercepto,

β_1 é o coeficiente de regressão da covariável tempo-dependente $x1_{ij}$

β_2 é o coeficiente de regressão da covariável $x2_i$, que é específica do indivíduo

β_3 é o coeficiente de regressão para a covariável tempo contínuo t_{ij}

ε_{ij} é o erro para o indivíduo i no tempo t_{ij} (erro intra-individual)

O modelo geral descrito pela equação (3.8) difere de uma regressão linear múltipla porque, no caso dos estudos longitudinais, as observações não são independentes, onde a correlação é modelada separadamente e a interpretação dos

coeficientes é marginal, isto é, igual à de uma análise de dados de um estudo transversal.

3.2.2.2. Modelos de efeitos aleatórios

Durante os anos 80, surgiram os primeiros trabalhos que propuseram e desenvolveram as técnicas de modelos aleatórios, tendo suas primeiras aplicações ocorrendo no campo das ciências sociais, especificamente na área da educação (LAIRD e WARE, 1982). Modelos de efeitos aleatórios (também conhecidos como modelos mistos) é o nome mais comum para modelos multiníveis (ou modelos hierárquicos) usados no contexto de dados longitudinais em que as observações ao longo do tempo estão agrupadas por unidade de investigação (UI). Estes modelos podem ser utilizados como uma abordagem flexível, onde a variabilidade entre os indivíduos reflete uma heterogeneidade natural devido aos fatores não mensurados (DIGGLE et al., 2002, LAIRD e WARE, 1982). Fatores ambientais e genéticos podem ser considerados como exemplos de fatores que dificilmente são mensurados em função dos custos ou dificuldades operacionais.

Conicionados aos efeitos aleatórios, tais modelos assumem que as medidas repetidas para cada indivíduo são independentes e que a correlação intra-indivíduo surge do compartilhamento dos fatores não mensurados. A correlação é modelada explicitamente na equação do modelo pela inclusão dos efeitos aleatórios e a interpretação dos coeficientes de regressão é condicionada aos efeitos aleatórios. Os modelos de efeitos aleatórios também são muito utilizados quando o foco de interesse é fazer inferência sobre as UI, ao invés de um perfil médio populacional. Estes modelos podem lidar com medidas desbalanceadas no tempo e mensurações incompletas, desde que os padrões de perdas de segmento sejam aleatórios para todos os fatores considerados no estudo (FITZMAURICE, 2008).

Um modelo simples de efeitos aleatórios pode ser descrito pela expressão (3.9):

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 t_{ij} + b_{1i} + \varepsilon_{ij} \quad (3.9)$$

A diferença desta expressão para o modelo geral descrito pela equação (2.5) está na possibilidade de cada UI possuir um intercepto diferente e igual a $\beta_0 + b_{1i}$.

Além do intercepto, as variações de crescimento ou decrescimento (inclinações) das retas podem variar entre as UI da seguinte forma:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 t_{ij} + b_{1i} + b_{2ij} t_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (3.10)$$

Neste modelo (equação (3.10)), foi adicionada a possibilidade de testar se cada UI possui uma inclinação diferente para cada tempo, dada por $\beta_3 + b_{2ij}$. Os parâmetros $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ e β_3 dos modelos (3.9) e (3.10) representam os efeitos fixos que são comuns a todas as UI.

A Figura 3.2 ilustra graficamente alguns exemplos de modelos de efeitos aleatórios. Em cada gráfico (A, B e C) encontra-se o desenvolvimento da trajetória média populacional (linha contínua) e da trajetória individual (linha pontilhada) de um desfecho (variável resposta) ao longo do tempo. No gráfico A, os indivíduos possuem somente interceptos diferentes do padrão médio populacional. No gráfico B, as trajetórias individuais se desenvolvem ao longo do tempo diferentemente do padrão médio populacional. E no gráfico C, tanto os interceptos quanto as inclinações dos indivíduos são diferentes do padrão médio populacional.

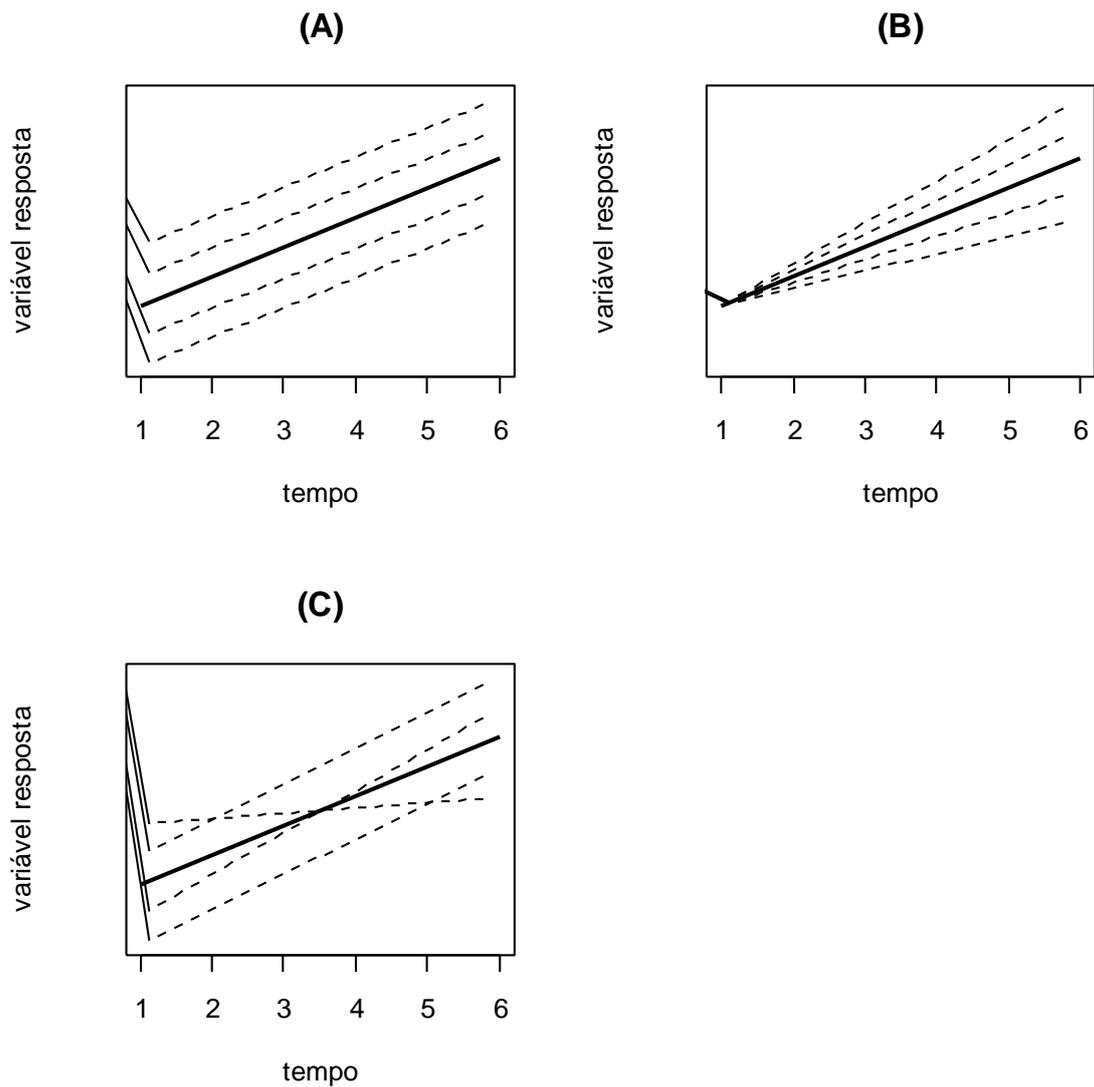


Figura 3.2 – Modelos de efeitos Aleatórios: padrão médio populacional (linha contínua) e perfil individual (linha pontilhada). (a) modelo com intercepto aleatório; (b) modelo com inclinação (coeficiente) aleatória; (c) modelo com intercepto e inclinação aleatória. Extraído de ANDREOZZI, 2005.

As premissas dos modelos de efeitos aleatórios são as de que os interceptos e as inclinações das unidades de investigação possuam distribuição normal com média zero e uma certa variância. A divisão da variabilidade não explicada da variável resposta em diferentes componentes compõe a ideia geral dos modelos de efeitos aleatórios.

- Variância explicada pelas covariáveis ($\beta_0, \beta_1, \beta_2$ e β_3).
- Variância devido à aleatoriedade dos interceptos (b_{1_i})
- Variância devido à aleatoriedade das inclinações ($b_{2_{ij}}$).
- Variância não explicada ($\text{var}(\varepsilon_{ij})$).

Na maioria das vezes estamos interessados somente nos parâmetros fixos do modelo ($\beta_0, \beta_1, \beta_2$ e β_3) que podem ser estimados pelo método da máxima verossimilhança. Para os parâmetros de covariância dos efeitos aleatórios e intra-individual, o método mais utilizado é o da máxima verossimilhança restrita, medida esta também utilizada para comparar modelos aninhados (por meio da razão de verossimilhanças). Quanto aos efeitos aleatórios uma inferência bayesiana empírica pode ser utilizada para estimá-los (ANDREOZZI, 2005).

Generalizando, na prática, estamos interessados na estimação do vetor de parâmetros fixos (β) e dos componentes das variâncias dos efeitos aleatórios. Entretanto, seria útil também calcular estimativas para o vetor de efeitos aleatórios b_i , pois eles refletem o quanto o perfil individual se afasta do perfil médio. Tais estimativas podem ser interpretadas como resíduos, podendo ser útil:

- na detecção de pontos aberrantes (*outliers*);
- na identificação de grupos de indivíduos que desenvolvem sua trajetória ao longo do tempo diferentemente do padrão médio;
- na precisão da predição.

Assumindo que os efeitos aleatórios b_i são variáveis aleatórias, podemos usar inferência bayesiana para estimá-los (3.11):

$$\mathbf{y} = N(\mathbf{X}_i\beta + \mathbf{Z}_ib_i, \Sigma_i) \quad (3.11)$$

$$b_i \sim N(0, D)$$

Na inferência bayesiana esta última distribuição é denominada distribuição a priori, pois não depende dos dados y .

Uma vez que os dados são observados ($y = y_i$), podemos calcular a distribuição a posteriori de b_i , pelo teorema de Bayes (3.12), demonstrada melhor no próximo tópico:

$$p(b_i|y_i) = \frac{p(y_i|b_i)p(b_i)}{\int p(y|b_i)p(b_i)db_i} \quad (3.12)$$

Mostra-se que $p(y|b_i)$ segue uma distribuição normal e que b_i pode ser estimado pela média dessa distribuição a posteriori (3.13):

$$\begin{aligned} \bar{b}_i &= E(b_i|y_i) = \int b_i p(b_i|y_i) db_i \\ &= DZ_i' W_i (y_i - X_i \beta) \\ \text{var}(b_i) &= DZ_i' W_i - W_i X_i \left(\sum X_i' W_i X_i \right) Z_i D \end{aligned} \quad (3.13)$$

em que $W_i = V_i^{-1}$

Esta forma de substituir os valores dos efeitos fixos e dos componentes da variância pelas suas estimativas de verossimilhança ou verossimilhança restrita pode-se chamar de inferência bayesiana empírica. Note que a covariância acima subestima a variabilidade verdadeira de b_i , pois não leva em consideração a variabilidade introduzida por substituir os parâmetros desconhecidos pelas suas estimativas.

Então, neste caso, o valor predito é o valor esperado

$$E(y_i); \quad (3.14)$$

A predição pode ser feita para a curva genérica da população e neste caso será

$$E(y_i) = X_i\beta; \quad (3.15)$$

A predição para a curva de cada indivíduo será

$$E(y_i) = X_i\beta + Z_i b_i \quad (3.16)$$

Entretanto sabe-se apenas a variância de b_i . A estimação de cada efeito aleatório é feita utilizando métodos bayesianos empíricos (*BLUP – Best Linear Unbiased Predictor*) (GOLDSTEIN, 2011)..

O uso da variável tempo como um dos níveis deste tipo de modelo possibilita quantificar o tempo com intervalos diferentes, sendo sua estimativa realizada por meio de efeitos aleatórios. Um exemplo prático seria o peso aferido ao longo da infância de uma dada população, que teria cada peso associado a um tempo em diferentes momentos e suas estimativas teriam efeitos aleatórios.

3.2.2.3. Inferência Bayesiana

Um conjunto de dados, composto de um desfecho e de um ou mais fatores de risco ou variáveis de confundimento, por exemplo, é frequentemente caracterizado por uma estrutura temporal, que precisa ser levada em consideração no processo de modelagem. Sob essas circunstâncias, métodos bayesianos são, em geral, particularmente efetivos para inferência dos parâmetros (DUNSON, 2001) e têm sido utilizados em várias aplicações epidemiológicas e doenças infecciosas (JEWELL et al., 2009), durante as três últimas décadas.

Sejam $\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_n)$ variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas, com distribuição de probabilidade $p(\mathbf{y}|\theta)$, onde $\theta \in \Theta$ é o conjunto de

parâmetros desconhecidos. O objetivo é estimar θ a partir da amostra \mathbf{y} , ou ainda, fazer a previsão de valores \mathbf{y}^* com base nos valores de \mathbf{y} (MIGON et al., 2008).

O procedimento bayesiano para a estimação de θ consiste em combinar a incerteza tida previamente sobre o parâmetro, por meio de $p(\theta)$ (distribuição a priori), com a informação proveniente dos dados \mathbf{y} , através da função de verossimilhança ($p(\mathbf{y}|\theta)$). O resultado desse procedimento é uma distribuição de probabilidade a posteriori, $p(\theta|\mathbf{y})$, e a inferência sobre θ é feita através da caracterização dessa distribuição. A base para o procedimento é o teorema de Bayes (GELMAN et al., 2003):

$$p(\theta|\mathbf{y}) = \frac{p(\mathbf{y}|\theta)p(\theta)}{p(\mathbf{y})} \quad (3.17)$$

onde

$$p(\mathbf{y}) = \int_{\theta} p(\mathbf{y}, \theta) d\theta = \int_{\theta} p(\mathbf{y}|\theta)p(\theta) d\theta \quad (3.18)$$

É denominada distribuição preditiva de \mathbf{y} , que é um termo constante com relação à θ , e assim, o teorema de Bayes pode ser simplificado como:

$$p(\theta|\mathbf{y}) \propto p(\mathbf{y}|\theta)p(\theta), \quad (3.19)$$

Ou seja, de acordo com o teorema de Bayes, a distribuição a posteriori é proporcional ao produto da priori e da função de verossimilhança, recebe mais peso à medida que o tamanho da amostra aumenta (DUNSON, 2001).

Do ponto de vista bayesiano, a previsão de novos valores \mathbf{y}^* é feita baseada na distribuição preditiva:

$$p(\mathbf{y}^*|\mathbf{y}) = \int_{\theta} p(\mathbf{y}^*|\mathbf{y}, \theta)p(\theta|\mathbf{y}). \quad (3.20)$$

$$= E_{\theta|y} = p(\mathbf{y}^* | \mathbf{y}, \theta)$$

O procedimento de especificação da distribuição a priori, chamado de elicitación, é um desafio na inferência bayesiana. Os procedimentos mais utilizados são a especificação inteiramente subjetiva, em que o pesquisador atribui probabilidades a cada valor de θ , além do uso de formas funcionais, como as prioris conjugadas. Existem ainda, as prioris não informativas, que têm influência mínima sobre a posteriori (prioris de *Jeffreys*), e as prioris especificadas através de modelos hierárquicos (definidas em estágios). Neste contexto, são definidas quantidades desconhecidas que auxiliam a especificação da priori, denominadas hiperparâmetros Ψ , e que também devem ter suas prioris especificadas ou valores fixados (MIGON et al., 2008).

2.2.2.3.1. Aproximações de Laplace completas e simplificadas

Algoritmos computacionalmente intensivos, tais como *Monte Carlo via Cadeias de Markov (MCMC)*, são geralmente utilizados para inferência bayesiana na obtenção de estimativas a posteriori dos parâmetros de interesse. Esses métodos são dispendiosos do ponto de vista de tempo computacional e passíveis de erro na estimação dos parâmetros para modelos complexos, tais como modelos de efeitos aleatórios, uma vez que amostras são geradas no processo (CLAYTON, BERNARDINELLI, 1992).

Uma alternativa recentemente proposta, na abordagem de modelos formulados em uma estrutura bayesiana hierárquica com um campo aleatório gaussiano (*GRF*) (RUE e HELD, 2004) é o método determinístico de aproximações de Laplace

completas e simplificadas (*INLA*, do inglês *Integrated Nested Laplace Approximation*)(RUE et al., 2009).

A aproximação INLA explora as suposições do modelo para produzir uma aproximação numérica das posteriores de interesse, baseado na aproximação de Laplace (TIERNEY, KADANE, 1986). O método tem se mostrado mais eficiente e rápido que o MCMC, uma vez que trabalha com matrizes esparsas (poucos valores não-nulos) em modelos com um número relativamente pequeno de hiperparâmetros (RUE et al., 2009).

O objetivo principal na análise de modelos gaussianos latentes é computar as marginais a posteriori para cada componente θ_i e também as marginais a posteriori para os hiperparâmetros Ψ_j . A aproximação INLA usa o fato que as marginais a posteriori desejadas possam ser reescritas como:

$$p(\theta_i|\mathbf{y}) = \int_{\Psi} p(\theta_i|\Psi, \mathbf{y})p(\Psi|\mathbf{y})d\Psi, \quad (3.21)$$

e

$$p(\Psi_j|\mathbf{y}) = \int_{\Psi_{-j}} p(\Psi|\mathbf{y})d\Psi_{-j}. \quad (3.22)$$

Sendo o modelo observacional ou dos dados $p(\mathbf{y}|\theta)$, onde \mathbf{y} são as observações e o vetor θ contém os componentes do campo aleatório gaussiano (GRF) $p(\theta|\Psi)$ que é controlado por um conjunto de hiperparâmetros Ψ com prioris $p(\Psi)$.

O fato chave da abordagem *INLA* é construir aproximações aninhadas para cada um dos componentes

$$\bar{p}(\theta_i|\mathbf{y}) = \int_{\Psi} \bar{p}(\theta_i|\Psi, \mathbf{y})\bar{p}(\Psi|\mathbf{y})d\Psi, \quad (3.23)$$

e

$$\bar{p}(\Psi_j|\mathbf{y}) = \int_{\Psi_{-j}} \bar{p}(\Psi|\mathbf{y})d\Psi_{-j} \quad (3.24)$$

Onde $\bar{p}(\theta_i|\mathbf{y})$ e $\bar{p}(\Psi_j|\mathbf{y})$ são as densidades (condicionais) aproximadas de $p(\theta_i|\mathbf{y})$ e $p(\Psi_j|\mathbf{y})$, respectivamente. Tais aproximações são baseadas na combinação eficiente da aproximação de *Laplace* para as condicionais completas $p(\Psi_j|\mathbf{y})$ e $p(\theta_i|\mathbf{y})$ e de rotinas de integração numérica para os hiperparâmetros Ψ (BLANGIARDO et al., 2013).

A aproximação de *Laplace* simplificada $\bar{p}_{LAS}(\theta_i|\Psi, \mathbf{y})$ é obtida pela expansão de séries de *Taylor* de \bar{p}_{LA} em torno de $\theta_i = \mu_i(\Psi)$, permitindo corrigir a aproximação para locação e simetria. A precisão desta aproximação é suficiente em muitos casos aplicados e o tempo necessário para computações é muito menor, o que a torna a opção padrão (RUE e MARTINO, 2007).

Computadas $\bar{p}(\Psi_k|\mathbf{y})$ e $\bar{p}(\theta_i|\Psi_k, \mathbf{y})$, o passo final é aproximar $\bar{p}(\theta_i|\mathbf{y})$ como:

$$\bar{p}(\theta_i|\mathbf{y}) = \sum_{k=1}^K \bar{p}(\theta_i|\Psi_k, \mathbf{y}) \bar{p}(\Psi_k|\mathbf{y}) \Delta_k. \quad (3.25)$$

Por meio de (2.25) a soma é avaliada em pontos de suporte Ψ_k , usando pesos Δ_k apropriados. Para cada Ψ_k , as posterioris condicionais $\bar{p}(\theta_i|\Psi_k, \mathbf{y})$ são então avaliadas em um gride de valores selecionados para θ_i e as posterioris marginais $p(\theta_i|\mathbf{y})$ são obtidas por integração numérica (BLANGIARDO et al., 2013, RUE et al., 2009).

Para uma variedade de aplicações, tem-se mostrado que existe uma excelente concordância entre os resultados obtidos com *MCMC* e com as aproximações de *Laplace* completa e simplificada (INLA). No entanto, algumas limitações podem ser consideradas sobre o método, em relação às restrições quanto aos hiperparâmetros, tempo computacional e problemas de convergência. O número de hiperparâmetros Ψ deve ser pequeno (menor que 6) ou pelo menos moderado (de 6 a 12), uma vez que a integração numérica torna-se ineficaz para dimensões maiores.

Para avaliar o ajuste dos modelos *INLA* utiliza-se o critério de informação da deviance – *DIC* (*Deviance Information Criterion*), que fornece uma medida bayesiana de ajuste, penalizada pela complexidade do modelo (SPIEGELHALTER et al., 2002). Assumindo uma distribuição de probabilidades na família exponencial, o *DIC* é baseado na distribuição a posteriori da deviance, $D = -\log[p(\mathbf{y}|\theta)]$ onde $p(\mathbf{y}|\theta)$ é a verossimilhança dos dados observados, dado o conjunto de parâmetros θ . Observados os dados, a deviance é uma função dos parâmetros, e então sua posteriori é facilmente computada. Se $\bar{D}(\theta)$ denota o valor esperado da deviance a posteriori e $D(\bar{\theta})$ denota a deviance da média a posteriori de θ , o número efetivo de parâmetros no modelo é dado por $p_D = \bar{D}(\theta) - D(\bar{\theta})$. O critério de informação da deviance é então definido como $DIC = \bar{D}(\theta) - p_D$, onde o primeiro termo quantifica para o ajuste do modelo e o segundo termo quantifica para a sua complexidade. Quanto menor o valor do *DIC*, melhor o modelo, uma vez que valores pequenos de $D(\bar{\theta})$ indicam bom ajuste e valores pequenos de p_D indicam modelos mais parcimoniosos (SPIEGELHALTER et al., 2002).

Capítulo IV – Materiais e Métodos

4.1. Fonte de dados

4.1.1. Inquérito

Trata-se de um estudo transversal que está inserido no projeto interinstitucional Avaliação da Qualidade da Assistência à Criança Menor de Seis Meses na Rede SUS do Município do Rio de Janeiro, coordenado por pesquisadores da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz (ENSP/Fiocruz). As informações foram obtidas por meio de entrevista às mães e consulta nas unidades básicas de saúde (UBS), provenientes de um estudo transversal (inquérito) realizado em 2007 nos serviços de saúde do Sistema Único de Saúde (SUS) que prestam assistência à saúde infantil no Município do Rio de Janeiro. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a estrutura dos serviços de saúde, o processo e a qualidade do atendimento prestado aos menores de seis meses de idade.

A população estudada foi de 1.082 pares de mães e respectivas crianças de zero a 179 dias que demandaram atendimento pediátrico, na data da entrevista, em 27 unidades básicas de saúde no Município do Rio de Janeiro de junho a setembro de 2007.

4.1.2. SINASC (*Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos*)

O instrumento de coleta das informações do SINASC, a Declaração de Nascido Vivo (DNV), é preenchido nos estabelecimentos de saúde onde foi realizado o parto, representando, no Rio de Janeiro, cerca de 98,5% de partos hospitalares (DATASUS,

2010). Constam entre as informações da DNV, informações sobre as características maternas, gestação, parto e do recém-nascido.

Algumas informações, como por exemplo, idade gestacional e o escore Apgar, que não foram plenamente obtidas durante o inquérito e são constantes do Sistema de Informações de Nascidos Vivos (SINASC), foram recuperadas a partir do relacionamento entre as bases de dados.

4.2. Seleção dos dados

4.2.1. Obtenção da amostra do Inquérito

Para seleção das participantes foi realizada uma amostragem por conglomerado em dois estágios. No primeiro estágio foram selecionadas as unidades básicas de saúde do Município do Rio de Janeiro e, no segundo, as crianças atendidas nas unidades selecionadas. Para obter uma amostra geograficamente representativa do Município do Rio de Janeiro, as unidades básicas de saúde foram ordenadas segundo a distância euclidiana, calculada a partir das coordenadas geográficas dos estabelecimentos de saúde em relação ao Centro Administrativo do Município do Rio de Janeiro, e foram selecionadas, de forma sistemática, em caracol, com probabilidade de seleção proporcional ao número mensal médio de consultas realizadas com crianças menores de seis meses de idade no primeiro semestre de 2005. As unidades secundárias de amostragem (crianças) foram sorteadas de forma sistemática, obedecendo à ordem de saída das consultas.

O tamanho amostral total da pesquisa foi calculado assumindo-se uma margem de erro bilateral de 13% e um nível de confiança de 95%, gerando uma amostra de 27 unidades básicas de saúde, com 40 entrevistas em cada uma, totalizando 1.080 entrevistas.

Após a realização da consulta pediátrica, foi aplicado à mãe, um questionário padronizado, pré-testado em população semelhante à estudada, visando apresentar uma linguagem simples e de fácil compreensão e a inclusão, nas questões fechadas, de todas as opções possíveis.

Um estudo piloto foi realizado em três unidades de saúde de diferentes complexidades (Posto de Saúde, Centro Municipal de Saúde e Posto de Atendimento Médico) no período de uma semana. A equipe de campo responsável pela aplicação dos instrumentos às mães foi constituída de 6 supervisores e 24 entrevistadores, que eram estudantes universitários ou profissionais das áreas de saúde ou humanas, e que passaram por treinamentos teóricos e práticos.

Todos os instrumentos de entrevista, após o preenchimento, passaram por três etapas de revisão, sendo a primeira realizada pelo próprio entrevistador, seguida pelo supervisor de campo e por revisores treinados e, posteriormente, passaram por dupla digitação. O questionário de coleta da pesquisa se encontra no anexo 1.

Para a realização da presente análise, foram utilizados como critérios de inclusão:

4.2.2. Relacionamento da base de dados com o SINASC

O relacionamento entre as bases de dados do inquérito e do SINASC foi realizado a partir das seguintes etapas (Figura 4.1):

- 1) Primeiramente, foram relacionadas aproximadamente 50% da base de dados pelo número da DNV (variável do tipo chave identificadora) constante da caderneta da criança consultada pelos entrevistadores no momento da entrevista às mães.

- 2) A segunda etapa consistiu em relacionar as bases de dados a partir da variável nome da mãe, a partir do momento que não foi mais possível relacionar pela

variável do tipo da chave identificadora, o código da DNV. A base de dados nominal do SINASC, referente ao ano de 2007, foi obtida na Secretaria Municipal do Rio de Janeiro. Foi preestabelecido um padrão de nome: todos teriam de ser digitados em letras maiúsculas, sem acentos. Para realizar este procedimento, foi utilizada uma programação de Visual Basic do Office (VBA) a fim de transformar todas as letras em maiúsculas e sem acentuação. O percentual de registros da base de dados do inquérito relacionados com a base de dados do SINASC nesta etapa foi de 35% da amostra, passando a ter-se 85% das mães relacionadas.

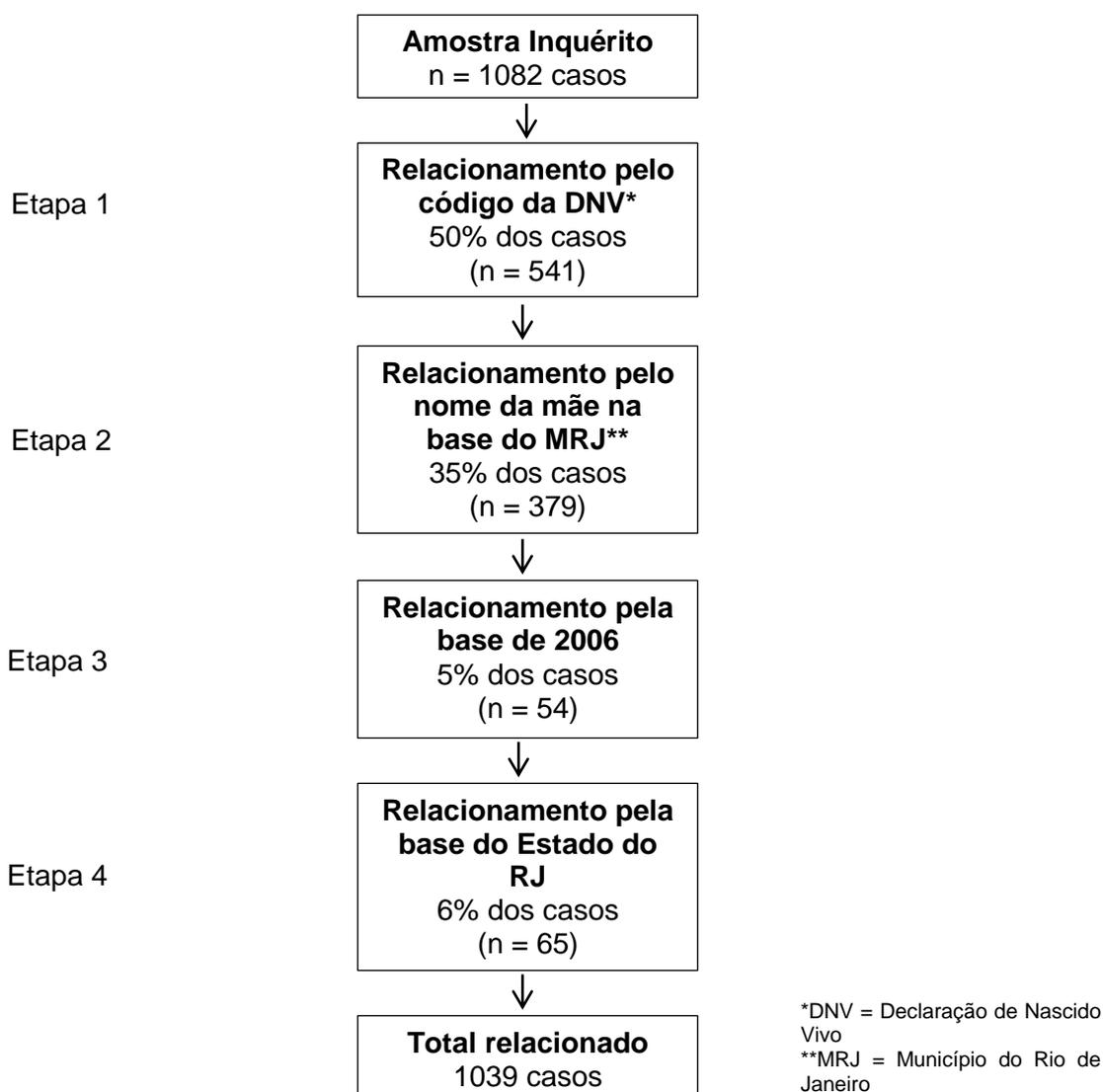


Figura 4.1. Fluxograma das etapas relacionamento da base de dados do Inquérito com a base do Sistema Nacional de nascidos Vivos (Sinasc), 2006-2007. RJ.

3) Um vez que o início da coleta de dados ter ocorrido em junho de 2007 e a idade máxima elegível para a amostra foi de 5 meses e 30 dias, a terceira etapa consistiu em identificar os nascimentos ocorridos em 2006. Neste processo, foi possível acrescentar mais 5% de casos da pesquisa em registros relacionados, somando um total de 90%.

4) Considerando a possibilidade de nascimentos fora do município do Rio de Janeiro, com consultas dentro do município, os 10% dos registros faltantes foram verificados na base estadual do SINASC (2006 e 2007), obtidos na Secretaria de Saúde e Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, por meio da chave identificadora DNV e nome da mãe. Ao final desta quarta e última etapa, o total de casos relacionados foi de 96% da amostra. O fluxograma do relacionamento de dados é apresentado na Figura 4.1.

Com um total de 1039 registros relacionados, as variáveis que foram utilizadas a partir do SINASC foram: idade gestacional, tipo de parto (maternas), peso ao nascer e sexo do recém-nascido (RN).

4.3. Seleção das variáveis

A escolha dos possíveis fatores associados ao crescimento foi feita com base em achados bibliográficos conforme apresentados na fundamentação teórica, de acordo com as perguntas selecionadas do questionário da inquérito e das variáveis disponíveis e relacionadas da base do SINASC. A seguir, são apresentadas as variáveis segundo características:

- **Maternas e de assistência pré-natal:** idade (em anos), escolaridade materna (em anos de estudo), situação conjugal (com ou sem

companheiro); índice de Kotelchuck adaptado (adequado, intermediário ou não adequado); auto-avaliação do acompanhamento pré-natal (ótimo, bom, regular/ruim ou péssimo), paridade (primípara ou múltipara) e tipo de parto (vaginal ou cesáreo);

- **Da criança:** idade (em meses), sexo (masculino ou feminino), peso ao nascer (baixo: <2500 gramas; eutrófico: de 2500 e 3999 gramas, macrossômico: ≥ 4000 gramas), prematuridade: idade gestacional < 37 semanas (sim ou não), aleitamento exclusivo (sim ou não), internação durante a vida (sim ou não), se a criança frequentava creche no momento da entrevista (sim ou não) e peso por idade e sexo no momento do inquérito (muito baixo peso para a idade ($z < -3$); baixo peso para idade ($\geq -3 z < 2 z$); peso adequado para a idade ($-2 \leq z \leq 2$) e peso elevado para a idade ($z > 2$) (WHO, 2007).
- **Socioeconômica:** Índice de bens, número de pessoas no domicílio e número de crianças menores de 5 anos no domicílio.

O peso da criança ao nascer foi obtido a partir da informação relacionada pelo SINASC. Esta informação foi selecionada a partir do SINASC devido à obrigatoriedade de se preencher esta informação logo após o nascimento na DNV, apresentando maior confiabilidade quando comparada às informações obtidas por meio de entrevista ou anotações da caderneta da criança (PEDRAZA, 2012).

A informação mais atual de peso da criança foi coletada no dia da entrevista, a qual foi realizada após a consulta da criança na UBS. As medidas intermediárias de peso da criança foram extraídas do questionário do inquérito, copiado da caderneta de saúde da criança, o peso anotado com suas respectivas datas de aferição (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008). Estas medidas eram anotadas de acordo com as visitas à UBS de cada criança e sem a preocupação da igualdade entre os intervalos de tempo.

Os dados relativos ao processo de assistência à criança foram obtidos por meio de entrevistas com a mãe. Para medir o nível socioeconômico, foi calculado o índice de bens, de acordo com a presença de bens no lar da entrevistada (SZWARCOWALD et al., 2005). O cálculo segue a seguinte expressão:

$$IB = \sum_i (1 - f_i) b_i \quad (4.1)$$

onde i varia de 1 a 10 patrimônios e b_i igual a 1 ou zero, respectivamente na presença ou ausência dos seguintes itens: rádio, geladeira/freezer, aparelho de DVD/videocassete, máquina de lavar roupa, micro-ondas, telefone fixo, computador, televisão, carro particular e ar condicionado. O peso atribuído à presença de cada item foi o complemento da frequência relativa (f_i) de cada item na amostra total. Então, quanto mais rara a presença do item, maior o peso a ele atribuído.

Para descrever a qualidade do atendimento pré-natal, foi utilizado o índice de Kotelchuck modificado, que leva em conta o número de consultas a partir do mês de início ponderado pela idade gestacional, considerando ainda no cálculo do índice as mães que não tiveram consultas pré-natais (LEAL et al., 2004).

Para o cálculo do peso por idade e sexo no momento da entrevista em escore Z, empregou-se o software WHO Antro (WHO, 2007). Em relação ao peso, as crianças foram classificadas como baixo ou muito baixo peso (Z escore < -2), peso apropriado (-2 < Z escore < 2), ou peso elevado (Z escore > 2) de acordo com a classificação da Organização Mundial de Saúde (OMS) (WHO, 2004).

4.4. Análise Estatística

A análise estatística consistiu na análise exploratória dos dados, com a descrição de frequências absolutas e relativas, no uso de redes neurais artificiais do tipo SOM e na modelagem de efeitos aleatórios do ganho de peso infantil. A análise exploratória de dados baseou-se em estatísticas descritivas das variáveis do estudo, histogramas, gráfico do tipo *box-plot* e gráfico de barras. Foram apresentadas as informações de peso ao longo do tempo em semanas, segundo número de medidas repetidas e variáveis maternas e da criança. O programa estatístico utilizado foi o R 2.15.

4.4.1. Redes Neurais Artificiais do tipo SOM

Foram utilizadas redes neurais artificiais do tipo SOM para formar grupos naturais de crianças segundo suas características e de suas respectivas mães com objetivo de determinar quais grupos teriam maiores probabilidades de estar sob risco nutricional.. A fim de padronizar a dimensão dos dados, foi realizada inicialmente uma normalização para o intervalo 0 e 1. Algumas variáveis que apresentavam pequena discriminação entre suas categorias foram excluídas da análise. Foram utilizados os casos que apresentaram respostas a todas as variáveis selecionadas, resultando em um total de 1004 crianças nesta análise.

Para desenvolver a rede, foi necessário definir a topologia e tamanho do mapa (número de neurônios). Como medida de similaridade, foi utilizada a distância cosseno. Neste estudo, a topologia da rede neural selecionada foi uma rede do tipo hexagonal. Foi implementado um conjunto de mapas em que o número de neurônios variava de 20 a 160 em incrementos de cinco neurônios, sendo avaliados os erros

topográficos e de quantização. Além disso, para cada tamanho de mapa, obteve-se a percentagem de BMU ativos, pois nem todos os neurônios serão ativos na rede escolhida. Dada esta análise conjunta destes três parâmetros, foi selecionado o mapa com 30 neurônios, que obteve os menores valores de erros quantitativos e topológicos (0,93 e 0) para uma razoável proporção de neurônios ativos (50%).

Depois de treinada a rede, para visualização do mapa final bidimensional, utilizou-se a matriz de distâncias unificadas (U-matriz) para detectar relações topológicas entre os neurônios e inferir sobre a estrutura de dados de entrada, por meio dos BMU, ou seja, visualizando quais pontos sugerem estar mais agrupados com um determinado conjunto de indivíduos. Para agrupar os neurônios escolhidos pela rede SOM, foi utilizada a técnica de análise de *clusters* K-médias. Dado que o método é sensível à escolha inicial dos centroides, o processo foi repetido 10 vezes para cada valor de k, onde k variava de 2 a 10 *clusters*.

Para auxiliar na determinação do número de *clusters* foi usado em conjunto com k-médias, o índice de validade GAP (TIBSHIRANI et al., 2001). Este índice avalia a relação entre a semelhança dentro dos grupos e a dissemelhança ou heterogeneidade entre os grupos. Altos valores do índice GAP indicam bom particionamento dos dados. O índice GAP apontou 4 (quatro) grupos como melhor particionamento dos dados do estudo.

Testes de significância foram utilizados para identificar possíveis associações entre a variável que classifica os grupos formados, com as variáveis utilizadas. Para as variáveis contínuas, foi realizada análise de variância (ANOVA), com testes *post-hoc* de Bonferroni. Para as variáveis categóricas, foram realizados os testes qui-quadrado de Pearson.

O programa utilizado para a elaboração da rede foi o MatLab 7.b (MathWorks), e a rede SOM foi implementada utilizando o pacote somtoolbox, desenvolvido por Vesanto e Alhoniemi (2000) e disponível no website (www.cis.hut./projects/)

somtoolbox). O programa utilizado para realizar as análises estatísticas foi o R 2.15 (www.r-project.org/).

4.4.2. Modelos de efeitos aleatórios

Foi desenvolvido um modelo de efeitos aleatórios para obter as estimativas dos coeficientes associados ao peso infantil ao longo do tempo. Para estimativa dos efeitos fixos no modelo, as variáveis do estudo foram incluídas uma a uma, por ordem de crescente de significância, pelo método *stepwise*. O *stepwise* é uma metodologia de seleção de variáveis que consiste na comparação do modelo saturado e o modelo completo, ou seja, cada variável é adicionada e verificada o comportamento das estimativas dos coeficientes em relação ao modelo anterior (FITZMAURICE, 2008).

Este tipo de modelagem foi escolhido para estimar a variação individual do efeito do ganho de peso ao longo do tempo. Adicionalmente, foram estimadas as variações individuais de peso ao nascer, por meio do efeito aleatório no intercepto, e as variações pertinentes ao momento de mudança de regime de aleitamento materno exclusivo para não exclusivo.

Foram utilizados os casos que apresentaram respostas em todas as variáveis selecionadas, resultando em um total de 1039 crianças.

Todas as variáveis foram testadas como efeito fixo do modelo. Já o intercepto, o tempo e o aleitamento materno, também foram testados como efeito aleatório no modelo. O intercepto neste estudo aparece representado pelo peso ao nascer – ponto zero no eixo das ordenadas. O tempo, neste estudo, foi representado pela idade da criança, em semanas. O aleitamento materno foi atribuído o valor “1” para os momentos em que a criança se encontrava em regime de aleitamento materno exclusivo e “0” para os momentos em que não se encontravam mais sob este regime.

Para modelar as medidas repetidas de peso foram utilizados e testados os modelos de regressão linear com efeitos aleatórios que podem ser representados pela seguinte equação:

Peso ao longo do tempo = Peso ao nascer + efeito fixo do tempo + efeito fixo das variáveis + efeito aleatório do peso ao nascer + efeito aleatório do tempo + efeito aleatório do aleitamento materno exclusivo + resíduos

A modelagem do peso ao longo do tempo foi constituída na elaboração dos modelos por meio de dois métodos diferentes: modelos lineares de efeitos aleatórios utilizando inferência clássica por meio de estimação bayesiana empírica (com *BLUP*) e modelos de efeitos aleatórios utilizando inferência bayesiana (com *INLA*).

Para comparação dos modelos lineares foi empregado o teste de razão de verossimilhanças com nível de significância de 5%. Já para a inferência bayesiana foi utilizada a análise do DIC (*Deviance Information Criterion*), comparando o incremento significativo desta estatística.

A análise de resíduos dos modelos consistiu na verificação da normalidade, possíveis *outliers* e heterocedasticidade. Foram elaborados gráficos de dispersão e *qq-plot* entre os valores ajustados e os preditos e segundo as variáveis significativas.

Com intuito de verificar o comportamento final dos modelos, foram produzidas as curvas individuais e médias estimadas pelo modelo para verificar a qualidade do ajuste mediante os pontos observados.

Todas as análises foram elaboradas com o uso do software R 2.15. Os pacotes utilizados para realizar as modelagens foram: o "*lme*", desenvolvido por Pinheiro e Bates (2000), para análise de modelos lineares de efeitos aleatórios e o "*inla*", utilizado para estimação dos modelos de efeitos aleatórios através de inferência bayesiana. O método padrão de estimação para o pacote "*lme*" foi o de verossimilhança restrita (do inglês, *Restricted Maximum Likelihood Estimation – REML*).

Capítulo V - Resultados

5.1. Análise Exploratória de dados

As características maternas na amostra podem ser conferidas na tabela 5.1. A média de idade materna foi de 25,2 anos ($\pm 6,4$ DP (desvio padrão)), e a escolaridade média foi de aproximadamente oito anos de estudo ($\pm 2,8$ DP).

Tabela 5.1. Características das mães atendidas em unidades básicas de saúde no município do Rio de Janeiro, 2007 (n= 1039).

Variáveis	N	%		N	%
Tipo de parto			Auto-avaliação do acompanhamento pré-natal		
Normal	657	63,2	Ótimo	333	32,1
Cesariana	382	36,8	Bom	497	47,8
Situação conjugal			Regula/ruim/péssimo	209	20,1
Tem companheiro	889	85,6			
Não tem companheiro	150	14,4			
Adequação do pré-natal (Índice de Kotelchuck)			Paridade		
Não fez pré-natal e Inadequado	149	14,3	Primípara	477	45,9
Intermediário	281	27,0	Múltipara	561	54,1
Adequado e mais q adequado	609	58,6			

Cerca de 14% não tinham companheiro no momento da entrevista e a maioria (58,2%) realizou seu pré-natal adequadamente. Quarenta e oito por cento das mães avaliaram seu acompanhamento pré-natal como bom e 54% delas eram múltiparas. O parto cesáreo foi prevalente em quase 37% da amostra.

As mulheres entrevistadas têm um número médio de 2 filhos vivos ($\pm 1,2$ DP), sendo que o número médio de pessoas no domicílio foi de 4,5 pessoas ($\pm 1,6$ DP) e 1,4 criança menor de 5 anos (sem contar com o recém-nascido).

Em relação às características da criança, a distribuição de idade apresenta maiores proporções de 1 a 3 meses e as proporções de sexo masculino e feminino se mostram equivalentes (Tabela 5.2). A prevalência de baixo peso ao nascer foi em torno de 8% na amostra e de prematuridade (< 37 semanas de gestação) foi de 6,4%.

Tabela 5.2. Características das crianças atendidas em unidades básicas de saúde no município do Rio de Janeiro, 2007 (n = 1039).

Variáveis	N	%		N	%
Idade da criança (em meses)			Prematuridade (Idade gestacional < 37 sem)		
0 a< 1 mês	118	11,4	Sim	67	6,4
1 a< 2 meses	239	23,0	Não	972	93,6
2 a< 3 meses	208	20,0	Aleitamento materno exclusivo		
3 a< 4 meses	196	18,9	Sim	347	33,4
4 a< 5 meses	159	15,3	Não	692	66,6
5 a< 6 meses	119	11,5	Já foi internada		
Sexo			Sim	99	9,5
Feminino	510	49,1	Não	940	90,5
Masculino	522	50,2	Criança está na creche no momento da entrevista		
Peso ao nascer			Sim	22	2,1
Baixo peso (<2500g)	82	7,9	Não	1017	97,9
Eutrófico (2500 a 3999g)	908	87,4	Peso no momento da entrevista*		
Macrossômico (>4000g)	49	4,7	Muito baixo peso	22	2,1
			Baixo peso	1017	97,9
			Peso adequado	22	2,1
			Peso elevado	1017	97,9

*segundo a classificação de peso da OMS

Quanto aos cuidados com o RN, a prevalência de aleitamento exclusivo foi de 33,4% e apenas 2,1% das crianças já estavam na creche no momento da entrevista. Como indicador de alguma complicação durante a infância aparece a internação, com 9,5% e a prevalência de muito baixo peso e baixo peso no momento da entrevista foi de 5,3%.

Foram explorados os dados de peso ao nascer em escores z das crianças da amostra, a fim de se observar o comportamento destas frente à curva de crescimento da OMS (Figura 5.1).

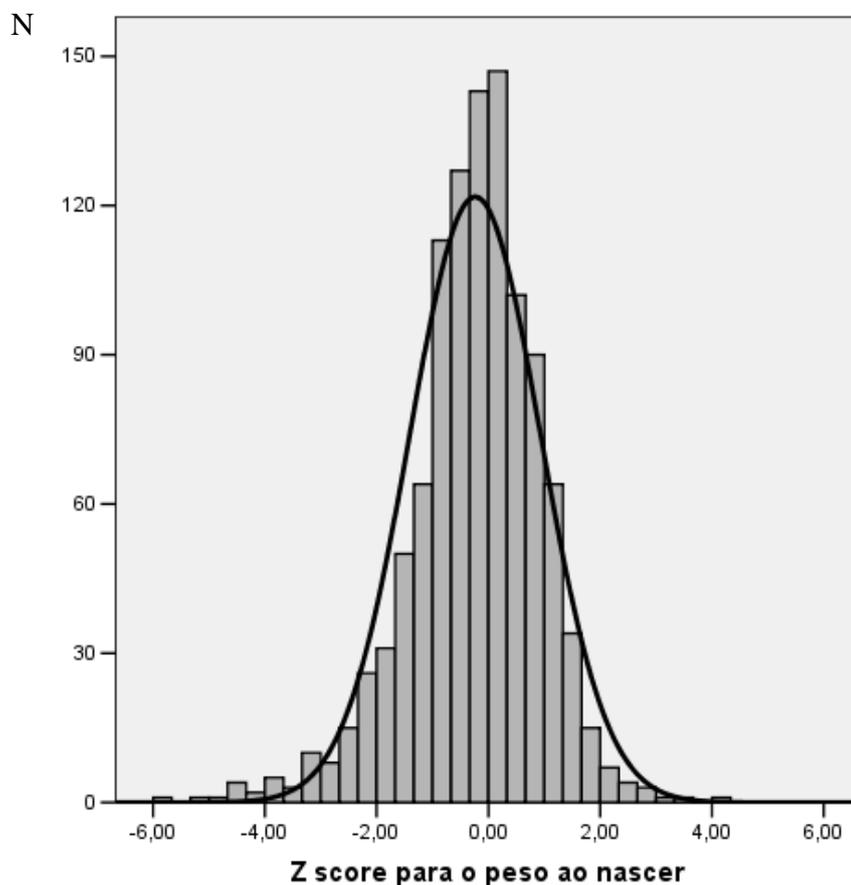


Figura 5.1. Distribuição de peso ao nascer em z escores da curva da OMS (2006) de recém-nascidos atendidas em unidades básicas de saúde no município do Rio de Janeiro, 2007.

A distribuição de peso ao nascer apresentou uma distribuição normal leptocúrtica (assimetria = 0,286 e curtose = 1,5), tendo apenas alguns valores mais baixos de peso. O valor médio foi de $-0,23 \pm 1,17z$ (3180 ± 515 gramas), apresentando um deslocamento em relação ao peso ao nascer médio da curva da OMS, revelando uma distribuição de crianças com peso ao nascer menor, em média. Por outro lado, o formato levemente assimétrico à esquerda sugere a influência dos valores mais baixos de peso na distribuição.

A idade da criança na amostra foi de 0 a 6 meses, exclusive. A média de idade das crianças da amostra foi de 2,9 meses, com uma mediana de 2,7 meses da criança, com uma distribuição que não apresenta maiores variações ao longo do tempo, exibindo uma leve assimetria para direita (Figura 5.2).

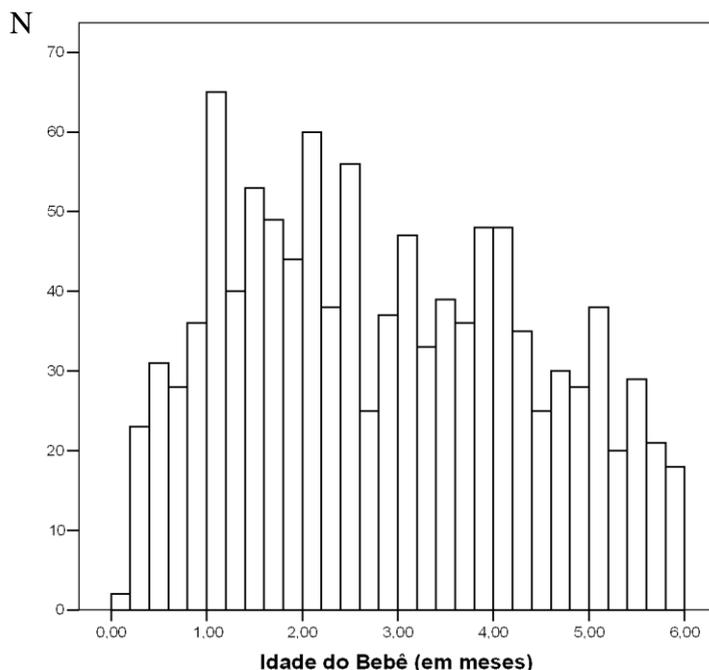


Figura 5.2. Distribuição de idade no momento da entrevista de crianças atendidas em unidades básicas de saúde no município do Rio de Janeiro, 2007.

O número de medidas repetidas na amostra é ilustrado segundo a figura 5.3. Por volta de 62% das crianças possuem pelo menos 3 (três) medidas repetidas de peso. Quando esta restrição passa a 4 (quatro) medidas, o percentual passa a 37%.

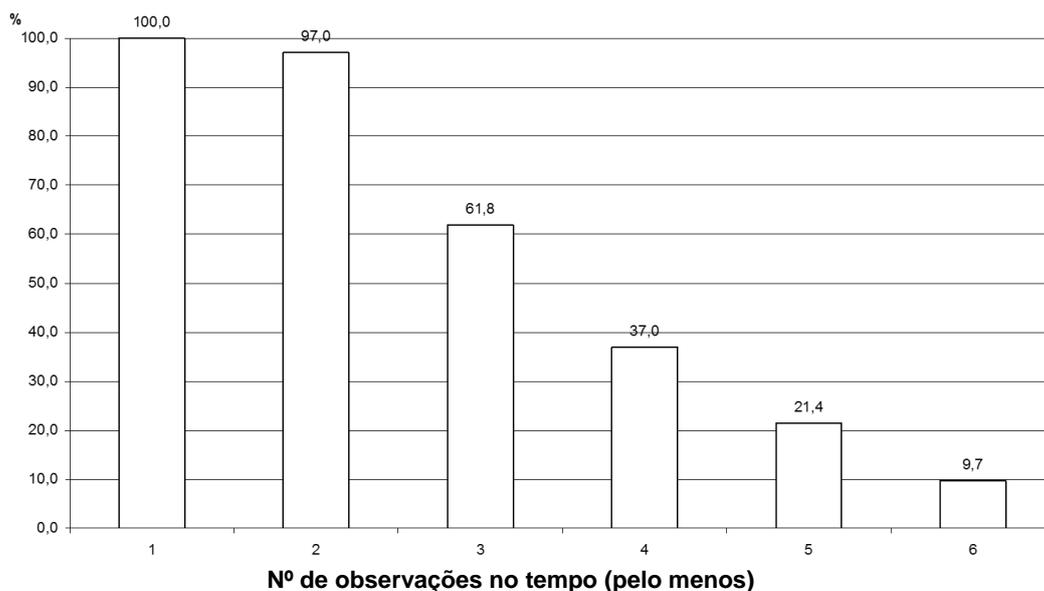


Figura 5.3. Número de medidas repetidas no tempo (pelo menos) de peso de crianças atendidas em unidades básicas de saúde no município do Rio de Janeiro, 2007.

A frequência de preenchimento das informações de peso demonstra uma assimetria à direita, prevalecendo um valor maior da quinta à décima semana de vida, passando a ter uma queda da frequência até a 27ª semana (aproximadamente 6 meses) (figura 5.4).

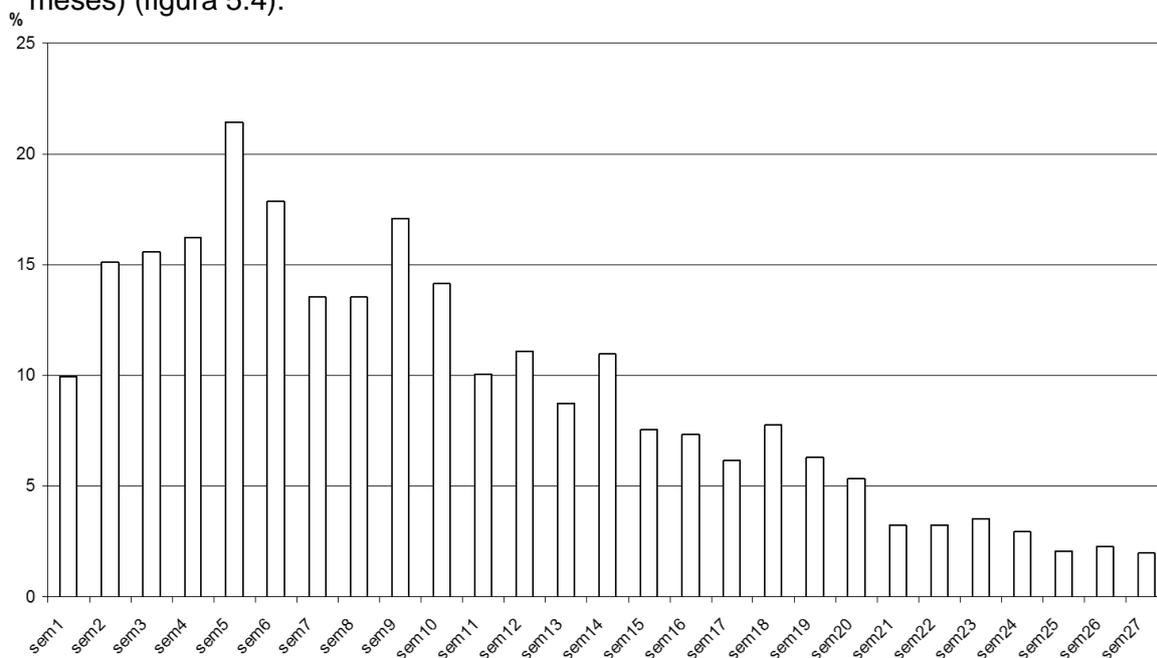


Figura 5.4. Frequência do preenchimento das informações de peso de crianças ao longo do tempo, em semanas, atendidas em unidades básicas de saúde no município do Rio de Janeiro, 2007.

Seguindo com as medidas de peso, a trajetória média de crescimento das crianças pode ser observada na figura 5.5. Pode ser notada uma clara evolução crescente do peso ao passar das semanas, com apenas dois pequenos momentos de decréscimo (22ª e 26ª semana). Pode-se perceber ainda na figura 4.5 que existe uma maior variabilidade nos valores do extremo do acompanhamento. Isto se deve ao fato de possuir uma menor frequência de valores observados.

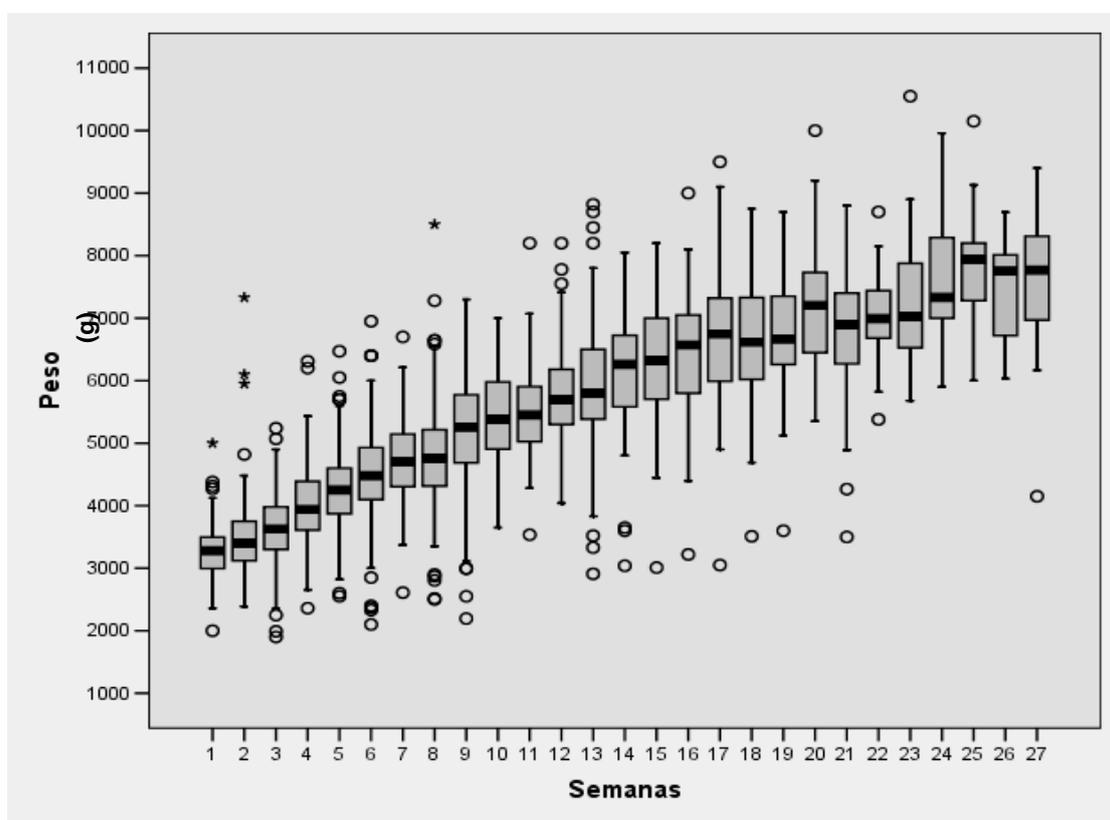


Figura 5.5. Distribuição dos valores aferidos de peso de crianças ao longo do tempo em semanas, atendidas em unidades básicas de saúde no município do Rio de Janeiro, 2007.

A Figura 5.6 mostra as distribuições de peso segundo semana de vida a fim de observar o pressuposto de normalidade, necessário para a modelagem. As distribuições nas primeiras semanas demonstram um formato mais próximo de uma distribuição normal quando comparadas às semanas posteriores (Figura 4.6).

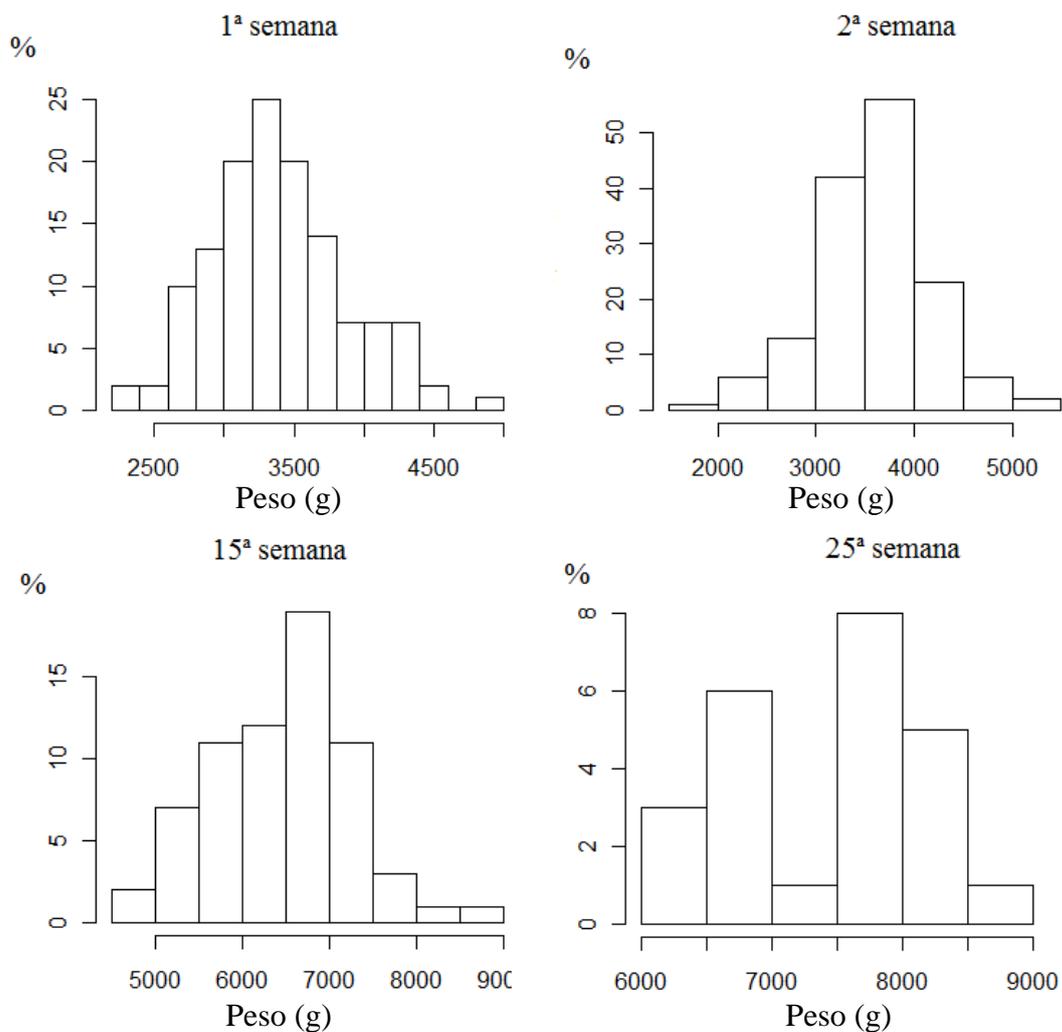


Figura 5.6. Distribuição dos valores aferidos de peso de crianças ao longo do tempo em semanas, atendidas em unidades básicas de saúde no município do Rio de Janeiro, 2007.

Na figura 5.7 as trajetórias individuais de ganho de peso são apresentadas ao longo do tempo (em cinza), destacando-se algumas observações que sugerem um comportamento curvilíneo de crescimento (em preto).

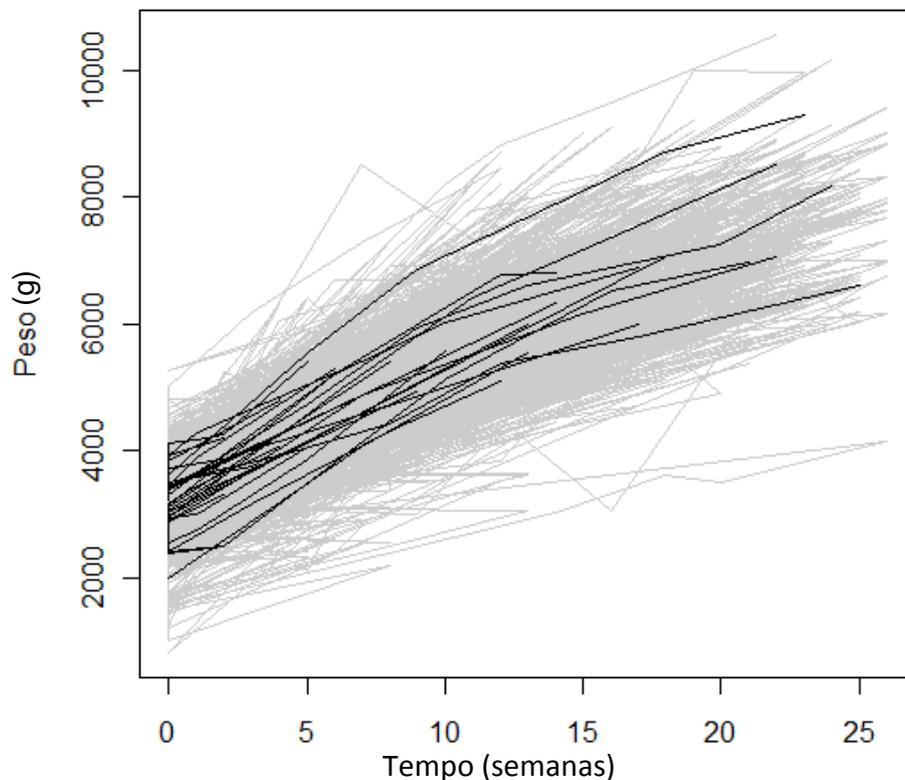


Figura 5.7. Distribuição dos valores aferidos do peso de cada criança ao longo do tempo em semanas, atendidas em unidades básicas de saúde no município do Rio de Janeiro, 2007.

Na figura 5.8, pode-se perceber que não há grandes diferenças entre os valores de peso ao nascer dentro de cada sub-amostra. Estas sub-amostras foram criadas a partir de a criança apresentar pelo menos 1 medida de peso (primeira caixa; N= 1082), 2 medidas (segunda caixa; N= 1049 (97%)) e assim sucessivamente.

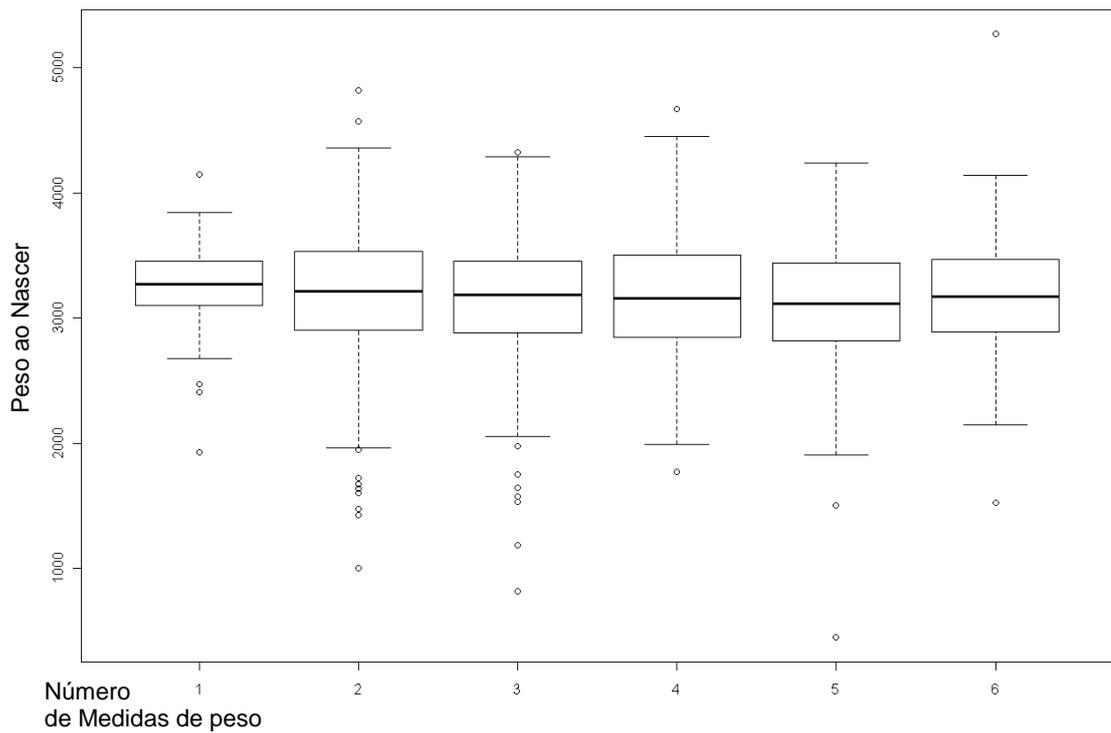


Figura 5.8. Distribuição do peso ao nascer das sub-amostras das mães atendidas em unidades básicas de saúde no município do Rio de Janeiro segundo o número de medidas repetidas de peso (pelo menos), 2007.

Comparando algumas covariáveis, segundo o número de medidas, percebe-se que não há grandes diferenças entre os valores de cada sub-amostra (Figura 4.9). Para testar se há alguma diferença entre tais proporções, foi calculado o valor de probabilidade de Qui-quadrado. Em todas as variáveis, nenhuma diferença foi comprovada estatisticamente, com um valor de 0,115, 0,199 e 0,220, respectivamente para idade gestacional, escolaridade e adequação do pré-natal.

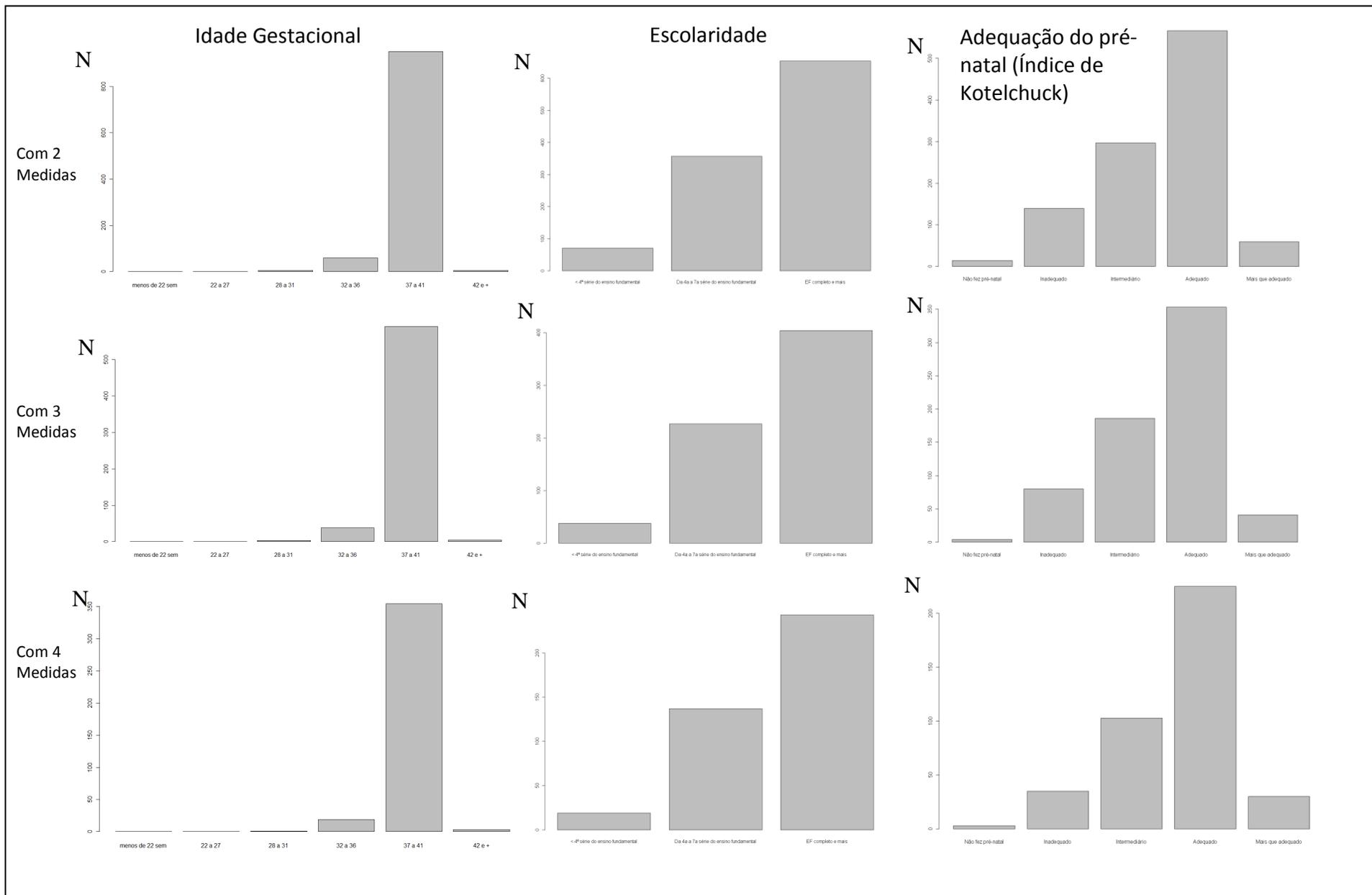


Figura 5.9. Idade gestacional, escolaridade e adequação do pré-natal, segundo número de medidas repetidas de peso da criança atendidas em unidades básicas de saúde no município do Rio de Janeiro, 2007.

5.2. Composição de grupos utilizando redes neurais artificiais do tipo SOM

O tamanho ótimo do mapa do tipo SOM foi obtido pelo cálculo do erro de quantização (QE) e do erro topológico (TE), variando o número de unidades entre 20 e 160. Adicionalmente, foi verificado o percentual de neurônios que eram unidades de melhor correspondência (BMU), ou seja, os neurônios que apresentavam pelo menos uma informação referente aos dados.

A Figura 5.10a mostra os erros de quantificação (linha tracejada) e os erros topográficos (linha pontilhada) em função do tamanho do mapa. A percentagem de neurônios (PNB) que foram BMU é mostrada na Figura 4.10b. O número de neurônios selecionado para tamanho do mapa foi de 30 unidades. Esta escolha se deu por esta estrutura apresentar valores razoáveis para o QE e TE, 0,93 e 0 (zero), respectivamente, e um percentual de neurônios ativos de 50%.

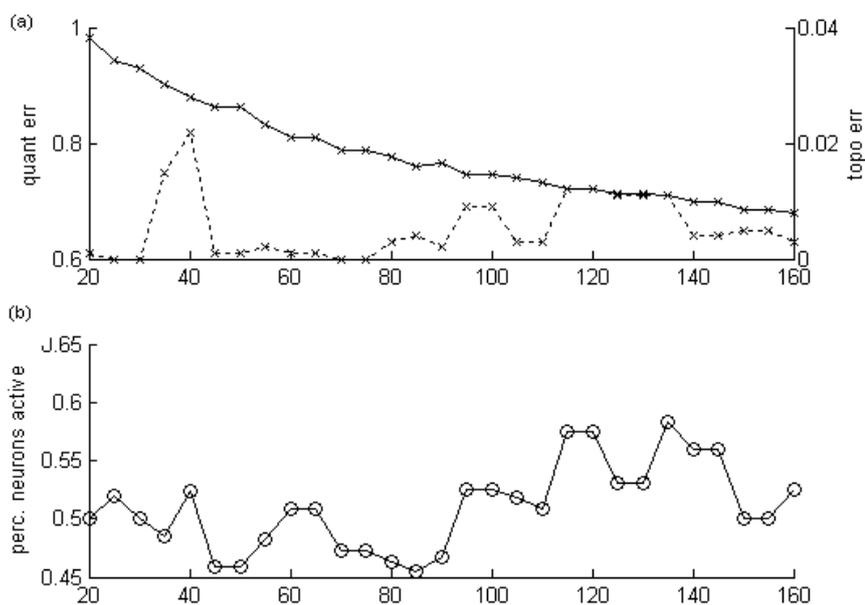


Figura 5.10. (a) Erros de quantização (linha tracejada) e de topografia (linha pontilhada) por número de neurônios (gráfico superior) e (b) percentual de neurônios ativos segundo o número de neurônios (gráfico inferior).

O mapa final da rede SOM (após o treino) é exibido utilizando a matriz U (matriz de distância unificada) na Figura 5.11a como uma imagem em tons de cinza. Esta representação mostra as distâncias entre as unidades do mapa, onde tons escuros correspondem a longas distâncias e tons mais claros a curtas distâncias entre os neurônios. Esta representação permite, de um modo preliminar, a identificação de até seis possíveis agrupamentos de unidades: o primeiro e segundo grupo estariam na porção superior do mapa, e os outros estariam nas partes média e inferior. A Figura 5.11b mostra o número observado de indivíduos para cada neurônio BMU.

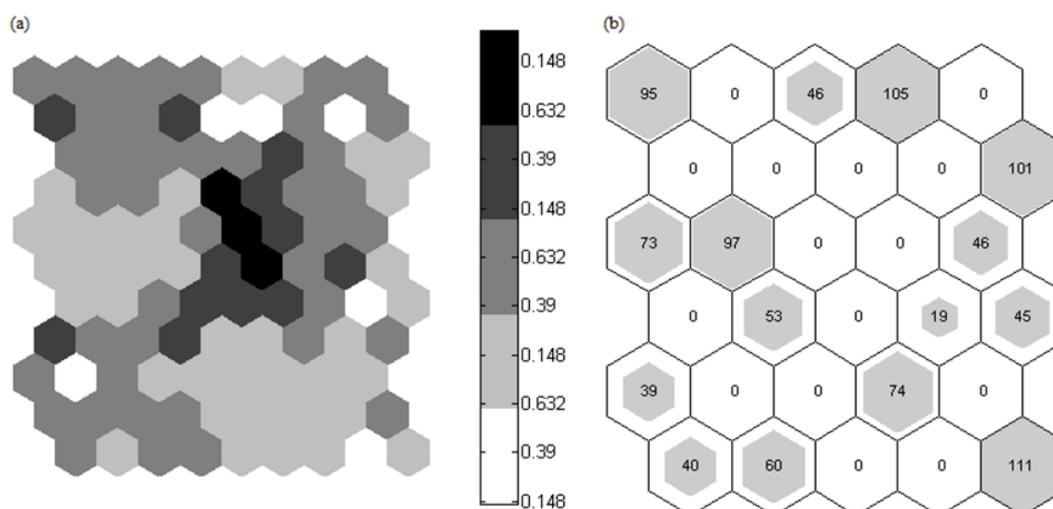


Figura 5.11. (a) Matriz U e (b) o número de indivíduos por BMU.

Para determinar o melhor número de grupos de neurônios com características semelhantes, foi utilizada uma análise de agrupamento K-means e testados número de clusters k de 2 a 10. Dado que o método é sensível à escolha dos centróides iniciais, o processo foi repetido 10 vezes para cada valor de k. A Figura 5.12 mostra os resultados da mediana dos 10 ensaios do índice de GAP utilizados para identificar o número de grupos. O índice GAP apresentou valor máximo para número de grupos igual a 4, e, assim, este número foi escolhido como o melhor agrupamento para a amostra.

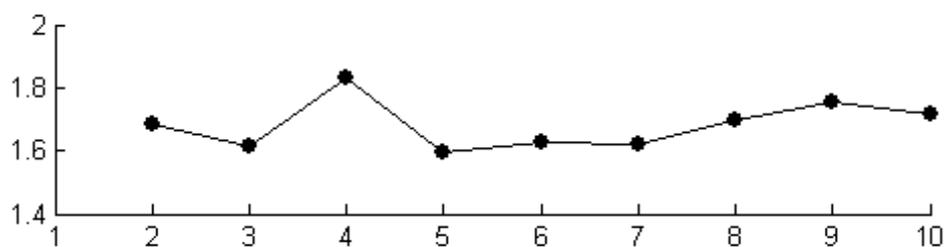


Figura 5.12. Índice GAP utilizado para determinação do número de grupos

Após o agrupamento, as amostras de cada grupo foram analisadas para obter uma descrição principal dos grupos com os testes de significância. A Tabela 5.3 apresenta uma descrição dos valores médios e percentuais das variáveis analisadas por grupo. As percentagens de crianças nos quatro grupos foram de 13,8%, 24,8%, 29,7% e 31,7%. As variáveis que apresentaram significância estatística ($p < 0,05$) em discriminar os grupos foram: idade, escolaridade materna, autoavaliação do acompanhamento pré-natal, tipo de parto, paridade, sexo, prematuridade, peso ao nascer, aleitamento materno exclusivo, e hospitalização durante os primeiros meses de vida.

O grupo 1 (139 crianças) foi caracterizado pelas mães com maior média de idade (29,5 anos \pm 5,6 anos), por uma ótima ou boa auto-avaliação do acompanhamento pré-natal (82,7%) e todas múltíparas. Seus filhos nasceram de parto cesáreo, com as maiores prevalências de prematuridade (12,9%) e baixo peso ao nascer (12,2%).

O segundo grupo (249 crianças) foi composto exclusivamente por meninas, nascidas em quase sua totalidade por via vaginal (92,8%), com as menores proporções de prematuridade (4,8%) e baixo peso ao nascer (6,4%).

Tabela 5.3. Características das mães, pré-natal e crianças menores de seis meses de idade atendidas em unidades básicas de saúde no município do Rio de Janeiro, segundo os grupos da rede SOM, 2007.

		Categorias da rede SOM				<i>p</i> valor*
		Grupo 1 (n=139)	Grupo 2 (n=249)	Grupo 3 (n=298)	Grupo 4 (n=318)	
Idade materna (anos) (média)		29,5	26,0	21,2	26,7	<0,001
Escolaridade (anos) (média)		7,5	7,8	8,4	7,9	0,008
Situação conjugal (%)	Tem companheiro	89,9	88,4	83,9	85,5	0,255
	Não tem companheiro	10,1	11,6	16,1	14,5	
Índice de bens (média)		1,46	1,28	1,40	1,43	0,110
Adequação do nº de consultas pré-natal (%)	Não fez pré-natal e Inadequado	57,6	62,7	54,1	62,3	0,181
	Intermediário	30,2	22,8	31,5	23,2	
	Adequado e mais q adequado	12,2	14,5	14,4	14,5	
Auto-avaliação do acompanhamento prenatal (%)	Ótimo	33,8	39,0	29,6	28,3	0,037
	Bom	48,9	46,1	46,6	48,4	
	Regula/ruim/péssimo	17,3	14,9	23,8	23,3	
Tipo de parto (%)	Vaginal	-	92,8	84,6	47,2	<0,001
	Cesáreo	100,0	7,2	15,4	52,8	
Paridade (%)	Primípara	-	25,7	100,0	29,9	<0,001
	Múltipara	100,0	74,3	-	70,1	
Idade da criança (média)		2,6	2,8	3,0	3,0	0,059
Sexo (%)	Masculino	28,1	-	50,7	100,0	<0,001
	Feminino	71,9	100,0	49,3	-	
Prematuridade (%)	Sim	12,9	4,8	6,4	5,3	0,010
	Não	87,1	95,2	93,6	94,7	
Peso ao nascer (%)	Baixo (<2500 g)	12,2	6,4	9,7	6,6	0,005
	Eutrófico(2500 a 3999 g)	82,8	90,0	88,6	85,9	
	Macrossômico (>4000 g)	5,0	3,6	1,7	7,5	
Aleitamento exclusivo (%)	Sim	56,8	55,4	15,4	24,8	<0,001
	Não	43,2	44,6	84,6	75,2	
Hospitalização (%)	Sim	5,8	5,6	11,4	11,6	0,021
	Não	94,2	94,4	88,6	88,4	
Z score de peso por idade no momento da entrevista** (%)	Baixo (z < -2)	5,8	3,6	4,7	6,9	0,423
	Apropriado (-2 <= z <= 2)	92,8	93,2	93,0	89,9	
	Alto (z > 2)	1,4	3,2	2,3	3,1	

*ANOVA para variáveis contínuas (com correção de Bonferroni); Qui-quadrado para variáveis categóricas.

**Indicador não incluído na formação da rede SOM.

As mães do grupo 3 (298 crianças) foram todas primíparas com menor idade média ($21,2 \pm 5,4$ anos), maior média de anos de escolaridade ($8,4 \pm 2,5$ anos) e uma maior proporção de pré-natal regular / ruim / péssima (23,8%). Essas mães tiveram a maior proporção de não viver com um parceiro (16,1%) e a menor proporção de ter um número adequado de consultas pré-natal (54,1%), embora as diferenças nestas variáveis não foram estatisticamente significativas.

No grupo 4, as crianças (318) eram do sexo masculino e tinham uma proporção maior de macrossomia (7,5%). As mães foram predominantemente múltiparas (70,1%) e não houve diferença de frequência entre os tipos de parto. Este grupo apresentou maior proporção de crianças com peso inadequado para a sua idade (escore $Z < -2$ ou escore $Z > 2$) no momento da entrevista (10%) do que os outros grupos (7%), embora esta diferença não ter sido estatisticamente significativo ao nível de 5%.

Observando as características conjuntas mais expressivas entre os grupos, se destacam o aleitamento materno exclusivo que apresentou proporções mais elevadas nos grupos 1 e 2 (56,8% e 55,4%) enquanto nestes mesmos grupos foram observadas as proporções menores de hospitalizações (5,8% e 5,6%).

5.3. Análise longitudinal dos fatores associados ao crescimento

Para analisar os valores de peso ao longo do tempo foram elaborados os modelos de efeitos aleatórios incluindo variável por variável, através do método *stepwise forward* manual (os pacotes utilizados para estimar este tipo de modelos não havia um comando pronto). O nível de significância estabelecido a priori foi de 5% para entrada e 10% para saída da variável testada. A tabela 5.4 apresenta os passos de entrada de cada variável do modelo, com suas respectivas significâncias.

Tabela 5.4. Estimativas do modelo 1, de efeitos aleatórios para medidas de ganho de peso (gramas/semana) em crianças do Município do Rio de Janeiro, 2007.

Passo de decisão	1	2	3	4	5	7	8
Tempo	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Prematuridade	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001	< 0,001
Sexo	0,005	0,006	0,007	0,013	0,005	< 0,001	< 0,001
Paridade	0,012	0,017	0,021	0,031	0,039	< 0,001	< 0,001
Adequação do pré-natal	0,066	0,061	0,083	0,050	0,034	0,019	0,022
Internação	0,091	0,108	0,093	0,078	0,084	0,049	0,009
Aleitamento exclusivo*	0,338	0,387	0,372	0,349	0,360	0,361	0,316
Tipo de parto	0,030	0,049	0,053	0,051	0,042	0,063	0,083
Escolaridade	0,552	0,461	0,576	0,481	0,529	0,588	0,532
Situação Conjugal	0,686	0,937	0,863	0,698	0,679	1,000	0,967
Idade da mãe	0,089	0,093	0,102	0,108	0,091	0,078	0,099
Índice de bens	0,199	0,122	0,137	0,146	0,158	0,144	0,145
N de filhos vivos	0,078	0,238	0,122	0,092	0,116	0,081	0,088
N de pessoas em casa	0,200	0,190	0,103	0,202	0,216	0,222	0,193
N de menores de 5 anos	0,305	0,255	0,192	0,146	0,140	0,149	0,162
Bebê na Creche	0,395	0,401	0,387	0,456	0,488	0,472	0,480

*Incluída no modelo devido à presença da mesma como efeito aleatório

Ao final da seleção das variáveis, foi obtido o resultado dos ajustes do primeiro modelo mais parcimonioso, chamado nesta tese de modelo 1 (Tabela 5.5). Os efeitos aleatórios do modelo foram três: no intercepto - ponto zero do eixo das ordenadas (que

equivale ao peso ao nascer), no tempo (idade da criança) e no momento em que o aleitamento era realizado exclusivamente ou não (atribuído “1” para aleitamento materno exclusivo, e “0”, no momento em que deixou de ser exclusivo). Os efeitos fixos das variáveis que tiveram associação significativa com o crescimento foram por ordem de inclusão: tempo, prematuridade, sexo do recém-nascido, paridade (primípara ou múltipara), adequação ao pré-natal, internação e aleitamento exclusivo (este último incluído devido à inclusão do efeito aleatório de aleitamento exclusivo) (tabela 5.5).

Tabela 5.5. Estimativas do modelo 1, de efeitos aleatórios para medidas de ganho de peso (gramas/semana) em crianças do Município do Rio de Janeiro, 2007.

Coeficientes dos Efeitos Fixos			
	Estimativa	Intervalo de confiança (95%)	
Peso ao nascer (interc.)	3267,3	3197,4	3337,2
Tempo (sem.)	210,9	207,0	214,8
Prematuro	-765,5	-889,6	-641,4
Feminino	-171,5	-231,2	-111,8
Múltipara	133,1	73,4	192,8
Pré-natal Adequado	70,7	10,4	131,1
Aleitamento exclusivo*	20,7	-41,5	82,9
Houve internação	-139,1	-243,3	-34,8
Variação dos efeitos aleatórios**			
Peso ao nascer (interc.)	507,3	444,3	579,2
Tempo (sem.)	45,7	41,5	50,3
Aleitamento exclusivo	415,4	338,4	509,9

*N/S – 0,316

**estimativa dos desvios-padrão

O valor do peso ao nascer médio estimado para o modelo 1 foi 3267,3g, com um intervalo de confiança de 95% de 3197,4g a 3337,2g. O valor do incremento do tempo (em semanas) no peso foi de 211 g. Os efeitos negativos na estimativa da curva de peso foram da prematuridade (-765,5g), do sexo feminino (-171,5g) e da internação (-139,1g). Os efeitos positivos foram referentes à multiparidade (133,1g), ao pré-natal adequado (70,7g) e ao aleitamento exclusivo (20,7g). O aleitamento foi considerado como efeito fixo no modelo

devido à inclusão de seu efeito aleatório significativo, que apresentou uma média de 415,4g de incremento na presença de aleitamento exclusivo, com uma variação individual de 338,4g a 510,0g. A variação individual significativa também foi considerada para o intercepto (peso ao nascer) e para o incremento semanal, com valores de 507,3g e 45,7g, respectivamente.

Foram elaborados gráficos com as estimativas da média global e individuais do modelo 1 para uma amostra aleatória das crianças do estudo, (Figura 5.13).

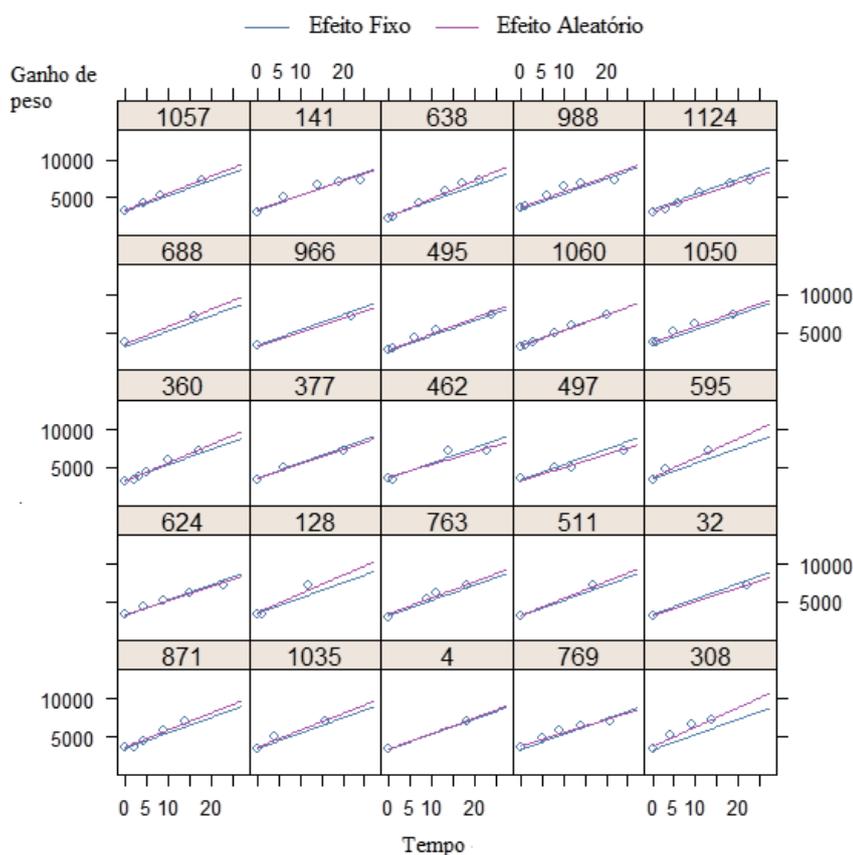


Figura 5.13: Estimativas individuais e globais do ganho de peso de uma amostra de crianças do estudo do modelo 1.

Foram elaborados os gráficos dos resíduos padronizados contra os valores estimados para toda a amostra e segundo as variáveis do modelo (Figura 5.14). O modelo

ajustado apresentou uma tendência curvilínea em torno do valor zero dos resíduos padronizados, como mostra na figura 5.14.

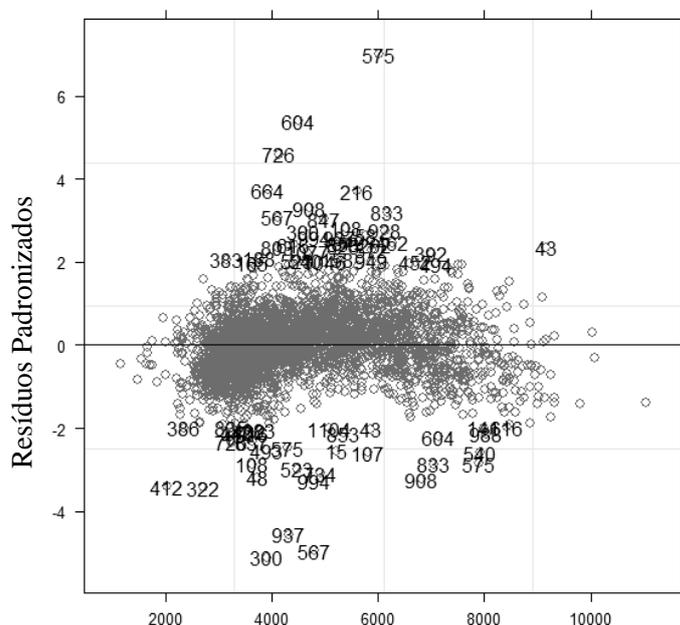


Figura 5.14: Resíduos padronizados versus valores estimados globais do modelo 1.

Apesar de apresentar uma tendência, a grande maioria dos resíduos se distribuem em entre -3 e 3 desvios padrões, confirmando que o pressuposto de normalidade não foi violado. Esta premissa pode ser confirmada por meio do gráfico *qq-plot* (Figura 5.15), que apresenta uma grande dispersão apenas nos extremos da distribuição. Através destes gráficos, também foi possível observar os pontos fora da distribuição, conhecidos também como *outliers*. Os mesmos foram identificados e retirados da estimativa do próximo modelo.

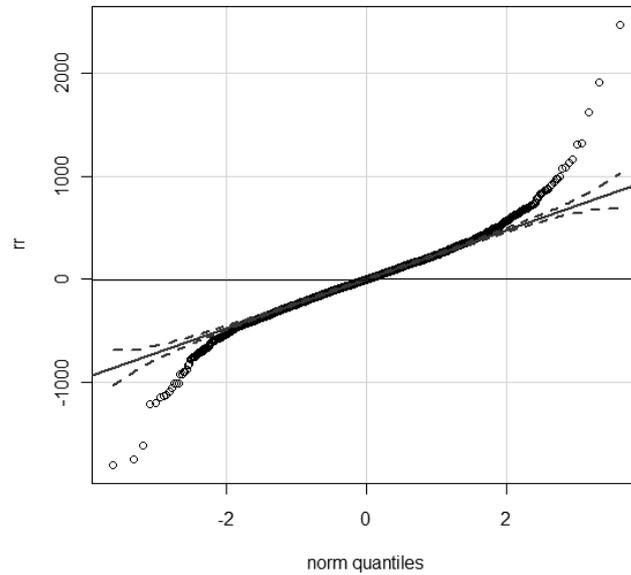


Figura 5.15: Gráfico quantil-quantil da distribuição normal padrão para o modelo 1.

Para contornar as violações dos pressupostos de aleatoriedade em torno do zero, foi introduzido ao modelo o termo quadrático do tempo, assumindo uma característica curvilínea para o efeito do tempo invés de um ajuste linear. Com esta alteração, após observar e retirar as observações atípicas à distribuição, obteve-se o modelo completo, com 1032 casos, que foi chamado nesta tese de modelo 2 (Tabela 5.6).

Tabela 5.6. Estimativas do modelo 2, de efeitos aleatórios para medidas de ganho de peso (gramas/semana) em crianças do Município do Rio de Janeiro, 2007.

Coeficientes dos Efeitos Fixos			
	Estimativa	Intervalo de confiança	
Peso ao nascer (interc.)	3160,1	3091,0	3229,2
Tempo (sem.)	281,1	274,9	287,2
Tempo ²	-4,3	-4,7	-4,0
Prematuro	-792,6	-913,5	-669,6
Feminino	-158,1	-216,8	-99,3
Múltipara	144,9	86,1	203,7
Pré-natal Adequado	65,7	6,3	125,2
Aleitamento exclusivo**	38,0	-23,5	99,6
Houve internação	-124,3	-226,6	-22,1
Variação dos efeitos aleatórios***			
Peso ao nascer (interc.)	468,1	415,6	527,2
Tempo (sem.)	42,8	38,9	47,0
Aleitamento Exclusivo	348,8	277,8	437,8

*N/S - 0,066

**N/S - 0,225

***estimativa dos desvios-padrão

O segundo modelo difere do primeiro pela introdução do termo quadrático do tempo (Tabela 5.6). As estimativas dos efeitos fixos do peso ao nascer, sexo feminino, pré-natal adequado e internação sofreram um pequeno decréscimo em valores absolutos, enquanto as estimativas das demais variáveis apresentou um pequeno acréscimo, comparado ao primeiro modelo. O tempo ao quadrado apresentou uma estimativa negativa de seu coeficiente, caracterizando uma curva que diminui sua inclinação ao longo do tempo, como pode ser visualizada na figura 4.15. A variação dos efeitos aleatórios apresentou valores menores, passando de 507,3g, 45,7g e 415,4g para 468,1g, 42,8g e 348,8g na estimativa do desvio padrão dos efeitos aleatórios do intercepto (peso ao nascer), tempo e aleitamento exclusivo, respectivamente.

Realizando novamente uma amostra de crianças do estudo, foram elaborados gráficos com as estimativas da média global e individuais do modelo 2 (Figura 5.16).

Conforme comentado anteriormente, as estimativas do modelo 2 apresentam um formato curvilíneo no efeito de sua inclinação ao longo do tempo.

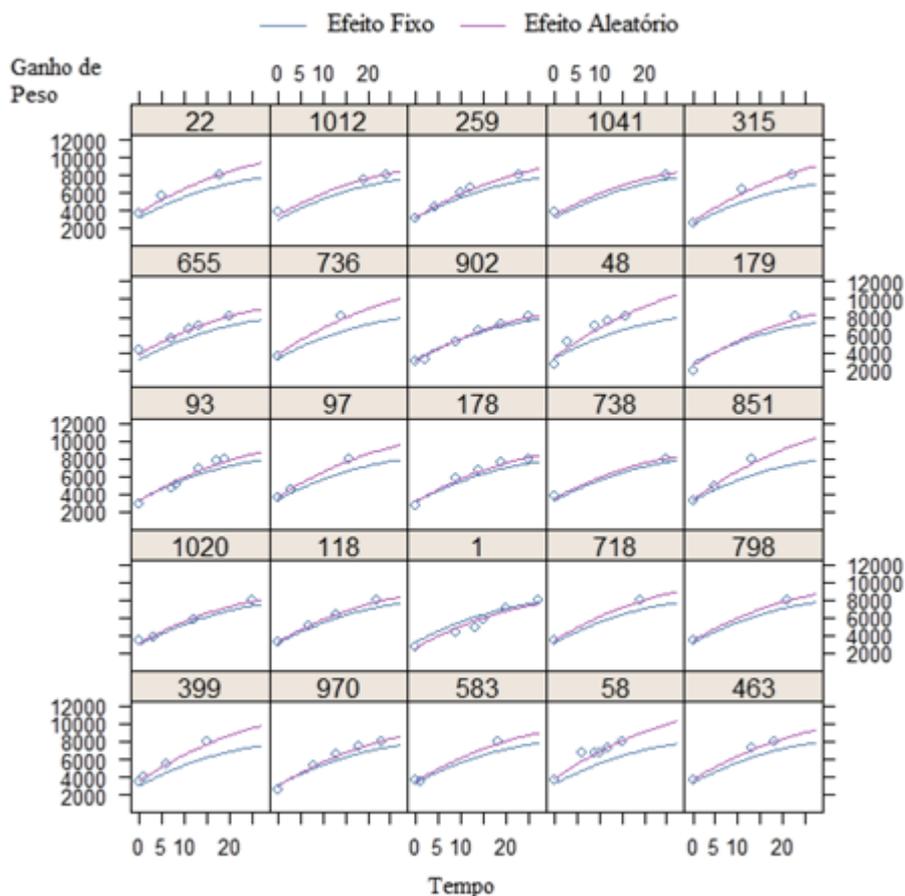


Figura 5.16: Estimativas individuais e globais do ganho de peso de uma amostra de crianças do estudo do modelo 2.

Foram elaborados também para o segundo modelo, os gráficos dos resíduos padronizados contra os valores estimados para toda a amostra e segundo as variáveis do modelo (Figura 5.17). Neste modelo os resíduos padronizados em torno do valor zero não apresenta tendência, sugerindo ter sido contornado o problema de ajuste apresentado no modelo 1.

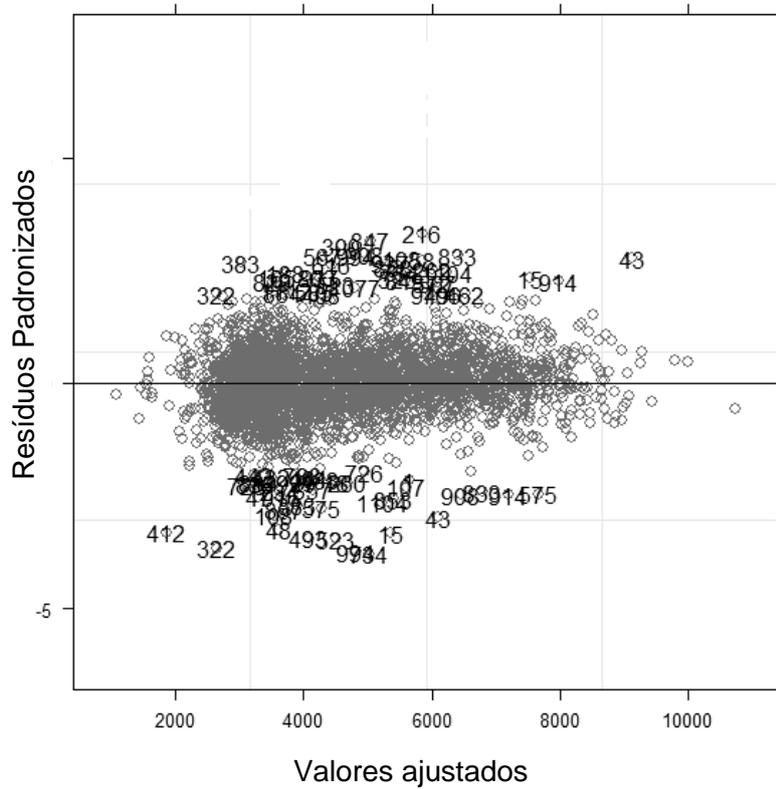


Figura 5.17: Resíduos padronizados versus valores estimados globais do modelo 2.

Após definir como o de melhor ajuste o modelo 2, foram elaborados modelos utilizando aproximações de Laplace completas e simplificadas (*INLA*) com intuito de utilizar a metodologia bayesiana para testar o modelo escolhido. Foi utilizado o método de entrada de variáveis da mesma forma que a modelagem anterior, uma a uma, mas desta vez, inserindo na ordem de significância de cada covariável e comparando o valor do *DIC*. A tabela 5.7 mostra a comparação dos modelos completos e saturados, com suas respectivas estatísticas *DIC*.

Tabela 5.7. Apresentação dos modelos segundo a entrada de variáveis e seus respectivos DIC (critério de informação da deviance).

Variáveis adicionadas	DIC
Tempo	4619,084
Tempo + prematuridade	4598,747
Tempo + prematuridade + sexo	4584,599
Tempo + prematuridade + sexo + paridade	4584,647
Tempo + prematuridade + sexo + paridade + internação	4584,843
Tempo + prematuridade + sexo + paridade + internação + adequação ao pré-natal + aleitamento	4581,837
Tempo + tempo ² + prematuridade + sexo + paridade + internação + adequação ao pré-natal + aleitamento	4582,567

Conforme se foi adicionando as variáveis selecionadas no modelo 2, o critério de informação da deviance (DIC) foi diminuindo até a entrada de adequação ao pré-natal e aleitamento exclusivo, sendo este último, um pouco mais expressivo. Ao inserir a variável tempo ao quadrado, apresentou-se uma leve recuperação do valor do DIC. Mesmo assim, devido ao acréscimo menor de um ponto na deviance, o último modelo foi o escolhido. As estimativas do modelo escolhido são apresentadas na tabela 5.8.

As distribuições positivas em relação ao ganho de peso foram o intercepto (peso ao nascer), o tempo (idade da criança), multiparidade, pré-natal adequado e aleitamento exclusivo. O valor da estimativa da média do intercepto foi de 3376g, com um desvio padrão de 448,2g. O tempo apresentou uma média de 171g, com um intervalo de confiabilidade de 82g a 260g. O tempo ao quadrado apresentou uma média próxima ao valor nulo (0,9g) com um desvio padrão de 1,9g. As variáveis que apresentaram distribuições negativas foram a prematuridade, sexo feminino e internação.

Tabela 5.8. Estimativas a posteriori da média dos efeitos fixos e das precisões dos efeitos aleatórios do modelo INLA para medidas de ganho de peso (gramas/semana) em crianças do Município do Rio de Janeiro, 2007.

Coeficientes dos Efeitos Fixos				
	Estimativa	Desvio Padrão	Intervalo de credibilidade*	
Peso ao nascer (interc.)	3376,8	448,2	2480,4	4273,2
Tempo	170,9	44,5	81,9	259,9
Tempo ²	0,9	1,9	-2,9	4,7
Prematuro	-774,4	73,1	-920,6	-628,2
Feminino	-289,6	35,7	-361,0	-218,2
Múltipara	137,9	35,7	66,5	209,3
Pré-natal Adequado	70,1	36,0	-1,9	142,1
Aleitamento exclusivo	43,0	38,1	-33,2	119,2
Houve internação	-118,1	61,6	-241,3	5,1
Precisão**				
Tempo	2322,2	1963,3	-1604,4	6248,8
Aleitamento Exclusivo	212,5	92,8	27,3	397,7

* ± 2 desvios padrão da estimativa do coeficiente do modelo

**Hiperparâmetros do modelo

As precisões apresentadas mostram os hiperparâmetros utilizados no modelo. Pode-se observar que os termos de precisão utilizados captaram os efeitos do aleitamento exclusivo, mas não muito do tempo, pois a estimativa do valor ultrapassaria o valor nulo de peso, mesmo que seja para os casos extremos.

Foi elaborado um gráfico de dispersão entre os valores ajustados e os valores observados do modelo INLA (Figura 5.18). Os pontos no gráfico se apresentam em um formato de uma reta de aproximadamente 45 graus.

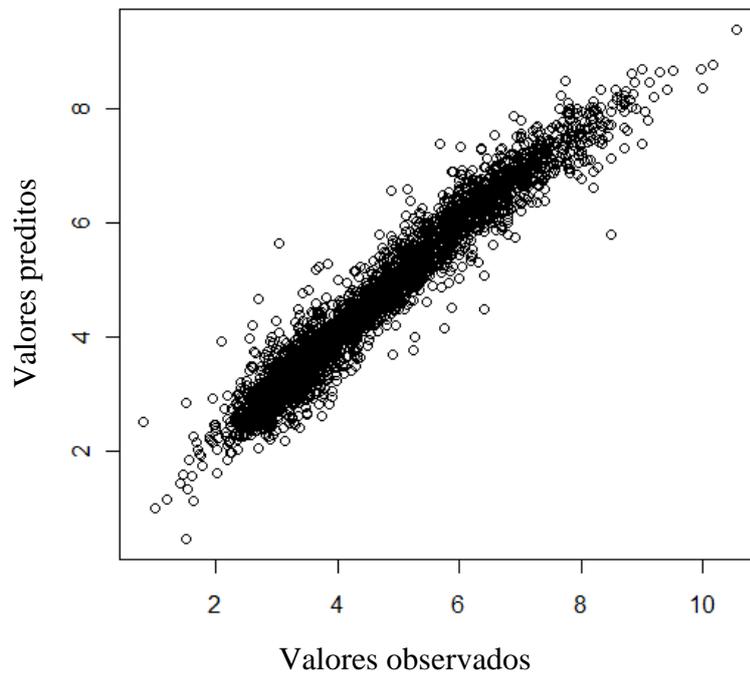


Figura 5.18: Gráfico de dispersão entre os valores de peso observados e estimados modelo INLA.

A Figura 5.19 mostra as densidades a posteriori dos efeitos estimados pelo modelo INLA com sua média (linha central) e os seus respectivos intervalos de credibilidade.

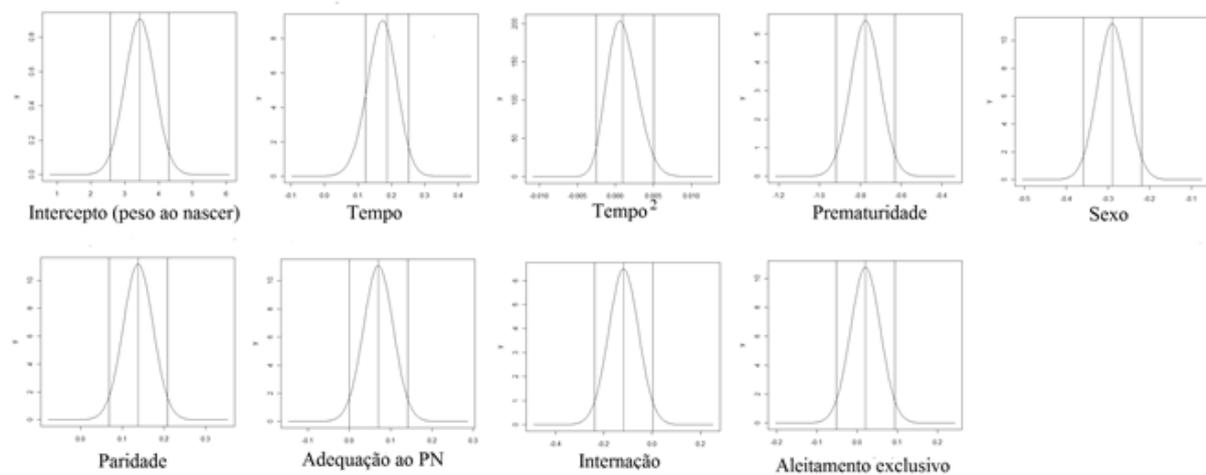


Figura 5.19: Densidades a posteriori dos efeitos estimados pelo modelo INLA.

Capítulo VI – Discussão

Nesta tese, analisamos o perfil de mães de crianças de até seis meses de idade em unidades básicas do SUS no município do Rio de Janeiro. As crianças atendidas em unidades básicas apresentaram menos complicações durante o nascimento e nos primeiros dias de vida do que crianças nesta mesma faixa de idade na população em geral (TORRES et al., 1994). Este fenômeno pode ser percebido pela menor proporção de prematuridade e baixo peso ao nascer encontrados na amostra, quando comparadas às proporções de crianças atendidas em todas as unidades do município no mesmo ano (8,8% e 9,7%, prematuridade e baixo peso ao nascer, respectivamente, em 2007) (DATASUS, 2010). Estas diferenças se aplicam também no que diz respeito à classe social e escolaridade materna, revelando um perfil de menores condições socioeconômicas e de nível de instrução das atendidas nas UBS (TORRES et al., 1994). Apesar das diferenças, as crianças atendidas em UBS do SUS correspondem a aproximadamente 50% dos atendimentos no Município do Rio de Janeiro e a mais de 60% dos atendimentos de crianças em todo o Brasil (PNAD, 2008).

Uma limitação que pode ser observada foi o fato das medidas repetidas de peso utilizadas no presente estudo ser proveniente de anotações da caderneta da criança, sem a certeza do uso correto de um instrumento de aferição de peso adequado. Para uma medida de peso confiável, é necessária uma aferição com instrumentos devidamente calibrados e de precisão, contando também com a colaboração dos profissionais de saúde envolvidos e das mães para retirar a roupa e/ou a fralda no momento da pesagem (WHO, 1995).

A disponibilidade de informações de peso ao longo do tempo de crianças desde o nascimento até seis meses de idade possibilitou verificar quais fatores estariam associados com o ganho de peso, além de identificar quais as características que mais se destacam em grupos favoráveis e desfavoráveis em relação à evolução ponderal. Utilizar análises de dados longitudinais nos permite distinguir entre as mudanças ao longo do tempo intra-

individual, também conhecido como efeito idade, e as diferenças entre os indivíduos na linha de base (efeito coorte), que favorece na identificação do efeito dos fatores associados não apenas globalmente, mas para cada indivíduo (ANDREOZZI, 2005). Por outro lado, encontrar grupos naturais segundo suas próprias características nos permite delinear quais combinações de fatores apresentam indivíduos mais vulneráveis a terem um crescimento desfavorável (JAIN, 1999, BARKER, 2005).

Muitos estudos demonstram a falta de informação ou dado como o maior desafio na utilização de dados com medidas repetidas no tempo (CHAMBERS et al., 1999, RICHARDSON et al., 2007, SPYRIDES et al., 2005b). Alguns estudos que utilizam técnicas como ANOVA para medidas repetidas e seus derivados, necessitam de assumir uma mesma distância temporal de medição, e geralmente avaliam apenas o padrão médio de evolução da variável resposta no tempo (CHAMBERS et al., 1999). Outros trabalhos, ao utilizarem técnicas como o modelo de curvas de crescimento, necessitam de descartar os indivíduos que não possuem todas os dados ou os imputam para garantir seus pressupostos (RICHARDSON et al., 2007). Nesta tese, foram utilizadas todas os dados de peso anotados, de todas as crianças, independente de intervalo de tempo entre as medidas ou número de medições por indivíduo.

Foram verificadas também as distribuições de algumas variáveis segundo o número de medidas repetidas de peso com intuito de identificar possíveis diferenças de padrões, pois se, por exemplo, os indivíduos que possuíssem maior número de medidas apresentassem um perfil diferente dos demais, a inferência sobre as análises poderia ser prejudicada (GOLDSTEIN, 2011). No entanto, verificou-se que as perdas de seguimento (diferente número de observações) foram aleatórias segundo as variáveis de interesse.

Com intuito de observar o pressuposto de normalidade das medidas de peso, analisou-se as suas distribuições por semana. A cada semana, apesar de por vezes apresentar um número baixo de observações, apresenta um formato aproximadamente normal, ratificando a verificação de um ajuste razoável. Arnau *et al.* (2012) comenta sobre o

pressuposto de normalidade ser importante a fim de evitar estimativas não robustas e consequentes correções para uso de modelos de efeitos aleatórios (ARNAU et al., 2012).

Os fatores associados ao crescimento foram analisados das seguintes formas: por meio das redes do tipo SOM, que apresentou a existência de grupos naturais por meio de características comuns das mães e seus respectivos filhos, e através de modelos de efeitos aleatórios, os quais permitiram as estimativas das curvas de crescimento global e de cada criança, levando em consideração os fatores associados ao ganho de peso.

Em relação ao objetivo de formar grupos de crianças com risco nutricional similar, foi utilizada uma combinação das redes neurais artificiais do tipo SOM e a técnica de agrupamento K-médias, onde obteve-se quatro grupos com diferentes características maternas, gravidez, parto e infantis.

Na etapa de elaboração da rede SOM, foram calculados os erros de quantização e topológico para auxiliar na definição do número de neurônios. É reconhecido que o erro de quantificação diminui com um aumento do número de neurônios. Esta tendência é devido ao fato de que, com um maior número de neurônios, cada amostra tende a aproximar a sua BMU. No entanto, um pequeno erro de quantificação resulta em uma distorção da propriedade de preservação topológica da rede SOM (KIVILUOTO, 1996, PENA et al., 2008). O erro topológico, pelo contrário, espera-se aumentar com um número maior de neurônios, mas pode ter valores elevados mesmo para pequenos mapas. Neste estudo, foi selecionado um número de neurônios que era um acordo entre os dois tipos de erro, e optou-se por monitorar o número de neurônios ativos para preservar a topologia original dos dados.

Uma das vantagens da utilização de uma rede do tipo SOM seguido pelo método K-médias ao comparar com outras técnicas convencionais de agrupamento é a capacidade de visualizar potenciais grupos utilizando a matriz U, obtendo assim uma melhor compreensão da estrutura de dados para apoiar a seleção do número de grupos a serem explorados utilizando K-médias. Os neurônios no mapa SOM podem ser observados como protótipos

que representam subgrupos de crianças (MORA et al., 2007). As crianças representadas por protótipos na matriz U, agrupados à direita, em cima, no canto inferior esquerdo e no canto superior esquerdo, apontou para a criação dos grupos em estudo.

Para a formação dos grupos, a idade materna, paridade, tipo de parto, sexo e aleitamento materno exclusivo foram os descritores determinantes para identificar as principais características de cada grupo.

O grupo 2 apresentou os melhores indicadores de mortalidade infantil e indicadores na hora do parto. Nesse grupo quase todos os nascimentos foram de parto normal e apresentou as menores proporções de nascimentos prematuros e de baixo peso ao nascer e uma maior proporção de aleitamento materno exclusivo. Apesar da prevalência de parto vaginal no grupo 3, os demais indicadores apresentaram tendências opostas as do grupo 2 e eram piores do que os dos outros grupos. Somado a esses fatores de risco, o grupo 3 apresentou a menor média de idade materna e foi composto inteiramente de primíparas. Mães com tais características, em geral, não têm experiência anterior com amamentação e tendem a introduzir precocemente alimentos para seus filhos, interrompendo o aleitamento materno exclusivo (KIMANI-MURAGE et al., 2011). Estas características estavam presentes no grupo 3.

A cesariana está associada a um baixo peso ao nascer (PEDRO et al., 2011), prematuridade (SHAPIRO-MENDOZA et al., 2008), o início tardio da amamentação, e uma menor duração da amamentação (BAHL et al., 2005, BOCCOLINI et al., 2008, DEWEY et al., 2003). No grupo 1, identificados neste estudo, todas as crianças nasceram por cesariana. Além disso, este grupo teve as maiores prevalências de baixo peso ao nascer e prematuridade entre os grupos. No entanto, este grupo também teve a maior taxa de aleitamento materno exclusivo. Considerando-se que a amamentação exclusiva tem um efeito protetor contra doenças graves durante a infância (ARIFEEN et al., 2001, BACHRACH et al., 2003, BOCCOLINI et al., 2011, QUIGLEY et al., 2007, TALAYERO et al., 2006), esta prática pode reduzir o risco de hospitalização (BARROS et al., 2012). Nesta tese, observou-

se uma relação inversa entre o aleitamento materno exclusivo e hospitalizações nos grupos 1 e 2, que tinham as maiores prevalências de aleitamento materno exclusivo e menor proporção de hospitalizações. A relação oposta foi observada nos grupos 3 e 4.

Um resultado que também chamou a atenção para o grupo 4 foi a alta prevalência de peso > 4000g. Macrossomia fetal pode ser uma indicação para uma cesariana (SAKAE et al., 2009). Em nosso estudo, verificamos que as maiores taxas de cesariana e macrossomia foram nos grupos 1 e 4, respectivamente. Oliveira *et al.* (2008) relataram uma proporção de macrossomia semelhante ao observado nos grupos 1 e 4. Os autores relataram que os fatores determinantes para a macrossomia foram multiparidade e ter tido filhos homens (OLIVEIRA et al., 2008).

Independentemente de grupo, para cada 100 crianças, 90 ou mais tinham o peso adequado para a idade e sexo no momento da entrevista. Após a análise de agrupamento, verificou-se a adequação do peso da criança no momento da entrevista, de acordo com os grupos formados pelo escore z para idade e sexo. Embora não houvesse diferenças estatisticamente significativas, o grupo 2 teve uma proporção menor de baixo e muito baixo peso para a idade, enquanto que os maiores valores de peso insuficiente foram encontrados no grupo 4, seguido pelo grupo 1. A falta de evidência estatística para indicar uma diferença entre essas proporções reforça a idéia de que, após os primeiros meses de vida, os bebês que são pequenos para a idade gestacional (PIG) tendem a seguir a curva eutrófica de crescimento (CAMPBELL et al., 2012).

Em resumo, as características comuns encontradas pela rede do tipo SOM neste estudo, que podem ser associadas positivamente com o peso infantil até os seis meses e que podem ser ratificadas pela literatura foram: ter bom pré-natal e parto natural (BARRETO et al., 2012, ROMANI, LIRA, 2004), nascimento a termo (SPYRIDES et al., 2005b), peso adequado (BELFORT et al., 2011, CASEY et al., 2006), amamentação materna exclusiva (KRAMER et al., 2002), uma menor frequência de hospitalização (VICTORA et al., 2001), e

multiparidade (ONG et al., 2002, PRENTICE et al., 1987). Estas características estavam presentes no grupo 2, que tinha os melhores indicadores infantis e no momento do parto.

Os modelos de efeitos aleatórios delineados para a estimativa do ganho de peso infantil mostraram-se adequados conforme foram sendo ajustados, quantificando a parcela de contribuição de cada variável analisada ao longo do tempo. A introdução do efeito aleatório no peso ao nascer permitiu que a respectiva reta de regressão pudesse partir de um patamar diferente para cada criança, o que pode ser observado pela variação de seus coeficientes. O mesmo aconteceu com os efeitos do tempo, que permitiram que cada curva fosse ajustada com uma trajetória individual ao longo do tempo, quantificando a variação das curvas de crescimento das crianças da amostra levando em consideração as variáveis associadas.

Com a inclusão do efeito aleatório do aleitamento exclusivo foi possível caracterizar a variação de seu incremento individual em gramas na trajetória de peso das crianças da amostra. Esta quantidade se destaca por apresentar a magnitude do efeito na curva de crescimento infantil, e por ele ser positivo em todos os indivíduos, ratificando a importância do aleitamento enquanto ele ainda é realizado exclusivamente (BITTENCOURT et al., 1993, HASCHKE, VAN'T HOF, 2000a).

Os coeficientes fixos estimados que se associaram positivamente com o ganho de peso da criança foram o tempo, a multiparidade, pré-natal adequado e o aleitamento exclusivo, enquanto a prematuridade, ser do sexo feminino e a internação contribuíram negativamente para o crescimento infantil.

Das variáveis analisadas, escolaridade materna e índice de bens, poderiam contemplar, mesmo que indiretamente, o nível socioeconômico, porém não foram selecionadas no processo de modelagem.

O efeito positivo da variável pré-natal adequado ratifica a importância deste para evolução não apenas de uma boa saúde gestacional, mas também de uma trajetória de ganho de peso saudável do recém-nascido. Ao contrário da adequação do pré-natal, a

ocorrência de internação anterior representou um efeito negativo para ganho de peso da criança (BARROS et al., 2011).

Ao fazer a análise dos resíduos em conjunto com o gráfico com as retas estimadas pelo modelo, verificou-se que o modelo 1 apresentava um problema de ajuste. Visualizando as estimativas das curvas globais e individuais do modelo 1, foi possível encontrar alguns valores observados afastados das estimativas individuais. No gráfico dos resíduos padronizados contra os valores estimados para verificar a normalidade, homocedasticidade e a independência dos resíduos (presença de tendência em torno da média padronizada (zero)), foi possível confirmar a violação deste último pressuposto. Elaborar um modelo respeitando os seus pressupostos é essencial para inferir sobre o fenômeno estudado de forma a reproduzir com precisão os valores reais e seus fatores associados (FITZMAURICE, 2008). Para contornar este problema foi introduzido o termo quadrático do tempo, permitindo a variação angular curvilínea das estimativas individuais de ganho de peso. Com as estimativas de ganho de peso do modelo 2, foi possível visualizar os comportamentos das curvas mais similares às trajetórias individuais apresentadas na análise exploratória e com os gráficos antropométricos de estudos de avaliação de crescimento e desenvolvimento infantil (HASCHKE, VAN'T HOF, 2000b, DE ONIS et al., 2009, SCHWARZ et al., 2008, SPYRIDES et al., 2005b).

Importante notar a diferença da magnitude da variação dos efeitos aleatórios quando comparados nos dois modelos. A variação estimada por meio do desvio padrão dos efeitos aleatórios apresenta-se sempre menor no modelo 2, sugerindo que este modelo possui estimativas mais precisas em relação à variabilidade intra-individual. Quanto maior a precisão do modelo, melhor será a estimativa do efeito das variáveis do modelo, permitindo assim, quantificar a real magnitude do efeito de cada fator associado ao crescimento (FITZMAURICE, 2008, GOLDSTEIN, 2011).

Foi elaborado um modelo utilizando o pacote INLA, que consiste em aplicar aproximações completas e simplificadas utilizando conhecimentos de inferência bayesiana

(RUE et al., 2009). Existem algumas vantagens da aproximação bayesiana sobre a abordagem clássica na inferência sobre os parâmetros, como por exemplo, a possibilidade de verificar a probabilidade (a posteriori) de que um parâmetro exceda ou não um certo limiar é facilmente obtida da distribuição a posteriori, fornecendo uma quantidade interpretável e mais intuitiva que o p-valor (BLANGIARDO et al., 2013). Com o modelo INLA, foi possível estimar a distribuição de probabilidade a posteriori de cada coeficiente, aumentando ainda mais o nível de informação acerca dos fatores mais associados ao crescimento infantil.

O modelo INLA elaborado foi estimado com as mesmas variáveis que se apresentaram significativas no modelo final (modelo 2). Devido a possibilidade de realizar as estimativas dos modelos bayesianos em pouco tempo, foi possível testar a contribuição uma a uma, pela análise do DIC. Embora o método *INLA* tenha a vantagem de permitir uma aplicação bayesiana de forma rápida, o método não informa como o seu funcionamento se desenvolve no momento da análise, impossibilitando detectar a razão por um aviso ou mensagem de erro, caso ele ocorra (SCHRÖDLE et al., 2011). No entanto, as estimativas produzidas pelo modelo bayesiano mostraram-se bem próximas dos modelos estimados por meio de inferência clássica.

Spyrides *et al.* (2005), em um estudo realizado em um centro de saúde do município do Rio de Janeiro, já apresentavam a importância de vários fatores apresentados nesta tese como importantes para o crescimento infantil, como a idade gestacional, tipo de parto e aleitamento. Este estudo foi um dos mais próximos à análise longitudinal realizada nesta tese, sendo que as variáveis dependentes nele utilizadas foram o peso e a altura. Apesar do modelo apresentado pelos autores já apontar para parte dos fatores analisados nesta tese, o efeito significativo do aleitamento constatado foi o predominante (crianças que receberam leite materno e outros líquidos, como água, chá ou sucos) e apenas fixo, ou seja, não foi considerado o efeito aleatório da introdução de alimentos ao longo do tempo.

Apesar da maioria dos fatores associados estimados serem já conhecidos na literatura, a evolução dos métodos de estimação apresentou uma forma mais eficaz de obter a estimativa dos parâmetros, quantificando com maior precisão a magnitude de cada efeito, levando em consideração todas as medidas de peso, aumentando o poder do estudo.

6.1. Considerações finais

Empregando a combinação do algoritmo SOM e o método K-médias para identificar a existência de grupos na amostra de dados foi possível agrupar as crianças com características semelhantes. Além disso, este estudo demonstra que as redes neurais artificiais são uma importante ferramenta para a identificação de indivíduos com melhores ou piores indicadores de saúde, ajudando a apontar quais características presentes nos recém-nascidos são passíveis de monitoramento por programas de políticas públicas.

Utilizar dados longitudinais de peso infantil que apresentam intervalos de tempo e número de observações diferentes foi um avanço na área da saúde de modo a contribuir para estudos futuros com as mesmas características de seus dados. O cumprimento dos pressupostos das técnicas e modelos aplicados nesta tese, assim como a comparação entre os modelos foi interessante no sentido de verificar as associações estabelecidas não apenas pela introdução de uma técnica mais sofisticada, mas pelo zelo da qualidade do ajuste. Nesta abordagem, foi possível verificar o ajuste correto para inferir acerca de todas as contribuições das variáveis associadas.

A introdução de efeitos aleatórios também permitiu visualizar as estimativas de crescimento de cada criança, além de cada contribuição por patamar de peso ao nascer (intercepto), por tempo e pelo fato de estar sob regime de aleitamento materno exclusivo, expressos em desvios padrão, demonstrando a importância desta última prática. Vale ressaltar que pelo fato do aleitamento exclusivo apresentar significância apenas nos efeitos

aleatórios, sugere que talvez não seja possível verificar o seu efeito em média, no grupo, mas no nível individual, através de seu efeito positivo no ganho de peso infantil.

Fazendo uma análise conjunta do emprego das técnicas de agrupamento e de modelagem, foi possível identificar os fatores que mais contribuem para os diferentes padrões de crescimento infantil: o cuidado pré-natal e a paridade; o parto normal, a se evitar maiores prevalências de prematuridade e baixo peso ao nascer; e a prática do aleitamento exclusivo, a se evitar hospitalizações que se mostra como diferencial importante nos primeiros meses de vida de uma criança no nível individual. Grupos similares aos encontrados nesta tese que apresentaram piores indicadores de saúde sugere-se a necessidade de uma atenção especial por parte de políticas e de vigilância em saúde.

6.2. Referências Bibliográficas

ADAIR, L. S., MARTORELL, R., STEIN, A. D., *et al.* “Size at birth, weight gain in infancy and childhood, and adult blood pressure in 5 low- and middle-income-country cohorts: when does weight gain matter?”, **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 89, n. 5, p. 1383–1392, 2009.

ALMEIDA, M. A., NOVAES, H. M., ALENCAR, C., *et al.* “Mortalidade neonatal no Município de São Paulo: influência do peso ao nascer e de fatores sócio-demográficos e assistenciais”, **Revista brasileira de epidemiologia**, v. 5, n. 1, p. 93–107, 2002.

AMIGO, H., VARGAS, C., RONA, R. J. “A feeling of well-being accompanied by a period of prosperity and birthweight in Chile: a possible link?” **Paediatric and Perinatal Epidemiology**, v. 19, n. 6, p. 426–434, 2005.

ANDRADE, C. L. T. DE, SZWARCOWALD, C. L., GAMA, S.G.N., *et al.* “Socioeconomic inequalities and low birth weight and perinatal mortality in Rio de Janeiro, Brazil”, **Cadernos De Saúde Pública**, v. 20 Suppl 1, p. S44–51, 2004.

ANDREOZZI, V. L. “Análise de Dados Longitudinais”. In: **Epidemiologia e bioestatística na pesquisa odontológica**. São Paulo: Atheneu, 2005.

ARIFEEN, S., BLACK, R. E., ANTELMAN, G., *et al.* “Exclusive Breastfeeding Reduces Acute Respiratory Infection and Diarrhea Deaths Among Infants in Dhaka Slums”. **Pediatrics**, v. 108, n. 4, p. e67–e67, 2001.

ARNAU, J., BONO, R., BLANCA, N.K., *et al.* “Using the linear mixed model to analyze nonnormal data distributions in longitudinal designs”. **Behavior research methods**, v. 44, n. 4, p. 1224–1238, 2012.

ASHWORTH, A., MORRIS, S. S., LIRA, P. I. “Postnatal growth patterns of full-term low birth weight infants in Northeast Brazil are related to socioeconomic status”. **The Journal of Nutrition**, v. 127, n. 10, p. 1950–1956, 1997.

AZEVEDO, V. M. P., ALBANESI FILHO, F. M., SANTOS, M. A., *et al.* “The impact of malnutrition on idiopathic dilated cardiomyopathy in children”. **Jornal De Pediatria**, v. 80, n. 3, p. 211–216, 2004.

BAÇÃO, F., LOBO, V., PAINHO, M. “Self-organizing maps as substitutes for k-means clustering”. **Computational Science**, p.476–483, 2005.

BACHRACH, V. R. G., SCHWARZ, E., BACHRACH, L. R. “Breastfeeding and the risk of hospitalization for respiratory disease in infancy: a meta-analysis”. **Archives of pediatrics & adolescent medicine**, v. 157, n. 3, p. 237–243, 2003.

BAHL, R., FROST, C., KIRKWOOD, B. R., *et al.* “Infant feeding patterns and risks of death and hospitalization in the first half of infancy: multicentre cohort study”. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 83, n. 6, p. 418–426, 2005.

BARKER, D. J., OSMOND, C., FORSEN, T.J. *et al.* "Trajectories of growth among children who have coronary events as adults". **New England Journal of Medicine**, v. 353, n. 17, p. 1802, 2005.

BARKER, D. J. P. "Fetal origins of coronary heart disease". **British Medical Journal**, v. 311, n. 6998, p. 171, 1995.

BARKER, D. J. P., OSMOND, C. "Infant mortality, childhood nutrition, and ischaemic heart disease in England and Wales". **The Lancet**, v. 327, n. 8489, p. 1077–1081, 1986.

BARRETO, A. C. DO N. G., MAIA, C. R. S., LIMA, K. DE C., *et al.* "Postnatal growth restriction and predictors of nutritional outcome in very low birth weight infants fed human milk and assisted by the Kangaroo Mother Care method". **Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine**, p. 1–6, 2012.

BARROS, A. J. D., SANTOS, I. S., MATIJASEVICH, A., *et al.* "Patterns of deliveries in a Brazilian birth cohort: almost universal cesarean sections for the better-off". **Revista de Saúde Pública**, v. 45, n. 4, p. 635–643, 2011.

BARROS, F. C., ROSSELLO, J. L. D., MATIJASEVICH, A., *et al.* "Gestational age at birth and morbidity, mortality, and growth in the first 4 years of life: findings from three birth cohorts in Southern Brazil". **BMC Pediatrics**, v. 12, n. 1, p. 169, 2012.

BELFORT, M. B., RIFAS-SHIMAN, S. L., SULLIVAN, T., *et al.* "Infant Growth Before and After Term: Effects on Neurodevelopment in Preterm Infants". **Pediatrics**, v. 128, n. 4, p. e899–e906, 2011.

BERRY, M. A., CONROD, H., USHER, R. H. "Growth of very premature infants fed intravenous hyperalimentation and calcium-supplemented formula". **Pediatrics**, v. 100, n. 4, p. 647–653, 1997.

BITTENCOURT, S. A., LEAL, M. DO C., JOURDAN-GADELHA, *et al.* "Growth, diarrhea, and breastfeeding: the case of Vila do João". **Cadernos de Saúde Pública**, v. 9, p. S7–S13, 1993.

BLANGIARDO, M., CAMELETTI, M., BAIO, G., *et al.* "Spatial and spatio-temporal models with R-INLA". **Spatial and Spatio-temporal Epidemiology**, v. 4, p. 33–49, 2013.

BOCCOLINI, C. S., CARVALHO, M. L. DE, OLIVEIRA M.I., *et al.* "Breastfeeding can prevent hospitalization for pneumonia among children under 1 year old". **Jornal de pediatria**, v. 87, n. 5, p. 399–404, 2011.

BOCCOLINI, C. S., CARVALHO, M. L. DE, OLIVEIRA M.I., *et al.* "Factors that affect time between birth and first breastfeeding". **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, n. 11, p. 2681–2694, 2008.

BORGHI, E., DE ONIS, M., GARZA, C., *et al.* "Construction of the World Health Organization child growth standards: selection of methods for attained growth curves". **Statistics in Medicine**, v. 25, n. 2, p. 247–265, 2006.

CAMPBELL, M. K., CARTIER, S., XIE, B., *et al.* "Determinants of small for gestational age birth at term". **Paediatric and perinatal epidemiology**, v. 26, n. 6, p. 525–533, 2012.

CASEY, P. H., WHITESIDE-MANSELL, L., BARRETT, K., *et al.* “Impact of Prenatal and/or Postnatal Growth Problems in Low Birth Weight Preterm Infants on School-Age Outcomes: An 8-Year Longitudinal Evaluation”. **Pediatrics**, v. 118, n. 3, p. 1078–1086, 2006.

CHAMBERS, C. D., ANDERSON, P. O., THOMAS, R. G., *et al.* “Weight gain in infants breastfed by mothers who take fluoxetine”. **Pediatrics**, v. 104, n. 5, p. e61, 1999.

CLAYTON, D., BERNARDINELLI, L. “Bayesian methods for mapping disease risk”. **Geographical and environmental epidemiology: methods for small area studies**, p. 205–220, 1992.

COSTA, J. M. B. DA S., DE FRIAS, P. G. “Evaluation of the completeness of variables on Birth Certificates of residents in Pernambuco State, Brazil, 1996 to 2005”. **Cadernos De Saúde Pública**, v. 25, n. 3, p. 613–624, 2009.

DATASUS. TabNet Win32 2.7. **Ministério da Saúde**, Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?idb2008/f07.def>, Acessado em 22 de agosto, 2013.

DEWEY, K. G., NOMMSEN-RIVERS, L. A., HEINIG, M. J., *et al.* “Risk Factors for Suboptimal Infant Breastfeeding Behavior, Delayed Onset of Lactation, and Excess Neonatal Weight Loss”. **Pediatrics**, v. 112, n. 3, p. 607–619, 2003.

DIGGLE, P. J., HEAGERTY, P., LIANG, K.Y., *et al.* **Analysis of Longitudinal Data (second ed). 2nd ed.** Oxford University Press, New York, 2002.

DO, J. H., CHOI, D.K. “Aflatoxins: Detection, toxicity, and biosynthesis”. **Biotechnology and Bioprocess Engineering**, v. 12, n. 6, p. 585–593, 2007.

DUNSON, D. B. “Commentary: Practical Advantages of Bayesian Analysis of Epidemiologic Data”. **American Journal of Epidemiology**, v. 153, n. 12, p. 1222–1226, 2001.

ENGBRETSEN, I. M. S., TYLLESKÄR, T., WAMANI, H., *et al.* “Determinants of infant growth in Eastern Uganda: a community-based cross-sectional study”, **BMC public health**, v. 8, p. 418, 2008.

ERIKSSON, J. G., FORSEN, T., TUOMILEHTO, *et al.* “Early growth and coronary heart disease in later life: longitudinal study”. **British Medical Journal**, v. 322, n. 7292, p. 949, 2001.

FAISAL, T., TAIB, M. N., IBRAHIM, F. “Reexamination of risk criteria in dengue patients using the self-organizing map”. **Medical & Biological Engineering & Computing**, v. 48, n. 3, p. 293–301, 2010.

FENN, B., MORRIS, S. S., FROST, C. “Do childhood growth indicators in developing countries cluster? Implications for intervention strategies”. **Public health nutrition**, v. 7, n. 7, p. 829–834, 2004.

FISHER, D., BAIRD, J., PAYNE, L., *et al.* “Are infant size and growth related to burden of disease in adulthood? A systematic review of literature”. **International Journal of Epidemiology**, v. 35, n. 5, p. 1196–1210, 2006.

- FITZMAURICE, G. M. **Longitudinal data analysis**. Chapman & Hall/CRC, 2008.
- GELMAN, A., CARLIN, J. B., STERN, *et al.* **Bayesian Data Analysis, Second Edition**. CRC Press, 2003.
- GOLDSTEIN, H. "Hierarchical data modeling in the social sciences". **Journal of Educational and Behavioral Statistics**, v. 20, n. 2, p. 201, 1995.
- GOLDSTEIN, H. **Multilevel Statistical Models**. John Wiley & Sons, 2011.
- HALPERN, R., BARROS, A. J. D., MATIJASEVICH, A., *et al.* "Developmental status at age 12 months according to birth weight and family income: a comparison of two Brazilian birth cohorts". **Cadernos de saúde pública**, v. 24 Suppl 3, p. S444–450, 2008.
- HAMILL, P. V., DRIZD, T. A., JOHNSON, C. L., *et al.* "Physical growth: National Center for Health Statistics percentiles". **The American journal of clinical nutrition**, v. 32, n. 3, p. 607–629, 1979.
- HASCHKE, F., VAN'T HOF, M. A. "Euro-Growth references for breast-fed boys and girls: influence of breast-feeding and solids on growth until 36 months of age. Euro-Growth Study Group". **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 31 Suppl 1, p. S60–71, 2000.
- HASCHKE, F., VAN'T HOF, M. A. "Euro-Growth references for length, weight, and body circumferences. Euro-Growth Study Group". **Journal of pediatric gastroenterology and nutrition**, v. 31 Suppl 1, p. S14–38, 2000b.
- HEDEKER, D., GIBBONS, R. D. **Longitudinal data analysis**. ASA, 2006.
- HEITJAN, D. F., MANNI, A., SANTEN, R. J. "Statistical analysis of in vivo tumor growth experiments". **Cancer Research**, v. 53, n. 24, p. 6042, 1993.
- HORTA, B. L., BARROS, F. C., HALPERN, R., *et al.* "Baixo peso ao nascer em duas coortes de base populacional no Sul do Brasil". **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12, 1996.
- HUI, L. L., LEUNG, G. M., COWLING, *et al.* "Determinants of infant growth: Evidence Disponível em: Hong Kong's "Children of 1997" birth cohort". **Annals of epidemiology**, v. 20, n. 11, p. 827–835, 2010.
- JAIN, A. K., MURTY, M. N., FLYNN, P. J. "Data clustering: a review". **ACM Comput. Surv.**, v. 31, n. 3, p. 264–323, 1999.
- JEWELL, C. P., KYPRAIOS, T., NEAL P., *et al.* "Bayesian analysis for emerging infectious diseases". **Bayesian Analysis**, v. 4, n. 3, p. 465–496, 2009.
- JÚLÍUSSON, P. B., ROELANTS, M., HOPPENBROUWERS, *et al.* "Growth of Belgian and Norwegian children compared to the WHO growth standards: prevalence below -2 and above +2 SD and the effect of breastfeeding". **Archives of disease in childhood**, v. 96, n. 10, p. 916–921, 2011.
- KAC, G., NUCCI, L. B., SPYRIDES M.H., *et al.* "Evaluation of the ability of a Latin-American gestational weight curve to predict adverse pregnancy outcomes". **International Journal of Gynaecology and Obstetrics**, v. 106, n. 3, p. 223–226, 2009.

KALE, P. L., ANDREOZZI, V. L., NOBRE, F. F. "Time series analysis of deaths due to diarrhoea in children in Rio de Janeiro, Brazil, 1980-1998". **Journal of Health Population and Nutrition**, v. 22, n. 1, p. 27–33, 2004.

KARLBERG, J., JALIL, F., LAM J., *et al.* "Linear growth retardation in relation to the three phases of growth". **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 48 Suppl 1, p. S25–43, discussion S43–44, 1994.

KASKI, S. "Data Exploration Using Self-Organizing Maps". **Acta Polytechnica Scandinavica: Mathematics, Computing And Management In Engineering Series No. 82**, 1997. Disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary>. Acessado em 24 de agosto de 2013.

KERAC, M., BLENCOWE, H., GRIJALVA-ETERNOD, C., *et al.* "Prevalence of wasting among under 6-month-old infants in developing countries and implications of new case definitions using WHO growth standards: a secondary data analysis". **Archives of disease in childhood**, v. 96, n. 11, p. 1008–1013, 2011.

KIMANI-MURAGE, E. W., MADISE, N. J., FOTSO, J.C., *et al.* "Patterns and determinants of breastfeeding and complementary feeding practices in urban informal settlements, Nairobi Kenya". **BMC Public Health**, v. 11, n. 1, p. 396, 2011.

KIVILUOTO, K. "Topology preservation in self-organizing maps". In: **IEEE International Conference on Neural Networks**, v. 1, p.294 –299 vol.1, 1996.

KOHONEN, T. "The self-organizing map". **Proceedings of the IEEE**, v. 78, n. 9, p. 1464–1480, 1990.

KOHONEN, T., OJA, E., SIMULA, O., VISA, A., *et al.* "Engineering applications of the self-organizing map". **Proceedings of the IEEE**, v. 84, n. 10, p. 1358–1384, 1996.

KOTELCHUCK, M. "An evaluation of the Kessner Adequacy of Prenatal Care Index and a proposed Adequacy of Prenatal Care Utilization Index". **American Journal of Public Health**, v. 84, n. 9, p. 1414–1420, 1994.

KRAMER, M. S., GUO, T., PLATT, R. W., *et al.* "Breastfeeding and Infant Growth: Biology or Bias?" **Pediatrics**, v. 110, n. 2, p. 343–347, 2002.

KRISTENSEN, P., BJERKEDAL, T., IRGENS, L. M. "Birthweight and work participation in adulthood". **International journal of epidemiology**, v. 33, n. 4, p. 849, 2004.

KUCZMARSKI, R. J., OGDEN, C. L., GUO, S. S., *et al.* "2000 CDC Growth Charts for the United States: methods and development". **Vital and Health Statistics**. Series 11, n. 246, p. 1–190. 2002.

LAIRD, N. M., WARE, J. H. "Random-effects models for longitudinal data". **Biometrics**, v. 38, n. 4, p. 963–974, 1982.

LANGLEY-EVANS, S. C. "Fetal programming of cardiovascular function through exposure to maternal undernutrition". **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 60, n. 04, p. 505–513, 2007.

LEAL, M. DO C., GAMA, S. G. N. DA, RATTO, K. M. N., *et al.* "Use of the modified Kotelchuck index in the evaluation of prenatal care and its relationship to maternal characteristics and birth weight in Rio de Janeiro, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, p. S63–S72, 2004.

LIPMAN, E. L., OFFORD, D. R., BOYLE, M. H. "Relation between economic disadvantage and psychosocial morbidity in children". **CMAJ: Canadian Medical Association Journal**, v. 151, n. 4, p. 431, 1994.

LONGO, G. Z., SOUZA, J. M. P. DE, SOUZA, S. B. DE, *et al.* "Growth of children up to six months of age and breast feeding practices". **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 5, n. 1, p. 109–118, 2005.

MARKEY, M. K., LO, J. Y., TOURASSI, G. D., FLOYD, C. E., Jr. "Self-organizing map for cluster analysis of a breast cancer database". **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 27, n. 2, p. 113–127. 2003.

MARTINS, E. B., CARVALHO, M. S. "Birth weight and overweight in childhood: a systematic review". **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, p. 2281–2300, 2006.

MIGON, H. S., SOUZA, A. D., SCHMIDT, A. M. "Modelos hierárquicos e aplicações". In: **Estância de São Pedro, SP: Minicurso 18o. Sinape**. Acessado em 24 Novembro, 2013, Disponível em: <http://www.dme.ufrj.br/~mhierarquico/slides-sinape08-site-aula1.pdf>, 2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Acompanhamento do crescimento e desenvolvimento**, 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual para a utilização da caderneta de saúde da criança**, 2008.

MONASTA, L., BATTY, G. D., CATTANEO, A., *et al.* "Early-life determinants of overweight and obesity: a review of systematic reviews". **Obesity Reviews**, v. 11, n. 10, p. 695–708, 2010.

MONTEIRO, C. A., BENICIO, M. H. D., CONDE, W. L., *et al.* "Narrowing socioeconomic inequality in child stunting: the Brazilian experience, 1974-2007". **Bulletin of the World Health Organization**, v. 88, n. 4, p. 305–311, 2010.

MONTEIRO, C. A., FRANÇA JÚNIOR, I., CONDE, W. L. "Evolução da assistência materno-infantil na cidade de São Paulo (1984-1996)". **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 6, 2000.

MORA, A., MERELO, J., BRIONES, C., MORÁN, F., LAREDO, J. "Computational and Ambient Intelligence", **Lecture Notes in Computer Science**. v. 4507, p.940–947. 2007.

MOTTA, M. E. F. A., SILVA, G. A. P. DA, ARAÚJO, O. C., *et al.* "Does birth weight affect nutritional status at the end of first year of life?" **Jornal de pediatria**, v. 81, n. 5, p. 377–382, 2005.

OLIVEIRA, L. C. DE, PACHECO, A. H. DE R. N., RODRIGUES, P. L., *et al.* "Factors accountable for macrosomia incidence in a study with mothers and progeny attended at a Basic Unity of Health in Rio de Janeiro, Brazil". **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v. 30, n. 10, p. 486–493, 2008.

ONG, K. K. L., PREECE, M. A., EMMETT, P. M., *et al.* “Size at Birth and Early Childhood Growth in Relation to Maternal Smoking, Parity and Infant Breast-Feeding: Longitudinal Birth Cohort Study and Analysis”. **Pediatric Research**, v. 52, n. 6, p. 863–867, 2002.

DE ONIS, M., BLÖSSNER, M., BORGHI, E., *et al.* “Estimates of global prevalence of childhood underweight in 1990 and 2015”. **JAMA: The Journal of the American Medical Association**, v. 291, n. 21, p. 2600–2606, 2004.

DE ONIS, M., GARZA, C., ONYANGO, A. W., *et al.* “WHO growth standards for infants and young children”. **Archives De Pédiatrie: Organe Officiel De La Société Française De Pédiatrie**, v. 16, n. 1, p. 47–53, 2009.

DE ONIS, M., HABICHT, J. P. “Anthropometric reference data for international use: recommendations Disponível em: a World Health Organization Expert Committee”. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, n. 4, p. 650–658. 1996.

PEDRAZA, D. F. Quality of the Information System on Live Births /SINASC: a critical analysis of published studies. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 10, p. 2729–2737, 2012.

PEDRO, C., FERNANDA, S., MARIA, C., *et al.* “Perinatal outcomes associated with low birth weight in a historical cohort”. **Reproductive Health**, v. 8, 2011.

PENA, M., BARBAKH, W., FYFE, C. “Topology-Preserving Mappings for Data Visualisation”. **Principal Manifolds for Data Visualization and Dimension Reduction**. v. 58, p.131–150. 2008.

PNAD. **Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios**. IBGE,2008.

POSADA, M. E., RUBÉN, M., ESQUIVEL, M. “On growth of children: effect of some socioeconomic and genetic factors”. **Acta Paediatrica Hungarica**, v. 28, n. 1, p. 37–43. 1987.

PRENTICE, A., COLE, T. J., WHITEHEAD, R. G. “Impaired growth in infants born to mothers of very high parity”. **Human nutrition. Clinical nutrition**, v. 41, n. 5, p. 319–325, 1987.

QUIGLEY, M. A., KELLY, Y. J., SACKER, A. “Breastfeeding and hospitalization for diarrheal and respiratory infection in the United Kingdom Millennium Cohort Study”. **Pediatrics**, v. 119, n. 4, p. e837–842, 2007.

RIBAS, D. L. B., SGANZERLA, A., ZORZATTO, J. R., *et al.* “Child health and nutrition in a Teréna indigenous community, Mato Grosso do Sul, Brazil”. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, n. 2, p. 323–331, 2001.

RICHARDSON, G. A., GOLDSCHMIDT, L., LARKBY, C. “Effects of prenatal cocaine exposure on growth: a longitudinal analysis”. **Pediatrics**, v. 120, n. 4, p. e1017–1027, 2007.

ROMANI, S. A. ., LIRA, P. I. . “Determinant factors of infant growth”. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 4, p. 15–23, 2004.

RUE, H., HELD, L. **Gaussian Markov Random Fields: Theory and Applications**. CRC Press, 2004.

RUE, H., MARTINO, S., CHOPIN, N. “Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations”. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)**, v. 71, n. 2, p. 319–392, 2009.

RUE, HÅ., MARTINO, S. “Approximate Bayesian inference for hierarchical Gaussian Markov random field models”. **Journal of Statistical Planning and Inference**, v. 137, n. 10, p. 3177–3192, 2007.

SAKAE, T. M., FREITAS, P. F., D’ORSI, E. “Factors associated with cesarean section rates in a university hospital”. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 3, p. 472–480, 2009.

SCHRÖDLE, B., HELD, L., RIEBLER, A., *et al.* “Using integrated nested Laplace approximations for the evaluation of veterinary surveillance data”, **Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)**, v. 60, n. 2, p. 261–279, 2011.

SCHWARZ, N. G., GROBUSCH, M. P., DECKER, M.-L., *et al.* “WHO 2006 child growth standards: implications for the prevalence of stunting and underweight-for-age in a birth cohort of Gabonese children in comparison to the Centers for Disease Control and Prevention 2000 growth charts and the National Center for Health Statistics 1978 growth references”. **Public health nutrition**, v. 11, n. 7, p. 714–719, 2008.

SENN, S., STEVENS, L., CHATURVEDI, N. “Repeated measures in clinical trials: simple strategies for analysis using summary measures”. **Statistics in Medicine**, v. 19, n. 6, p. 861–877, 2000.

SHAPIRO-MENDOZA, C. K., TOMASHEK, K. M., KOTELCHUCK, M., *et al.* “Effect of Late-Preterm Birth and Maternal Medical Conditions on Newborn Morbidity Risk”. **Pediatrics**, v. 121, n. 2, p. e223–e232, 2008.

SISVAN. **Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional**. Ministério da Saúde, 2008.

SORIA, D., GARIBALDI, J. M., AMBROGI, F., *et al.* “A methodology to identify consensus classes”. **Computers in Biology and Medicine**, v. 40, n. 3, p. 318–330, 2010.

SPIEGELHALTER, D. J., BEST, N. G., CARLIN, B. P., *et al.* “Bayesian measures of model complexity and fit”. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)**, v. 64, n. 4, p. 583–639, 2002.

SPYRIDES, M. H. C., STRUCHINER, C. J., BARBOSA, M. T. S., *et al.* “The effect of breastfeeding practices on infant growth”. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 5, n. 2, p. 145–153, 2005a.

SPYRIDES, M. H. C., STRUCHINER, C. J., BARBOSA, M. T. S., *et al.* “Breastfeeding practices and infant growth: a longitudinal study in Rio de Janeiro, Brazil, 1999/2001”. **Cadernos De Saúde Pública**, v. 21, n. 3, p. 756–766, 2005b.

STEIN, A. D., WANG, M., MARTORELL, R., *et al.* “Growth patterns in early childhood and final attained stature”. **American journal of human biology: the official journal of the Human Biology Council**, v. 22, n. 3, p. 353–359, 2010.

SZWARCWALD, C. L., BASTOS, F. I., ESTEVES, M. A. P. “State of animus among Brazilians: influence of socioeconomic context?” **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, p. S33–S42, 2005.

TALAYERO, J. M. P., LIZÁN-GARCÍA, M., PUIME, Á. O., et al. "Full Breastfeeding and Hospitalization as a Result of Infections in the First Year of Life". **Pediatrics**, v. 118, n. 1, p. e92–e99, 2006.

TANAKA, A. C. D'ANDRETTA, SIQUEIRA, A. A. F. DE, ALVARENGA, A. T. DE, et al. "Peso ao nascer de filhos de um grupo de mulheres normais". **Revista de Saúde Pública**, v. 11, n. 4, 1977.

TAVERAS, E. M., RIFAS-SHIMAN, S. L., BELFORT, M. B., et al. "Weight Status in the First 6 Months of Life and Obesity at 3 Years of Age". **Pediatrics**, v. 123, n. 4, p. 1177–1183, 2009.

TIBSHIRANI, R., WALTHER, G., HASTIE, T. "Estimating the number of clusters in a data set via the gap statistic". **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)**, v. 63, n. 2, p. 411–423, 2001.

TIERNEY, L., KADANE, J. B. "Accurate Approximations for Posterior Moments and Marginal Densities". **Journal of the American Statistical Association**, v. 81, n. 393, p. 82–86, 1986.

TORRES, M. A. A., SATO, K., JULIANO, Y., et al. "Terapêutica com doses profiláticas de sulfato ferroso como medida de intervenção no combate à carência de ferro em crianças atendidas em unidades básicas de saúde". **Rev. saúde pública**, v. 28, n. 6, p. 410–5. 1994.

VALKONEN, V.-P., KOLEHMAINEN, M., LAKKA, H.-M., et al. "Insulin resistance syndrome revisited: application of self-organizing maps". **International Journal of Epidemiology**, v. 31, n. 4, p. 864–871. 2002.

VESANTO, J., ALHONIEMI, E. "Clustering of the self-organizing map". **IEEE Transactions on Neural Networks**, v. 11, n. 3, p. 586–600, 2000.

VICTORA, C. G., AQUINO, E. M. L., DO CARMO LEAL, M., et al. "Maternal and child health in Brazil: progress and challenges". **Lancet**, v. 377, n. 9780, p. 1863–1876, 2011.

VICTORA, C. G., BARROS, F. C., HORTA, B. L., et al. "Short-term benefits of catch-up growth for small-for-gestational-age infants". **International Journal of Epidemiology**, v. 30, n. 6, p. 1325, 2001.

VICTORA, C. G., VAUGHAN, J. P., KIRKWOOD, B. R., et al. "Risk factors for malnutrition in Brazilian children: the role of social and environmental variables". **Bulletin of the World Health Organization**, v. 64, n. 2, p. 299–309. 1986.

WHO. "Indicators for assessing breast feeding practices". **WHO Document WHO/CDD/SER**, v. 91, p. 14., Geneva, Switzerland, 1991. Disponível em http://www.who.int/childgrowth/publications/technical_report_pub/en/index.html, 2006. Acessado em 24 de Novembro, 2013

WHO. **Physical status: the use and interpretation of anthropometry: report of a WHO Expert Committee**. Report of a WHO Expert Committee. Geneva. World Health Organization, 1995.

WHO. **Low Birthweight: Country, regional and global estimates**. UNICEF, 2004.

WHO. **WHO Child Growth Standards: Methods and development: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age.** Disponível em: http://www.who.int/childgrowth/publications/technical_report_pub/en/index.html, 2006. Acessado em 2 de abril, 2013

WHO. **WHO Anthro (version 3.2.2, January 2011) and macros - Software for assessing growth and development of the world's children.** Acessado em 4 de Junho, 2013, Disponível em: <http://www.who.int/childgrowth/software/en/>, 2007.

WOLANSKI, N. "Genetic and ecological factors in human growth". **Human Biology, an International Record of Research**, v. 42, n. 3, p. 349–368. 1970.

YUNES, J., RONCHEZEL, V. S. "Breast feeding among women of the District of São Paulo, Brazil". **Revista de saúde pública**, v. 9, n. 2, p. 191, 1975.

ZEGER, S. L., LIANG, K. Y. "Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes". **Biometrics**, v. 42, n. 1, p. 121–130, 1986.

6.3. Anexo



Avaliação da qualidade da assistência à criança menor de seis meses prestada por unidades básicas do Sistema Único de Saúde do Município do Rio de Janeiro

2007

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezada _____

você está sendo convidada a participar do projeto de pesquisa: “**Avaliação da qualidade da assistência à criança menor de seis meses prestada por unidades básicas do Sistema Único de Saúde do Município do Rio de Janeiro**”, de responsabilidade da FIOCRUZ.

O estudo pretende avaliar como as crianças menores de 6 meses vêm sendo atendidas nas unidades de saúde.

A sua participação irá contribuir para a melhoria da qualidade do atendimento à criança, não havendo qualquer risco envolvido.

Gostaríamos de pedir o seu consentimento para fazer uma entrevista, quando serão feitas perguntas sobre você e seu bebê e sobre como o seu bebê foi atendido nesta unidade de saúde. Suas respostas serão anotadas em um formulário. Gostaríamos também de pedir o seu consentimento para consultar o prontuário de seu filho.

Suas respostas ficarão em segredo, e o seu nome não será divulgado. Você tem direito de pedir outros esclarecimentos sobre a pesquisa e pode se recusar a participar.

Eu declaro ter sido informada e concordo em participar, como voluntária, desta pesquisa.

Assinatura da entrevistada

Rio de Janeiro, _____ / _____ / _____ Entrevistador |__|__|

Para esclarecimentos, entrar em contato com: Dra. Maria do Carmo Leal ou Dra. Silvana Granado

Endereço: Rua Leopoldo Bulhões 1480, sala 808, Manguinhos. Tel: 2598 2621 ou 2598 2620.

Endereço do Comitê de Ética e Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública: Rua Leopoldo Bulhões, 1.480 - Sala 314 Manguinhos - Rio de Janeiro - RJ / CEP. 21041-210

Tel e Fax - (21) 2598-2863 E-Mail : cep@ensp.fiocruz.br <http://www.ensp.fiocruz.br/etica>

O horário de atendimento ao público do CEP/ENSP é de 14:00 às 17:00

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa da SMS/RJ: Rua Afonso Cavalcanti 455/601.

Informações adicionais no caso de recusa da mãe em participar da pesquisa:

Motivo da Recusa: _____

- 1) Idade da mãe: |__|__| anos 2) Idade do bebê: |__| meses |__|__| dias
3) Escolaridade da mãe |__| Série do Ensino 1. fundamental 2. médio 3. superior |__|
4) Raça ou cor 1. Branca 2. Preta 3. Amarela 4. Parda(morena/mulata) 5. Indígena |__|

Questionário de entrevista à mãe que trouxe o bebê menor de 6 meses para consulta

QUESTIONÁRIO |__|__|__|__|

Para todo questionário, preencher com dígitos **8** para não se aplica e com dígitos **9** para não informado.

PARTE I (esta parte da entrevista pode ser realizada antes da mãe ir para a consulta)

I. Identificação do questionário

1. Data da entrevista	__ __ __ / __ __ __ / __ __
2. N° do prontuário da criança	__ __ __ __ __ __ __ __
3. Nome da Unidade de Saúde	
4. Entrevistador	Código __ __ 5. Supervisora __
6. Revisado por	Data __ __ __ / __ __ __ / __ __
7. Data da digitação __ __ __ / __ __ __ / __ __	8. Digitador __ __

II. Identificação da mãe

Agora vou fazer algumas perguntas sobre você:

9. Hora de início da entrevista		__ __ : __ __
10. Qual é o seu nome completo (mãe)?		
11. Quantos anos você tem?		__ __
12. Qual é a data do seu nascimento?		__ __ __ / __ __ __ / __ __
13. Qual é o seu endereço?		
14. Comunidade/ Bairro		15. Município
16. Você tem telefone(s) para contato? __ __ __ __ __ __ __ __		
0. Não Sim, qual (is)? __ __ __ __ __ __ __ __		
17. Você sabe ler e escrever?		18. Qual foi a última série que você completou na escola?
0. Não 1. Sim 2. Mais ou menos __		__ Série do Ensino 1. fundamental 2. médio 3. superior __ (0 = nunca estudou) (1º grau) (2º grau) (3º grau)
19. A sua cor ou raça é ... (ler as alternativas)		__
1. Branca 2. Preta 3. Parda(morena/mulata) 4. Amarela 5. Indígena		
20. A respeito da sua situação conjugal, você... (ler as alternativas)		__
1. Vive com companheiro 2. Tem companheiro, mas não vive com ele (vá para a 22) 3. Não tem companheiro (vá para a 22)		
21. Há quanto tempo vive com o companheiro?		__ __ meses __ __ anos
22. Você tem algum trabalho em que ganhe dinheiro?(remunerado) 0. Não (vá para a 25) 1. Sim		__
23. Qual o seu trabalho atual? 1. Servidora pública 2. Empregada, não servidora pública 3. Autônoma (vá para a 25) 4. Empregadora (vá para a 25) 5. Aposentada (vá para a 25)		__
24. Você tem carteira assinada?		0. Não 1. Sim __

25. Você tem outro tipo de fonte de renda, como pensão, aposentadoria, biscate ou bolsa família? 0.Não 1.Pensão 2.Aposentadoria 3.Biscate 4.Bolsa família 5.Outro. _____	_____ _____
26. Quantos quartos e salas, ao todo, tem a sua casa (sem contar banheiro, cozinha ou varanda)?	____ ____
27. Na sua casa tem: a.rádio? 0. Não 1. Sim b.geladeira ou freezer? 0. Não 1. Sim c.videocassete ou DVD? 0. Não 1. Sim d. máquina de lavar roupa? 0. Não 1. Sim e. forno de microondas? 0. Não 1. Sim f. linha de telefone (fixo)? 0. Não 1. Sim g. computador? 0. Não 1. Sim ----- h. televisão? 0. Não Sim, quantas? i. carro para uso particular? 0. Não Sim, quantos? j. ar condicionado? 0. Não Sim, quantos?	a.____ b.____ c.____ d.____ e.____ f.____ g.____ ----- h.____ i. ____ j. ____
28. Quantas pessoas moram na sua casa, contando com você e com o bebê?	____ ____
29. E quantas são menores de 5 anos, contando com o bebê?	____ ____
30. Você já teve algum aborto? 0.Não Sim, quantos?	____ ____
31. Quantas vezes você já esteve grávida contando com esta gravidez? (incluir aborto) (se 1, preencha 01 na questão 32 e vá para o bloco III)	____ ____
32. Quantos filhos vivos você tem hoje, contando com o bebê? (se 1, vá para o bloco III)	____ ____
33. Você amamentou seu último filho antes desse bebê? 0. Não Sim, por quanto tempo? ____ ____ meses e ____ ____ dias	

III. Dados sobre o pré-natal

Agora vou perguntar sobre o pré-natal da gravidez desse bebê:

34. Você fez pré-natal? 0. Não (vá para o bloco IV) 1. Sim	____
35. Com quantos meses de gravidez você começou o pré-natal?	____ meses
36. Quantas consultas de pré-natal você fez? (mais ou menos)	____ ____
37. Você fez pré-natal nesta mesma unidade de saúde? 0. Não 1. Sim	____

IV. Dados sobre o bebê

Agora vou perguntar sobre o seu bebê:

38. Qual é o nome completo do bebê? _____ _____	
39. Sexo 1.Masculino 2.Feminino	____
40. Quem cuida do (a) (nome do bebê) a maior parte do tempo? 1.a própria 2.avó do bebê 3.irmão(ã) do bebê 4. pai do bebê 5.Outro. _____	____
41. O (a) (nome do bebê) está na creche? 0.Não 1.Sim	____

42. Em que data o (a) (nome do bebê) nasceu? _ _ / _ _ / _ _	
43. Onde o (a) (nome do bebê) nasceu? a) Nome do estabelecimento de saúde: _____ ----- -----	_ _ _
b) Município: 1. Rio de Janeiro 2. Outro _____	_ _ _
44. Foi de parto normal ou cesariana? 1. Normal 2. Cesariana	_
45. Com que peso o (a) (nome do bebê) nasceu? _ _ _ _ g	
46. O (a) (nome do bebê) já foi registrado (a)? 0. Não (vá para a 48) 1. Sim	_
47. Aonde foi feito o registro do (a) (nome do bebê)? 1. Cartório da maternidade 2. Outro cartório	_
48. Você recebeu a caderneta de saúde da criança na maternidade? 1. Sim 0. Não	_

V. Aleitamento Materno

Agora vou fazer algumas perguntas sobre a amamentação do(a) (**nome do bebê**)

49. O (a) (nome do bebê) saiu da maternidade mamando <u>só</u> no peito? 0. Não 1. Sim (vá à questão 51)		_
50. Por que não estava só no peito? 1. Intercorrência materna _____ 2. Intercorrência com RN _____ 3. Prática hospitalar 4. Pouco leite/leite fraco/bebê não pegou 5. Outro _____ (em caso de mãe HIV+, marque 1 e vá para o bloco VI – acesso ao serviço de saúde)		_
51. Quando o (a) (nome do bebê) veio a esta Unidade de Saúde pela primeira vez, mamava no peito? 0. Não 1. Sim		_
52. De ontem de manhã até hoje de manhã, o (a) (nome do bebê) mamou no peito? 0. Não 1. Sim		_
53. De ontem de manhã até hoje de manhã, o (a) (nome do bebê) tomou outro leite? 0. Não 1. Sim		_
54. De ontem de manhã até hoje de manhã, o (a) (nome do bebê) tomou água, chá ou suco? 0. Não 1. Sim		_
55. De ontem de manhã até hoje de manhã, o (a) (nome do bebê) recebeu outro alimento? (além dos perguntados anteriormente, incluindo derivados do leite) 0. Não 1. Sim		_
Se a resposta da 53 foi (1), marque (1) na 56 a) e pergunte a 56 b).		_ meses e
56. a) Desde que o (a) (nome do bebê) saiu da maternidade, já tomou outro tipo de leite? 0. Não (vá para 56 c) 1. Sim	_	_ _ dias
Se a resposta da 54 foi (1), marque (1) na 56 c) e pergunte a 56 d).		_ meses e
56. c) Desde que o(a) (nome do bebê) saiu da maternidade, já tomou água, chá, ou suco? 0. Não (vá para 56 e) 1. Sim	_	_ _ dias

Se a resposta da 55 foi (1), marque (1) na 56 e e pergunte a 56 f).		56. f) Com que idade recebeu outro alimento pela primeira vez?	_ _ meses e _ _ _ dias
56. e) Desde que o (a) (nome do bebê) saiu da maternidade, já recebeu outro alimento? (além dos perguntados antes) 0.Não (vá para a 57) 1.Sim	_ _		

VI. Acesso ao serviço de saúde:

Agora gostaria de saber sobre o acompanhamento do seu bebê.

57. Na maternidade falaram que você deveria procurar a unidade de saúde mais próxima da sua casa para levar o (a)(nome do bebê)? 0. Não Sim. Com até quantos dias de vida?	_ _ _ dias
58. Você recebeu, na maternidade, um cartão de acolhimento mãe-bebê marcando para você ir com o (a) (nome do bebê) em uma unidade básica de saúde? 0. Não (vá para a 62) 1.Sim, para esta unidade 2.Sim, para outra unidade	_ _
59. No cartão estava marcada.... (ler as alternativas)	
a. A data em que você deveria procurar a unidade básica de saúde?	0. Não Sim _ _ _ / _ _ _ / _ _ _
b. A hora do atendimento?	0. Não 1. Sim _ _
c. O profissional que deveria procurar para ser atendida?	0. Não 1. Sim _ _
60. Você conseguiu ir à unidade de saúde na data marcada?	0. Não (vá à questão 62) 1. Sim _ _
61. Você conseguiu ser atendida na unidade de saúde na data marcada? 0. Não 1.Sim, nesta unidade 2.Sim, em outra unidade	_ _
62. Em que data você trouxe o (nome do bebê), pela primeira vez, nesta unidade de saúde? Data: _ _ _ _ / _ _ _ _ / _ _ _ _ Idade do bebê _ _ meses _ _ _ _ dias	
63. No primeiro dia que você trouxe o(a) (nome do bebê) nesta unidade de saúde ele (a) foi vacinado (a) com a vacina BCG? 0. Não 1. Sim 2.Não, mas já tinha sido vacinado na maternidade 3. Não, mas já tinha sido vacinado em outra unidade de saúde	_ _
64. Neste mesmo dia, o(a) (nome do bebê) foi vacinado com a vacina de hepatite? 0.Não 1.Sim 2.Não, mas já tinha sido vacinado na maternidade 3. Não, mas já tinha sido vacinado em outra unidade de saúde	_ _
65. No primeiro dia que você trouxe o(a) (nome do bebê) nesta unidade de saúde você recebeu orientação sobre amamentação? 0. Não 1. Sim 2.Não, mas foi marcada palestra	_ _
66. Neste mesmo dia pesaram o(a) (nome do bebê)? 0. Não 1. Sim	_ _
67. No primeiro dia que você trouxe o(a) (nome do bebê) nesta unidade de saúde foi marcada a consulta de acompanhamento com o pediatra? 0. Não Sim. Para qual data? _ _ _ _ / _ _ _ _ / _ _ _ _	_ _
68. Neste mesmo dia foi feito o teste do pezinho? 0. Não 1. Sim (preencha a questão 69 com base na data do primeiro dia que o bebê veio à unidade de saúde - questão 62 - e vá para a 70)	_ _
69. Com que idade o teste do pezinho foi feito? 0. Não foi feito 1. Com até 7 dias 2. Com 8 a 14 dias 3. Com 15 dias ou mais	_ _
70. A quantas consultas o(a) (nome do bebê) já veio nesta Unidade, <u>sem contar a consulta de hoje, nem o acolhimento?</u>	_ _ _
71. Você tem alguma dificuldade para trazer o (a) (nome do bebê) nesta unidade de saúde? 0.Não (vá para a 73) 1.Sim	_ _
72. Qual dificuldade? Marque (para cada item) 0.Não 1.Sim	
a. Não tem dinheiro	a. _ _
b. O local de atendimento é distante ou de difícil acesso	b. _ _

89. Aqui nesta unidade, depois que o(a) (nome do bebê) nasceu, explicaram que o bebê deve mamar quando quiser? 0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
90. E explicaram como tirar o leite de peito com as mãos, se precisar? (ordenha manual) 0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
91. Aqui nesta unidade, depois que o(a) (nome do bebê) nasceu, falaram que não se deve dar mamadeira ao bebê? 0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
92. E falaram até quando o bebê deve mamar <u>só</u> no peito? 0. Não Sim. Até quantos meses?	<input type="checkbox"/>
93. Você acha que esta Unidade de Saúde está ajudando (ou ajudou) você a amamentar? 0. Não 1. Sim 2. Mais ou menos	<input type="checkbox"/>

X-Imunização:

Gostaria de lhe perguntar sobre as vacinas do(a) (nome do bebê)

94. As vacinas do (a) (nome do bebê) estão em dia? 0. Não 1. Sim (Se não trouxe a caderneta de saúde, vá para o bloco XI)	<input type="checkbox"/>				
95. Olhar na caderneta da criança as vacinas que já foram tomadas. Marque (0) para Não e (1) para Sim, de acordo com o observado. Modelo 1 (páginas 78 e 79), Modelos 2 e 3 (páginas 32 e 33); Modelos 4 e 5 (páginas 24 e 25); Modelos 6, 7, 8 e 9 (quadro de vacina).					
Dose/ Vacinas	a) BCG	b) Hepatite B	c) Anti-Pólio (VOP)	d) Tetravalente (DPT + Hib)	e) Rotavírus (VORH)
1ª Dose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2ª Dose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ATENÇÃO: DEVOLVA O CARTÃO

PARA A MÃE!

XI -Problemas de Saúde:

Agora gostaria de saber sobre problemas de saúde do(a) (nome do bebê)

Problemas de saúde	0. Não 1.Sim	Há quanto tempo está com esse problema de saúde? (em dias)	O que foi recomendado para o(a) (nome do bebê) na consulta?
96. O (a) (nome do bebê) está com tosse ou dificuldade de respirar?	a) <input type="checkbox"/> Se não, vá para 97	b) <input type="checkbox"/>	c) <input type="checkbox"/>
97. O (a) (nome do bebê) está com febre?	a) <input type="checkbox"/> Se não, vá para 98	b) <input type="checkbox"/>	c) <input type="checkbox"/>
98. O (a) (nome do bebê) está com problema de ouvido?	a) <input type="checkbox"/> Se não, vá para 99	b) <input type="checkbox"/>	c) <input type="checkbox"/>
99. O (a) (nome do bebê) está com diarreia?	a) <input type="checkbox"/> Se não, vá para 100	b) <input type="checkbox"/>	c) 0. Nada 1.Soro oral /caseiro 2.Aleitamento materno exclusivo 3.Outro _____
100. O (a) (nome do bebê) está com algum outro problema de saúde? 0. Não 1. Sim . Qual? _____			<input type="checkbox"/>
101. E desde que nasceu, o (a) (nome do bebê) já teve outro problema de saúde? (além dos atuais) 0. Não (vá para a questão 105) 1.Sim. Qual(is)? _____			<input type="checkbox"/>

102. Quando ele (a) teve [o(s) problema(s) citado (s) na questão 101], você procurou algum serviço de saúde? 0. Não 1. Sim (vá para a questão 104)	__
103. Por que motivo não procurou o serviço de saúde? Marque (para cada item) 0. Não 1. Sim	
a. Não houve necessidade	a. __
b. Não tinha dinheiro	b. __
c. O local de atendimento era distante ou de difícil acesso	c. __
d. Dificuldade de transporte	d. __
e. Horário incompatível	e. __
f. O atendimento é muito demorado	f. __
g. O estabelecimento não possuía especialista compatível com suas necessidades	g. __
h. Não tinha quem a acompanhasse	h. __
i. Não gostava dos profissionais do estabelecimento	i. __
j. Greve nos serviços de saúde	j. __
k. Outro motivo . Qual? _____	k. __
Ao final desta questão, vá para a questão 105.	
104. Qual serviço você procurou? 1. Esse mesmo 2. Outra unidade básica 3.Consultório particular 4. Hospital 5. Pronto Socorro (emergência) 6. Outro _____	__ __
105. O (a) (nome do bebê) já esteve internado alguma vez? 0. Não (vá para o bloco XII) 1.Sim	__
106. Por qual motivo? 1. Pneumonia 2. Diarréia 3. Outro _____	__

XII. Informações sobre o acompanhamento do bebê

Agora me responda, por favor, algumas informações, sobre o acompanhamento do(a) (nome do bebê) nesta unidade de saúde:

107. O médico (ou enfermeira) que está consultando o (a) (nome do bebê) nesta Unidade é sempre o mesmo? (ler as alternativas até a n° 3) 1. Sim 2. Às vezes o mesmo 3. Nunca o mesmo 4. Só foi a uma consulta	__
108. Já foi marcada uma nova consulta para o (a) (nome do bebê)? 0. Não (vá à questão 110) 1. Sim 2. Não, vai ser marcada hoje (vá à questão 110)	__
109. Para quando foi marcada a consulta? __ _ __ / __ _ __ / __ _ __	
110. Você acha que nesta Unidade de Saúde eles escutam o que você tem a dizer sobre o bebê? 0. Não 1. Sim 2. Mais ou menos	__
111. Você diria que o acompanhamento do (a) (nome do bebê) nesta Unidade está sendo (ler as alternativas): 1. Ótimo 2. Bom 3. Mais ou menos 4. Ruim 5. Péssimo	__
112. Por que?	__ __ __

Bloco XIII: Violência entre Parceiros Íntimos
(apenas para mães que tem companheiro atualmente)
(em caso de mãe sem companheiro – questão 20, resposta 3 - vá para o bloco XIV)

Instruções: 0 → Não; 1 → Sim, uma vez; 2 → Sim, mais de uma vez.

Agora, eu gostaria de conversar um pouquinho com você sobre as maneiras que os casais usam para resolver suas diferenças. Mesmo que um casal se relacione bem, tem vezes que um discorda do outro, se chateia com o outro, discutem e se agriem apenas porque estão de mau humor, cansados ou por outra razão qualquer.

*Por favor, eu gostaria de saber se você e seu companheiro fizeram cada uma dessas coisas desde o nascimento do (a) (**nome do bebê**).*

<i>Diante de uma discussão entre você e seu companheiro, após o nascimento do(a) (nome do bebê)...</i>		
113.	Você mostrou que se importava com seu companheiro, mesmo que vocês estivessem discordando?	113 __
114.	Seu companheiro mostrou que se importava com você, mesmo que vocês estivessem discordando?	114 __
115.	Você explicou para seu companheiro o que você não concordava com ele?	115 __
116.	Seu companheiro explicou para você o que ele não concordava com você?	116 __
117.	Você insultou ou xingou o seu companheiro? Isso aconteceu mais de uma vez?	117 __
118.	Seu companheiro fez isso com você? Isso aconteceu mais de uma vez?	118 __
<i>Diante de uma discussão entre você e seu companheiro, após o nascimento do(a) (nome do bebê)...</i>		
119.	Você jogou alguma coisa no seu companheiro que poderia machucá-lo? Isso aconteceu mais de uma vez?	119 __
120.	Seu companheiro fez isso com você? Isso aconteceu mais de uma vez?	120 __
121.	Você torceu o braço do seu companheiro ou puxou o cabelo dele? Isso aconteceu mais de uma vez?	121 __
122.	Seu companheiro fez isso com você? Isso aconteceu mais de uma vez?	122 __
123.	Você mostrou que respeitava os pontos de vista e os sentimentos dele?	123 __
124.	Seu companheiro mostrou que respeitava os seus pontos de vista e os seus sentimentos?	124 __
125.	Você deu um empurrão no seu companheiro? Isso aconteceu mais de uma vez?	125 __
126.	Seu companheiro fez isso com você? Isso aconteceu mais de uma vez?	126 __
127.	Você usou uma faca ou arma contra o seu companheiro? Isso aconteceu mais de uma vez?	127 __
128.	Seu companheiro fez isso com você? Isso aconteceu mais de uma vez?	128 __
<i>Diante de uma discussão entre você e seu companheiro, após o nascimento do(a) (nome do bebê)...</i>		
129.	Você deu um murro ou acertou o seu companheiro com alguma coisa que pudesse machucar? Isso aconteceu mais de uma vez?	129 __
130.	Seu companheiro fez isso com você? Isso aconteceu mais de uma vez?	130 __
131.	Você destruiu alguma coisa que pertencia ao seu companheiro de propósito? Isso aconteceu mais de uma vez?	131 __
132.	Seu companheiro fez isso? Isso aconteceu mais de uma vez?	132 __
133.	Você sufocou ou estrangulou seu companheiro? Isso aconteceu mais de uma vez?	133 __
134.	Seu companheiro fez isso com você? Isso aconteceu mais de uma vez?	134 __
135.	Você gritou ou berrou com o seu companheiro? Isso aconteceu mais de uma vez?	135 __
136.	Seu companheiro fez isso com você? Isso aconteceu mais de uma vez?	136 __
<i>Diante de uma discussão entre você e seu companheiro, após o nascimento do(a) (nome do bebê)...</i>		
137.	Você jogou o seu companheiro contra a parede com força? Isso aconteceu mais de uma vez?	137 __
138.	Seu companheiro fez isso com você? Isso aconteceu mais de uma vez?	138 __
139.	Você disse para ele que achava que vocês poderiam resolver o problema?	139 __
140.	Seu companheiro disse que achava que vocês poderiam resolver o problema?	140 __
141.	Você deu uma surra no seu companheiro? Isso aconteceu mais de uma vez?	141 __
142.	Seu companheiro fez isso com você? Isso aconteceu mais de uma vez?	142 __
143.	Você segurou o seu companheiro com força? Isso aconteceu mais de uma vez?	143 __
144.	Seu companheiro fez isso com você? Isso aconteceu mais de uma vez?	144 __

Observações: