



COPPE/UFRJ

CARACTERIZAÇÃO E PREDIÇÃO DA MORTALIDADE MATERNA EM
MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO NO PERÍODO
DE 2000 - 2002

Patrícia Passos Simões

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: Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida

Rio de Janeiro
Dezembro de 2008

CARACTERIZAÇÃO E PREDIÇÃO DA MORTALIDADE MATERNA EM
MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO NO PERÍODO
DE 2000 - 2002

Patrícia Passos Simões

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

Aprovada por:

Prof. Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida, Ph.D.

Prof^ª. Rejane Sobrino Pinheiro, D.Sc.

Prof^ª. Pauline Lorena Kale, D.Sc.

Prof^ª. Mariza Miranda Theme Filha, D.Sc.

Prof. Jurandir Nadal, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

DEZEMBRO DE 2008

Simões, Patrícia Passos

Caracterização e Predição da Mortalidade Materna em Municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro no Período de 2000 - 2002/ Patrícia Passos Simões. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2008.

IX, 133p.: il.; 29,7 cm

Orientador: Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Biomédica, 2008.

Referencias Bibliográficas: p. 107-129.

1. Redes neurais artificiais. 2. Acessibilidade geográfica. 3. Mortalidade materna. I. Almeida, Renan Moritz Varnier Rodrigues de. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Biomédica. III. Título.

DEDICATÓRIA

A Ivan e Clara, fontes de inspiração.

AGRADECIMENTOS

A Ivan e Clara, pelo constante apoio, amor e compreensão nos momentos de ausência.

Aos meus pais pelo apoio e a todos os familiares que sempre torceram pelo meu sucesso.

Ao Prof. Renan M.V.R. Almeida pelo inestimável apoio ao longo da minha trajetória acadêmica, pelo muito que me ensinou ao longo desses de convívio.

Ao Prof. Carlos Nassi por permitir o uso dos recursos do laboratório Planet (Núcleo de Planejamento Estratégico de Transportes)/ Programa de Engenharia de Transportes/ COPPE/ UFRJ.

Aos professores Jurandir Nadal e Rejane Sobrino Pinheiro, que estiveram presentes no Exame de Qualificação, pelas contribuições ao aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao CNPq, pela bolsa de doutorado concedida.

Aos colegas do Programa de Engenharia Biomédica pelo companheirismo e amizade ao longo desses anos, especialmente àqueles do Laboratório de Engenharia de Sistemas de Saúde.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma na elaboração desse trabalho e me incentivaram a seguir em frente. Meu sincero agradecimento!

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

CARACTERIZAÇÃO E PREDIÇÃO DA MORTALIDADE MATERNA EM
MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO NO PERÍODO
DE 2000 - 2002

Patrícia Passos Simões

Dezembro/ 2008

Orientador: Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida

Programa: Engenharia Biomédica

O objetivo deste estudo foi caracterizar o perfil da mortalidade materna na região metropolitana do Rio de Janeiro, em função da sua acessibilidade por meio de Redes Neurais Artificiais (RNA) e Regressão Logística (RL). As variáveis analisadas foram: *faixa etária das pacientes, se a paciente é moradora do município do município do Rio de Janeiro, quantidade de leitos, renda, escolaridade, diagnóstico principal, tipo e natureza da unidade de saúde (US) e distâncias percorridas até às US*, obtidas pela localização geográfica da moradia das pacientes e das unidades de saúde, considerando o percurso mais provável pela malha viária dos municípios. Foram estudados 226 casos de mortes maternas e 678 controles pareados por idade e local de moradia. Uma análise univariada identificou as variáveis a serem inicialmente incorporadas aos modelos. Após, foi construída a RL, que identificou a *distância percorrida, diagnóstico principal e tipo de US* como as mais importantes. A RNA mostrou capacidade preditiva de 88,1%, similar à RL (87%) e teve como variáveis mais importantes: *número de leitos, diagnóstico principal, tipo de US e distância percorrida até às US*. A área sob a curva ROC foi de 0,89 e 0,93 para a RL e RNA, respectivamente. Os resultados foram obtidos com um número pequeno de variáveis, a maioria de fácil obtenção. Isto abre a possibilidade do desenvolvimento de sistemas especialistas que permitiriam avaliar o risco de morte para uma paciente específica.

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

CHARACTERIZATION AND PREDICTION OF MATERNAL MORTALITY IN THE
MUNICIPALITIES OF METROPOLITAN REGION OF RIO DE JANEIRO IN THE
PERIOD 2000 - 2002

Patrícia Passos Simões

December/ 2008

Advisor: Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida

Department: Biomedical Engineering

The objective of this study was the characterization of the maternal mortality profile in the metropolitan region of Rio de Janeiro City, with an emphasis on health accessibility problems, through Artificial Neural Networks (ANN) and Logistic Regression (LR). The following predictor variables were analyzed: *age of patients, patient is a resident of the city of Rio de Janeiro, number of (hospital) beds, income, education, main diagnostic, type and nature of the health unit (HU) and distances traveled until the HU*, taking into account the geographical location of patient residences and health care units, and considering the most likely route through the cities transit networks. A total of 226 cases and 678 controls (age and residence matched) were analyzed. A univariate analysis was used for the identification of the variables that could, at first, be introduced in the models. Afterwards, a LR was built and identified the *distance traveled, main diagnostic and type of HU* as the most important predictors. The ANN had a predictive capacity of 88.1%, similar to the one of the LR model (87%) and presented as the most important variables: *number of beds, main diagnostic, type of HU and distance traveled*. The areas under the ROC curve were 0.89 and 0.93 for the LR and ANN, respectively. The results were obtained with a small number of variables, most of which are easy to obtain. This opens the possibility for developing easy-to-use expert systems, capable of assessing the risk of death for a specific patient.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 2	5
REVISÃO DA LITERATURA	5
CAPÍTULO 3	21
SISTEMAS DE REGISTRO DO PAÍS	21
3.1 O SISTEMA DE INFORMAÇÃO HOSPITALAR	21
3.2 O SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE MORTALIDADE	24
3.3 CLASSIFICAÇÃO DA MORTALIDADE MATERNA	24
3.4 COEFICIENTE DE MORTALIDADE MATERNA	25
3.5 QUALIDADE DAS INFORMAÇÕES SOBRE A MORTALIDADE MATERNA	27
3.6 ACESSIBILIDADE MATERNA AOS SERVIÇOS DE SAÚDE	29
CAPÍTULO 4	32
TÉCNICAS DE MODELAGEM	32
4.1 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS	32
4.2 MARCOS HISTÓRICOS	33
4.3 O NEURÔNIO BIOLÓGICO	34
4.4 AS REDES NEURAIS ARTIFICIAIS	35
4.5 PERCEPTRON MULTI-CAMADAS	36
4.6 MODELO DE UM NEURÔNIO ARTIFICIAL	38
4.7 PROCESSO DE APRENDIZADO	43
4.8 VALIDAÇÃO CRUZADA	45
4.9 ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DAS VARIÁVEIS DA RNA	46
CAPÍTULO 5	49
MATERIAIS E MÉTODOS	49
5.1 VIABILIDADE	49
5.2 CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO	49
5.3 ORIGEM DOS DADOS	50
5.4 PERFIL DOS ÓBITOS MATERNOS	52
5.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO E INCLUSÃO	53
5.6 SELEÇÃO DE VARIÁVEIS	55

<i>5.7 PAREAMENTO DOS ÓBITOS MATERNOS</i>	58
<i>5.8 PERFIL SOCIOECONÔMICO DA POPULAÇÃO</i>	58
<i>5.9 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA</i>	59
<i>5.10 MÉTODOS</i>	59
<i>5.10.1 IDENTIFICAÇÃO DOS ENDEREÇOS E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES</i>	59
<i>5.10.2 CÁLCULO DAS DISTÂNCIAS PERCORRIDAS</i>	60
<i>5.11 ANÁLISE DOS DADOS</i>	62
<i>5.11.1 REGRESSÃO LOGÍSTICA</i>	62
<i>5.11.2 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS</i>	64
CAPITULO 6	66
RESULTADOS	66
CAPÍTULO 7	86
DISCUSSÃO	86
CAPÍTULO 8	105
CONCLUSÃO	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
ANEXOS	130

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A mortalidade materna (MM) é um indicador das condições de vida da população, da saúde da mulher em idade fértil e da qualidade de assistência ao processo reprodutivo (SALANAVE *et al.*, 1999), sendo considerada, por alguns autores, como evento-sentinelha para revelar um acesso deficiente de cuidados oferecidos à população em geral (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002, 2001, LAURENTI *et al.*, 2000, LAURENTI, 1988). A morte de mulheres em idade fértil por causas ligadas à gravidez, parto e puerpério, atualmente é, em sua maioria, passíveis de prevenção e poderia ser evitada. Estas resultam da combinação de fatores médicos, biológicos e sociais, intrinsecamente relacionados, mas que têm a acessibilidade aos serviços de saúde de qualidade como um elemento fundamental de sua prevenção (GREEN & GEREIN 2005, WHO, 2005, STELENBURG *et al.*, 2004, FIGA-TALAMANCA, 1996).

Apesar de constituir um importante agravo em saúde pública, poucos trabalhos vêm sendo desenvolvidos no país para analisá-la e sua redução substancial ainda não foi alcançada. Em 2000, a taxa de MM (/100 000 nascidos vivos) para países desenvolvidos, foi, por exemplo, de 2 (Suécia), enquanto que, no Brasil, essa taxa atingiu o valor 110 (UNDP, 2007). Este nível pode ser considerado como extremamente elevado mesmo quando comparado a outros países da América Latina, como o Chile [16], Uruguai [20] e

Costa Rica [30]. Na região, estima-se que 98% das mortes seriam evitadas, se as condições de vida e saúde fossem semelhantes às dos países desenvolvidos, onde as MM estão se tornando, desde os anos 40, cada vez mais raras (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002). As principais causas estão relacionadas à falta de atendimento no período pré-natal, no parto e no puerpério imediato (BRASIL, 2001).

A organização da assistência à saúde em sistemas regionalizados é determinante para a transformação da sua capacidade clínica resolutive em melhoria dos resultados em saúde pública. Isso pode influenciar de forma significativa as taxas de MM, principalmente se não estão garantidos outros serviços essenciais à qualidade de vida, como educação, renda e informação. Ressalta-se que a organização da oferta e a regionalização de um serviço dependem da população que o demanda (COSTA *et al.*, 2003^a). Sabe-se que nem sempre a presença de unidades de saúde próximas às gestantes resulta em um melhor acesso, pois há questões relacionadas à preferência por unidades de saúde com maior cobertura e a disponibilidade de meios de transporte. Uma melhor distribuição dos serviços de saúde facilita o acesso tanto para pacientes de alto quanto de menor risco. Assim, à baixa acessibilidade geográfica atribui-se, muitas vezes, condições insatisfatórias de parto, mesmo para a gestante que realizou o pré-natal (FEKETE, 1995).

Desta forma, deve-se regionalizar a assistência não apenas quanto à sua capacidade clínica, mas também ao acesso universal, de modo a evitar a exacerbação das disparidades em assistência à saúde e promover equidade (LANSKY *et al.*, 2002), conforme estabelece a Lei 8080/90 do Sistema Único de Saúde (SUS). A dificuldade de acesso ao cuidado pré-natal mostra que os princípios do SUS não são plenamente contemplados na garantia de

saúde às mulheres (BRIENZA, 2001).

Embora, como mencionado, as causas médicas e os fatores de risco relacionados aos óbitos maternos sejam bem estabelecidos, sua caracterização em termos da utilização e acessibilidade aos recursos hospitalares ainda é pouco explorada, sendo de grande importância para a definição de políticas de saúde pública (MIDHET, 1998, URASSA *et al.*, 1997, 1995). No Brasil, existe uma grande quantidade de dados que permitiria caracterizar o uso dos sistemas de saúde de forma satisfatória, como aqueles disponíveis nas bases de dados do Sistema de Informação Hospitalar (SIH) e Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM) utilizados neste estudo, uma vez que fornecem registros sobre eventos vitais e enfermidades. Porém a quantidade de variáveis envolvidas no problema da acessibilidade é uma das grandes dificuldades que impede identificar claramente esse processo.

Ao mesmo tempo, o estudo das variáveis envolvidas na MM como determinantes de acessibilidade pode contribuir na avaliação dos serviços de saúde e da qualidade de vida de diferentes grupos sociais, permitindo também o acompanhamento de programas destinados a essa população, o planejamento de prioridades e intervenções e a construção de novas metodologias que auxiliem o estudo de eventos similares. O uso de modelos matemáticos de localização com aplicação na área de saúde pública poderia constituir, portanto, uma importante ferramenta de apoio à organização desses serviços (GALVÃO *et al.*, 1999). Uma alternativa interessante para isso seria a utilização de técnicas não-lineares, como as Redes Neurais Artificiais (RNA), as quais têm sido empregadas com sucesso em problemas complexos de otimização, revelando um excelente desempenho na obtenção de soluções em

problemas de natureza não-linear (HANDELS *et al.*, 1999, JEFFERSON *et al.*, 1997).

O objetivo principal deste estudo foi analisar as distâncias percorridas até unidades de saúde por gestantes e puérperas, em termos de sua mortalidade e da relação desta com variáveis relativas ao uso de serviços de saúde. Para isto, uma metodologia clássica (regressão logística) e uma metodologia não-linear (Redes Neurais) foram utilizadas na modelagem do desfecho.

Como objetivos secundários propõem-se:

- Caracterizar o perfil da mortalidade materna em unidades de saúde do município do RJ e região metropolitana, a partir de informações disponíveis em bases de dados administrativos, especialmente o Sistema de Informação Hospitalar (SIH-SUS) e o Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM);

- Analisar a prevalência de patologias associadas aos quadros de gravidez, parto e puerpério;

- Analisar a distribuição geográfica dos hospitais que prestam assistência durante o período gravídico-puerperal no município do RJ e região metropolitana em relação às distâncias percorridas;

- Avaliar e comparar técnicas de modelagem em RNA na caracterização da mortalidade materna;

- Comparar os resultados obtidos com as RNA com um modelo linear clássico, como a regressão logística (RL).

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

ACESSIBILIDADE AOS SERVIÇOS DE SAÚDE E MORTALIDADE MATERNA

No Brasil, um dos poucos trabalhos sobre a associação entre a MM e o acesso a serviços de saúde é o de CAMPOS & CARVALHO (2000), que analisaram a assistência ao parto no município do Rio de Janeiro, caracterizando o perfil das principais maternidades e o fluxo entre a residência e o local de nascimento, utilizando ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Obteve-se os dados de nascimentos a partir do *Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos* (SINASC) e os dados referentes aos hospitais eram provenientes da *Pesquisa sobre Assistência Médico Sanitária* (AMS), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1992. O mapa digital de bairros e regiões administrativas (RA) foi obtido agregando-se setores censitários digitalizados, disponibilizados pela Fundação Oswaldo Cruz. A análise do perfil de nascidos vivos e mães por unidade de saúde foi realizada a partir de 99 estabelecimentos. Para o mapeamento do fluxo de gestantes da residência para a maternidade foi utilizado o programa *ARROWS* do *software MAPINFO*, excluindo-se os fluxos menores que cinquenta nascimentos.

Os autores observaram que a maior parte (60%) das maternidades situa-se fora da gestão do SUS. Foram identificados dois tipos de maternidades: um com grande número de partos cesáreos, boas condições da parturiente e recém-nato; e outro com grande proporção

de partos espontâneos e indicadores que apontam riscos do recém-nascido. As proporções de mães com escolaridade igual ou superior ao ensino médio, mães adolescentes e partos cesáreos são os indicadores que melhor caracterizaram os grupos. Identificou-se grande heterogenicidade na distribuição espacial das maternidades, concentradas nas regiões mais ricas da cidade, determinando longos trajetos das gestantes na busca da assistência ao parto, ligando parturientes que residem em áreas de baixa renda (Zona Oeste) a áreas onde se encontram melhores e maiores ofertas de serviços de saúde.

O estudo da acessibilidade concerne a relação entre as necessidades da população e a oferta de recursos para satisfazê-las (FEKETE, 1995). GALVÃO *et al.* (1999), analisaram a localização de serviços de assistência materna e perinatal no Rio de Janeiro/ RJ e constataram índices menos elevados de mortalidade em algumas regiões da Zona Sul, com grande diferença entre os bairros, evidenciando que este risco de morrer deve levar em consideração o acesso geográfico às tecnologias disponíveis. Os autores propõem a utilização de modelos de localização integrados ao uso de SIG como uma alternativa no planejamento da saúde pública. Metodologias que auxiliem o planejamento da localização de unidades de saúde devem considerar algumas características geográficas relacionadas ao acesso da população a tais serviços. O desafio, porém, é propor uma metodologia que auxilie na análise das necessidades da população, em confronto com os recursos existentes, visando possibilitar: *a)* melhor localização e dimensão de novos recursos, considerando variáveis demográficas e sociais; e *b)* obtenção da melhoria dos indicadores locais de saúde (UNGLERT, 1990, UNGLERT *et al.*, 1987).

Um estudo realizado em mulheres residentes na cidade de Recife/ PE, buscou determinar a razão de MM, analisando o sub-registro pela avaliação de todas as DO de mulheres em idade fértil (10 e 49 anos), considerando as principais características e evitabilidade das mortes. Em vários casos as DO não mencionavam a presença de gravidez, ocultando a causa real associada ao óbito. O sub-registro foi considerado elevado (em torno de 40%). Outros trabalhos também revelam a falta de preenchimento correto da causa básica de óbito, ou ausência de referência ao período gestacional (LAURENTI, 1988). Assim, por exemplo, um diagnóstico de “falência de múltiplos órgãos”, devido a uma septicemia, pode mascarar uma morte decorrente de aborto ilegal (COSTA *et al.*, 2002). Apesar de suas imprecisões, dados de mortalidade obtidos pelas DO podem dar informações aproximadas das causas básicas de mortalidade (COSTA *et al.*, 2006, HADDAD & SILVA, 2000). Entre 1992 e 1997, houve aumento deste coeficiente, talvez devido à melhora na qualidade da informação (BRASIL, 2001).

A maior parte dos trabalhos internacionais referentes à acessibilidade e MM concentra-se na África. Por exemplo, uma comunidade na Tanzânia foi estudada por URASSA *et al.*, (1995) para avaliar a história obstétrica, social e a acessibilidade aos serviços de saúde relacionados à MM, que apresentava um coeficiente de 572 óbitos/ 100 000 n.v. Durante o período de fevereiro de 1991 a janeiro de 1993, todas as mulheres em idade reprodutiva foram identificadas através de um sistema administrativo de informações. Para cada MM três mães vivas foram usadas como controle, pareadas por idade. Evidenciou-se que fatores sócio-econômicos, mulheres solteiras e divorciadas foram fortemente relatados como risco de MM. Ter menos de três anos de escolaridade apresentou três vezes mais risco quando comparadas com aquelas com escolaridade superior a sete

anos. As camponesas e sem instrução profissional também foram as que apresentavam maior risco quando comparadas com as profissionais. Gravidez inesperada foi um risco estatisticamente significativo, como era esperado pelos autores.

Nesse trabalho, história obstétrica sem nascidos vivos mostrou-se estatisticamente mais significativa que indução ao aborto. Fatores que refletem o padrão de vida (tipo de moradia, acesso à água, e eletricidade e disponibilidade de banheiro), também apresentaram risco estatisticamente significativo. Os autores concluem: 1) que o aumento da distância em metros e o aumento do tempo em minutos gastos no trajeto até o transporte mais próximo, clínica e hospital aumentaram de forma significativa o risco de MM; 2) que atividades preventivas são necessárias para minimizar este problema nesta comunidade; e 3) que o sistema de saúde pode contribuir para a identificação precoce de casos de risco, como por exemplo, mulheres com história de natimorto e aborto durante o período de pré-natal.

Em outro estudo, URASSA *et al.*, (1997) também objetivando descrever as causas da MM, identificaram o nível de cuidado recebido pela gestante no sistema de saúde. Um segundo objetivo do estudo foi estimar o risco de MM em função da acessibilidade ao serviço de saúde. Foi realizado um *follow-up* de 117 casos de morte materna de 1991 a 1993, em duas remotas áreas rurais do norte da Zâmbia, onde suspeitava-se que a taxa de MM seria muita alta. A investigação dos cuidados médicos foi realizada através de entrevistas com a família, funcionários do hospital e prontuários médicos. Dos casos analisados, 79% receberam algum tipo de cuidado médico e para 11% a ajuda fora tardia. Na maioria dos casos, o marido (29%) ou a mãe da gestante (31%) decidiram cuidar da mesma quando ocorreram complicações. Isto, associado à dificuldade de transporte,

contribuiu para elevação do número de óbitos. Na instituição de saúde em que a gestante foi consultada, a disponibilidade de recursos também foi avaliada e constatou-se que a falta de equipamentos adequados era o principal problema encontrado.

Foi visto que a demora na transferência e no transporte da gestante é algo comum, constituindo uma importante causa de morte materna. Nesse estudo, 18% das mulheres residem a aproximadamente 30 minutos de ônibus do hospital mais próximo e 13% gastam mais de 30 minutos para alguma unidade de saúde com atendimento especializado e, uma entre quatro gestantes que foram a óbito, residiam a apenas 4 km de distância do centro de referência em saúde, porém cerca de 15% das gestantes despendiam de 1 a 3 horas para receber atendimento médico. O autor acrescenta que, entretanto, há também outros fatores importantes associados à MM, tais como: o conhecimento de sinais clínicos de perigo pela gestante e o trabalho de parto, provisão de recursos essenciais e materiais para uma intervenção obstétrica de emergência, bem como protocolos práticos, que são absolutamente necessários para aumentar a sobrevivência materna.

LE BACQ & RIETSEMA (1997) também estudaram retrospectivamente a influência da acessibilidade geográfica sobre o nível da MM em dois distritos do norte da Zâmbia (Kasama e Kaputa). Ambos os distritos possuíam acesso somente por estrada de terra, sem comunicação telefônica ou por rádio e não possuíam meios de transporte. Diferentemente de Kaputa, Kasama possuía um hospital geral. O objetivo dos autores seria confirmar a suspeita de alto nível de MM nestes distritos e avaliar o risco adicional do acesso geográfico deficiente aos serviços de saúde, uma vez que grandes distâncias afetam

profundamente a habilidade de busca de cuidados, principalmente quando os transportes são limitados, a comunicação é difícil e os lugares são isolados.

Utilizou-se populações aleatórias de 3123 e 2953 gestantes, em cada distrito, durante o período de maio a junho de 1995. Para um dos distritos (Kasama) foi também calculada a MM a partir da análise retrospectiva de prontuários médicos de janeiro de 1991 a dezembro de 1995, no *Kasama General Hospital*, onde também coletou-se dados de 1000 partos residenciais. Estimou-se o risco atribuível e a fração etiológica da população (que estima a magnitude da susceptibilidade de óbito). Foi aplicado um questionário coletando dados sobre a data de nascimento do respondente; quantas irmãs possui; quantas irmãs alcançaram a idade de 15 anos, incluindo as falecidas; quantas dessas irmãs morreram durante a gestação, parto ou durante os seis primeiros meses após o parto (método das irmãs). Os dados foram analisados utilizando-se o *software Epi-info* versão 5.0 e as MM foram definidas de acordo com o CID-10 (Código Internacional de Doenças – Capítulo 10). A razão de mortalidade materna (RMM) foi definida como o número de MM por 100 000 n.v., durante o período de cinco anos. A exposição ao risco foi definida como percorrer mais que duas horas de caminhada até o hospital mais próximo.

Foram respondidos 2947 e 2953 questionários nos distritos de Kasama e Kaputa, respectivamente. Observou-se que 1902 respondentes residiam em zonas de pobre acessibilidade aos serviços de saúde e 1221 em zonas de muito pobre acessibilidade. Pelo método das irmãs, encontrou-se percentuais de 5,4 e 11%, para Kasama e Kaputa, respectivamente. No estudo retrospectivo da distribuição das residências das gestantes internadas no *Kasama General Hospital* evidenciou-se que 94% das gestantes residiam

numa distância aproximada de 2 horas de caminhada até o hospital, e que 64% das mortes maternas vinham desta mesma área. As RMM materna para Kasama e Kaputa foram, respectivamente, de 764 e 1549 por 100 000 n.v.. Em relação à mortalidade hospitalar, investigada em Kasama, a RMM foi de 543 por 100 000 n.v., o que sugere não apenas que o acesso físico se faz necessário, mas também que é preciso uma melhor oferta de serviços. O risco atribuível à MM devido à pobre acessibilidade aos serviços de saúde foi 220 e 1006/ 100 000 n.v., respectivamente para Kasama e Kaputa. Foi evidenciado também que, proporcionalmente, morrem mais mulheres de causas maternas em remotas áreas rurais, sendo a fração etiológica da população de 29% para o distrito de Kasama e 65% para Kaputa, que possui menor acesso aos serviços de saúde. Os dados analisados mostram que a MM pode dobrar quando há um pobre acesso ao transporte. Esse estudo sugere que a melhoria da acessibilidade aos serviços de saúde, a oferta de serviços com qualidade e melhorias de meios de comunicação podem reduzir significativamente as causas da MM nos distritos analisados.

MACLEOD & RHODE (1998), objetivaram determinar e verificar as causas da MM em áreas rurais da Tanzânia, assim como a presença de fatores de risco, como a dificuldade de transporte, a relação entre fatores sociais e demográficos e avaliar a assistência de cuidados à saúde. A MM é o maior problema de saúde no leste da África, encontrando-se em elevação na Tanzânia, onde entre 1987 e 1990, a RMM subiu de 190 para 750/ 100 000 n.v. No distrito estudado (Bagamoyo) a população total era de 192 963, dos quais 30 874 mulheres em idade fértil; e sua população rural correspondia a 95%, dos quais 49,5% completaram o ensino primário. Esta área possuía quatro centros de saúde e apenas um hospital. De janeiro a dezembro de 1993, neste distrito, foi realizada uma

revisão retrospectiva dos registros de MM, a qual foi completada através de um questionário de “autópsia verbal”. A MM foi definida segundo critérios da OMS e os dados foram analisados estatisticamente pelo *software Epi-info* versão 5.01.

Um total de 76 mortes foram estudadas no período, correspondendo a um coeficiente de MM de 961/ 100 000 n.v. As principais causas foram aborto, hemorragia pós-parto com ou sem retenção da placenta, anemia, Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (SIDA) e obstrução do parto ou parto complexo. As MM foram agrupadas em: se possui acesso a uma rodovia principal, presença de fatores de risco durante o pré-natal e contato com cuidados individuais de saúde ou proximidade destes. O óbito materno mostrou-se presente não apenas em partos domiciliares (58%) como também nos hospitalares. Entre aquelas que tiveram parto doméstico, 45% tiveram contato com serviços de saúde antes da morte. 97,2% das gestantes que morreram receberam cuidados pré-natal após o segundo trimestre gestacional, e 76,4% das gestantes apresentavam um ou mais fatores de risco, mas somente 34,6% destes foram registrados e apenas 44,4% das gestantes foram encaminhadas para um centro de referência. A mortalidade foi proporcionalmente maior para aquelas com idade > 35 anos (65,8%) e com número de gestações \geq cinco (34%), mas não houve aumento significativo na mortalidade em gestantes < 19 anos (15,8%) e o estado civil não foi associado ao seu aumento. O estudo mostrou também que o número de óbitos foi maior naquelas que residiam a uma distância > 10 km de uma rodovia principal, destacando-se morte por hemorragia pós-parto (66,7%) e morte por ruptura uterina (100%). Os autores concluíram que cuidado pré-natal efetivo, apropriado tratamento emergencial, tratamento de complicações, acesso oportuno ao transporte e serviços de

referência competentes com adequados equipamentos conduz a mais efetiva resposta para a redução da MM neste distrito da Tanzânia.

MIDHET *et al.*, (1998) relatam que, apesar dos significantes avanços médicos e tecnológicos, a MM ainda apresentava-se alta no Paquistão, particularmente em áreas rurais, onde a acessibilidade geográfica aos serviços de saúde era deficiente. Foi estimado que aproximadamente 26 000 mulheres paquistanesas morriam por ano por causas maternas. Os autores relatam que a RMM, em diversos estudos, mostrava um valor de 300 a 700/ 100 000 n.v. nesta região. Os autores ressaltam que apesar de as causas médicas e fatores de risco associados à MM serem extensivamente estudados, o conhecimento acerca do cuidado com a saúde na MM é ainda pequeno. O acesso ao nível primário de cuidado com a saúde (pré-natal) pode influenciar no comportamento da gestação acerca da utilização de serviços modernos, o que pode ser útil para comparar o impacto da facilidade de acesso perinatal aos serviços de saúde com o cuidado secundário hospitalar na MM. O objetivo desse estudo foi analisar os determinantes contextuais da MM e investigar a associação com o acesso aos serviços de saúde em províncias do Paquistão. Segundo os autores foi utilizada uma versão modificada do estudo de McCARTHY & MAINE (1992), em que a MM, foi dividida em categorias (*sócio-econômicas, acesso e utilização de serviços de saúde, status reprodutivo (idade e paridade) e indicadores de saúde da mulher*). Este talvez seja o primeiro estudo a identificar o papel de determinantes contextuais na MM e reconhecer as interações entre determinantes de múltiplos níveis.

Assim, foram estudadas 16 áreas rurais de duas províncias do Paquistão, onde somente um hospital, localizado no maior centro urbano, provia cuidados obstétricos

adequados. Foi realizado um estudo de caso-controle, compreendendo 261 casos (mortes maternas) e 9135 controles (mulheres que sobreviveram à gestação). Os dados sobre a MM, classificadas segundo o CID-9, foram obtidos do censo *Maternal and Infant Mortality Survey*, realizado entre 1991 e 1993, onde foram registrados os nascimentos e mortes ocorridas, características das moradias, estado civil daquelas entre 15 a 49 anos e sua história gestacional, além da aplicação de um questionário de “Autópsia Verbal” para as famílias com história de morte em idade reprodutiva. Outras variáveis foram coletadas separadas deste censo, tais como: número e localização dos profissionais de saúde, localização dos hospitais, descrição dos serviços ofertados, média de tempo de deslocamento das províncias até a unidade de cuidado obstétrico mais próxima, dados sobre o status sócio-econômico, agricultura e urbanização. Foi utilizado para a análise dos dados o *software EGRET*. Um total de 260 *clusters* foram selecionados, com uma média de 200 casas em cada, aonde todas foram investigadas.

Utilizando uma análise contextual, foram estimadas as interações entre os fatores de risco biológicos da MM e os indicadores de serviço de saúde. Hemorragia pós-parto, eclâmpsia, sepsse puerperal e parto obstruído são as principais condições que levam à MM. As primíparas ou aquelas que possuíam cinco ou mais filhos, na faixa etária de 18 a 34 anos e histórico de perda fetal foram as que apresentavam um risco de morte maior, assim como mulheres abaixo de 19 anos e acima de 39 anos, primíparas, com história de aborto. Em relação às variáveis sócio-econômicas, possuir casa com três ou mais cômodos e presença de eletricidade, indicava um menor risco, assim como facilidade de atendimento e melhor acesso geográfico ao cuidado obstétrico foram significativamente associados com a MM. Esses indicadores também modificaram o efeito dos fatores de risco biológico da MM. Por

exemplo, mulheres nulíparas vivendo em distritos com uma baixa qualidade de atendimento apresentavam um risco maior do que aquelas em distritos mais bem servidos. Os autores concluem que a melhoria no atendimento e a facilidade do acesso poderia reduzir o risco de MM em áreas rurais do Paquistão.

McCAW-BINNS *et al.* (2001) realizaram entre 1993 e 1995 uma revisão das MM em todos os hospitais públicos da Jamaica como parte de um programa do Ministério da Saúde, visando assegurar a qualidade da saúde reprodutiva. Os autores relatam que a MM é um indicador sensível do padrão de saúde da mulher, do acesso aos serviços de saúde, assim como da adequação e qualidade do serviço de saúde prestado. Tanto em países desenvolvidos, quanto naqueles em desenvolvimento o registro inadequado de tais informações não reflete a verdadeira incidência deste problema. Verificou-se as mortes ocorridas nas faixas etárias entre 10 a 50 anos de idade e todas as causas de morte associadas (diretas ou indiretas), de acordo com o CID-10, tendo sido também incluídas mortes precoces e tardias. Os dados foram analisados utilizando-se os *softwares* SPSS versão 9.0 e *Epi-info* versão 6.02. Observou-se também o acesso geográfico aos serviços de saúde e os tipos de serviços oferecidos. Segundo os autores, a análise da mortalidade por meio da sua localização geográfica pode ser complexa, entretanto é capaz de identificar as fragilidades do acesso aos serviços de saúde.

Os hospitais foram divididos em: *Tipo A*: com uma grande oferta de serviços médicos em geral e cirurgias (n = 3), localizados nas regiões Oeste e Sudeste; *Tipo B*: oferecem serviços de obstetrícia, pediatria, cirurgias e medicina em geral (n = 4), havendo um em cada região; *Tipo C*: fornecem atendimento médico em geral e cirurgia (n = 11),

possuindo apenas atendimento para casos de baixo risco de vida, compreendendo apenas cuidados básicos para a gestante, sem obstetrícia. Os casos mais graves eram transferidos para os hospitais do *Tipo A* ou *B*, que possuem serviços obstétricos especializados. Encontrou-se um total de 151 mortes, incluindo seis ocorridas após o parto (43 a 364 dias). Em relação à idade, mulheres entre 15 e 44 anos mostraram uma queda na taxa de mortalidade (26,4/ 100 000 mulheres) quando comparada com o período de 1981 a 1983 (29,7/ 100 000 mulheres), mas não observou-se mudança significativa na taxa de MM nesta mesma faixa etária (106,2 e 118,6/ 100 000 n.v., respectivamente). Para o cálculo desta taxa, foram excluídos os nascidos vivos em outras instituições, entre 1993 e 1995. As principais causas obstétricas diretas em ordem decrescente foram: a hipertensão gestacional, hemorragia, tromboembolismo, sepse, trauma do trato genito-urinário e aborto. Entre as indiretas (as mais comuns), destacaram-se: diabetes *mellitus*, desordens cardiovasculares, anemia falciforme e pneumonia.

Posteriormente, as causas de óbito foram agrupadas em: hipertensão gestacional, hemorragia e outras, e associou-se que tipo de unidade de saúde se encontrava mais próxima da gestante (sem atendimento obstétrico, com atendimento obstétrico, atendimento geral). Observou-se, tanto entre os anos de 1986 a 1987, quanto para 1993 a 1995, que a hemorragia foi a principal causa de óbito. As gestantes que residiam próximas a unidades que não possuíam atendimento obstétrico possuíam um risco maior quando comparadas àquelas que residiam próximas às unidades com atendimento obstétrico, risco este agravado não somente pela distância, mas também pela demora no atendimento. Sendo a distância e a demora no atendimento os principais fatores determinantes da MM, o acesso aos serviços de emergência obstétrica passam a ser críticos à sobrevivência quando desenvolvem-se

complicações. O estudo revelou que as gestantes que residem próximas a unidades de saúde, porém sem atendimento obstétrico (*Tipo C*) possuem um risco maior de morte por complicações ligadas ao parto quando comparadas àquelas que residem próximas a uma unidade de saúde com atendimento obstétrico de emergência (*Tipos A e B*). Os autores concluem que as variações regionais sugerem que uma melhor alocação de serviços eficientes, uma maior atenção na qualidade do cuidado prestado e uma maior educação em saúde poderiam reduzir a MM em 50% na Jamaica.

O uso de redes neurais artificiais ainda encontra-se pouco explorado na modelagem de problemas em saúde pública. Por exemplo, pode-se citar, no Brasil, o estudo realizado por COSTA & ALMEIDA (2000), que desenvolveram uma metodologia capaz de analisar a acessibilidade geográfica de pacientes a 14 unidades de saúde no município do RJ, utilizando para isto informações sobre local de moradia e diagnóstico principal referente ao CID-10, disponibilizadas a partir do SIH (1996). Baseados nos centróides dos bairros dos pacientes e das unidades de saúde foram calculadas as medidas de *Hansen* (distância percorrida e ponderada pela atratividade das unidades e pela propensão ao deslocamento dos pacientes), estimando a menor distância do percurso possível entre dois pontos específicos. Para esta análise de deslocamento foi utilizado o *software TransCAD*. Os resultados revelaram uma grande variabilidade na acessibilidade entre as unidades de saúde. Os autores observaram que nos bairros da Zona Oeste encontram-se as maiores distâncias percorridas e a pior acessibilidade, o que pode ser explicado pela pouca oferta de serviço médico-hospitalar nesta região, por sua pouca atratividade, bem como por algumas regiões do município (Zona Sul e Central) apresentarem várias rotas viárias para as demais áreas da cidade.

Outros exemplos são os trabalhos de SANTOS (2002) e GISMONDI *et al.* (1999). O primeiro utilizou RNA e algoritmos genéticos no diagnóstico diferencial de anemias. Foram coletados dados clínicos, demográficos, dietéticos, bioquímicos e hematológicos de 106 pacientes com diagnóstico de anemias *ferropriva, megaloblástica e outros tipos*. Foram testadas RNA *perceptron* multicamadas *fully-connected feedforward* que apresentaram desempenho final de 96%. O segundo utilizou metodologias de regressão linear múltipla (RLM) e RNA, para realizar a modelagem da mortalidade infantil em municípios brasileiros. Os modelos foram desenvolvidos a partir de 43 variáveis (p. ex.: *número de hospitais públicos, valor da produção agropecuária, total de terra arável, número de pessoas ocupadas em estabelecimentos comerciais*) de 59 municípios. Entre os modelos de RLM desenvolvidos - *stepwise forward, backward, forward-backward* e RNA, a última apresentou os melhores resultados. Uma análise de sensibilidade da RNA mostrou a elevada importância das variáveis número de pessoas alfabetizadas, pessoas ocupadas nos estabelecimentos agropecuários e número de estabelecimentos comerciais.

Ainda no Brasil, SANTOS *et al.* (2005), estudaram a aplicação de RNA em dados epidemiológicos da hepatite A, tendo como objetivo identificar a soroprevalência para hepatite A. Foram selecionados 19 setores censitários do Parque Fluminense (município de Duque de Caxias, RJ) e selecionados 3.079 indivíduos. A proporção de indivíduos que foram classificados corretamente para a RNA foi igual a 88% e para a RL de 83%. A RNA apresentou uma sensibilidade de 70% e uma especificidade de 99%, enquanto que a RL apresentou 52% e 99%, respectivamente.

Além dos trabalhos citados, o uso de RNA também pode também ser encontrado na área de epidemiologia, como por exemplo, na modelagem da mortalidade infantil (GISMONDI *et al.*, 2002) e do peso ao nascer (LAPPER *et al.* (1995), assim como na detecção de padrões eletroencefalográficos (RODRIGUES *et al.*, 2001) e eletrocardiográficos (DOKUR & OLMEZ, 2000), associado a fraturas (COSTA, 2004) e traumas (MC GONICAL *et al.*, 1993, HUNTER *et al.*, 2000), desordens hepáticas (DUH *et al.*, 1998, SUBOTIN *et al.*, 1996), câncer de mama (PATROCÍNIO & SCHIABEL, 2001) e ovário (CLARK & ALTMAN, 2003), de pulmão (JEFFERSON *et al.*, 1997), de pele (HANDELS *et al.*, 1999, SIERRA & LARRAÑAGA, 1998) e de próstata (VIRTANEN *et al.*, 1999); e em diversas área da cardiologia (DREISEITL *et al.*, 2000, PAULA *et al.*, 2001, BAXT *et al.*, 2002, 1991, TU, 1997, WILLIAM & BAXT, 1994).

A partir da revisão da literatura supra mencionada pode-se observar que, apesar das principais causas relacionadas ao óbito materno já serem extensivamente estudadas, a taxa de mortalidade materna em países em desenvolvimento, como o Brasil, apresenta-se acima dos valores considerados aceitáveis pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Os métodos utilizados para o estudo da MM são, na maioria das vezes, lineares, o que não permite sua análise associada a outros múltiplos fatores. Tais estudos tratam também da questão da acessibilidade geográfica, porém sem métodos que permitam um cálculo mais exato da distância percorrida pela gestante até a unidade de saúde de atendimento, considerando o percurso pela malha viária. Poucas medidas são apresentadas acerca da alocação de serviços de assistência à saúde pública materna e, em sua maioria, não apresentam resultados satisfatórios sobre sua utilização e acesso. Estudos mais

aprofundados neste sentido podem contribuir para maior elucidação acerca das diversas variáveis que envolvem a questão da mortalidade materna no país.

CAPÍTULO 3

SISTEMAS DE REGISTRO DO PAÍS

3.1 O SISTEMA DE INFORMAÇÃO HOSPITALAR

Historicamente, a construção dos Sistemas de Informações em Saúde (SIS) voltavam-se para a centralização e verificação de informações, na forma de bancos de dados nacionais. Assim, havia um acúmulo de dados pouco utilizados no apoio à decisão em saúde, sem um impacto direto para a complexa situação de saúde nas diferentes regiões do país, não sendo possível análises de situações de saúde ao nível local, que, necessariamente, considerassem as condições de vida da população (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005). Esforços foram então realizados pelo Ministério da Saúde (DATASUS), SAS (Secretaria de Atenção à Saúde) e CENEPI (Centro Nacional de Epidemiologia) para fortalecer as grandes bases de dados nacionais. Foram assim desenvolvidos seis grandes sistemas: o Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), o Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC), o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), o Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH-SUS), o Sistema de Informações Ambulatoriais do SUS (SIA-SUS) e o Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB). As bases de dados do SIM e do SIH possuem um interesse especial para o presente trabalho uma vez que disponibilizam informações sobre o óbito materno a partir de informações rotineiramente produzidas

O SIH não foi idealizado com propósitos epidemiológicos, sendo originalmente destinado à gestão do sistema de pagamento de internação de hospitais públicos (filantrópicos em 1987, universitários e de ensino a partir de 1991, municipais, estaduais e federais em 1990). Reúne em torno de 70% das internações hospitalares realizadas no país (excluindo-se hospitais psiquiátricos) e, entre outras informações importantes, registra o CID (Código Internacional de Doenças) de internação dos pacientes. Ele vem sendo incorporado à análise e informações de órgãos de Vigilância Epidemiológica de vários estados e municípios (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001, LESSA *et al.* 2000).

O SIH baseia-se na AIH (Autorização de Internação Hospitalar), que registra informações referentes aos recursos destinados aos hospitais do SUS, às causas (diagnósticos) principal e secundária de internação, aos procedimentos freqüentemente realizados, à quantidade de leitos por especialidade, ao tempo médio de permanência do paciente no hospital e aos dados cadastrais das unidades (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000), sendo preenchido a cada internação (mesmo transferências). Assim, a AIH é o instrumento de informações e cobrança dos serviços prestados aos usuários do SUS. Os dados são disponibilizados em *CD-Rom* ou pela Internet e denominados *AIH-reduzida* (sem dados relativos aos serviços profissionais) e *AIH mês a mês* (SCHRAMM & SZWARCWALD, 2000). Na Figura 3.1 pode-se observar o fluxo da geração das AIH.

Ao contrário de outros bancos de dados do Ministério da Saúde, dados do SIH não podem ser corrigidos, mesmo depois de confirmados erros de digitação ou codificação. Re-internações e transferências não são facilmente identificadas, e, algumas vezes, mais de um formulário é emitido para uma única internação (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001).

Apesar disto, esta base é de extrema importância para o estudo do perfil de atendimentos na rede hospitalar pública do país (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001, VERAS & MARTINS, 1994).

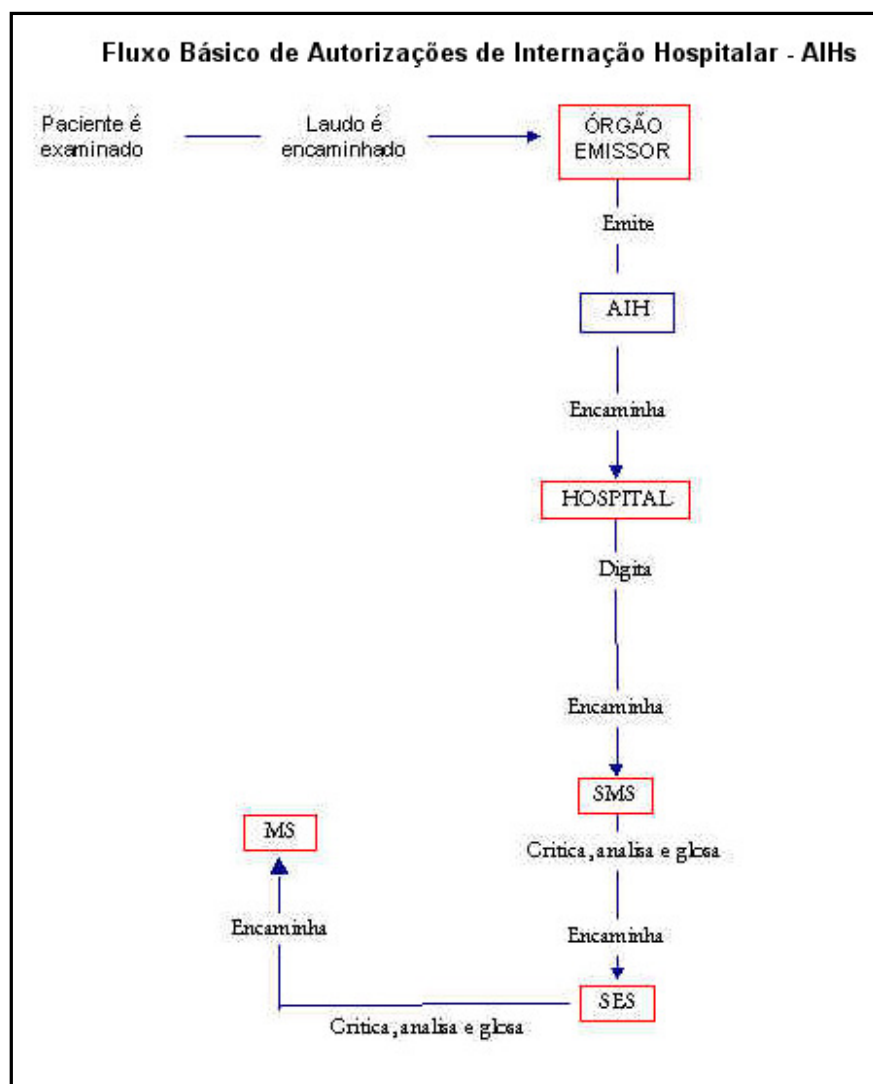


Figura 3.1: Fluxograma das Autorizações de Internação Hospitalar

Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005

Onde: SMS: Secretaria Municipal de Saúde; SES: Secretaria Estadual de Saúde; MS: Ministério da Saúde.

3.2 O SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE MORTALIDADE

O SIM foi criado pelo Ministério da Saúde em 1975 para o registro de informações sobre eventos vitais no país, sendo baseado na Declaração de Óbito (DO), o instrumento legal de registro de óbitos no Brasil. A recomendação do Ministério da Saúde é que uma via da DO seja recolhida pelas Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, onde é definida a causa principal da morte, sendo também codificados o município de residência, local de ocorrência do óbito, naturalidade e profissão dos pais. Uma segunda via é entregue aos familiares para o registro (obrigatório em lei) e a terceira fica arquivada em cartório. Porém, o sub-registro da mortalidade é ainda estimado em 20%, sendo particularmente localizado nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005, THEME-FILHA *et al.*, 1999). Dados do SIM permitem estimar indicadores, como: mortalidade por grupos de causas, por faixa etária, coeficientes de mortalidade por causas específicas e coeficientes de mortalidade infantil ou materna (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

3.3 CLASSIFICAÇÃO DA MORTALIDADE MATERNA

É considerada mortalidade materna, segundo a OMS, aquela ocorrida “*durante a gestação ou dentro de um período de 42 dias após, independente da duração ou localização da gravidez, devido a qualquer causa relacionada ou agravada pela gravidez ou medidas tomadas em relação a ela, porém não devida a causas acidentais ou incidentais*” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001, 2002, BRASIL, 2001). Porém, essa definição tem sido questionada, uma vez que o progressivo avanço tecnológico (ex.: técnica

de respiração assistida) tem freqüentemente prolongado a vida além dos 42 dias (COSTA *et al.*, 2002). A Federação Internacional de Ginecologia e Obstetrícia (FIGO) recomenda considerar todas as mortes desencadeadas pelo processo gestacional, até um ano pós-parto, caracterizando a incorporação de um novo conceito de mortalidade materna, a *tardia*.

As mortes maternas são classificadas em obstétricas diretas ou indiretas. Consideram-se diretas aquelas resultantes de complicações obstétricas no período gravídico puerperal por intervenções, omissões ou tratamento incorreto (doenças hipertensivas, hemorragias e infecção puerperal (sepse) – quase todas elas passíveis de prevenção). Como indiretas, as causadas por doenças pré-existentes ou surgidas durante a gravidez (ex.: SIDA, doença cardiovascular e anemia) (OMS, 2000). As mortes obstétricas (ou maternas) não relacionadas (acidentes ou mortes violentas - suicídios, homicídios, acidentes ou causas naturais - neoplasias malignas, infecções graves ou outras) podem não ser incluídas nesta classificação (LAURENTI, 1988).

3.4 COEFICIENTE DE MORTALIDADE MATERNA

A mortalidade materna é comumente medida pelo *coeficiente* (ou *taxa*) de *mortalidade materna*, importante indicador das condições de vida e da qualidade de assistência médica prestada às mulheres (THEME –FILHA *et al.*, 1999). Ela é definida como a relação entre o número de mortes de mulheres por causas ligadas à gravidez, parto e puerpério (numerador) e o número de nascidos vivos (n.v.) (denominador) em um determinado período e lugar. Normalmente ela é expressa como função de cada 100 000 n.v. (OMS, 2000).

Um problema na estimação deste indicador é que o número de nascimentos deve ser, em geral, aproximadamente estimado, e o de óbitos muitas vezes é sub-estimado, o que pode introduzir sérios vieses nas estatísticas. Além disso, o coeficiente só representaria adequadamente o risco morrer em consequência da gravidez ou do parto se o denominador incluísse o total de nascimentos (vivos e perdas fetais), o que melhor estimaria o número de gestantes (THEME-FILHA *et al.*, 1999). Com isso, do ponto de vista metodológico, este cálculo não poderia ser considerado uma taxa; pois o que se utiliza é apenas uma *razão* da mortalidade materna. No entanto, este termo vem sendo utilizado para fins de comparabilidade em séries históricas. Assim, pela dificuldade de se obter o total de nascimentos, principalmente pelo sub-registro dos óbitos fetais e pelo fato da utilização do número de n.v. já ser tradicional e facilmente interpretado, a OMS manteve a recomendação de calcular a taxa de mortalidade materna usando o número de n.v. Outra fórmula possível é usar no denominador o número de mulheres em idade fértil, que expressaria o risco de morrer por causas maternas (taxa específica de mortalidade por causa materna para o grupo de mulheres em idade fértil).

O valor máximo para o coeficiente de mortalidade materna recomendado pela OMS é 20 óbitos (/100 000 n.v.), mas estatísticas oficiais mostram que, para a África, os valores chegam até 1000 mortes, para a América Latina, 270; para a Ásia aproximadamente 420 mortes e, para regiões desenvolvidas, freqüentemente menor que 30. Nos Estados Unidos, em 1983, o coeficiente de mortalidade materna era de 16,6 e 7,6 óbitos, para mulheres negras e brancas, respectivamente, indicando a influência das condições de vida para ocorrência deste tipo de morte (LAURENTI, 1988). Estudos mais recentes não demonstram quedas substanciais, sendo aproximadamente 20 em países desenvolvidos, 400 e 1000 em

países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, respectivamente (UNDP, 2007, STEKELENBURG, 2004, SIÑA, 2004).

3.5 QUALIDADE DAS INFORMAÇÕES SOBRE A MORTALIDADE MATERNA

No Brasil, a MM é elevada e sub-notificada. Além disso, registros de causa são incompletos, introduzindo grande incerteza em suas estimativas (CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE (CNS), 1997). Assim, é necessária a melhoria do registro civil e o desenvolvimento de metodologias alternativas para sua estimação, como a utilização do “*método das irmãs*” (inquérito domiciliar, no qual pergunta-se à mulher se suas irmãs estão vivas e, a partir dessas informações, estima-se a mortalidade materna) e “*inquérito de mortalidade no período reprodutivo*” (calcula os casos não informados como morte materna, a partir de informações do registro civil, de líderes de comunidade, de administradores de cemitérios e outros). Apesar de reconhecidos pela OMS como “padrão ouro”, esses são métodos dispendiosos e demorados (LAURENTI, 2001, LAURENTI *et al.*, 2000). A OMS (2001) propõe ainda a metodologia de “*autopsia verbal*” (identificação da causa da morte ocorrida fora do hospital ou com registros médicos insuficientes) para facilitar a identificação de mortes quando os registros não são confiáveis, obtendo-se um número mais preciso de óbitos e uma melhor identificação das causas médicas associadas. Este método, entretanto, ainda é pouco explorado em países em desenvolvimento.

Outro problema é a demora nas notificações e a ausência de registros nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, que apresentam as menores taxas de mortalidade materna

do país, o que não muito provavelmente é casuado pela sub-notificação da região (em torno de 20%). Tais regiões apresentam também as menores taxas de mortalidade materna do país, o que não traduz a realidade. O conhecimento real destes óbitos permitiria pesquisas em âmbito nacional, inexistentes até o momento, e a irregularidade e a carência desses dados faz com que haja uma disponibilidade de estudos desproporcional à importância do assunto (OPAS, 2001). A proposta para dimensionar a real magnitude da mortalidade materna é multiplicar o número de óbitos encontrados por dois (BRASIL, 2004_b), porém esta forma de correção constitui-se em um método empírico que não revela uma estimativa adequada dos óbitos maternos no país.

Em 1997, a resolução nº 256 do CNS define o óbito materno como evento de *Notificação Compulsória para a Vigilância Epidemiológica*. Nos locais onde a Vigilância Epidemiológica não está apta a identificá-lo essa função passa aos *Comitês de Prevenção de Morte Materna*. Estes comitês identificam e estudam os óbitos maternos, definindo medidas de intervenção para reduzi-los e possibilitando o acompanhamento e avaliação permanente do atendimento à saúde da mulher. Seus objetivos seriam: identificar a magnitude da mortalidade materna, causas e fatores que a determinam; propor medidas que previnam novas mortes; melhorar as informações sobre óbito e avaliar a assistência prestada. Tais comitês congregam instituições governamentais e setores da sociedade civil com atuação em saúde materna e perinatal (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

Há uma tendência de intensificação do uso de grandes bancos de dados de serviços de saúde, acompanhada por uma maior preocupação com a qualidade desses dados. Entre as variáveis rotineiramente presentes nas estatísticas hospitalares, o óbito é a variável mais

utilizada para avaliação da assistência. Assim, sistemas de informações integrados, confiáveis, abrangentes e acessíveis, para, por exemplo, a análise de desigualdades em saúde, facilitaria a definição de prioridades e o planejamento e a avaliação dos programas (OPAS, 2001). Apesar dessas limitações, bases de dados nacionais são uma alternativa viável para o cálculo da MM, permitindo o estudo da relação entre este agravo e a assistência à gestação, parto e puerpério, ainda poucos explorados no país.

3.6 ACESSIBILIDADE MATERNA AOS SERVIÇOS DE SAÚDE

Uma abordagem do conceito de acessibilidade geográfica refere-se à distância média entre a população e os recursos de saúde. Não é possível fixar uma única medida ideal, e sua análise depende do tipo de necessidade (p. ex., serviços de emergência), existindo distintos níveis de acessibilidade para diferentes tipos de necessidades.

Não necessariamente, a existência de recursos hospitalares, por exemplo número de leitos, caracteriza uma acessibilidade materna adequada, uma vez que existem também determinantes de seu uso mais específicos e difíceis de avaliar, tais como preferências pessoais, credibilidade do serviço e preferência por médicos. De forma mais ampla, a acessibilidade pode ser definida como “o ajuste entre a presença dos recursos de saúde e as características da população na busca e obtenção de assistência”, permitindo a identificação dos fatores que facilitam esta obtenção (FEKETE, 1995).

O avanço da tecnologia contribuiu para estreitar a relação entre as áreas de geografia e da saúde pública, principalmente aos estudos ligados à saúde de populações de

áreas metropolitanas, auxiliando, por exemplo, o planejamento da localização de novas unidades pela cartografia digital, abrindo caminho para sistemas informatizados de saúde (UNGLERT *et al.*, 1987). Este avanço ocorreu na década de 90, também marcada pela crescente capacidade de análise e tratamento de dados e pela facilidade de acesso à informação com o uso de sistemas computacionais para entendimento de fenômenos no espaço geográfico (OPAS, 2000). Esses sistemas possuem capacidade de reunir grande quantidade de dados espaciais, estruturando-os e integrando-os, com melhor armazenamento e atualização dos dados, recuperação de informações de forma mais eficiente, produção de informações precisas e rapidez na análise de alternativas.

Assim, pode-se identificar o seguinte objetivo na implementação de um SIG: organização e georreferenciamento dos dados, combinando tipos diferentes de informação, por exemplo, limites de bairros, fluxo entre localidades e a relação dessas informações com o perfil sócio-econômico das regiões estudadas (SKABA, 2004, OPAS, 2000). Estes sistemas também são utilizados para avaliação e estudo de indicadores de acesso (p. ex., tempo e distância de deslocamento) (COSTA, 2004, COSTA *et al.*, 2003^b). Outra aplicação de interesse é a Avaliação de Serviços de Saúde, analisando a distribuição espacial desses serviços, planejando e otimizando recursos (OPAS, 2000, DRUCK *et al.*, 2004). Os SIG permitem análises espaciais complexas pela rápida formação e alteração de cenários, oferecendo aos planejadores e administradores subsídios para a tomada de decisões.

Compreender a distribuição espacial de eventos ocorridos no espaço geográfico constitui um grande desafio para elucidação de questões centrais em saúde. Estes estudos vêm se tornando cada vez mais comuns, devido à disponibilidade de SIG de baixo custo e

com interfaces amigáveis (DRUCK *et al.*, 2004). Em relação às aplicações na área de saúde destaca-se o seu papel na vigilância epidemiológica, determinando padrões da situação de saúde de uma área e delimitando áreas de risco para mortalidade ou incidência de eventos mórbidos. Visando a obter uma subdivisão em áreas menores e aumentar a escala de análise, uma possibilidade é a utilização de setores censitários, georreferenciando-os aos endereços dos registros dos SIS (SKABA, 2004). Para tal, os limites geográficos dos setores censitários devem ser respeitados; barreiras geográficas devem ser consideradas, assim como o fluxo espontâneo da população à procura de serviços de saúde (UNGLERT *et al.*, 1987).

A Organização Panamericana de Saúde (OPAS), em sua 26^a Conferência Sanitária, elaborou a *Estratégia Regional para a Redução da Mortalidade e Morbidade Materna*, ao constatar uma taxa desnecessariamente elevada de mortalidade por complicações obstétricas. Segundo ela, a organização dos serviços de saúde não tem considerado desigualdades sociais e médico sanitárias, havendo concentração em áreas de menor necessidade (OPAS, 2002).

Uma das iniciativas para a redução da mortalidade materna foi o *Pacto Nacional pela Redução da Mortalidade Materna e Neonatal no Brasil*, que propõe, como uma das suas estratégias, garantir o acesso de mulheres e recém-nascidos aos serviços, evitando a peregrinação em busca de atendimento e transferência para outras unidades de forma segura (BRASIL, 2004^a).

CAPÍTULO 4

TÉCNICAS DE MODELAGEM

4.1 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

As RNAs surgiram como uma tentativa de simulação matemática do sistema nervoso humano (SARLE, 1994). Uma rede neural, como o nome sugere, é uma representação matemática de neurônios, de forma a permitir a análise de sinais de entrada específicos (HANDELS *et al.*, 1999, TAFNER *et al.*, 1996). Podem ser entendidas como um processador paralelamente distribuído, constituído de unidades de processamento simples, correspondendo aos neurônios, que têm a capacidade de armazenar conhecimento experimental e torná-lo disponível para uso (HAYKIN, 2001, PILON & TANDBERG, 1997).

Os campos da estatística e das redes neurais artificiais estão intimamente relacionados. Porém, as RNA apresentam algumas vantagens na modelagem não linear, pois exigem menor treinamento formal em estatística, oferecem facilidades para detectar desde relações lineares até relações não lineares complexas e habilidade para detectar interações entre os preditores (GISMONDI, 1999). RNAs são reconhecidas como uma metodologia de grande eficácia na resolução de problemas complexos (BUSCEMA, 1997). Exemplos são aqueles representados por funções não-lineares, para os quais é necessário o desenvolvimento de

modelos empíricos, ou seja, baseados nos dados. Suas desvantagens são sua natureza tipo “caixa preta”, a necessidade de recursos computacionais intensivos para sua implementação e a tendência à superespecialização (TU, 1996).

4.2 MARCOS HISTÓRICOS

A era moderna das redes neurais começou com o trabalho do psiquiatra e neuroanatomista Warren McCulloch e do matemático Walter Pitts (1943), com a publicação do artigo “A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity” no *Bulletin of Mathematical Biophysics*, onde fizeram uma analogia entre células nervosas vivas e o processo eletrônico, criando o primeiro modelo de rede neural artificial. O neurônio de McCulloch e Pitts era um dispositivo binário: sua saída poderia ser *pulso* ou *não pulso*. O neurônio emitiria um sinal de saída (*output*) se a soma dos sinais de entrada (*inputs*) ultrapassassem um determinado limiar. O próximo desenvolvimento significativo ocorreu em 1949 com o livro de Hebb: *The Organization of Behavior*, que descrevia o modelo básico de rede de auto-organização. Quinze anos após a publicação do artigo de McCulloch e Pitts, uma nova abordagem para o problema de reconhecimento de padrões foi introduzida por Rosenblatt (1958), o *perceptron*, um método inovador de aprendizagem supervisionada. Em 1969, Minsky e Papert publicaram um livro onde matematicamente demonstraram que haviam limites fundamentais para a utilização de *perceptrons* de uma única camada, não permitindo o uso deste para problemas que não fossem linearmente separáveis. O método de retropropagação do erro (*backpropagation*) somente foi introduzido em 1982 por Hopfield e, apenas em 1986, Rumelhart, Hinton e Williams

mostraram que uma rede poderia implementar funções não-lineares usando mais de uma camada, por meio do algoritmo de retropropagação do erro (HAYKIN, 2001).

4.3 O NEURÔNIO BIOLÓGICO

O sistema nervoso detecta estímulos externos e internos e desencadeia respostas musculares e glandulares, sendo responsável pela integração do organismo com seu meio-ambiente. É formado basicamente por células nervosas, que se interconectam formando os circuitos neurais. Por meio destes circuitos, o organismo produz respostas que constituem comportamentos fixos (por exemplo, os reflexos), ou variáveis em maior ou menor grau. Todo ser vivo dotado de um sistema nervoso é capaz de modificar o seu comportamento em função de experiências passadas (TAFNER, 1996). Isto é chamado de aprendizado, e ocorre com o auxílio da chamada plasticidade cerebral, a qual permite que o sistema nervoso se adapte ao seu meio ambiente (HAYKIN, 2001, TAFNER, 1996). O método de processamento de informações utilizado pelos neurônios biológicos, apesar dos enormes avanços tecnológicos, ainda permanece como objeto de diversos estudos.

O potencial de ação na membrana axonal ocorre quando esta sofre uma despolarização suficiente para alcançar um valor conhecido como *limiar de disparo*. Diante de um determinado estímulo, um neurônio poderá disparar, se for atingido este limiar. Para um mesmo sinal de entrada, um neurônio produzirá um mesmo sinal de saída, significando que ele submeterá o sinal de entrada sempre a uma mesma função, em condições normais.

Atuará assim, como um computador, o qual, no entanto, não é diretamente programável (GISMONDI, 1999).

Se o neurônio é um dispositivo não programável, o seu processo de aprendizagem ocorre devido à eficácia de um neurônio em excitar ou inibir outro não ser constante: pode aumentar ou decrescer com o tempo, de uma maneira que depende de “experiência”, ou seja, do que ocorre entre os dois neurônios com o passar do tempo (GISMONDI, 1999). A eficácia e intensidade dessa conexão são determinadas pela informação disponível na sinapse entre eles, o que pode sofrer modificações com o passar do tempo, em função dos próprios impulsos que atravessam a sinapse.

4.4 AS REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Como mencionado, as RNAs se assemelham ao cérebro em dois aspectos: **i)** o conhecimento é adquirido pela rede, a partir de seu ambiente, através de um processo de aprendizagem e, **ii)** as relações entre os neurônios (pesos sinápticos, correspondentes aos dendritos), são utilizadas para armazenar o conhecimento adquirido (HAYKIN, 2001). Uma rede, da mesma maneira que um neurônio, recebe sinais de entrada e, em função deles emite seus sinais de saída. A diferença básica é que, no caso das redes neurais, as saídas são sinais oriundos dos neurônios cujos axônios deixam a rede. Como no caso de um neurônio, a rede calcula as saídas em função de suas entradas. Tendo em vista que a intensidade das conexões entre os neurônios pode variar com o aprendizado, a saída também pode variar

conforme ocorram modificações de comportamento das sinapses, no processo de aprendizado (GISMONDI, 1999).

4.5 PERCEPTRON MULTI-CAMADAS

Esta modalidade de RNA é formada por uma camada de neurônios de entrada, outra de saída e uma ou mais camadas intermediárias ou ocultas, transmitindo informações entre os neurônios de forma unidirecional (HISBERG & ADAR, 1997). É através dessa estrutura que a rede é capaz de aprender. O sinal de entrada se propaga para frente, através da rede, camada por camada. Estas redes neurais são normalmente chamadas de *perceptrons* de múltiplas camadas (MLP, *multilayer perceptron*). O modelo de uma rede neural com MPL pode ser observado na Figura 4.1, onde se pode identificar um conjunto de sinais de entrada, uma camada oculta ou intermediária com três neurônios cada e uma camada de saída com dois neurônios. Estes tipos de redes são capazes de solucionar problemas que não sejam linearmente separáveis. Têm sido aplicados com sucesso para resolver diversos problemas complexos, por meio do seu treinamento de forma supervisionada, com um algoritmo popular conhecido como *algoritmo de retropropagação do erro* (*backpropagation*). A aplicação do algoritmo *backpropagation* requer a escolha de um conjunto de parâmetros (número de iterações do algoritmo, critério de parada, pesos iniciais, taxa de aprendizado), cuja influência pode ser decisiva para a capacidade de generalização da rede (SANTOS *et al.*, 2005, HANDELS *et al.*, 1999).

Basicamente, a aprendizagem por retropropagação de erro consiste de dois passos através das diferentes camadas da rede: um para frente, a *propagação*, e um para trás, a *retropropagação*. Na propagação, um padrão de entrada (vetor de entrada) é aplicado aos nós sensoriais da rede e seu efeito se propaga através da rede, produzindo um conjunto de saídas conhecido como resposta real da rede. Durante o passo de propagação, os pesos sinápticos da rede são fixos. Durante o passo de retropropagação, os pesos sinápticos são ajustados de acordo com uma regra de correção de erro. A resposta real da rede é subtraída de uma resposta desejada (alvo) para produzir um sinal de erro. Este sinal de erro é então propagado para trás, através da rede, contra a direção das conexões sinápticas. Os pesos sinápticos são ajustados para fazer com que a resposta real da rede se mova para mais perto da resposta desejada, em um sentido estatístico (HAYKIN, 2001).

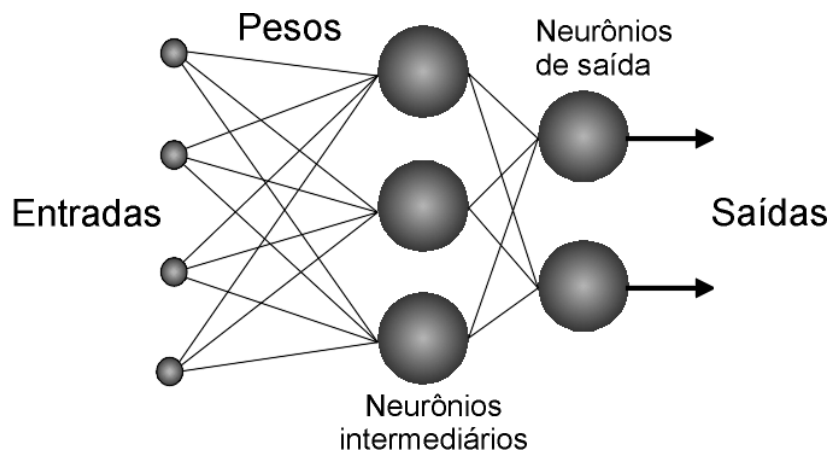


Figura 4.1: Percéptron multi-camadas *feedforward*

Fonte: TAFNER, 1996

Cada camada tem uma função específica. A primeira recebe os estímulos dos nós de entrada, enviando a sua saída para a próxima. A camada de saída recebe os estímulos da última camada intermediária, construindo o padrão que será a resposta da rede. Assim, as camadas intermediárias funcionam como extratoras de características, de modo que seus pesos codificam as características apresentadas nos padrões de entrada, permitindo a criação de uma apresentação mais efetiva do problema apresentado. Uma rede neural com uma única camada intermediária é suficiente para aproximar qualquer função contínua, sendo muitas vezes capaz de produzir quaisquer mapeamentos entrada-saída (HAYKIN, 2001). Não existe um critério geral que permita definir o número de neurônios na camada escondida. Em geral, RNA com poucos neurônios escondidos são preferidas, visto que elas tendem a possuir um melhor poder de generalização, reduzindo problemas de sobreajuste (*overfitting*) (SANTOS *et al.*, 2005), porém redes com um número inadequado nesta camada podem não ser capazes de modelar problemas complexos, ocorrendo o *underfitting*, ou seja, a não convergência durante a fase de treinamento.

4.6 MODELO DE UM NEURÔNIO ARTIFICIAL

A rede neural artificial é composta por elementos básicos, tais como:

- Os pesos ou coeficientes da rede neural (w_{kj}) indicam o grau de importância que determinada entrada possui em relação àquele determinado neurônio (Figura 4.2), entradas estas representadas por x_j , onde $j = [1,2,3,... m]$ corresponde ao número de sinais de entrada (*input*).

- Um somador, que é responsável por somar os sinais de entrada ponderados pelas respectivas sinapses do neurônio (combinador linear).
- A seguir, uma função de transferência processa este sinal, a partir da comparação dessas entradas ponderadas com um limiar previamente definido. O resultado desse processamento afetará, por sua vez, ou a resposta final da rede ou os neurônios da próxima camada (HISBERG & ADAR, 1997, TAFNER *et al.*, 1996).
- Cada neurônio possui também uma função de ativação, a qual tem por atribuição restringir a amplitude da saída de um neurônio. Também é chamada função restritiva, pois limita o intervalo da amplitude do sinal de saída a um valor finito (HAYKIN, 2001). Em modelos simples de redes neurais, esta função pode ser a própria função de soma das entradas ponderadas do neurônio (TAFNER *et al.*, 1996).

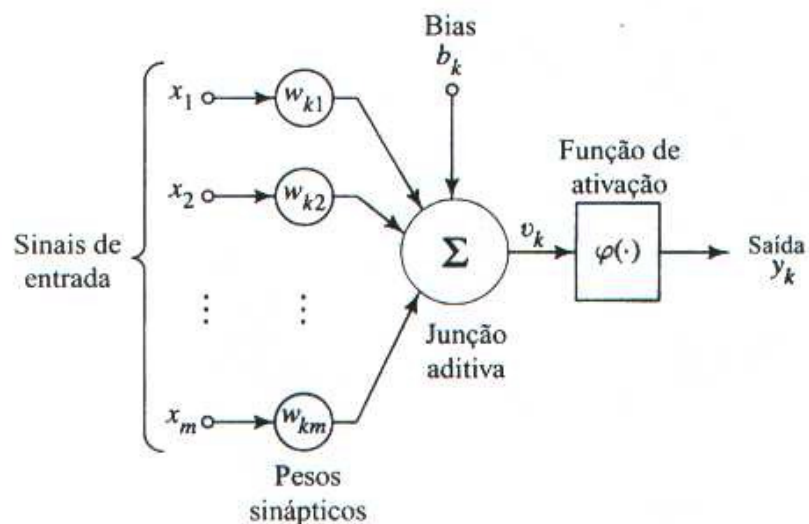


Figura 4.2: Modelo não linear de um neurônio artificial

Fonte: HAYKIN, 2001

O modelo neuronal inclui também um *bias* ou viés aplicado externamente, representado na Figura 4.3 por b_k , o qual tem o efeito de aumentar ou diminuir a entrada líquida da função de ativação, dependendo se ele é positivo ou negativo, respectivamente. Com isto, a relação entre o potencial de ativação v_k do neurônio k e a saída do combinador linear u_k é modificada na forma ilustrada na Figura 4.7 (HAYKIN, 2001), ou seja, ele desloca a função de ativação, forçando o aumento ou a redução da entrada, caso esta seja positiva ou negativa.

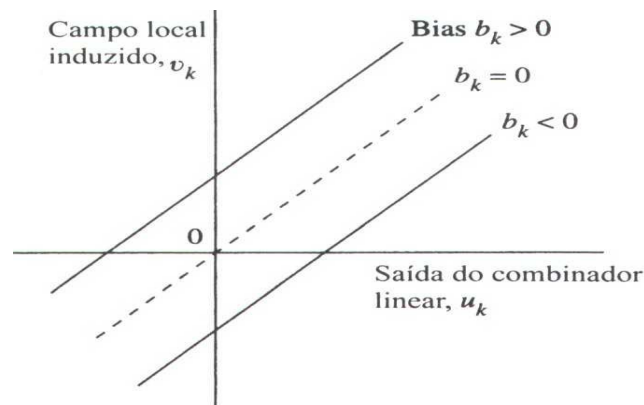


Figura 4.3: Bias

Fonte: HAYKIN, 2001

Especificamente, um sinal de entrada x_j na entrada da sinapse j conectada ao neurônio k é multiplicado pelo peso sináptico w_{kj} . Assim, em termos matemáticos, pode-se descrever um neurônio k escrevendo o seguinte par de equações (4.1 e 4.2):

$$u_k = \sum_{j=1}^m w_{kj} x_j \quad (4.1)$$

e

$$y_k = \varphi (u_k + b_k) \quad (4.2)$$

onde x_1, x_2, \dots, x_m são os sinais de entrada; $w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{km}$ são os pesos sinápticos do neurônio k ; u_k é a saída do combinador linear; b_k é o *bias*; $\varphi (\cdot)$ é a função de ativação e y_k é o sinal de saída do neurônio.

As Figuras 4.4, 4.5 e 4.6 ilustram três funções de ativação muito utilizadas: **(a)** função limiar; **(b)** função limiar por partes e **(c)** função sigmóide, respectivamente. Este último tipo é possivelmente o mais utilizado na construção de redes neurais artificiais, pois apresenta um balanço gradativo entre o conhecimento linear e não-linear. Um exemplo de função sigmóide é a função logística, definida por:

$$\varphi (v) = \frac{1}{1 + \exp(-av)} \quad (4.3)$$

onde a é o parâmetro de inclinação da curva. Variando-se este parâmetro, obtém-se funções sigmóides com diferentes inclinações. Enquanto a função limiar assume os valores de 0 ou 1, uma função sigmóide assume um intervalo contínuo entre 0 e 1. Algumas vezes é desejável que a função de ativação se estenda de -1 a $+1$, sendo sua equação definida como:

$$\varphi(v) = \begin{cases} 1 & \text{se } v > 0 \\ 0 & \text{se } v = 0 \\ -1 & \text{se } v < 0 \end{cases} \quad (4.4)$$

a qual é normalmente denominada função sinal. Para a forma correspondente de uma função sigmóide, pode-se utilizar a função tangente hiperbólica, definida pela equação 4.5 (HAYKIN, 2001):

$$\varphi(v) = \tanh(v) \quad (4.5)$$

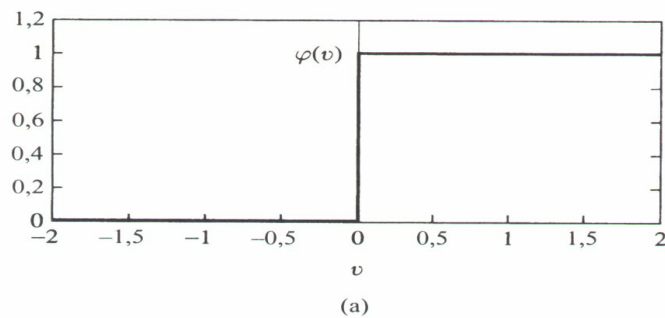


Figura 4.4 Função limiar

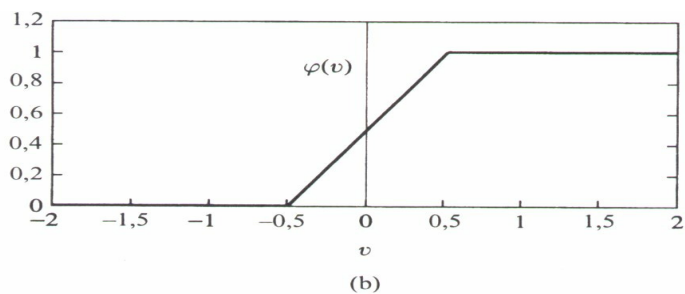


Figura 4.5: Função limiar por partes

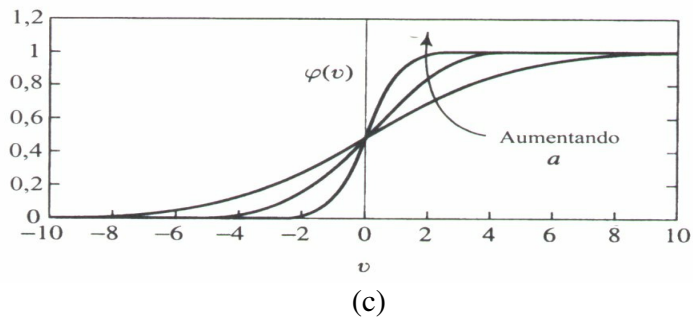


Figura 4.6: Função sigmóide

Fonte: HAYKIN, 2001

O número de camadas da rede não pode ser definido *a priori* de forma exata. O mais usual é a utilização de três camadas (entrada, oculta ou intermediária e saída). Essas conexões podem gerar um número infinito de estruturas diferentes. Quando uma rede possui todas as saídas dos neurônios de uma camada conectadas com todos os neurônios da próxima, esta é denominada *fully connected* (totalmente conectada) (TAFNER *et al.*, 1996). Quando o sinal de saída de um neurônio servir como entrada para a mesma camada, ou uma camada anterior, a rede é chamada de *feedback* (retroalimentação). Uma rede do tipo *feedforward* possui conexões apenas em uma direção (da entrada para a saída) (HUDSON & COHEN, 2000, SMITH, 1993).

4.7 PROCESSO DE APRENDIZADO

Como mencionado, uma das mais importantes características das RNAs é sua capacidade para “aprender pelo exemplo” e de generalizar a informação aprendida, sem dúvida atrativos importantes para escolha de uma solução neural de problemas diversos.

Quando apresentada a um grande conjunto de dados com saídas conhecidas, a rede vai gradualmente “aprendendo” a identificar modelos e associar um conjunto específico de entradas às saídas (HISBERG & ADAR, 1997). Assim, a capacidade das RNA vai muito além de mapear relações de entrada e saída. As RNA são capazes de extrair informações não apresentadas de forma explícita através dos exemplos (SANTOS *et al.*, 2005). Desse modo, para a construção de uma RNA, um processo de treinamento é requerido. O treinamento é baseado em um algoritmo pelo qual os pesos (coeficientes) das conexões entre os neurônios são gradualmente ajustados, para minimizar as diferenças entre a saída real e a predição da rede.

O aprendizado é um aspecto intrínseco da inteligência e uma necessidade para a adaptação às mudanças do meio ambiente. Por esta razão, este tópico é um dos mais estudados pelos pesquisadores em RNA. Os procedimentos de aprendizado conexionistas podem ser divididos em três classes: *supervisionado*, *não-supervisionado* e *auto-supervisionado*. O primeiro requer um “professor” para especificar a saída desejada, corrigindo as respostas erradas da RNA. É aplicável só quando o comportamento desejado da rede é conhecido *a priori*, ou seja, consiste em um treinamento iterativo que ajusta os valores dos parâmetros da RNA em relação à diferença entre o valor esperado e aquele obtido na saída. No aprendizado não-supervisionado, os dados são apresentados sem intervenção humana. Este processo permite à rede fazer suas representações internas, construindo modelos que capturam as características da entrada sem informação adicional. O auto-supervisionado (ou de reforçamento) ocorre quando a rede se monitora a si mesma, corrigindo os erros de interpretação dos dados pela realimentação através da RNA (HAYKIN, 2001, TAFNER *et al.*, 1996, FUENTES, 1992).

O desempenho da rede ao final do treinamento não necessariamente reflete o seu desempenho com um novo conjunto de dados, pois algumas vezes a rede irá simplesmente “memorizar” os exemplos já fornecidos, o que é chamado de superespecialização (HIRSHBERG & ADAR, 1997). Em todos os tipos de arquiteturas de RNA, quanto maior o número de variáveis de entrada, maior o número de casos necessários a um treinamento eficiente. Reduzindo-se o número de variáveis de entrada, mesmo que isto signifique relativa perda de informação, muitas vezes obtém-se uma melhora do desempenho da rede.

4.8 VALIDAÇÃO CRUZADA

A aplicação da RNA consiste na escolha dos melhores pesos sinápticos que representam a relação entrada-saída. Há que se determinar um critério para garantir a confiabilidade estatística desta escolha; uma metodologia com este objetivo é a validação cruzada, que consiste na divisão aleatória das observações das variáveis em dois grupos: *treinamento* e *teste*. O grupo de treinamento é dividido em dois subgrupos: *estimação* (grupo de treinamento propriamente dito), e um de *validação*, usado para testar ou validar o modelo escolhido, através do monitoramento do erro padrão. O treinamento é realizado por um número pré-estabelecido de “épocas” ou “ciclos”, que consistem nos passos onde os padrões (dados das variáveis) de treinamento são sucessivamente apresentados para a minimização do erro de predição. Para analisar o desempenho sob condições reais de utilização, usam-se os dados do conjunto *teste*, com os quais deve ser feita a avaliação final do erro. Os erros de treinamento e validação são monitorados para a escolha dos pesos

finais da rede, sendo escolhido o conjunto de pesos que apresentaram o menor erro de validação.

A seleção do melhor modelo de representação entrada-saída, quando não se utiliza o grupo de validação, pode implicar em um fenômeno conhecido como *overfitting* (*overtraining*), caracterizando uma super-especialização da RNA em classificar o grupo de treinamento, incorrendo na redução de sua capacidade de generalização. Assim, a utilização da validação cruzada permite uma melhor generalização da rede (SANTOS, 2002). A proporção do grupo de validação para estimação a ser escolhida depende da complexidade do problema, do tamanho amostral e da topologia da rede neural (COSTA *et al.*, 2000, GISMONDI, 1999, SANTOS, 1999). Depois de concluída a fase de treinamento da RNA, procede-se a análise da importância das variáveis independentes selecionadas para as redes neurais treinadas, a qual é feita através da análise de sensibilidade (HAYKIN, 2001).

4.9 ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DAS VARIÁVEIS DA RNA

No estudo de eventos em saúde, diversas metodologias podem ser utilizadas, sendo a regressão logística comumente um dos métodos para a previsão de resultados dicotômicos. As redes neurais artificiais representam uma nova técnica e têm surgido como uma alternativa interessante para problemas complexos. Nestas, as variáveis dependentes não estão restritas por uma relação matemática com as variáveis independentes, mas possuem relação não-linear, fornecendo, muitas vezes, desempenho preditivo superior

quando comparadas a métodos estatísticos clássicos. Além de possuir capacidade de detectar todas as possíveis interações entre as variáveis de entrada. No entanto, na RL, os coeficientes β podem ser facilmente convertidos em seus correspondentes *odds ratio* e, se as variáveis estão representadas em um único termo, ou seja, há uma ausência de interação, não é difícil interpretar a magnitude dos preditores. Já as RNA possuem uma característica “caixa-preta”, tendo pouca habilidade para indicar explicitamente as possíveis relações entre as variáveis; requerem maiores recursos computacionais e são propensas à superespecialização (TU, 1997, 1996).

Isso torna-se uma desvantagem, uma vez que, sempre que possível, é importante simplificar um modelo, não apenas para facilitar sua interpretação, mas também devido aos problemas de **1) Dimensionalidade**: uma grande quantidade de variáveis de entradas pode diminuir a capacidade de generalização da rede, interferindo em seu desempenho (BELUE & BAUER, 1995); **2) Interdependência das variáveis**: algumas variáveis são interdependentes e, juntamente, transportam informações importantes no conjunto de dados e **3) Redundância de variáveis**: muitas vezes um número de variáveis pode ser portador da mesma informação (STATISTICA NEURAL NETWORKS, 1998). Uma alternativa interessante para obtenção das variáveis mais relevantes do modelo RNA é a realização de uma “análise de sensibilidade”, no qual procede-se ao cálculo da importância de cada variável na determinação de desempenho final da rede neural. Esta análise é baseada na combinação dos resultados obtidos no treinamento e no teste para cada variável.

Outra metodologia útil para a avaliação de modelos classificadores (ou seja de resposta binária) é a curva ROC (*Receive Operator Characteristic Curve*). Esta curva

consiste de um gráfico no qual, no eixo x, estão localizadas as sensibilidades e no eixo y o complemento das especificidades (1- especificidades). A área abaixo da curva (c), então, indica o desempenho do classificador em relação a todos os possíveis níveis (sensibilidade x especificidade). O resultado ideal é aquele que alcança a extremidade mais superior e esquerda do gráfico (área = 1,0), indicando uma predição perfeita, ou seja, onde os casos das duas classes são separáveis; e áreas menores correspondem a desempenhos progressivamente piores. Normalmente, considera-se um classificador aceitável quando sua área sob a curva c encontra-se acima de 0,7; e excelente quando esse parâmetro encontra-se acima de 0,8 (HOSMER & LEMESHOW, 2000).

CAPÍTULO 5

MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 VIABILIDADE

O trabalho vincula-se a linha de pesquisa do Laboratório de Engenharia de Sistema de Saúde (LESS), *Desenvolvimento de Métodos Epidemiológicos, Estatísticos, Matemáticos e Computacionais para o Planejamento, Avaliação e Monitoramento de Intervenção em Saúde Pública*. O tema proposto conta com a colaboração multidisciplinar entre o LESS/PEB/COPPE e o Núcleo de Planejamento Estratégico de Transportes/ PET/ COPPE, o qual desenvolve pesquisas com *Sistemas de Informações Geográficas (SIG)* para a análise e planejamento de sistemas de transportes.

5.2 CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

O município do Rio de Janeiro, capital do estado de mesmo nome, situa-se no Sudeste do Brasil e conta com uma população de aproximadamente cinco milhões de habitantes. O presente estudo analisou a região metropolitana desse município, a qual, além do próprio, inclui outras dezenove cidades que caracterizam uma região com recursos de saúde comuns e similaridades geográficas. No ano de 2000, a região totalizava aproximadamente onze milhões de pessoas. Com uma área de 5.693 km², ela responde por

13% do território do Estado do Rio de Janeiro. A região é atendida por 4 664 hospitais públicos e privados (IBGE, 2008). As seguintes regiões foram destacadas para estudo: Belford Roxo, Duque de Caxias, Itaboraí, Japeri, Mesquita, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Queimados, Rio Bonito, São Gonçalo e São João de Meriti; uma vez que o *software* utilizado para o cálculo da distância percorrida não possuía cadastro adequado para as redes viárias dos demais municípios.

5.3 ORIGEM DOS DADOS

A mortalidade materna foi considerada como aquela ocorrida durante a gestação ou dentro de um período de 42 dias após o término da gestação, independente da duração ou localização da gravidez, devido a qualquer causa relacionada ou agravada pela gravidez ou medidas tomadas em relação a ela (WHO, 2007).

Identificou-se informações secundárias referentes a pacientes cuja causa da internação correspondia ao capítulo XV do CID – 10: “Gravidez, Parto e Puerpério” (GPP) nos anos de 2000 a 2002, internados em hospitais da rede SUS do município do Rio de Janeiro ou adjacentes, e residentes neste município ou em municípios vizinhos. Este período foi escolhido, pois somente a partir de 1999 todos os Estados da Federação adotaram a classificação de doenças de acordo com o CID – 10 (WHO, 2008) e também por que ficaria mais próximo do Censo Demográfico do IBGE, realizado em 2000, o qual foi utilizado, em associação com outras variáveis, para melhor compreensão da mortalidade

materna. Desta forma, buscou-se informações referentes aos óbitos ocorridos durante o período gestacional e realizado seu pareamento com casos de “não-óbito” gestacional.

Os dados são provenientes das bases de dados mensais do SIH-SUS, gerido pelo Ministério da Saúde, por meio da Secretaria de Assistência à Saúde em conjunto com as Secretarias Estaduais de Saúde e as Secretarias Municipais de Saúde, processados pelo DATASUS (Departamento de Informática do SUS), da Secretaria Executiva do Ministério da Saúde. São disponibilizados mensalmente, em CD-ROM os dados das movimentações das AIHs (autorização de internação hospitalar), com informações relativas às internações em hospitais do SUS para cada paciente. Este sistema coleta aproximadamente 170 variáveis das AIH, tais como: sexo, faixa etária, diagnóstico principal e secundário, ocorrência de óbito, tipo de alta, permanência em CTI (Centro de Terapia Intensiva), local de moradia (logradouro, município, região metropolitana, região ou Unidade Federativa, entre outras), procedimentos médicos realizados, entre outros.

Objetivando a captação de óbitos maternos que pudessem não estar identificados no SIH-SUS, como nos casos de morte materna tardia e de internação em hospitais gerais por causas aparentemente não relacionadas com o período gestacional, foi realizada uma pesquisa no SIM (Sistema de Informação de Mortalidade), durante o mesmo período de análise do SIH-SUS (2000 a 2002). Este sistema possui 83 variáveis, tais como: tipo e causa do óbito, nome, sexo, logradouro, estabelecimento de ocorrência do óbito, entre outros. É proveniente do Departamento de Dados Vitais, Secretaria Estadual de Saúde/RJ, os quais foram cedidos na sua forma completa para fins de pesquisa. Realizou-se uma busca cruzando os bancos do SIM com aqueles do SIH a partir das datas de nascimento e

óbito. Para este procedimento utilizou-se o Programa *Microsoft*[®] ACCESS XP (*Microsoft*, EUA) e manualmente procedeu-se à seleção dos óbitos que permaneceram ocultos nesta seleção, como nos casos em que havia erros no preenchimento das datas supramencionadas, sendo desta forma a identificação realizada a partir do nome da gestante.

As informações sobre nascidos vivos referentes aos anos de 2000 a 2002 utilizadas para o cálculo das Taxas ou Razões de Mortalidade Materna (RMM) foram obtidas a partir do SINASC (Sistema Nacional sobre Nascidos Vivos) - SUS, também cedidos pelo Departamento de Dados Vitais, Secretaria Estadual de Saúde/ RJ.

5.4 PERFIL DOS ÓBITOS MATERNOS

O perfil da mortalidade materna foi caracterizado em termos da sua faixa etária, ano de ocorrência, causa básica de óbito (CID 10) e distâncias percorridas (km) até a unidade de saúde. As RMM foram calculadas para cada região analisada, sendo esta a razão entre o número de óbitos maternos/nascidos vivos (por 100 000 n.v.) (WHO, 2008). Adicionalmente, os *Odds Ratios* relativos às áreas analisadas foram calculados, juntamente com seus intervalos de confiança de 95%. O pacote estatístico SPSS versão 16.0 foi utilizado para o tratamento estatístico dos dados.

5.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO E INCLUSÃO

Seleção de óbitos do Sistema de Informação Hospitalar

Inicialmente o banco de dados do SIH-SUS continha aproximadamente 1 milhão de pacientes, compreendendo os três anos, dos quais foram selecionados 250 515 pacientes com diagnóstico principal de *gravidez, parto e puerpério*, de acordo com o CID-10.

Para que nenhum caso fosse excluído indevidamente do banco, após a seleção daqueles em que o diagnóstico principal correspondia ao capítulo XV do CID – 10, a possibilidade de sexo feminino e masculino ficaram ignoradas, bem como a variável idade, de forma que as gestantes fora do período reprodutivo também fossem identificadas.

Foi realizada uma segunda pesquisa pelo diagnóstico secundário, verificando-se a ocorrência de diagnóstico correspondente também ao capítulo XV do CID – 10 em mulheres que foram a óbito e não apresentavam o diagnóstico principal relativo à GPP. Outras causas maternas de óbito não incluídas no Capítulo XV também foram consideradas na análise, seguindo a normatização do Ministério da Saúde (Anexo 1): Tétano obstétrico (A34); Neoplasia de comportamento incerto ou desconhecido da placenta (D39.2); Transtornos mentais e comportamentais associados ao puerpério não classificados em outra parte (F53); Osteomalácia puerperal (M83.0). Também foram buscadas causas maternas sujeitas à investigação (aquelas não diretamente relacionadas ao período de GPP, mas que culminariam com o óbito): Doenças pelo vírus da imunodeficiência humana (B20-24);

Hipopituitarismo - Necrose pós-parto da hipófise (E23.0); Causas externas de morbidade e mortalidade (V01-Y98) (WHO, 2008).

Outro tipo de pesquisa dos óbitos maternos foi a partir dos procedimentos médicos realizados na parturiente. Verificou-se os procedimentos adotados em mulheres internadas que foram a óbito não constando como diagnóstico principal a gravidez, parto ou puerpério. Os procedimentos obstétricos são classificados como cirurgias do útero e cirurgias obstétricas, em que o prefixo do código corresponde ao número “35” e tratamento clínico em obstetrícia, correspondendo ao prefixo “69”.

Posteriormente, excluiu-se aquelas parturientes que não possuíam informações necessárias a sua identificação como, por exemplo, ausência de dados que permitissem a localização da parturiente, não preenchimento do CGC (Cadastro Geral de Contribuintes do Ministério da Fazenda) hospitalar (o que inviabilizada a determinação do logradouro) assim como aqueles casos em que a ocorrência de óbito correspondia ao feto ou bebê. Para formulação do arquivo geral foram utilizados os Programas *Microsoft*[®] ACCESS e EXCEL XP.

Seleção de casos (óbitos) no Sistema de Informação sobre Mortalidade

Foram excluídos aqueles municípios que não pertenciam à região metropolitana do RJ ou que não possuíam informações necessárias para o cálculo das distâncias percorridas, ou seja, o logradouro da parturiente que foi a óbito ou o código do hospital, obtendo-se assim 147 óbitos.

Investigou-se no SIM os campos “A”, “B”, “C”, “D” e “II”, as quais correspondiam às outras causas que contribuíram com o óbito, a fim de se obter casos de óbitos maternos não explicitados no campo de causa básica do óbito. Porém, constatou-se que todos os casos que possuíam CID relativo ao diagnóstico de GPP possuíam também esta informação também declarada na causa básica de óbito.

Em ambas as bases foram selecionados os óbitos de residentes dos municípios anteriormente indicados. Os municípios que possuísem menos de cinco óbitos maternos no período foram agrupados a partir de seu Índice de Desenvolvimento Humano municipal (IDH-m). Este indicador, desenvolvido ao nível de “município” pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – Brasil, consultado através do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, segue a mesma metodologia, já clássica, utilizada pela UNDP para seu análogo ao nível de “país” (UNDP, 2007).

5.6 SELEÇÃO DE VARIÁVEIS

Foram selecionadas as seguintes variáveis para a composição do estudo:

Características das parturientes

- **Faixa etária:** baseada na idade da gestante se encontrava no momento do óbito. A idade foi obtida a partir da diferença entre a data de nascimento e a data de saída da unidade hospitalar para os dados do SIH; ou data do óbito, para dados do SIM. Foram consideradas mulheres em idade reprodutiva aquelas na faixa de idade 10 -

49 anos, de acordo com o Ministério da Saúde (DATASUS, 2008^a). A faixa de idade em que esta prevalência é maior também foi verificada, tendo sido os grupos etários divididos em: 10 a 14; 15 a 19; 20 a 29; 30 a 39; 40 a 49 anos.

Variáveis clínicas:

- **Tipo de hospital:** classificado de acordo com a oferta de serviços: unidade com atendimento especializado em obstetrícia (maternidade), atendimento geral com maternidade ou atendimento geral sem maternidade, obtido a partir do sítio do CNES (Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde) (DATASUS, 2007);
- **Ocorrência de óbito:** coletada diretamente das AIH, a partir do campo “Motivo de Cobrança” ou “Causa Básica”, para os dados pertencentes ao SIM;
- **Ano do óbito:** período de competência do processamento da informação dos bancos;
- **Diagnóstico principal:** segundo o CID – 10. Este diagnóstico é definido como aquele que motivou a internação, presente nas AIH;
- **Causa básica do óbito:** segundo o CID – 10. Corresponde à causa que culminou com o óbito gestacional.
- **Diagnóstico secundário:** segundo o CID – 10. Tal informação apenas encontrava-se disponível nas AIH.
- **Procedimentos realizados:** variável da AIH utilizada como unidade de pagamento pelo mecanismo de reembolso aos hospitais conveniados ao SUS. Estão classificados e codificados na Tabela de Procedimentos do SUS,

disponibilizado em CD – ROM ou *on line* no sítio do Ministério da saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008);

- **Número de leitos hospitalares:** verificado a quantidade de leitos totais, obtida a partir do CNES;
- **Natureza das unidades de saúde:** caracterizadas como públicas ou conveniadas.

Variáveis geográficas

- **Logradouro das gestantes:** disponível nas AIH e no SIM completos, as quais não são automaticamente disponibilizados, mas podem ser conseguidos junto à Secretaria Municipal ou Estadual de Saúde para fins específicos da pesquisa. Estes eram conferidos manualmente a partir do logradouro, pelo sítio dos Correios corrigindo-se aqueles que não correspondiam ao CEP, bairro ou município do logradouro correspondente;
- **Logradouro das unidades de saúde:** obtido a partir da pesquisa do CGC do hospital, presente nas AIH, através do sítio do CNES. No banco de dados do SIM, a informação sobre o hospital em que a gestante fora a óbito aparece sob a forma de “código do estabelecimento”. A partir desta informação pôde-se realizar a pesquisa do logradouro pelo sitio do CNES;

5.7 PAREAMENTO DOS ÓBITOS MATERNOS

Os 226 casos de óbito materno foram pareados com parturientes que não foram a óbito durante a internação. O pareamento foi realizado por idade e local de moradia, porém utilizando pacientes com a internação em uma unidade de saúde diferente, a fim de verificar o comportamento das variáveis estudadas sob duas diferentes condições (óbito e não-óbito). Utilizando o *software* Epi-info (1996) estimou-se o tamanho amostral satisfatório para um estudo caso-controle, de acordo com as especificações: poder 80%, *Odds Ratio* = 2, nível de significância 95%. Desta forma, determinou-se a utilização de três pareamentos para cada óbito (MIDHET *et al.*, 1998, URASSA *et al.*, 1995).

5.8 PERFIL SOCIOECONÔMICO DA POPULAÇÃO

Obteve-se a renda e a escolaridade a partir do setor censitário da parturiente, por meio do Censo Demográfico do ano de 2000 realizado pelo IBGE. Foi utilizado o “Rendimento nominal mensal por pessoa responsável por domicílio particular permanente”, tratando-se de uma medida *per capita*, e a “Média do número de anos de estudo das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes”. Nos casos em que o logradouro não apresentava-se na base de dados do Censo ou quando este não estava preenchido na base de dados do SIH ou SIM, usava-se a média da renda e a escolaridade referente ao bairro das mesmas. Na impossibilidade de verificação do bairro da parturiente, a média da renda e escolaridade do município foi considerada.

5.9 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Antônio Pedro – Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói em julho de 2003, permitindo a obtenção dos dados relativos à localização geográfica da parturiente. Enfatiza-se que todos os princípios éticos foram respeitados no decorrer da pesquisa, de acordo com as diretrizes e normas reguladoras de pesquisas envolvendo seres humanos, do Conselho Nacional de saúde em sua resolução n.º 196/1996.

5.10 MÉTODOS

5.10.1 IDENTIFICAÇÃO DOS ENDEREÇOS E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES

A variável de identificação geográfica dos óbitos maternos utilizada para o cálculo da distância percorrida foi o CEP. Apesar deste campo ser de preenchimento obrigatório, era conferido para cada parturiente, uma vez que alguns estudos demonstram a utilização de códigos genéricos (código geral da cidade) ou incorretos (COSTA, 2003^a). Tal procedimento foi realizado através da página *on-line* dos Correios, a qual disponibiliza consulta do CEP a partir do logradouro, bairro e município fornecidos. Sendo o logradouro inválido ou não cadastrado, a pesquisa era realizada a partir do fornecimento do CEP discriminado no SIM ou SIH.

5.10.2 CÁLCULO DAS DISTÂNCIAS PERCORRIDAS

Distâncias percorridas até às unidades hospitalares

Uma variável de grande importância para o presente trabalho é o valor das distâncias “reais (através da rede viária) pelas parturientes. Estas foram obtidas com o auxílio da localização geográfica da moradia da parturiente e do logradouro da Unidade de Saúde. Para os cálculos foi utilizado o *software TransCAD Academic License version 3.14* (programa criado pela *Caliper Corporation*[®], EUA). Este se encontra disponível junto ao Programa de Engenharia de Transportes/COPPE/UFRJ, e foi desenvolvido para aplicações em transportes, permitindo analisar perfis de deslocamento e calcular distâncias percorridas através de uma malha viária previamente digitalizada. Assim, o TransCAD é um Sistema de Informação Geográfica que permite calcular a distância real, em quilômetros, percorrida pelas parturientes entre seu local de residência (origem) e o hospital de internação (destino), considerando o percurso mais provável (vias principais) pela malha viária do município. Para tal, primeiramente, os hospitais de interesse foram identificados no mapa da região, e a seguir, a malha viária, fornecida pela Prefeitura do RJ, foi digitalmente adicionada ao mapa. Esta malha continha todas as ruas e vias de tráfego da região identificadas por meio do cadastro de linhas de ônibus do município do RJ, obtidas pela Fundação COPPETEC/SMTU (Superintendência Municipal de Transportes Urbanos) (COSTA *et al.*, 2007, 2003^c).

Após a obtenção do mapa viário do Município do Rio de Janeiro, foram agregados os municípios vizinhos, e, posteriormente, foram alocados os hospitais de interesse dessas regiões. Nos casos em que a residência ou a unidade de saúde não se referia ao município

do RJ, esta foi estimada, aproximadamente, a partir da sede geográfica do município de residência, uma vez que o programa não possui cadastro completo de ruas de outros municípios.

Inicialmente, tentou-se identificar, na malha viária do *TransCAD*, a localização geográfica dos óbitos maternos e seus controles a partir do CEP de sua residência, seguindo o seguinte critério de localização: **1)** apenas busca por CEP; **2)** busca por CEP incompleto e número do logradouro; **3)** busca por CEP incompleto e sem número; **4)** busca da localização a partir dos cinco primeiros algarismos do CEP. Nos casos em que não havia o registro adequado do CEP, a busca era realizada a partir do logradouro. Na ausência do CEP ou logradouro, estimou-se a distância a partir da sede geográfica do bairro da parturiente, e quando a variável Bairro também não se encontrava preenchida, o cálculo foi realizado a partir da sede geográfica do município. As unidades hospitalares foram identificadas na malha viária do seu respectivo município a partir da localização do seu logradouro. Após este processo, conectou-se a localização dos hospitais e dos óbitos existentes no Município do RJ aos pontos de ônibus de cada rua.

Os 65 hospitais utilizados, sua localização por bairro e número de óbitos podem ser observados no Anexo 2. O Hospital Municipal Desembargador Leal Junior, localizado em Itaboraí – RJ, não pôde ser localizado, uma vez que seus dados não foram encontrados nas bases de dados. As gestantes que constavam como óbitos nessas unidades também não puderam ser localizadas geograficamente, e, desta forma, os dois casos correspondentes foram considerados como “missing” e descartados da análise da distância percorrida.

5.11 ANÁLISE DOS DADOS

5.11.1 REGRESSÃO LOGÍSTICA

Na pesquisa científica em saúde um dos interesses pode ser analisar a relação entre uma variável resposta e um ou mais fatores de exposição ou controle. Os métodos de regressão logística são procedimentos de modelagem matemática linear usualmente utilizados para esta finalidade (COSTA, 2004). Em tais modelos, as covariáveis (variáveis independentes) são denotadas por X_i , e são consideradas sob controle (variáveis experimentais) ou observadas. O objetivo desta metodologia é predizer as respostas a partir das covariáveis X_i .

A fórmula geral da equação de regressão logística é dada a seguir (4.1) (TU, 1996):

$$\log [p / (1 - p)] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_i X_i \quad (4.1)$$

Onde:

p = probabilidade de interesse

β_0 = constante do modelo

$\beta_1, \beta_2 \dots \beta_i$ = coeficientes populacionais das variáveis independentes

X_i = variáveis independentes

i = número de variáveis independentes

No presente caso, a variável considerada como saída ou dependente foi o desfecho óbito x não-óbito. Como independentes ou entradas foram usadas: *faixa etária materna* (categorizada em cinco grupos, como citado anteriormente) *tipo de hospital* (geral x especializado), *natureza da unidade de saúde* (público x conveniado), *distância percorrida da residência até a unidade de saúde* (≤ 5 km, 5-10 km, ≥ 10 km), *número de leitos* (categorizado pela mediana), *diagnóstico principal* (categorizado em aborto, parto normal ou cesáreo, hipertensão arterial e outros), *renda e escolaridade* (categorizadas pela mediana) e *se a gestante era moradora do município do Rio de Janeiro* (sim ou não).

As mesmas variáveis foram utilizadas na modelagem da RNA. Uma vez que os dados foram pareados (por idade e local de moradia), o modelo utilizado foi o de *regressão logística condicional*, adequado para a análise de experimentos com dados pareados ou caso-controle. Inicialmente, calculou-se as associações univariadas entre as variáveis de entrada e a de saída usando um teste qui-quadrado. Após, construiu-se o modelo logístico com todas as variáveis que possuíam valor-p $\leq 0,2$, e, neste modelo, as possíveis interações entre as variáveis foram testadas (HOSMER & LEMESHOW, 2000). Também foram calculados os Intervalos de confiança (95%) e o valor da área sob a curva ROC (HOSMER & LEMESHOW, 2000). Para esta análise foi utilizado o *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 16.0, EUA.

5.11.2 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Definição da rede:

As RNAs *perceptron* multi-camadas para a modelagem da mortalidade materna foram implementadas utilizando o “pacote” SPSS versão 16.0. Utilizou-se RNAs com três camadas (entrada, intermediária e saída) do tipo *fully-connected feedforward*. Em relação ao número de neurônios utilizados na camada oculta, uma primeira tentativa foi escolher um número equivalente à metade da dimensão do vetor de entrada. A partir dos resultados obtidos pela rede, esse número pôde ser alterado (se a rede aprendeu, reduz-se o número de neurônios, caso contrário, ele foi aumentado), de forma a obter-se a configuração que maximize a capacidade preditiva da rede e reduzir-se o risco de superespecialização (SANTOS *et al.*, 2004, ALMEIDA *et al.*, 2001, ALMEIDA *et al.*, 2000, TU, 1996, CALÔBA, 1995).

Pré-processamento:

Cada experimento com as RNA consistiu de três fases, denominadas treinamento, validação e teste. Para isto, os dados foram divididos em três grupos. O primeiro grupo, de treinamento, foi definido a partir de 70% dos dados originais, selecionados de forma aleatória. Este grupo, então foi subdividido em dois de estimação, ou seja, o grupo de treinamento propriamente dito (40%), e um grupo de validação (30%), usado para testar ou validar o modelo escolhido, através do monitoramento do erro médio quadrático. Para

analisar o desempenho sob condições reais de utilização, foram usados os dados do conjunto teste (30%), onde foi feita a avaliação final do erro (SPSS, 2007, GISMONDI, 1999).

Os parâmetros definidos para o treinamento foram: o número de épocas (2000), o EQM (erro quadrático médio) desejado para o treino (0.0001) e a taxa de aprendizado (0,001). O treinamento era encerrado por meio do controle do número de épocas, tempo máximo em minutos para o algoritmo ser executado (15 minutos) e do EQM no grupo validação. Quando este aumentava, em relação ao grupo treinamento o treinamento era encerrado (SPSS, 2007, ALMEIDA *et al.*, 2001, ALMEIDA *et al.*, 2000).

O algoritmo de treinamento utilizado foi o *backpropagation* (HAYKIN, 2001). Todos os neurônios das camadas ocultas e de saída usaram a função de ativação tangente hiperbólica (HAYKIN, 2001, HUDSON & COHEN, 2000, SMITH, 1993). Na RNA, o modelo foi avaliado por meio de uma análise de sensibilidade (vide seções 4.8 e 4.9), por tabelas de classificação e por meio da curva ROC obtida para o modelo. Como na regressão, as variáveis consideradas como independentes ou entradas foram: *faixa etária materna, tipo de hospital, natureza da unidade de saúde, distância percorrida da sua residência até a unidade de saúde, número de leitos, diagnóstico principal, renda e escolaridade e se a gestante era moradora do município do Rio de Janeiro.*

CAPITULO 6

RESULTADOS

Identificação dos óbitos maternos

O banco de dados (SIH/SUS 2000 a 2002) continha inicialmente 1 165 514 parturientes, dos quais 250 515 relacionados com diagnóstico principal: *Gravidez, Parto e Puerpério*, classificados de acordo com o CID – 10, Capítulo XV, correspondendo a 97 casos de óbito materno. Quinze parturientes apareciam de forma duplicada ou triplicada no banco de dados, sete, apesar de constar óbito no campo “Cobrança”, correspondiam àquele ocorrido com o conceito, o que pôde ser verificado pelo cálculo da idade, quatro casos de óbito correspondiam às gestantes fora do período gestacional; e três não apresentavam dados para sua localização (endereço, bairro, município ou CEP), como também não possuíam data de nascimento, impossibilitando o cálculo da idade.

Na investigação de óbitos maternos presumíveis, a partir dos procedimentos obstétricos realizados em mulheres que foram a óbito sem causa materna registrada no diagnóstico principal ou secundário, foram identificados 126 casos, onde dois destes correspondiam ao óbito materno, a saber, **J81**: “Edema pulmonar, não especificada de outra forma”, com diagnóstico secundário **I469**: “Parada cardíaca não especificada”; e **R571**: “Choque hipovolêmico”, o qual não apresentava diagnóstico secundário. Os

procedimentos obstétricos descritos que evidenciaram tal fato foram: “Cesariana” (35009012) e “Curetagem pós-aborto” (35014016), respectivamente. Todos os demais óbitos (n=124) evidenciados por este método correspondiam à criança.

O primeiro óbito supramencionado foi também evidenciado na base de dados do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM-SUS), porém apresentava como causa básica de óbito o CID **O109**, que corresponde a “Hipertensão pré-existente complicando a gravidez, o parto e o puerpério”. O segundo caso não foi encontrado na base de dados do SIM.

Por meio da investigação do diagnóstico secundário foram encontrados quatro registros de óbitos maternos, para os quais o diagnóstico principal não correspondia ao período gestacional: **O95** “Morte obstétrica de causa não especificada” e diagnóstico principal: **P95** “Morte fetal de causa não especificada”; **O903** “cardiomiopatia no puerpério” e diagnóstico principal **I420** “cardiomiopatia dilatada”; **O242** “Diabetes mellitus pré-existente, relacionado com a desnutrição”, diagnóstico principal **I694** “Seqüelas de acidente vascular cerebral não especificado como hemorrágico ou isquêmico”; **O240** “Diabetes mellitus pré-existente, insulino-dependente”, o qual possui diagnóstico principal de **R02** “Gangrena não classificada em outra parte”. Estes dois registros de óbito foram descartados do estudo, pois não se encontravam dentro do período reprodutivo.

Desta forma, encontrou-se, durante a verificação dos três bancos do SIH-SUS, um total de 72 casos de óbitos maternos correspondendo ao município do RJ e adjacências (Duque de Caxias, Japeri, Magé, Nilópolis, Nova Iguaçu, Queimados, São Gonçalo e São João de Meriti). Os demais municípios, como aqueles localizados nas regiões Serrana e Litorânea, foram excluídos do estudo, uma vez que estavam fora da região metropolitana do RJ.

Apenas 50 (71,4%) registros possuíam a variável “diagnóstico secundário” preenchida corretamente. Outros grupos de “causas maternas” de óbito e “causas maternas sujeitas à investigação” (Anexo 1) não foram identificadas nos bancos em questão.

Inicialmente a base de dados do SIM continha um total de 12 647 óbitos, 311 relativos a óbitos ocorridos no período gestacional, descartando-se aqueles que não pertenciam à região metropolitana do RJ, aqueles relativos ao óbito infantil e os que não possuíam informações necessárias para o cálculo das distâncias percorridas, ou seja, o logradouro da parturiente que foi a óbito ou o código do hospital, obteve-se 154 casos, onde dez casos já se encontravam presentes na base de dados do SIH e foram excluídos. A base de dados final, contendo os dados relativos às duas bases de dados (SIH e SIM) conteve um total de 226 casos de óbitos maternos.

Na Tabela 6.1 pode ser observado o total de internações obstétricas ao longo dos três anos das bases de dados do SIH e SIM, assim como os coeficientes de óbitos maternos/

internações obstétricas e por nascidos vivos. Percebe-se que para o ano de 2002 o número de óbitos maternos apresenta uma redução de mais de 20% e o valor encontrado para o coeficiente de óbitos por internações obstétricas também permanece menor em relação aos demais enquanto, para o ano de 2001, um maior coeficiente é observado.

Tabela 6.1: Internações obstétricas, óbitos ocorridos, nascidos vivos e razão de mortalidade materna, 2000-2002

Ano	Número de internações obstétricas	Número de óbitos maternos	Coeficiente^a	Número nascidos vivos	RMM^b	RMM^b SIH	RMM^b SIM
2000	56577	78	1,38	194.669	40,06	15,92	24,14
2001	58527	86	1,47	180.913	47,53	17,13	30,40
2002	55031	62	1,13	172.611	35,91	5,79	30,12
Total	170135	226	1,33	548.193	41,22	13,13	28,09

Fonte: SIH/ SIM-SUS

^a Número de óbitos maternos / internações obstétricas x 1000

^b número de óbitos maternos / número de nascidos vivos região metropolitana RJ x 100 000

Investigação da Idade de ocorrência do óbito

Os registros de óbitos maternos do SIH/SIM-SUS revelaram que a idade reprodutiva variou entre 15 a 44 anos e entre 14 a 44 para o SIM. A média de idade foi de 27,75 (DP \pm 7,6) anos. Na Tabela 6.2 podem ser observadas as distribuições das faixas etárias e a frequência de óbitos por ano. Entre aquelas analisadas no SIH, seis estavam fora da idade

reprodutiva, correspondendo a 62, 76, 79, 80, 85 e 97 anos. A idade de maior prevalência de óbitos em ambos os bancos foi a aquela compreendida entre 20 a 29 anos (99 registros). Identificou-se 38 óbitos ocorridos na fase de adolescência (10 a 19 anos), onde o mais precoce foi com 14 anos (1 registro). Após 30 anos foram identificadas 89 mortes maternas, das quais 70 estavam compreendidas entre 30 e 39 anos e 19 óbitos no final da idade reprodutiva, ou seja, na faixa etária de 40 a 49 anos.

Tabela 6.2: Distribuição da mortalidade materna segundo a faixa etária, 2000 a 2002

Faixa etária (anos)	SIM/ SIH			Total	
	Ano/Freq			Freq (média \pm DP)	%
	00	01	02		
10 a 14	0	1	0	1	0,4
15 a 19	10	12	15	37 (17,6 \pm 1,26)	16,4
20 a 29	36	39	24	99 (24,6 \pm 2,93)	43,8
30 a 39	22	29	19	70 (34,0 \pm 2,91)	30,5
40 a 49	10	5	4	19 (41,4 \pm 1,50)	8,9
Total	78	86	62	226	100

Fonte: SIH/ SIM-SUS

Diagnósticos principais relacionados com o óbito materno

Buscou-se também identificar as principais causas de óbitos maternos obtidos a partir dos campos “*Diagnóstico Principal*”, na base de dados do SIH e da “*Causa Básica de Óbito*”, encontrado no SIM. Para isto foi utilizada a lista de três caracteres do CID -10 que agrupam tais diagnósticos da seguinte forma: **1)** Gravidez que termina em aborto; **2)** Edema, proteinúria e transtornos hipertensivos na gravidez, no parto e no puerpério; **3)** Assistência prestada à mãe por motivos ligados ao feto e à cavidade amniótica e por possíveis problemas relativos ao parto; **4)** Complicações do trabalho de parto e do parto; **5)** Parto; **6)** Complicações relacionadas predominantemente com o puerpério; **7)** Outras afecções obstétricas não classificadas em outra parte e Outros transtornos maternos relacionados predominantemente com a gravidez. Na Tabela 6.3 pode-se observar esta distribuição. Observa-se que as causas relacionadas ao agrupamento: “Edema, proteinúria e transtornos hipertensivos na gravidez, parto e puerpério” (22,5%), “Outras afecções obstétricas ou outros transtornos maternos relacionados à gravidez” (21,2%) e “Gravidez que termina em aborto” (15,3%) são as mais prevalentes. O ano de 2002 apresentou a menor prevalência de óbitos maternos, decaindo aproximadamente 27% quando comparado com o ano de 2001.

Tabela 6.3: Causas de óbitos maternos, 2000 a 2002

Agrupamento	Diagnóstico principal	Freq (%) / ano			Freq total
		00	01	02	
O00 - O089	Gravidez que termina em aborto	10 (13,3)	17 (20,0)	7 (11,3)	34 (15,3)
O10 - O16	Edema, proteinúria e transtornos hipertensivos na gravidez, parto e puerpério	16 (21,3)	16 (18,8)	18 (29,0)	50 (22,5)
O30- O48	Motivos ligados ao feto, à cavidade amniótica e problemas relativos ao parto	10 (13,3)	6 (7,1)	4 (6,4)	20 (9,0)
O60 - O75	Complicações do trabalho de parto e do parto	9 (12,0)	7 (8,2)	8 (12,9)	24 (10,8)
O80- O84	Parto	11 (14,7)	12 (14,1)	2 (3,2)	25 (11,3)
O85 - O92	Complicações relacionadas predominantemente com o puerpério	3 (4,0)	11 (12,9)	8 (12,9)	22 (9,9)
O95 - O99 e O20 - O29	Outras afecções obstétricas ou outros transtornos maternos relacionados à gravidez	16 (21,3)	16 (18,8)	15 (24,2)	47 (21,2)
Total		75 (33,8)	85 (38,3)	62 (27,9)	222 (100)

Fonte: SIH/SIM-SUS

Quanto às causas de morte materna, as obstétricas diretas apresentam-se como as principais (83,2%), conforme exposto na Tabela 6.4 abaixo.

Tabela 6.4: Óbitos maternos segundo grupos de causas, 2000 a 2002

Anos / Causas	2000		2001		2002		Total	
	freq	%	freq	%	freq	%	freq	%
Direta	66	84,6	74	86	48	77,4	188	83,2
Indireta	12	15,4	12	14	14	22,6	38	16,8
Total	78	100	86	100	62	100	226	100

Fonte: SIH/ SIM-SUS

Procedimentos médicos obstétricos

Em relação aos “*Procedimentos Obstétricos*” (Anexo 3) realizados, para todas as gestantes este campo se encontrava preenchido apenas nas bases de dados do SIH. Os mais frequentes nos bancos foram: 19 (26,4%) ocorrências para “Parto Normal”, “Parto por Cesariana”, apresentou 20 (27,8%) registros; o procedimento de “Curetagem pós-aborto”, 6 (8,3%) registros. Quanto aos procedimentos relacionados às Síndromes Hipertensivas da Gestação (“Eclampsia” ou “Pré-eclâmpsia”) foram encontrados 5 (6,9%) registros. “Intercorrências Clínicas na Gravidez em Gestante de Alto Risco” revelou 4 (5,5%) registros, assim como “Insuficiência Cardíaca”. “Histerectomia” apresentou 3 (4,2%) ocorrências. “Laparotomia Exploratória”; “Infecção do Parto e Puerpério”; “Gravidez Molar sem Parto”; “Anemia Congênita ou Adquirida” apresentaram 2 (2,8%) ocorrências. “Salpingectomia Uni ou Bilateral”; “Falso Trabalho de Parto” e “Tratamento da AIDS”, revelaram apenas 1 (1,4%) registro. Alguns procedimentos, apesar de não corresponderem aos realizados comumente durante a gestação (prefixos 35 ou 69) foram obtidos a partir da pesquisa do diagnóstico principal ou secundário.

Unidades de atendimento

Entre os anos de 2000 e 2002 foram observados 226 óbitos maternos, ocorridos em 65 unidades de saúde do RJ e municípios vizinhos (Anexo 2). Duas parturientes foram descartadas da análise da distância percorrida, uma vez que não possuíam dados suficientes para sua localização na malha viária digitalizada, restando desta forma 224 óbitos.

As unidades hospitalares que apresentaram o maior número de óbitos maternos foram aquelas que possuíam atendimento geral. O Hospital Geral de Nova Iguaçu apresentou 30 casos de óbito materno durante o período estudado e, no Município do Rio de Janeiro, o Hospital Estadual Rocha Faria foi o que apresentou um maior número de casos, totalizando 18 óbitos. Na Tabela 6.5 podem ser observados os tipos de unidades de saúde (US) pertinentes a este estudo, assim como a frequência de óbitos e a causa de óbito materno. A maior distância percorrida entre a residência da gestante até a US foi de 66,43 km e a menor de 0,15 km, com média de 13,65 km.

Relativamente à classificação das unidades de saúde (US), na Tabela 6.5 verifica-se que 82% dos óbitos ocorreram em hospitais públicos, e os hospitais gerais apresentaram um maior número de óbitos (88,4%). As US com atendimento especializado em obstetrícia e outros, apesar de possuírem o menor número de MM, revelaram a maior distância média percorrida (16,26 km). Na Tabela 6.5 observa-se também que a hipertensão gestacional (edema, proteinúria e transtornos hipertensivos), apresenta um número maior de óbitos entre os hospitais gerais, estando relacionados com 96% dos óbitos maternos.

Tabela 6.5: Óbitos maternos por tipo de hospital, causa básica de óbito e distância média percorrida

Tipo de unidade	Tipo de hospital		Distância média percorrida (km)	Causa de morte			Total
	Público	Conveniado		Hipertensão	aborto	outras	
Hospital geral	159 (86,9)	39 (95,1)	13,44	47 (96)	32 (94,1)	119 (84,4)	198 (88,4)
Maternidade e outros	24 (13,1)	2 (4,9)	16,26	2 (4)	2 (5,9)	22 (15,6)	26 (11,6)
Total	183 (100)	41 (100)	13,65	49 (100)	34 (100)	141 (100)	224 (100)

Fonte: SIH/SIM-SUS

A Figura 6.1 apresenta a distribuição geográfica das unidades de saúde estudadas para o município do Rio de Janeiro e adjacências. As regiões Portuária e Central do município do RJ apresentam uma maior concentração.

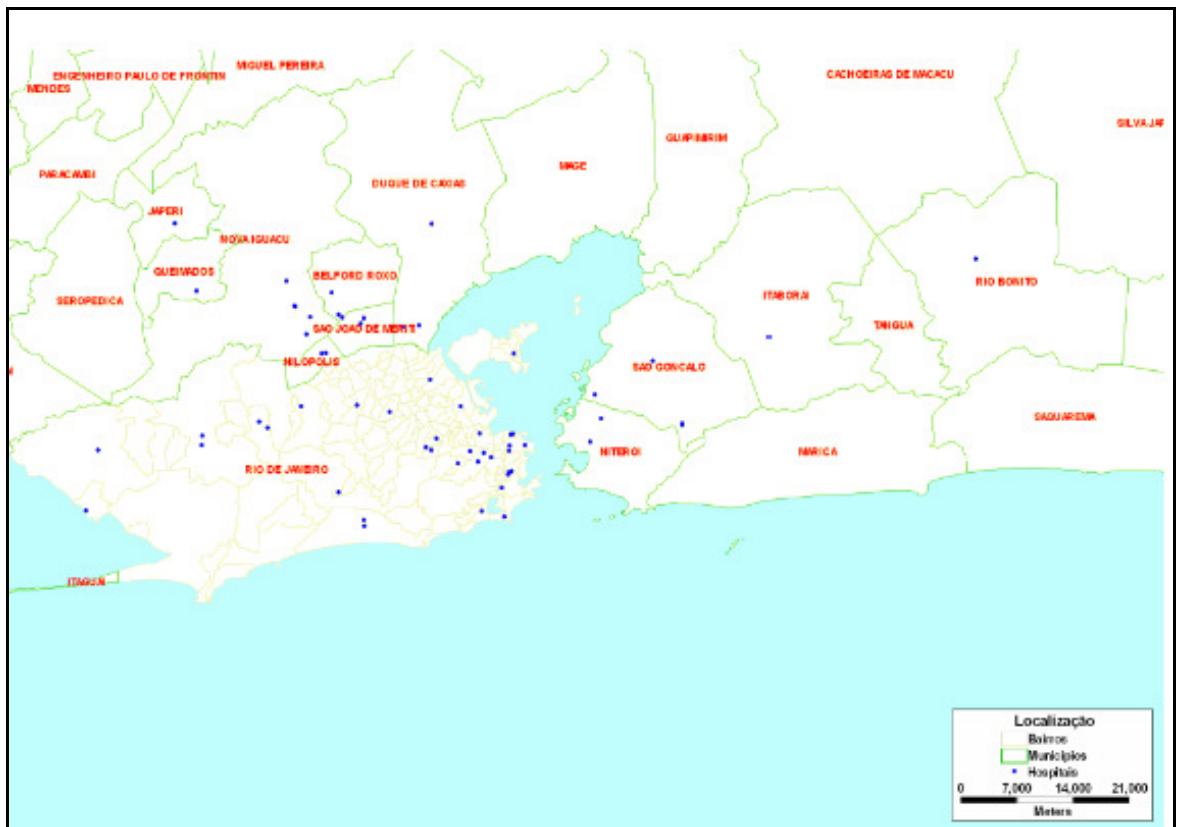


Figura 6.1: Distribuição geográfica das unidades de saúde com óbitos maternos, Rio de Janeiro (região metropolitana), 2000-2002.

Na Tabela 6.6, pode-se observar que o município do Rio de Janeiro (regiões 1 a 5) apresentou 111 casos de óbitos maternos, enquanto a Baixada Fluminense, representada pelos municípios de Duque de Caxias, São João de Meriti, Belford Roxo, Magé, Nova Iguaçu, Mesquita, Queimados (região 6), revelou 84 óbitos e 31 para o agrupamento das regiões Niterói, São Gonçalo, Nilópolis, Rio Bonito, Itaboraí (região 7).

A região de residência que apresentou a maior concentração de óbitos maternos foi a seis (n=84), Baixada Fluminense do município do RJ. Esta região também apresentou um menor IDH-m quando comparada com as demais. O menor número de óbitos foi encontrado na região “um” (n=7), correspondendo à área de planejamento “um” do Município do Rio de Janeiro ou Zona Central e Portuária da cidade. Os valores máximos e mínimos para a RMM foram encontrados nas regiões 5 (56,45) e 4 (25,54), respectivamente.

A análise de risco revelou que regiões que apresentam um menor IDH-m (regiões 5 e 6 do Município do RJ), são as que possuem um risco de morte materna maior (RR: 2,24 [IC 95%: 1,41-3,56] e RR: 1,96 [IC 95%: 1,22-3,15]), quando comparada com a região 4. A região 2, Zona Sul e Norte do município do RJ, apresentou um menor risco (RR: 1,20 [IC 95%: 0,71-2,02]), assim como um melhor IDH-m.

Tabela 6.6 Número de Óbitos e Razão de Mortalidade Materna (RMM), Odds Ratio (OR), seus Intervalos de Confiança de 95% (IC 95%) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-m)

Região	Frequência/ ano			Óbitos [RMM]	OR [IC 95%]	IDH-m
	00	01	02			
1	2	5	0	7 [47,92]	1,92 [1,19-3,09]	0,824
2	5	4	1	10 [30,29]	1,20 [0,71-2,02]	0,926
3	14	20	5	39 [40,03]	1,60 [0,98-2,62]	0,823
4	5	2	2	9 [25,54]	1	0,847
5	25	18	3	46 [56,45]	2,24 [1,41-3,56]	0,781
6	22	33	29	84 [48,7]	1,96 [1,22-3,15]	0,749
7	5	4	22	31 [36,67]	1,48 [0,90-2,44]	0,793
Total	78	86	62	-	-	-

Regiões: 1- Zona Central e Portuária do município do Rio de Janeiro; 2: Zona Sul e Zona Norte do Rio de Janeiro; 3: Zona Leopoldina, subúrbio da Central e Ilha do Governador do Rio de Janeiro; 4: Zona Oeste do Rio de Janeiro (Jacarepaguá); 5: Zona Oeste do Rio de Janeiro (Barra da Tijuca); 6: Duque de Caxias, São João de Meriti, Belford Roxo, Magé, Nova Iguaçu, Mesquita, Queimados, Japeri; 7: Niterói, São Gonçalo, Nilópolis, Rio Bonito, Itaboraí.

Identificação geográfica das parturientes

Dos 72 óbitos pertencentes à base de dados do SIH, apenas um (1,4%) apresentava o *Logradouro* constando como “ignorado”, sendo sua localização realizada pelo CEP, a partir da consulta *on-line* ao sítio dos Correios. 19 (26,4%) casos não possuíam a variável “bairro” preenchida e 31 (43%) apresentavam o preenchimento incorreto. 4 (5,5%) municípios estavam cadastrados de forma errônea e 1 (1,4%) apresentava-se sem

preenchimento. Todos os CEP apresentavam-se preenchidos, porém apenas 25 (34,7%) estavam corretos, ou seja, correspondiam ao logradouro descrito no banco.

Em relação à base de dados do SIM, o município de residência foi obtido para todas as parturientes, a partir da identificação do *Código do Município* preenchido nos bancos. Em 62 (40,2%) a variável logradouro não apresentava-se preenchida. Dentre aqueles que apresentavam esta informação, apenas 1 caso apresentou o preenchimento incorreto do logradouro. Somente 6 (3,9%) casos tinham o “*Código de endereçamento postal*” (CEP) registrado e, dentre os registros que apresentavam tal informação apenas um CEP correspondia ao logradouro fornecido. Esta informação teve uma baixa qualidade, uma vez que o não preenchimento do logradouro impediu a localização do CEP correspondente.

97 casos (63%) apresentavam o “*Código de bairro*” preenchido no banco de dados, dos quais 15 (15,5%) não correspondiam ao logradouro fornecido. Dentre os 57 registros (37%) que não possuíam esta informação preenchida, 40 (70,2%) também não apresentavam a variável *Bairro* preenchida, porém puderam ser recuperadas a partir do logradouro fornecido. Em 69 registros o bairro apresentava-se preenchido de forma correta e um apresentava-se ignorado.

A Tabela 6.7 aponta as variáveis necessárias para a localização geográfica das residências das parturientes e como estas se encontravam no banco de dados em relação ao seu preenchimento, bem como recuperação dessas informações. Na base de dados do SIM, verifica-se que a variável CEP mostrou um preenchimento falho, porém mais de 52% dessa informação pôde ser recuperada a partir da consulta do logradouro na página dos Correios.

A variável que mostrou uma melhor qualidade de preenchimento foi o bairro de residência, assim como uma maior recuperação de informações incorretas e não preenchidas.

Os dados disponíveis na base de dados do SIH revelaram um melhor preenchimento das variáveis necessárias à correta localização geográfica das gestantes, quando comparada àquela obtida no SIM, estando o CEP e logradouro totalmente preenchidos. A variável Bairro apresentou aproximadamente 69% de falha no preenchimento, porém todas as informações foram recuperadas.

Tabela 6.7: Localização geográfica das residências, SIH-SUS

Variável/Banco	Preenchidas		Sem preenchimento		Preenchimento incorreto/ ignorado		Recuperação da informação*	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
SIH (n = 72)								
<i>Logradouro</i>	71	98,6	1	1,4	31	43	13	41,9
<i>CEP</i>	72	100	0	0	47	65,3	45	95,7
<i>Bairro</i>	53	73,6	19	26,4	31	43	50	100
SIM (n = 154)								
<i>Logradouro</i>	92	59,7	62	40,3	1	0,6	1	1,6
<i>CEP</i>	6	3,9	148	96,1	5	3,2	80	52,3
<i>Bairro</i>	97	63,0	57	37,0	29	18,8	59	68,6

Fonte: SIH/SIM

* sem preenchimento ou preenchimento incorreto

Na Tabela 6.8 pode-se observar a distribuição dos óbitos maternos por municípios, sendo o Rio de Janeiro aquele que apresenta a maior concentração (49,1%) em ambas as bases de dados, seguido de Nova Iguaçu (11,9%) e Belford Roxo (8,0%).

Tabela 6.8: Localização dos municípios de residência das gestantes, 2000 a 2002

Município	SIH		SIM		Total	%
	Freq	%	Freq	%		
Rio de Janeiro	52	73,6	59	38,3	111	49,1
Nova Iguaçu	4	4,2	23	14,9	27	11,9
Belford Roxo	3	4,2	15	9,7	18	8,0
Duque de Caxias	4	5,5	10	6,5	14	6,2
São Gonçalo	1	1,4	13	8,4	14	6,2
São João de Meriti	4	5,5	9	5,8	13	5,8
Niterói	0	0	9	5,8	9	4,0
Itaboraí	0	0	4	2,6	4	1,8
Japeri	0	0	4	2,6	4	1,8
Queimados	1	1,4	3	1,9	4	1,8
Mesquita	0	0	3	1,9	3	1,3
Nilópolis	2	2,8	1	0,6	3	1,3
Rio Bonito	0	0	1	0,6	1	0,4
Magé	1	1,4	0	0	1	0,4
Total	72	100	154	100	226	100

Fonte: SIM/SIH-SUS

Conforme discutido, a localização dos usuários foi realizada a partir do cruzamento de um banco de dados que possuía as coordenadas geográficas dos entroncamentos das vias dos trechos do município do Rio de Janeiro e adjacentes com os CEP declarados nos

bancos de dados. Assim, 815 parturientes foram localizadas pela identificação do CEP (Tabela 6.9).

Tabela 6.9: Localização das parturientes casos e controles, a partir do CEP, Região Metropolitana do RJ, 2000 - 2002

Tipo de localização	Freq	%
CEP par, sem número de residência	529	58,5
A partir dos 5 primeiros n° do CEP	231	25,6
CEP par, com número de residência	38	4,2
CEP ímpar, sem número de residência	17	1,9
Não Localizada	89	9,8
Total	904	100

Fonte: SIM/SIH-SUS

Modelagem

Regressão Logística

Por meio da análise univariada (seção 5.10.1) foram inicialmente selecionadas as variáveis: *distância percorrida até a unidade de saúde (US)*, *diagnóstico principal*, *tipo de US*, *natureza da US* e *número de leitos*. A partir destas foi então construído o modelo logístico, no qual as variáveis *número de leitos* e *natureza da unidade de saúde* não revelaram-se estatisticamente significativas ($p > 0,05$). Confeccionou-se um novo modelo retirando-se as variáveis não selecionadas pelo modelo logístico inicial (Tabela 6.10). A

retirada das variáveis não significativas não produziu alterações importantes no modelo, tendo sido obtido um desempenho geral de 87%, com percentuais de acerto de 75,2% (casos) e 92,0% (controles).

A distância mostrou-se diretamente relacionada ao óbito materno, observa-se para um deslocamento entre 5 a 10 km um *Odds Ratio* de 5,66 [IC: 3,22 – 9,93] para cada quilometro a mais percorrido. Em relação aos diagnósticos principais, todos mostraram associação positiva com o óbito materno quando comparados com o diagnóstico de “parto normal”, excetuando-se o diagnóstico “parto cesáreo”. O diagnóstico de “hipertensão arterial” foi aquele que teve uma maior associação com o desfecho (OR: 19,32 [IC 95%: 7,50 – 49,77]). Relativamente à variável *tipo de unidade de saúde*, verifica-se que também mostrou-se significativamente relacionada à mortalidade materna, onde hospitais que possuem atendimento geral apresentaram um risco de morte materna menor. Foram testadas as interações entre as variáveis do modelo final, não sendo estatisticamente significativas ($p > 0,02$). O valor encontrado sob a área da curva ROC foi de 0,89 [IC95% 0,87 – 0,92].

Tabela 6.10: Variáveis da regressão logística, coeficientes, significância (valor-p – truncado para 2 casas decimais), Intervalos de Confiança de 95% (IC 95%) e Odds Ratios (OR).

Variáveis	Coeficiente	Significância	IC [95%]	OR
Distância percorrida até a US				
≤ 5 km	0,00	-	-	1
De 5 a 10 km	1,73	0,00	3,22 – 9,93	5,66
≥ 10 km	1,19	0,00	1,88 – 5,69	3,27
Diagnóstico principal				
<i>Aborto</i>	1,11	0,01	1,28 – 7,18	3,03
<i>Hipertensão gestacional</i>	2,96	0,00	7,50 – 49,77	19,32
<i>Outros</i>	2,56	0,00	5,66 – 29,62	12,95
<i>Cesariana</i>	- 0,55	0,24	0,23 – 1,44	0,58
<i>Parto normal</i>	0,00	-	-	1
Tipo de unidade de saúde				
<i>Maternidade</i>	2,47	0,00	7,21 – 19,42	11,83
<i>Hospital Geral</i>	0,00	-	-	1

Redes Neurais Artificiais

No modelo completo, a melhor RNA foi àquela obtida com dois neurônios na camada oculta, com área sob a curva ROC de 0,93 (Figura 6.3) e taxa de acerto global de 90,0%. Na Tabela 6.11 estão apontadas as variáveis mais importantes do modelo não-linear

(Modelo 1). As variáveis *diagnóstico principal* e *natureza da unidade de saúde* seriam aquelas que possuem, respectivamente, uma maior (100%) e menor (25,0%) relevância para este modelo.

Foi elaborada uma nova RNA apenas com as variáveis que apresentaram os melhores desempenhos (excluindo a variável *natureza da US*) (Modelo 2), o que não revelou uma alteração importante na capacidade preditiva da rede e manteve a mesma ordem de importância das variáveis do modelo 1, apresentando um desempenho (taxa global de predição) de 88,1%, com 66,7% de acerto para os casos e 94,9% para os controles.

Tabela 6.11: Importância das variáveis, segundo modelo de RNA

Variáveis	Importância (%)	
	Modelo 1	Modelo 2
Diagnóstico principal	100,0	100,0
Número de leitos	90,2	77,1
Tipo de US	83,4	71,8
Distância percorrida	77,8	38,7
Natureza da US	25,0	-

Fonte: SIM/SIH-SUS

CAPÍTULO 7

DISCUSSÃO

Mortalidade Materna

Os resultados do presente estudo evidenciaram durante o período de 2000 a 2002 um elevado número de MM ocorridas nas regiões analisadas, sendo de 226 óbitos no total, dos quais 111 apenas para o Município do Rio de Janeiro. Concordando com outros estudos realizados neste município. Por exemplo, THEME-FILHA *et al.*, (1999) registraram durante o ano de 1996 um total de 55 óbitos maternos, e o coeficiente de MM neste período foi aproximadamente três vezes o valor máximo admitido pela OMS. COSTA *et al.*, (2006) identificaram, também no município do RJ, durante o período de 2000 a 2003, 219 óbitos maternos. Tal redução pode ser devida à melhor assistência durante o período gravídico-puerperal, uma vez que a qualidade do atendimento prestado à saúde materna apresenta melhorias, com, por exemplo, um aumento no número de estabelecimentos acreditados como “Maternidade Segura” e “Hospital Amigo da Criança” no País (OPAS, 2001).

Um coeficiente baixo de MM seria representado por até 20 óbitos/100 000 n.v., tendo em vista a existência das causas inevitáveis, ligadas especialmente a doenças preexistentes (BRASIL, 2001). No entanto, a grande maioria das causas encontradas são preveníveis, revelando, apesar das citadas melhorias, uma insuficiência de assistência pré-

natal adequada e extensiva (COSTA, 2002, HADDAD & SILVA, 2000, MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000). Dados de alguns países desenvolvidos, como Estados Unidos e Canadá, mostram declínio dos óbitos maternos, apresentando durante 1996 e 1997, coeficientes de 8 e 5,2 óbitos/100 000 n.v., respectivamente, porém ainda com causas passíveis de prevenção (HOYERT *et al.*, 2000). Ao mesmo tempo, países subdesenvolvidos, como o Nepal, Ásia, chegam a coeficientes de 1500. Os países e as agências internacionais, como a OMS, OPAS, *United Nations Children's Fund* (UNICEF) e Banco Mundial avaliam ou monitoram o andamento dos programas para redução das MM por meio do *Plano de Ação Regional para a Redução da Mortalidade Materna*, criado em 1990. Esta avaliação baseia-se principalmente no nível da MM e tem como meta sua redução mediante a aplicação de medidas de educação social, formação de recursos humanos, vigilância epidemiológica e avaliação das intervenções. Porém, a implementação dessas medidas nos países em desenvolvimento não é fácil de ser alcançada (SIÑA, 2004, LAURENTI *et al.*, 2000). Adicionalmente, o difícil acesso geográfico aos serviços de saúde e a baixa qualidade do atendimento nesses países são causas sabidamente importantes desse fenômeno (JAHN *et al.*, 2000). Já há várias décadas dispõe-se de conhecimento e meios necessários para remover o risco diretamente relacionado à concepção, de forma que o número de óbitos por complicações especificamente associadas à gravidez, parto e puerpério poderia ser zero.

Uso de informações hospitalares

O presente estudo se utilizou de dois bancos de dados, um deles desenvolvido para fins administrativos, com o intuito de identificar todos os casos de óbito materno ocorridos nas regiões estudadas. Como mencionado, o SIH-SUS não foi concebido sob a lógica

epidemiológica, mas com o propósito de operar o sistema de pagamento de internação dos hospitais contratados pelo sistema público (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001). A baixa utilização de regras explícitas, baseadas em manuais de instrução e/ou literatura referentes à emissão e ao preenchimento da AIH, acarretam a falta de padronização das suas informações, dificultando uma melhor análise e compreensão dos dados fornecidos. O SIM, por sua vez, foi criado especificamente para a análise de eventos vitais, sendo implantado a partir de um instrumento distribuído em todo território nacional, a Declaração de Óbito (DO). Esses bancos têm sido ainda pouco utilizados para estudos epidemiológicos ou de planejamento, ocorrendo um acúmulo de dados que não se transformam em informação que seja revertida em programas e políticas em saúde. Parte da escassez parece associada à carência e, sobretudo à irregularidade de dados específicos.

A identificação dos óbitos maternos, a partir das informações rotineiramente produzidas, requer estudos e investigações especiais. É necessário o desenvolvimento de metodologias alternativas para sua estimação. Esta foi uma proposta neste trabalho, identificando óbitos maternos a partir de duas bases de dados nacionais, buscando abranger o máximo de informações disponíveis. Assim, buscou-se também captar aqueles que pudessem não estar identificados no SIM, como nos casos de MM tardia e de internação em hospitais gerais por causas aparentemente não relacionadas com o período gestacional, como forma de complementar as perdas (sub-registro ou registro errado), permitindo uma melhor compreensão do problema.

Mesmo reconhecido o problema da qualidade da informação na discussão sobre a MM, as estatísticas de mortalidade permanecem como a única fonte de dados

sistematicamente disponível em níveis nacionais, possibilitando a monitorização dos padrões de adoecimento da população. No entanto, independentemente da dificuldade da avaliação do real número de óbitos maternos no país, os dados oficiais já revelam a falta de qualidade dos serviços de assistência à gestação, parto e puerpério. Deve-se avançar além da identificação do seu sub-registro e buscar fatores de risco a ela associados. Vários desses já encontram-se bem estabelecidos, como por exemplo, alta paridade, idades extremas, baixo peso e estatura, história de complicações em gestações anteriores, doenças pré-existentes, más condições de vida e escolaridade.

Entre as variáveis rotineiramente presentes nas estatísticas hospitalares, o óbito é a mais freqüentemente utilizada para avaliação do resultado da assistência prestada. Vários estudos identificaram uma alta confiabilidade relativa ao registro dessa variável. Por exemplo, ESCOSTEGUY *et al.* (2005, 2002) e VERAS & MARTINS (1994). SOUSA *et al.* (2006) destacam que a utilização de informações do SIM e o SIH pode ser útil não apenas para o diagnóstico de morbidade e mortalidade materna, mas também para o seu monitoramento contínuo e preventivo. Assim, as informações hospitalares vêm assumindo crescente relevância para o planejamento e gerência, além de explicitação das políticas de saúde pública. Percebe-se que a tendência de intensificação do uso de grandes bancos de dados sobre a produção de serviços de saúde tem sido acompanhada por maior preocupação com a qualidade desses dados.

Ainda relativamente à confiabilidade das informações contidas nas bases de dados do presente trabalho, foram observados diagnósticos relacionados ao óbito da criança registrados nas AIH das mães, supondo-se erro de classificação diagnóstica. Este

procedimento deve apenas ocorrer nos casos de não-gravidade, porém a proporção deste tipo de registro é em torno de 50% (SCHRAMM & SZWARCOWALD, 2000). Segundo o DATASUS (2006), para os casos de internações obstétricas, há dois pacientes para a mesma AIH (parturiente e recém-nascido). Somente em determinados casos (ex.: internação em UTI neonatal e necessidade de permanência do recém-nato após 72h) deve-se emitir uma nova AIH para o recém-nascido. Assim, pode acontecer “mistura” dos dados da parturiente com os do recém-nascido, quanto a diagnóstico, idade, sexo e óbito. Este tipo de erro pode possibilitar uma estimativa incorreta da quantidade de óbitos maternos, computando-se um número maior que o real.

Outras variáveis apresentaram uma boa qualidade de informação prestada nos bancos analisados neste estudo, como sexo, onde apenas uma gestante não possuía esta informação, data de nascimento e data de saída, com duas parturientes sem informação e CGC do hospital, onde todas as AIH possuíam esta informação discriminada. As variáveis sexo e idade revelaram a confiabilidade alta em outros estudos (VERAS & MARTINS, 1994).

Diagnóstico principal e secundário

O campo “diagnóstico principal” apresentou preenchimento satisfatório, uma vez que todas as parturientes possuíam esta informação, concordando com os resultados de outros estudos (ESCOSTEGUY *et al.*, 2005, 2002). Ressalta-se que este campo deveria conter a informação acerca do motivo da internação, porém, no decorrer desta, pode haver

mudança no diagnóstico, nem sempre registrada, o que pode levar a distorções na causa real do óbito. Durante o ano de 1995, foram introduzidas no SIH novas críticas para este campo, visando melhorias na qualidade da informação (DATASUS, 2006). Durante o período deste estudo foram observadas parturientes que foram a óbito devido a causas relacionadas ao período gravídico puerperal (Capítulo XV, CID-10) e que não continham esta informação como motivo de internação, sendo este dado recuperado após a investigação do campo destinado aos “procedimentos realizados” durante a sua hospitalização ou por meio da pesquisa do “diagnóstico secundário”, porém esta última informação poucas vezes apresentava-se preenchida. A baixa confiabilidade da variável “diagnóstico secundário” é relatada na literatura, principalmente devido ao seu não-preenchimento (ESCOSTEGUY *et al.*, 2005, 2002, VERAS & MARTINS, 1994). Uma vez que se pode verificar a real causa de óbito a partir desta variável, acredita-se que o seu melhor preenchimento poderia contribuir para elucidação de mortes de mulheres em idade fértil que permanecem ocultas no banco de dados.

Outra variável de interesse em estudos de MM é a paridade (THEME-FILHA, *et al.*, 1999), ou seja, nascimentos prévios. Apesar de o banco de dados SIM conter um campo relativo a essa variável, sua utilização não foi possível no presente trabalho, devido a seu baixíssimo (próximo a zero) nível de preenchimento. Fato este também encontrado no estudo de CAMPOS & CARVALHO (2000). Aparentemente, a única fonte confiável para a obtenção dessa variável são as DO de crianças menores de um ano e óbitos fetais. Similarmente, outras variáveis de extrema relevância para melhor compreensão deste agravo, tais como métodos de anticoncepção, número de filhos falecidos, gestação de risco

e peso da gestante tiveram que ser descartadas, por não constar seu preenchimento nos bancos analisados.

Idade, renda e escolaridade

Em relação à idade materna, já está amplamente reconhecida como um importante fator na avaliação do risco materno, que apresenta-se menor nas faixas etárias mais jovens (menos de 30 anos) e risco máximo após os 35 anos de idade. Algumas parturientes foram excluídas do banco de dados, pois a idade materna não correspondia ao período fértil. Tais gestantes apresentavam idade superior a 60, sendo consideradas idosas pela OMS. A gestação nesta idade é pouco provável, podendo significar erros no preenchimento do campo destinado à data de nascimento da parturiente.

No presente estudo a idade, escolaridade e a renda foram consideradas controladas, estando pareadas entre os casos de óbito e não-óbito, uma vez que seu impacto sobre a MM já se encontra bem estabelecido. Note-se que o pareamento da idade foi direto (ou seja, controles foram selecionados dentro da mesma categoria de faixa etária), enquanto que as variáveis sócio-econômicas citadas foram indiretamente consideradas, ao selecionar-se controles da mesma região de residência. Como forma de validar esse controle, essas variáveis foram introduzidas na análise, mas, como esperado, não apresentaram significância estatística suficiente para sua inclusão no modelo. Como observação preliminar, ao se analisar os óbitos por regiões percebe-se um número maior naquelas em que o IDH-m apresenta os menores valores, concordando com o estudo realizado por LAURENTI & FERREIRA (1995), que revelou que a MM era, em área mais carente,

aproximadamente o dobro daquela que apresentava melhores condições de escolaridade, habitação e acesso a serviços.

Procedimentos obstétricos

Os procedimentos obstétricos são classificados como cirurgias do útero e cirurgias obstétricas, em que o prefixo do código corresponde ao número “35”, e tratamento clínico em obstetrícia, correspondendo ao prefixo “69”. Desta forma, pôde-se identificar óbitos maternos presumíveis ou mascarados dentro dos bancos. Tais óbitos são definidos como aqueles onde a causa básica relacionada ao período gravídico-puerperal, não consta na declaração de óbito por falhas no preenchimento, ficando, portanto ocultas pelo fato de ter sido declarada a causa terminal das afecções ou o último evento que culminou com a morte. ESCOSTEGUY *et al.*, (2005, 2002) estudaram a confiabilidade dos dados das AIH e também relatam um satisfatório preenchimento deste campo. Como mencionado, as demais variáveis pertencentes ao banco de dados SIH e SIM foram excluídas do estudo.

Sub-notificação dos óbitos maternos

A redução da MM é um dos pontos estabelecidos nas Metas do Milênio (*Millennium Development Goals*), acertadas pelos países na Organização das Nações Unidas (ONU). Sua pequena queda em países em desenvolvimento, como o Brasil, pode ser ainda mais grave por causa da sub-notificação, tornando a estimação da sua real dimensão difícil e complexa, uma vez que o falecimento de muitas mulheres grávidas não é registrado como MM (WHO, 2007, 2005). Estima-se que ocorram anualmente entre 3 e 5 mil mortes de

mulheres como consequência de complicações ligadas à gravidez ou ao puerpério (BRASIL, 2001). Assim, métodos de ajuste ou de busca ativa devem ser empregados para a obtenção de taxas mais próximas da realidade (McCAW-BINNS *et al.*, 2001, LE BACQ & RIETSEMA, 1997, MIDHET *et al.*, 1998).

Em 2001, o Ministério da Saúde elaborou o *Relatório Final da Comissão Parlamentar de Inquérito da Mortalidade Materna* e um de seus obstáculos foi a falta de confiabilidade dos dados de MM, exigindo estimativas ou projeções. Segundo este relatório, valores altos podem apontar um sistema de informação mais atuante, enquanto os índices baixos podem estar mascarando a ineficiência deste sistema, ou seja, não são sabidos com precisão nem mortes ou nascimentos. Em 1995, no Estado do Rio de Janeiro, foram introduzidas modificações no SIM a fim de melhorar a notificação dos óbitos maternos, tornando-se obrigatória a sua notificação (SES/RJ, 2007). Assim, casos nos quais geralmente a MM não é registrada como causa de óbito (ex.: suspeita de aborto induzido ou complicações de causas maternas transferidas para unidades de maior complexidade), passaram a fazer parte das estatísticas oficiais (THEME-FILHA *et al.*, 1999).

O número de óbitos maternos será sempre sub-estimado, a não ser que metodologias específicas de correção sejam utilizadas. Por exemplo, nos casos de óbitos por causas obstétricas indiretas e aborto, as primeiras são sub-estimadas em função da qualidade de preenchimento das declarações de óbito e as segundas por problemas legais desta prática (SIÑA, 2004, COSTA *et al.*, 2002, SCHRAMM & SWARWALD, 2000, ALBUQUERQUE *et al.*, 1998). Na investigação da mortalidade de mulheres em idade fértil, na cidade de São Paulo, verificou-se que ainda permanece alta a sub-notificação de

mortes maternas. Apenas 44,5% estavam declaradas nos atestados de óbito, constituindo-se no grupo mais mal declarado das mortes ocorridas em mulheres, sendo necessária a investigação de todas as causas associadas à idade fértil e não somente daquelas declaradas como maternas (LAURENTI, 1988). Devido a este problema os dados do SIH foram confrontados com o SIM, durante o mesmo período. Alguns estudos (SCHRAMM & SZWARCWALD, 2000) mostram que o SIH apresenta uma cobertura, para alguns tipos de óbitos, melhor que o SIM em diferentes regiões do País, como por exemplo o óbito infantil, demonstrando um alto nível de sub-notificação. Há, contudo, uma grande proporção de partos em unidades hospitalares da rede privada de saúde, que não possuem convênio com o SUS. Segundo informações da *Assistência Médico Sanitária* de 2002, a disponibilidade de leitos privados na região Sudeste apresentou uma variação de 3,19 para 2,02/ 1000 habitantes, entre 1992 e 2002 (IBGE, 2008).

Causas do óbito materno

As causas diretas representam ainda a principal causa de morte materna em países em desenvolvimento. Este tipo foi a que esteve mais associada à mortalidade na população estudada, como já fora mostrado em outros estudos (RAMOS *et al.*, 2007, TAGUCHI *et al.*, 2003, SUPRATIKTO *et al.*, 2002, THEME-FILHA *et al.*, 1999). A hipertensão arterial é uma das causas mais associadas aos óbitos maternos, representadas pela eclâmpsia e pré-eclâmpsia, onde as mulheres acima de 40 anos são as mais propensas a apresentarem esta intercorrência. No presente estudo, a hipertensão arterial (diagnóstico principal de internação “síndromes hipertensivas da gestação”) foi a causa de óbito mais frequente na população estudada, e foi também um dos principais fatores de risco identificados na

modelagem. REZENDE *et al.*, (2000) estudou 173 mulheres que foram a óbito por causas relacionadas com o período gravídico-puerperal encontrando um percentual de 83% devido à eclâmpsia. Outros estudos (SIÑA, 2004, RAHMAN *et al.* 2002, McCRAW-BINNS *et al.* 2001) também evidenciaram os transtornos hipertensivos como a mais freqüente causa de óbito durante o período gravídico-puerperal.

O aborto foi a segunda causa mais frequente de óbito materno. Este é um grave problema de saúde pública brasileiro. Segundo estimativa da Organização Mundial de Saúde, no Brasil, 31% das gravidezes terminam em aborto, ocorrendo por ano aproximadamente 1,4 milhão de abortos espontâneos e inseguros, uma taxa de 3,7 abortos para 100 mulheres entre 15 a 49 anos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002, 2000). Segundo dados do *International Project Assistance Services* (2004), no Brasil, a interrupção da gravidez constitui a quinta maior causa de internações na rede pública de saúde e o aborto é a terceira causa de MM no país. Isto também é evidenciado em outros países (MBONYEA *et al.* 2007, RAMOS *et al.* 2007, HOYERT *et al.* 2000, Mc LEOD & RHODE, 1998). No presente estudo, dos 34 óbitos relacionados ao aborto, dois ocorreram por causa não especificada, que engloba aqueles que não são espontâneos, podendo corresponder aos induzidos ou ilegais, não declarados. O aborto também foi a segunda maior causa de MM apresentada pelo estudo de SIÑA (2004).

Acessibilidade

Foi observado, no presente trabalho, que algumas gestantes, residentes de outros municípios, foram hospitalizadas em unidades de saúde pertencentes ao Município do Rio

de Janeiro, caracterizando o longo percurso percorrido para obtenção de assistência, o que pode ser influenciado pela busca de uma maior e melhor oferta de serviços em saúde, uma vez que tais regiões também apresentavam um dos menores IDH-m e uma menor cobertura de assistência à saúde. BULATAO & ROSS (2003) evidenciaram em seu estudo que a renda per capita está relacionada ao acesso aos serviços de saúde e estes são dois importantes preditores de MM. Assim, deve-se considerar a importância de políticas públicas de saúde visando à regulação do uso dos serviços, permitindo uma maior acessibilidade e, conseqüentemente uma menor distância percorrida (BITTENCOURT *et al.*, 2006). Estudos realizados pela Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro (SMS/RJ), entre os anos de 1996 a 1998, registraram 195 óbitos maternos, associados principalmente às causas obstétricas diretas, entre os quais 20,5% não residiam no município (SMS/RJ, 2007). Na prevenção de riscos durante o período gravídico-puerperal, a qualidade da assistência prestada no primeiro lugar procurado poderia representar um fator de proteção à MM (THEME-FILHA *et al.*, 1999).

Como discutido previamente, a distância percorrida é um fator significativo na decisão de qual unidade de saúde escolher, e o mesmo se dá com relação aos aspectos geográficos do percurso e a existência de um sistema de transportes, que influenciam diretamente na demora no atendimento prestado (RAMOS *et al.* 2007, STEKELENBURG *et al.* 2004). Isto pode contribuir com um resultado obstétrico desfavorável e também constitui um dos principais fatores determinantes da MM (ALI *et al.* 2005, URASSA *et al.*, 1997, FIGA-TALAMANCA, 1996). Segundo LE BACQ & RIETSEMA (1997), a MM na pode dobrar quando há um acesso deficiente ao transporte. Tal estudo concorda com outros realizados na Tanzânia e Zâmbia, no qual o aumento da distância em metros e o aumento

do tempo em minutos gastos no trajeto até o transporte mais próximo, clínica e hospital aumentaram de forma significativa o risco de MM (URASSA *et al.* 1997, 1995). No presente estudo este fato também é observado, uma vez que as regiões mais afastadas do Município do RJ apresentaram um maior risco de óbito (ex. Zona Oeste), uma vez que também se encontravam mais distantes das unidades de saúde.

Além da distância percorrida em busca de assistência médica, a peregrinação da gestante por várias instituições é outro fator importante, que poderia contribuir para o agravamento do quadro (CAMPOS & CARVALHO, 2000, THEME-FILHA *et al.*, 1999, MACLEOD & RHODE, 1998, LE BACQ & RIETSEMA, 1997). Para LANSKY *et al.* (2002), o acesso oportuno das gestantes à maternidade é uma forma de minimização deste problema. Para eles, na realidade brasileira, deve-se considerar a possível relação entre as mortes peri- e neonatais e a busca pela gestante, durante o trabalho de parto, de uma vaga hospitalar, ocorrência esta ainda freqüente, expondo tanto a mãe quanto a criança a riscos desnecessários. RAHLENBECK & HAKIZIMANA (2002) evidenciaram em seu estudo realizado em Ruanda, África, que entre os casos de óbitos encontrados, o parto cesariano foi realizado em aproximadamente 50%, sendo geralmente este procedimento adotado após a extensa peregrinação até a unidade de saúde, resultando em ruptura uterina. McCAWBINNS *et al.*, (2001) observaram que a hemorragia foi a principal causa de MM naquelas que residiam distantes de unidades de saúde com atendimento obstétrico, devido a extensa peregrinação.

Assim, a realização de estudos sobre as condições de acesso da população aos serviços de saúde constitui um componente fundamental para a adequação de ações em

saúde pública, ao analisar e caracterizar o fluxo de pacientes, p. ex, entre municípios (COSTA *et al.*, 2003^b, PINHEIRO *et al.*, 2001, VERAS & MARTINS, 1994, D'OLEO *et al.*, 1992). Porém, existem poucos trabalhos que modelem esse problema em relação à MM, no que se refere ao acesso aos serviços de saúde, considerando proximidade e facilidade de transporte, além da investigação de forma conjunta, de uma multiplicidade de fatores relacionados à situação sócio-econômica, à assistência médica, à escolaridade, ao nível do atendimento prestado durante pré-natal, parto e puerpério e a qualidade da infra-estrutura (SANTOS *et al.*, 2004). Para isto se faz necessária a correta localização geográfica do paciente (origem), bem como da unidade de saúde (destino). Sabe-se que a manipulação de informações que envolvam endereços é sempre complexa, não só porque raramente existem mapas de trechos de rua associados a um cadastro de logradouros, o que impede a utilização das funções de georreferenciamento dos SIG, como também porque o campo referente a endereço, quando existe, é de baixa qualidade, contendo informação incompleta, erros de digitação, de ortografia, entre outros (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000).

Uma estratégia que possibilitaria bons resultados na micro-localização de eventos em saúde, baseia-se na padronização na entrada dos endereços em sistemas de informações, o que, no entanto, não ocorre, por exemplo, quando se trata de áreas como as favelas e periferias, comuns no Rio de Janeiro (SKABA *et al.*, 2004). Além disso, a utilização de SIGs computadorizados em saúde, permitindo o cálculo exato da distância percorrida pelas gestantes entre o local de residência e a unidade hospitalar ou a unidade de saúde prestadora de atendimento pré-natal, depende da existência de sistemas que possam auxiliar na identificação do deslocamento a partir da malha viária da região que se deseja estudar, estudos estes ainda pouco explorados no Brasil, principalmente em se tratando da MM.

No presente estudo, um sistema de informação geográfica (*Trans CAD*) foi utilizado a fim de estimar a distância real percorrida pelas gestantes/ puérperas até a unidade de saúde de atendimento. Este tipo de metodologia traduz de forma mais fidedigna a distância percorrida, uma vez que se baseia na malha viária do município e não na distância Euclideana, que pode subestimar a verdadeira necessidade de acesso aos serviços de saúde e o efetivo deslocamento (NOOR *et al.* 2006, COSTA *et al.*, 2003^b). Os problemas mencionados acima fizeram com que a utilização desse sistema demandasse um grande esforço manual de compilação, verificação e validação de endereços. No entanto, verificou-se que a massa de dados digitalizados ou disponíveis em sistemas de informações no país já possibilitam esse tipo de análise.

Regressão logística e Redes neurais artificiais

Alguns estudos envolvendo a comparação de metodologias lineares e não-lineares podem ser encontrados na literatura, como aquele desenvolvido por DREISEITL *et al.* (2000), que estudaram a predição do infarto do miocárdio utilizando RNA e RL, obtendo resultados satisfatórios em ambos os métodos. Outro exemplo é o estudo de DUH *et al.*, (1998), que trabalharam com a comparação de RNA e regressão logística (RL), a partir do estudo da área sob a curva ROC, usando, para isto exemplos de desordens hepáticas, e encontraram performances estatisticamente equivalentes, 0,74 para a RL e 0,80 para a RNA. Também SANTOS *et al.* (2001) estudaram a aplicação de RNA e RL em dados epidemiológicos da soroprevalência da hepatite A e encontraram uma taxa de acerto de 88% para a RNA e 83% para a RL. Porém a RNA apresentou uma sensibilidade de 70% e uma especificidade de 99%, enquanto que a RL apresentou 52% e 99%, respectivamente.

Diferentemente deste estudo, COSTA (2004), que estudou a acessibilidade de pacientes com fratura de fêmur em hospitais do Rio de Janeiro encontrou uma capacidade preditiva superior para a RNA (90%), quando comparada com o modelo de regressão linear múltipla (RLM) (40%). Outro exemplo foi o estudo de GISMONDI *et al.*, (2002), que também comparou técnicas de RLM e RNA na modelagem da mortalidade infantil, encontrando 50% e 80% de taxas de acerto, respectivamente.

Uma correta classificação das variáveis é de extrema importância para o conhecimento do banco de dados. O efeito de algumas variáveis individuais pode depender de outras variáveis do modelo para uma adequada classificação do problema, porém nem sempre este efeito pode ser estabelecido, sendo este um problema que frequentemente causa limitação de novas técnicas e problemas potenciais no meio clínico.

A primeira abordagem na identificação das variáveis mais importantes neste estudo foi a partir da utilização de uma análise univariada. Este tipo de procedimento constitui uma alternativa interessante na redução do número de variáveis de entrada e conseqüentemente de otimização do modelo (HOSMER & LEMESHOW, 2000). Assim, foram identificadas cinco variáveis: *distância percorrida até a unidade de saúde (US)*, *diagnóstico principal*, *tipo de unidade de saúde*, *natureza da unidade de saúde* e *número de leitos*. A retirada das variáveis menos significativas não foi capaz de produzir alterações importantes na regressão logística ou na RNA. Porém ambas revelaram a *distância percorrida* pela gestante até a unidade de saúde como uma das mais importante do modelo, ou seja, o risco de morte é maior quanto maior a distância percorrida em busca de atendimento.

Observou-se neste estudo que a população percorre uma longa distância para obtenção de atendimento, sendo uma média de 13,65 km. MACLEOD & RHODE (1998), revelaram em seu estudo que o número de óbitos maternos foi maior naquelas gestantes que residiam a uma distância maior que 10 km de uma rodovia principal, destacando-se morte por hemorragia pós-parto e por ruptura uterina. TAGUCHI *et al.* (2003) estudaram a MM na Indonésia e observaram uma média de 12,9 km de distância percorrida pela gestante até a unidade de saúde de atendimento. JAHN *et al.* (2000), em seu estudo realizado no Nepal, constataram que somente 32% desta população vive a uma distância inferior a 5 km dos serviços de saúde e da assistência pré-natal, indicando que há fortes razões para a utilização de serviços de maternidade fora do acesso geográfico. No presente estudo, optou-se por uma categorização da variável distancia similar à dos estudos acima (≤ 5 km, entre 5 e 10 e ≥ 10 km), e também observou-se que a distância percorrida até às maternidades é maior do que aquela até os hospitais gerais, que pode estar evidenciando um desequilíbrio na oferta dos recursos mais especializados. A facilidade de atendimento e melhor acesso geográfico ao cuidado obstétrico essencial estão significativamente associados com a MM (ONAH *et al.* 2006, RONSMANS *et al.* 2003, TAUGUCHI *et al.* 2003, MIDHET *et al.* 1998).

Outras variáveis consideradas importantes para o modelo linear foram o *diagnóstico principal* e *tipo de unidade de saúde*. Esta última referiu-se a unidades que possuíam atendimento geral (com ou sem obstetrícia), e mostrou exercer um grande efeito sobre o modelo. Isto pode ser explicado por estas unidades possuírem atendimento de emergência e por seu maior número, o que minimiza o risco de óbito. Entre essas unidades, aquelas que apresentaram os maiores números de óbitos maternos, foram hospitais gerais, não sendo caracterizados como hospitais especializados em obstetrícia. Uma dessas unidades de saúde

apresentava um grande volume de internações obstétricas e o número de leitos obstétricos era superior a algumas maternidades.

Em relação ao diagnóstico principal, “hipertensão arterial”, “aborto” e “outros tipos” foram diretamente relacionados ao óbito materno, sendo o diagnóstico de “hipertensão” mais fortemente associado ao desfecho, similar a outros estudos envolvendo mortalidade materna (REZENDE *et al.*, 2000, SIÑA, 2004, RAHMAN *et al.* 2002, McCAW-BINNS *et al.* 2001). Apesar de esperar-se um risco maior relacionado ao parto cesáreo, tal efeito não foi evidenciado no presente estudo. Uma possibilidade é que o número de procedimentos envolvendo esse tipo de cirurgia foi pequeno na população estudada (oito), talvez devido ao fato de que cesáreas têm sido desencorajadas no sistema público. Isto pode ter impedido a detecção de efeitos relacionados a elas.

As RNA consideraram, além da *distância percorrida*, *tipo de US* e *diagnóstico principal*, o *número de leitos* como uma das variáveis mais importantes do modelo. O número de leitos hospitalares também estaria caracterizando o porte da unidade de saúde, ou seja, quanto maior o seu número, menor a ocorrência do óbito materno. A variável *número de leitos* pôde ser incluída no modelo de RNAs. Unidades de saúde que apresentam um maior número de leitos também atraem um maior número de pacientes, e reconhecidamente, para um grande número de agravos, volume de procedimentos associa-se a melhores desfechos (CHI *et al.*, 2008, HALM *et al.*, 2002, COSTA & ALMEIDA, 2000). No entanto, a regressão logística não foi capaz de incluir essa variável.

Neste trabalho, duas abordagens foram pesquisadas com o intuito de identificar os mais importantes fatores de risco na mortalidade materna: a regressão logística condicional e a modelagem por redes neurais artificiais. Em termos gerais, ambas as metodologias se mostraram altamente eficazes na previsão do desfecho (taxas globais de acerto de 87% para a regressão e de 88,1% para as RNAs, e na predição do óbito, a taxa de acerto de 75,2% para a regressão e de 66,7% para a RNA). Deve-se notar que estes resultados foram obtidos com um número pequeno de variáveis, a maioria de fácil obtenção (*diagnóstico de internação, distância percorrida, número de leitos e tipo de unidade*). Isto abre a possibilidade de, em uma continuação deste estudo, serem desenvolvidos sistemas especialistas de fácil utilização, que permitiriam avaliar o risco de morte para uma paciente específica. Em termos comparativos, no entanto, é difícil afirmar qual das duas abordagens foi superior, pois suas áreas sob a curva ROC e taxas de acerto foram próximas, e cada uma possui características específicas que dificultam essa comparação. Assim, apesar de a rede neural ter obtido uma taxa de acerto ligeiramente maior (provavelmente devido às relações não lineares e complexas das variáveis do problema apresentado), a regressão logística possui uma maior facilidade de interpretação de seus coeficientes, fornecendo medidas de risco mais intuitivas (p ex. *Odds Ratio*).

CAPÍTULO 8

CONCLUSÃO

Conclui-se que estudos sobre acessibilidade aos serviços de saúde, por meio de sistemas de informações geográficas, contribuem na localização de regiões que necessitem de melhores investimentos em saúde pública e auxiliam na elaboração de estratégias que possibilitem maior aproveitamento desses serviços, minimizando a ocorrência de óbitos maternos, uma vez que a distância percorrida em busca de atendimento durante o período gravídico-puerperal pode elevar consideravelmente o risco de óbito. As variações no número de óbitos nas regiões estudadas também sugerem que uma melhor alocação da assistência à saúde da mulher poderia contribuir com a redução dos óbitos neste período. Destaca-se a necessidade de um registro fidedigno quanto ao óbito materno, a fim de traduzir a real abrangência deste evento nas diferentes regiões do país. E, uma vez caracterizados os óbitos maternos como evitáveis, mais medidas de saúde pública devem ser adotadas objetivando uma melhor assistência durante o pré-natal, parto e puerpério.

Percebe-se que as variáveis *distância percorrida*, *diagnóstico principal*, *número de leitos* e *tipo de US* são as que exerceram uma maior influência nos modelos, ou seja, de posse dessas variáveis é possível, tanto pelo modelo linear, quanto pelo não-linear, discriminar e analisar o risco de morte materna. Desta maneira, os modelos propostos são uma ferramenta capaz de auxiliar na tomada de decisão em saúde, além de possuírem o potencial de contribuir no planejamento e alocação recursos em saúde.

As RNA e a RL são metodologias úteis na classificação do problema apresentado neste estudo, revelando quais variáveis seriam as mais importantes para a predição do defeito, o que permite conhecer padrões que nem sempre estão aparentes, avaliando a significância dos dados e reduzindo adequadamente grandes volumes a serem estudados e, desta maneira, ampliando o conhecimento do problema analisado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, R.M., CECCATI, J.G., HARDY, E.E., FAÚNDES, A., 1998, “Causas e Fatores Associados à Mortalidade de Mulheres em Idade Reprodutiva em Recife, Brasil”, *Cadernos de Saúde Pública*, v.14, supl. 1, pp. 41-48.

ALI M., HOTTA M., KUROIWA C., USHIJIMA H., 2005, “Emergency obstetric care in Pakistan: Potential for Reduced Maternal Mortality Through Improved Basic EmOC Facilities, Services, and Access”. *International Journal of Gynecology and Obstetrics* vol. 91, pp. 105—112.

ALMEIDA, R.M.V.R., INFANTOSI, A.F.C.; GISMONDI, R.C., 2001, “Replicação Bootstrap e Análise de Sensibilidade em Redes Neurais Artificiais”, *V Congresso Brasileiro de Redes Neurais Artificiais*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Abril.

ALMEIDA, R.M.V.R., INFANTOSI, A.F.C.; GISMONDI, R.C., 2000, “Desempenho Preditivo e Replicação Bootstrap em Redes Neurais Artificiais”, *XVII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica*, Florianópolis, SC, Brasil, Setembro.

BAXT, W.G.; SHOFRER, F.S.; SITES, F.D.; HOLLANDER, J.E., 2002, “A Neural Network Aid for the Early Diagnosis of Cardiac Ischemia in Patients Presenting to the Emergency Department With Chest Pain”, *Annals of Emergency Medicine*, v. 40, pp. 575-583.

BAXT, W.G, 1992, “Analisis of the Clinical Variables Driving Decision in an Artificial Neural Networks Trained to Identify the Presence of Myocardial Infarction”, *Annals of Emergency Medicine*, v. 21, n. 12, pp. 1439-1444.

BELUE, L.M.; BAUER, K.W., 1996, “Determining Input Features for Multilayer Perceptrons”, *Neurocomputing*, n.7, pp. 111-121.

BITTENCOURT, S.A.; CAMACHO, L.A.B.; LEAL, M.C., 2006, “O Sistema de Informação Hospitalar e sua Aplicação na Saúde Coletiva”, *Cadernos de Saúde Pública*, v. 22, n. 1 (jan), pp. 19-30.

BRASIL, 2004^a, Folheto: Prevenção da Mortalidade Materna – Um Compromisso Político e Ético de Governos e Sociedade. Disponível em: <http://www.redesaude.or.br/html/body_folhetointerior28maio04.html>. Acesso: 18/10/2004.

BRASIL, 2004^b, Folheto Mortalidade Materna. Disponível em: <http://www.redesaude.org.br/html/body_fmm02-1.html>. Acesso: 18/10/2004.

BRASIL, 2001, *Relatório Final da Comissão Parlamentar de Inquérito da Mortalidade Materna*. Brasília: Câmara dos Deputados. Disponível em: <http://www.portalmedico.org.br/biblioteca_virtual/cpi/CPIMortalidade_Matern.htm#1>. Acesso: 23/02/2003.

BRIENZA, A. M., CLAPIS, M. J., 2001, *Acesso ao Pré-natal na Rede Básica de Saúde do Município de Ribeirão Preto: Análise da Assistência Recebida por um Grupo de Mulheres*, Tese de M.Sc., EERP/USP, São Paulo, SP, Brasil.

BULATAO R.A. & ROSS J.A., 2003, “Which health services reduce maternal mortality? Evidence from Ratings of Maternal Health Services”. *Tropical Medicine and International Health*, vol. 8, pp. 710–721.

BUSCEMA, M., 1997, “A General Presentation of Artificial Neural Networks I”, *Substance Use & Misuse*, v. 32, n.1, pp. 97-112.

CALÔBA, L.P., 1995, “Introdução à Computação Neuronal”, *9^o CBA*, pp. 25-38 – Vitória - Espírito Santo, Brasil.

CAMPOS, T.P.; CARVALHO, M.S., 2000. “Assistência ao Parto no Município do Rio de Janeiro: Perfil das Maternidades e o Acesso da Clientela”. *Cadernos de Saúde Pública*, v.16, n. 2 (abr-jun), pp. 411-420.

CHI, C.H.; STREET, W.N.; WARD M.M., 2008,” Building a Hospital Referral Expert System With a Prediction and Optimization-Based Decision Support System Algorithm”, *Journal of Biomedical Informatics*, vol. 41, pp. 371–386

CLARK, T.G. & ALTMAN, D.G., 2003, “Developing a Prognostic Model in the Presence of Missing Data: na Ovarian Cancer Case Study”, *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 56, pp. 28-37.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE, “Resolução n° 256, de 1 de outubro de 1997”. *Diário Oficial da União*, Brasília (Distrito Federal) 12 fev. 1998. Seção 1, pp.4

COSTA, J.V.; KALE, P.L.; COSTA, A. J.L.; FILHA, M.M.T., 2006. “Análise da Mortalidade Mterna na Cidade do Rio de Janeiro”, *XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP*, Caxambu, MG, Brasil, Setembro.

COSTA, L.S. 2004, *Modelagem do Acesso de Pacientes com Fratura no Fêmur a Hospitais Públicos por meio de Redes Neurais Artificiais e Regressão Linear Múltipla*, Tese de D.Sc., PEB/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

COSTA, L.S., PINHEIRO, R.S., ALMEIDA, R.M.V.R., 2003^a, “Recuperação de Informação de Endereço na Base de Dados AIH: Percentual de Aproveitamento”, *Cadernos de Saúde Coletiva*, v. 11, n.2, pp.131-141.

COSTA, L.S., NASSI, C.D., PINHEIRO, R.S., ALMEIDA, R.M.V.R., 2003^b, “Accessibility of Select Hospitals and Medical Procedures by Means of Aerial and Transit Network-based Measures”, *Health Services Management Research*, n. 16, pp 136-140.

COSTA L.S, CHAGAS, A.V., ALMEIDA, R.M.V.R., 2003^c, “Modelando a Acessibilidade a Serviços de Saúde Através de Redes Neurais Artificiais”, *Cadernos de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 11, n.1, pp. 79-91.

COSTA, A.A.R., RIBAS, M.S.S.S., AMORIM, M.M.R., SANTOS, L.C., 2002, “Mortalidade Materna na Cidade do Recife”, *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, v. 24, n. 7, pp. 455-462.

COSTA, L.S., ALMEIDA, R.M.V.R, 2000, “Medida de Hansen Utilizada na Análise de Acessibilidade Geográfica a Hospitais Públicos no Município do Rio de Janeiro, RJ, *XVII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica*, Florianópolis, Brasil, Agosto.

COSTA, L.S., ALMEIDA, R.M.V.R., SOBRINO, R.P., NOBRE, F.F., 2000, “Redes Neurais e Regressão Logística para a Predição de Acessibilidade em Saúde”, *XVII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica*, Florianópolis, Agosto.

DATASUS, 2008^a, *Nascidos vivos – Rio de Janeiro*. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sinasc/cnv/nvrj.def>>. Acesso: 19/03/2008.

DATASUS, 2008^b, *Mortalidade: Lista de óbitos maternos*. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sim/obtmatern.htm>>. Acesso: 19/03/2008.

DATASUS, 2007, *Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde – CNES*. Disponível em <<http://cnes.datasus.gov.br>>. Acesso: 06/02/2007

DOKUR, Z.; OLMEZ, T., 2001. “ECG Beat Classification by a Novel Hybrid Neural Network”, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, v. 66, pp. 167-181.

D’OLEO, R.J.M., FÁVERO, M., 1992, “Perfil Sóciodemográfico da População que Demanda a Assistência Médico-hospitalar em Região do Estado de São Paulo, Brasil, 1988”, *Revista de Saúde Pública*, v. 26, n.4, pp. 256-63.

DREISEITL, S., OHNO-MACHADO, L., VINTERBO, S., 1999, “Evaluating Variable Selection Methods for Diagnosis of Myocardial Infaction”, *Proceedings of the American Medical Informatics Association Symposium*, pp. 246-250.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTERIO, A.V.M., 2004. *Análise Espacial de Dados Geográficos, Brasília*, EMBRAPA, (ISBN: 85-7383-260-6).

DUH, M.S.; WALKER, A.M.; PAGANO, M.; KRONLUND, K., 1998, “Prediction and Cross-Validation of Neural Networks Versus Logistic Regression: Using Hepatic Disorders as an Example”, *American Journal of Epidemiology*, v. 147, n.4, pp. 407-413.

ESCOSTEGUY, C.C., PORTELA, M.C., MEDRONHO, R.A., VASCONCELLOS, M.T.L., 2005, “AIH Versus Prontuário Médico no Estudo do Risco de Óbito

Hospitalar no Infarto Agudo do Miocárdio no Município do Rio de Janeiro, Brasil”, *Cadernos de Saúde Pública*, v. 21, n. 4 (jul-ago), pp.1065-1076.

ESCOSTEGUY, C.C., PORTELA, M.C., MEDRONHO, R.A., VASCONCELLOS, M.T.L., 2002, “O Sistema de Informações Hospitalares e a Assistência ao Infarto Agudo do Miocárdio”. *Revista de Saúde Pública*, v. 36, n. 4, pp. 491-499.

FEKETE, M. C., 1995, *Estudo da Acessibilidade na Avaliação dos Serviços de Saúde - Texto de Apoio da Unidade I*. Disponível em: http://www.bra.ops-oms.org/rh/publicacoes/textos_apoio/pub06UIT1.pdf. Acesso: 21/05/2006.

FIGA-TALAMANCA I, 1996, Maternal Mortality and the problem of accessibility to obstetric care: the strategy of maternity waiting homes. *Social Science & Medicine* n. 42, pp. 1391-1390.

FUENTES, M. G. S., 1992, *Modelos Paralelos de Algoritmo Genético no Aprendizado de Redes Neurais Artificiais*. Tese de D.Sc, Engenharia de Sistemas e Computação/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GALVÃO, R.D., NOBRE, F.F., VASCONCELLOS, M.M., 1999, “Modelos Matemáticos de Localização Aplicados à Organização Espacial de Unidades de Saúde”, *Revista de Saúde Pública*, v. 33, n. 4, pp 422-434.

GISMONDI, R.C., ALMEIDA, R.M.V.R., INFANTOSI, F.C., 2002, “Artificial Neural Networks for Infant Mortality Modelling”, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, v. 69, pp. 237-247.

GISMONDI, R.C., 1999, *Modelagem da Mortalidade Infantil em Municípios Brasileiros por Redes Neurais e Regressão Linear Múltipla*. Tese de D.Sc., PEB/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GREEN A. & GEREIN N., 2005, Exclusion, inequity and health system development: the critical emphases for maternal, neonatal and child health. *Bull World Health Organization*, n. 83.

HADDAD, N. & SILVA, M.B., 2000, “Mortalidade Materna em Idade Reprodutiva no Estado de São Paulo, Brasil, 1991 – 1995: Causas Básicas de Óbito e Mortalidade Materna”. *Revista de Saúde Pública*, v. 34, n. 1, pp. 64 -70.

HALM E.A.; LEE C., CHASSIN M.R., 2002, “Is Volume Related to Outcome in Health Care? A Systematic Review and Methodologic Critique of the Literature”. *Ann Int Med* vol. 137, n. 6, pp. 511–20.

HANDELS, H., ROB, T., KREUSCH, J., WOLFF, H. H., PÖPPL, S. J., 1999, “Feature Selection for Optimized Skin Tumor Recognition Using Genetic Algorithms”, *Artificial Intelligence in Medicine*, vol. 16, pp. 283-297.

HAYKIN, S., 2001, *Redes Neurais – Princípios e Prática*. 2ª edição. Editora Bookman, Porto Alegre, RS.

HIRSHBERG, A., ADAR, R., 1997, “Artificial Neural Networks in Medicine”, *Israel Journal of Medical Science*, v. 33, n. 10, pp. 700-702.

HOSMER, D. & LEMESHOW, S., 2000, *Applied Logistic Regression*, 2nd. Wiley & Sons, New York.

HOYERT, D.L., DANIEL, I., TULLY, P., 2000, “Maternal Mortality, United States and Canada, 1982 – 1997”, *BIRTH*, v. 27, n. 1, pp. 4-10.

HUDSON, D.L., COHEN, M.E., 2000, *Neural Networks and Artificial Intelligence for Biomedical Engineering*. New York: IEEE.

HUNTER, A.; KENNEDY, L.; HENRY, J.; FERGUSON, I., 2000, “Application of Neural Networks and Sensitivity Analysis to Improved Prediction of Trauma Survival”, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, v. 62, pp. 11-19.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008, *Estatísticas da Saúde: Assistência Médico Sanitária – Dados: 2002, Brasília*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/ams>>. Acesso: 6 de março de 2008.

INTERNATIONAL PROJECT ASSISTANCE SERVICES, 2004, *A Mortalidade Materna*.

Disponível em: <<http://www.ipas.org.br/mortalidade.html>>. Acesso: 18/10/2004.

JAHN, A., DAR IANG, M., SHAH, U., DIESFELD, H.J., “Maternity Care in Rural Nepal: A Health Services Analysis”, *Tropical Medicine and International Health*, v. 5, n. 9, pp. 657-665.

JEFFERSON, M. F., PENDLETON, N., LUCAS, S. B., HORAN, M. A., 1997, “Comparison of a Genetic Algorithm Neural Network with Logistic Regression for Predicting Outcome after Surgery for Patients with Nonsmall Cell Lung Carcinoma”, *Cancer*, v. 79, n. 7, pp.1338-1342.

LANSKY, S., FRANÇA, E., LEAL, M. C., 2002, “Mortalidade Perinatal e Evitabilidade: Revisão da Literatura”. *Revista de Saúde Pública*, v. 36, n.6, pp. 759-72.

LAPPER, R.J.A.; DALTON, K.J.; PRAGER, R.W., FORSSTROM, J.J.; SELBMANN, H.K.; DEROM, R., 1995, “Application of Neural Networks to the Ranking of Perinatal Variables Influencing Birthweight”, *Scand J Clin Lab Invest*, v. 55, supl. 222, pp. 83-93.

LAURENTI, R., 2001, *Medindo a Mortalidade Materna*. Disponível em: <http://dtr2001.saude.gov.br/svs/sis/pdfs/med_med_mort_matern.pdf>. Acesso: 04/04/2005.

LAURENTI, R.; MELLO-JORGE, M.H.P.; GOTLIEB, S.L.D., 2000, “Reflexões sobre a Mortalidade Materna”. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 16, n. 1, pp. 23-30, jan-mar.

LAURENTI, R., 1988, “Marcos Referenciais para Estudos e Investigações em Mortalidade Materna”, *Revista de Saúde Pública*, v. 22, n.6, pp. 507-12.

LAURENTI, R. & FERREIRA, 1995. In: LAURENTI, R.; MELLO-JORGE, M.H.P.; GOTLIEB, S.L.D., 2000, “Reflexões sobre a Mortalidade Materna”. *Cadernos de Saúde Pública*, v.16, n. 1 (jan - mar), pp. 23-30.

LE BACQ, F; RIETSEMA, A., 1997. “High Maternal Mortality Levels and Additional Risk from Poor Accessibility in Two Districts of Northern Province, Zambia”. *International Journal of Epidemiology*, v. 26, n. 2, pp. 357- 363.

LESSA, F.J.D.; MENDES, A.C.G.; FARIAS, S.F.; SÁ, D.A.; DUARTE, P.O.; MELO FILHO, D.A., 2000. “Novas Metodologias para Vigilância Epidemiológica: Uso do Sistema de Informações Hospitalares – SIH/SUS”. *Informe Epidemiológico do SUS*, v. 9, supl. 1, pp. 3-27.

MBONYEA A.K.; ASIMWEB J.B.; KABARANGIRAC J.; NANDAD G & ORINDA V., 2007, “Emergency obstetric care as the priority intervention to reduce maternal mortality in Uganda”. *International Journal of Gynecology and Obstetrics* vol. 96, pp. 220–225.

MACLEOD, J., RHODE, R., 1998, “Retrospective Follow-up of Maternal Deaths and their Associated Risk Factors in a Rural District of Tanzania”, *Tropical Medicine and International Health*, v. 3, n. 2, pp. 130-137.

MCCARTHY, J. & MAINE, D., 1992, “A Framework for Analyzing the Determinants of Maternal Mortality”, *Population Studies*, vol. 23, n. 1, pp. 211-226.

McCAW-BINNS, A., GOLDSON-STANDARD, A., ASHLEY, D., *et al.*, 2001, “Access to Care and Maternal Mortality in Jamaican Hospitals: 1993-1995”, *International Epidemiological Association*, n.30, pp. 796-801.

McGONICAL, M.D.; COLE, B.S.; SCHWAB, W.; KAUDER, D.R.; ROTONDO, M.F.; ANGOOD, P.B., 1993, “A New Approach to Probability of Survival Scoring for Trauma Quality Assurance”. *The Journal of Trauma*, v. 34, n. 6, pp. 863-870.

MIDHET, F., BECKER, S., BERENDES, H. W., 1998, “Contextual Determinants of Maternal Mortality in Rural Pakistan”. *Social Science & Medicine*, v. 46, n.12, pp. 1587-1598.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008, Tabelas: Procedimentos SIH/SUS. Disponível em: <http://portal.saude.br/suvisa/files/Portaria%20Incentivo%20ao%20Registro%20Civil.doc>. Acesso: 04/11/2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007, *Pacto pela Saúde 2006 – Consolidação do SUS - Portaria nº 399/GM DE 22 de fevereiro de 2006*. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/prtGM399_20060222.pdf>. Acesso: 21/05/2007.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005, *Sistemas de Informações em Saúde e a Vigilância Epidemiológica: Sistemas de Informações em Saúde*. Disponível em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/svs/pub/GVE/GVE0302.htm>>. Acesso: 21/06/2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002, *Mulher e Aids – Dados sobre a Epidemia*. Disponível em: <http://www.redesaude.org.br/html/body_folhetointerioresmaterno03.html>. Acesso: 18/10/2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001, *Guia de Vigilância Epidemiológica – Sistemas de Informações em Saúde*, Disponível em: <<http://www.dtr2001.saude.gov.br/svs/pub/GVE/GVE0302.htm>>. Acesso: 21/06/2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000, *Manual Técnico sobre Gestão de Alto Risco*, 3ª edição, Brasília.

NOOR A.M.; AMIN A.A.; GETHING P.W.; ATKINSON P.M. & HAY S.I., 2006, “Modelling Distances Travelled to Government Health Services in Kenya”. *Tropical Medicine and International Health*, vol. 2, pp. 88-96.

ONAH H.E.; IKEAKO L.C. & ILOABACHIE G.C., 2006, “Factors Associated With the Use of Maternity Services in Enugu, Southeastern Nigéria”. *Social Science & Medicine*, vol. 63, pp. 1870–1878.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2000, *A mortalidade materna é extraordinariamente elevada nos países em desenvolvimento*, Disponível em: <http://www.unicef.pt/docs/pdf_arquivo/2003/03-10-20_mortalidade_materna.pdf>. Acesso: 21/05/2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2001, “The Etiology of Maternal Mortality in Developing Countries: What do Verbal Autopsies tell us?”, *Bulletin of the World Health Organization*, v. 79, n.9, pp. 805-810.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE, ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2002, *26ª Conferência Sanitária Pan-americana, 54ª Sessão do Comitê Regional*. Disponível em: <<http://www.paho.org/portuguese/gov/csp/csp26.r13-p.pdf>>. Acesso: 18/10/2004.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE, ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2001, *Medindo as Desigualdades em Saúde no Brasil: Uma Proposta de Monitoramento*, 1ª edição, Brasília.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE, ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE 2000, *Conceitos Básicos de Sistemas de Informações Geográficas e Cartografia Aplicados à Saúde*. Rede Interagencial de Informações para a Saúde – RIPSAs, Brasília.

PATROCINIO, A.C. & SCHIABEL, H., 2001, Classifier Scheme for Clustered Microcalcifications in Digitized Mammograms by Using Artificial Neural Networks, *Proceedings of V Brazilian Conference on Neural Networks*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Abril, pp. 577-580.

PAULA, A. R.J., MATTA, C.E., TEIXEIRA, E. R.M., SILVEIRA, L. J., GALHANONE, P.R., GALVÃO, R. K. H., 2001, “Pré-Processamento do Espectro de Raman pra Detecção de Placas de Ateroma Através de Redes Neurais”, *Anais do V Congresso Brasileiro de Redes Neurais*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Abril

PILON, S.M.D., TANDBERG, D.M.D., 1997, “Neural Network and Linear Regression Models in Residency Selection”, *American Journal of Emergency Medicine*, n.4, v. 15.

PINHEIRO, R.S., TRAVASSOS, C., GAMERMAN, D., CARVALHO, M.S., 2001, “Mercados Hospitalares em Área Urbana: Uma Abordagem Metodológica”, *Cadernos de Saúde Pública*, n. 17 (set-out), v.5, pp. 1111-1121.

RAHLENBECK, S., HAKIZIMANA, C., 2002, "Deliveries at a District Hospital in Rwanda, 1997-2000", *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, n. 76, pp. 325-328.

RAHMAN M.H.; AKHTER H.H.; CHOWDHURY M.E.E.; YUSUF H.R. & ROCHAT R.W., 2002, "Obstetric Deaths in Bangladesh, 1996-1997". *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, vol. 77, pp. 161-169.

RAMOS S., KAROLINSKI A., ROMEROC M. & MERCER, R., 2007, "A comprehensive Assessment of Maternal Deaths in Argentina: Translating Multicentre Collaborative Research into Action". *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 85, pp. 615-622.

REZENDE, C.H.A., MORELI, D., REZENDE, I.M.A.A., 2000, "Mortalidade Materna em Cidade de Médio Porte, Brasil, 1997", *Revista de Saúde Pública*, v. 34, n. 4 (ago), pp. 232-328.

RODRIGUES, M.A.B.; CUNHA, I.P.; ANDRIANI, V.A.; NETO, J.M.; AZEVEDO, F.M., 2001, "Um Modelo de Rede Neural Baseado na Circuitaria da Retina para Detecção de Padrões Eletrocefalográficos", *Proceedings of V Brazilian Conference on Neural Networks*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, pp. 361-366.

- RONSMANS C.; ETARD, J.F.; WALRAVEN, G.; HOJ, L.; DUMONT, A.; BERNIS, L. & KODIO, B., 2003, “Maternal Mortality and Access to Obstetric Services in West Africa”, *Tropical Medicine and International Health*, vol. 8, n. 10, pp. 940 – 948.
- SALANAVE, B, BOUVIER-COLLE M, VARNOUX N, ALEXANDER S, MACFARLANE A & MOMS GROUP, 1999 Classification Differences and Maternal Mortality: a European Study. *Int J Epidemiology*, v.28, n.1, pp. 64-69.
- SANTOS, A.M., SEIXAS, J.M., PEREIRA, B.B., MEDRONHO, R.A., 2005, “Usando Redes Neurais Artificiais e Regressão Logística na Predição da Hepatite A”. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 8, n.2, pp. 117-126.
- SANTOS, P.P.; NASSI, C.; PINHEIRO, R.S.; ALMEIDA, R.M.R.V., 2004, Modelagem da “Ocorrência de Mortalidade Materna em Hospitais Municipais do Rio de Janeiro por meio da Utilização de Redes Neurais Artificiais” *III CLAEB 2004 - Congresso Latino Americano de Engenharia Biomédica*.
- SANTOS, P.P., 2002, *Diagnóstico Diferencial de Anemias Carenciais Por Meio da utilização de Redes Neurais Artificiais e Algoritmos Genéticos*. Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- SANTOS, A.M.; PEREIRA, B.B.; MEDRONHA R.A.; CAMPOS M.R.; SEIXAS, J.M.; CALÔBA, L.P., 2001, “Aplicação de Redes Neurais Artificiais em Dados

Epidemiológicos da Hepatite A”, *Anais do V Congresso Brasileiro de Redes Neurais*, abr, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SANTOS, E. L., 1999, *Redes Neurais Aplicadas à Grandezas Ergo-espirométricas de Cardiopatas Chagásicos Crônicos*, Tese de M.Sc., PEB/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SARLE, W.S., 1994, “Neural Networks and Statistical Models”, *Proceedings of the Nineteenth Annual SAS Users Group International Conference*, USA, april.

SCHRAMM, J.M.A. & SZWARCOWALD, C.L., 2000, “Sistema Hospitalar como Fonte de Informações para estimar a Mortalidade Neonatal e a Natimortalidade”, *Revista de Saúde Pública*, v. 34, n. 3, pp. 272-279.

SECRETARIA ESTADUAL DE SAÚDE DO RIO DE JANEIRO – SES/RJ, “Resolução nº 1052, de 20 de setembro de 1995”, *Diário Oficial da União*. Disponível em: <http://doweb.rio.rj.gov.br/sdcgi-bin/om_isapi.dll?infobase=28052003.nfo&jump=13&softpage=_recs>. Acesso: 14 de fevereiro de 2007.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE, GERÊNCIA DE INFORMAÇÕES EPIDEMIOLÓGICAS, 2007. Mortalidade Materna no município do Rio de Janeiro (1996 - 1998). Disponível em: <<http://saude.rio.rj.gov.br>>. Acesso: 23 de março de 2006.

SIERRA, B. & LARRANAGA, P., 1998, “Predicting Survival in Malignant Skin Melanoma Using Bayesian Networks Automatically Induced By Genetic Algorithms. An Empirical Comparison Between Different Approaches”, *Artificial Intelligence in Medicine*, n. 14, pp. 215-230.

SIÑA, E.D., 2004, “Reducción de la Mortalidad Materna em Chile de 1999 a 2000”, *Revista Panamericana de Salud Publica*, n.15, v.5, pp. 326-330.

SKABA, D.A.; CARVALHO, M.S.; BARCELLOS, C; MARTINS, P.C.; TERRON, S.L., 2004, “Geoprocessamento dos Dados da Saúde: O Tratamento dos Endereços”, *Cadernos de Saúde Pública*, v. 20, n.6, pp. 1753-1756.

SMITH, M., 1993, *Neural Networks for Statistical Modeling*. New York: Van Nostrand Reinhold.

SOUSA, M.H.; CECATTI, J.G.; HARDY, E.E.; AMARAL, E. SOUZA J.P.D. & SERRUYA S., 2006, “Sistemas de informações em saúde e monitoramento de morbidade materna grave e mortalidade maternal”, *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, Recife, vol. 6, n. 2, pp. 161-168, abr/jun

SPSS – STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES NEURAL NETWORKS 16.0, 2007. SPSS Inc.

STATISTICA NEURAL NETWORKS, 1998. StatSoft, Inc.

STEKELENBURG J, KYANAMINA S, MUKELABAI M, WOLFFERS I & VAN ROOSMALEN J, 2004, Waiting too long: low use of maternal health services in Kalabo, Zambia. *Tropical Medicine and International Health* n. 9, pp. 390-398.

SUBOTIN, I.D.; McMICHAEL, W.M.J.; FUNG, J.J., 1996, "Performance of Multi-Layer Feedforward Neural networks to Predict Liver Transplantation Outcome", *Methods of Information in Medicine*, v. 35, n. 1, pp. 12-18.

SUPRATIKTO, G.; WIRTH, M.E.; ACHADI E.; COHEN, S. & RONSMANS, C., 2002, "A District-based Audit of the Causes and Circumstances of Maternal Deaths in South Kalimantan, Indonesia", *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 80, pp. 228-234.

TAFNER, M.A., XEREZ, M., FILHO, I.W.R., 1996, *Redes Neurais Artificiais. Introdução e Princípios de Neurocomputação*. Editora Eko. Blumenau, Santa Catarina, Brasil.

TAGUCHI, N.; KAWABATA, M.; MAEKAWA, M.; MARUO, T.; ADITIAWARMAN & DEWATA, L., 2003, "Influence of Socio-economic Background and Antenatal Care Programmes on Maternal Mortality in Surabaya, Indonésia". *Tropical Medicine and International Health* vol. 8, pp. 847-852.

THEME-FILHA, M., SILVA, R.I., NORONHA, C.P., 1999, "Mortalidade Materna no Município do Rio de Janeiro, 1993 a 1996", *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.15, n. 2, pp. 397-403.

TU, J.V., 1997, “Neural Networks and Logistic Regression: Analysis of a Case-Control Study on Myocardial Infarction”, *Journal Clinical of Epidemiology*; v. 50, n. 11, pp. 1309-1310.

TU, J.V., 1996, “Advantages and Disadvantages of Using Artificial Neural Network versus Logistic Regression for Predicting Medical Outcomes”, *Journal Clinical of Epidemiology*; v. 11, n. 49, pp. 1225-1231.

UNGLERT, C.V.S., 1990, “O Enfoque da Acessibilidade no Planejamento da Localização e Dimensão de Serviços de Saúde”, *Revista de Saúde Pública*, v. 24, n. 6, pp. 445-452.

UNGLERT, C.V.S., ROSENBERG, C.P., JUNQUEIRA, C.B., 1987, “Acesso aos Serviços de Saúde – Uma Abordagem de Geografia em Saúde Pública”, *Revista de Saúde Pública*, v. 21, n.5, pp. 439-46.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT REPORT – UNDP, 2007, *Human Development Report 2007/2008*. WHO, Geneve.

URASSA, E., MASSAWE, S., LINDMARK, G., NYSTRON, L., 1997, “Operational Factors Affecting Maternal Mortality in Tanzania”, *Health Policy Planning*, Mar; v. 12, n.1, pp. 50-57.

URASSA, E., LINDMARK, G., NYSTRON, L., 1995, “Maternal Mortality in Dar es Salaam, Tanzania: Socio-economic, Obstetric History and Accessibility of Health Care Factors”, *African Journal of Health Science*, v. 2, n. 1, pp. 242-249.

VERAS, C. M., MARTINS, M. S., 1994, “A Confiabilidade dos Dados nos Formulários de Autorização de Internação Hospitalar (AIH), Rio de Janeiro, Brasil”, *Cadernos de Saúde Pública*, v.10, n. 3, pp. 339-355.

VIRTANEN, A.; GOMARI, M.; KRANSE, R.; STENMAN, U.H., 1999, “Estimation of Prostate Cancer Probability by Logistic Regression: Free and Total Prostate-specific Antigen, Digital Rectal Examination, and Heredity Are Significant Variables”. *Clinical Chemistry*, v. 45, n.7, pp. 987-994.

WILLIAM, G. & BAXT, M.D., 1994, “A Neural Network Trained to Identify the Presence of Myocardial infarction Bases Some Decisions on Clinical Associations That Differ From Accepted Clinical Teaching”, *Medical Decision Making*, n. 14, pp. 217-222.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007, *Maternal Mortality in 2005: Estimates developed by WHO, UNICEF, UNFPA and World Bank*. WHO, Geneva.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2005, *World Health Report 2005*, Geneva.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2008, *International statistical classification of diseases and related health problems 10th revision*. Disponível em:

<<http://www.who.int/classifications/apps/icd/icd10online>>. Acesso: 19 de agosto de 2008.

ZHANG, J. & YU, K.F, 1998, “Whats the Relative Risk? A Method of Correcting the Odds Ratio in Cohort Studies of Common Outcomes”, *JAMA*, v. 280, n. 19.

ANEXOS

ANEXO 1: Classificação das Causas de Mortalidade Materna

Portaria nº 723/GM

Classificação das causas maternas pela CID-10	
Grupo de causas	Códigos CID-10
Causas maternas	
Tétano obstétrico	A34
Neoplasia de comportamento incerto ou desconhecido da placenta	D39.2
Transtornos mentais e comportamentais associados ao puerpério não classificados em outra parte	F53
Osteomalácia puerperal	M83.0
Gravidez parto e puerpério (exceto morte, por qualquer causa obstétrica, que ocorre mais de 42 dias, mas menos de 1 ano, após o parto e morte por seqüelas de causas obstétricas diretas)	O00-O95,O98-O99
Causas maternas sujeitas a investigação	
Doenças pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV)	B20-B24
Hipopituitarismo - Necrose pós-parto da hipófise	E23.0
Causas externas de morbidade e mortalidade	V01-Y98
Causas não maternas	
Todas as demais	Demais códigos

Fonte: DATASUS, 2008^b

ANEXO 2: Unidades de saúde e sua localização, a partir do SIH e SIM

	Unidade de Saúde	N	%	Bairro	Município
		pacientes			
1	Hospital Universitário Gafrè e Guinle	1	0,44	Praça da Bandeira	Rio de Janeiro
2	Fundação Pró-coração	1	0,44	Laranjeiras	Rio de Janeiro
3	C.S ⁴ Mat. Nossa Senhora de Fátima	1	0,44	Centro	Nova Iguaçu
4	C.S ⁴ e Maternidade Dr. Outiveros	1	0,44	Centro	Japeri
5	C.S ⁴ e Maternidade Santa Martha	1	0,44	Santa Rosa	Niterói
6	Casa de Saúde Laranjeiras	1	0,44	Laranjeiras	Rio de Janeiro
7	Casa de Saúde Nossa Senhora do Carmo	1	0,44	Campo Grande	Rio de Janeiro
8	Casa Mather	1	0,44	Centro	Itaboraí
9	Clinica Enio Serra	1	0,44	Laranjeiras	Rio de Janeiro
10	Hospital Andaraí	1	0,44	Andaraí	Rio de Janeiro
11	Hospital Central da Aeronáutica	1	0,44	Rio Comprido	Rio de Janeiro
12	Hospital Regional Darcy Vargas	1	0,44	Centro	Rio Bonito
13	H.M. ³ Jorge Júlio Costa dos Santos	1	0,44	Vila Medeiros	Belford Roxo
14	Hospital Municipal Juscelino Kubitschek	1	0,44	Centro	Nilópolis
15	Hospital das Clinicas de Jucelino	1	0,44	Jucelino	Mesquita
16	Hospital Municipal Luiz Palmier	1	0,44	Centro	São Gonçalo
17	Hospital Sase Duque de Caxias	1	0,44	Paulicéia	Duque de Caxias
18	Hospital de Ipanema	1	0,44	Ipanema	Rio de Janeiro
19	PAM Meriti A. Gonçalves	1	0,44	Jardim Meriti	S. João de Meriti
20	Inst. Est. de Cardiologia Aloysio de Castro	1	0,44	Humaitá	Rio de Janeiro
21	Sociedade Espanhola de Beneficência	1	0,44	Centro	Rio de Janeiro
22	Hospital Municipal Paulino Werneck	2	0,88	Ilha do Governador	Rio de Janeiro
23	Maternidade Leila Diniz	2	0,88	Curicica	Rio de Janeiro
24	Hospital Universitário Pedro Ernesto	2	0,88	Vila Isabel	Rio de Janeiro
25	Hospital de Iguaçu	2	0,88	Centro	Nova Iguaçu
26	C.S. ⁴ Nossa Senhora das Neves Ltda	2	0,88	Neves	São Gonçalo
27	C.S. ⁴ e Maternidade Belford Roxo Ltda	2	0,88	Centro	Belford Roxo
28	C.S. ⁴ Maternidade S. Francisco de Paula	2	0,88	Vilar dos Teles	S. João de Meriti
29	Casa de Saúde Bom Pastor	2	0,88	Centro	Queimados
30	Casa de Saúde Santa Helena	2	0,88	Jabour	Rio de Janeiro
31	Casa de Saúde Santa Inês	2	0,88	Centro	Nilópolis
32	CUMI ¹ Santa Terezinha/ Panamericano	2	0,88	Tijuca	Rio de Janeiro
33	Hospital Estadual Getúlio Vargas	2	0,88	Penha	Rio de Janeiro

34	Hospital Naval Marclio Dias	2	0,88	Lins de Vasconcelos	Rio de Janeiro
35	Hospital Geral D. de Caxias / Saracuruna	2	0,88	Jardim Primavera	Duque de Caxias
36	H.M. ³ de Japeri / Policlínica Itália	2	0,88	Eng. Pedreira	Rio de Janeiro
37	Hospital. Municipal Duque de Caxias	2	0,88	Pq. Senhor do Bonfim	Duque de Caxias
38	Hospital Barra D'Or	2	0,88	Barra da Tijuca	Rio de Janeiro
39	H.M. ³ Desembargador Leal Junior	2	0,88	Nancilândia	Itaboraí
40	Hospital Souza Aguiar	2	0,88	Centro	Rio de Janeiro
41	Maternidade Carmela Dutra	2	0,88	Lins de Vasconcelos	Rio de Janeiro
42	Hospital Carlos Chagas	2	0,88	Marechal Hermes	Rio de Janeiro
43	P.S. ² Dr Mario Niajar Quintanilha Lopes	2	0,88	Alcântara	Rio de Janeiro
44	Hospital Municipal Salgado Filho	3	1,33	Méier	Rio de Janeiro
45	Associação Pró Matre	3	1,33	Centro	Rio de Janeiro
46	Hospital Municipal Lourenço Jorge	3	1,33	Barra da Tijuca	Rio de Janeiro
47	Hospital Universitário São José / UNIG	3	1,33	Centro	Nova Iguaçu
48	Inst. Municipal da Mulher F. Magalhães	4	1,77	São Cristóvão	Rio de Janeiro
49	Hospital Municipal Miguel Couto	4	1,77	Gávea	Rio de Janeiro
50	Hospital Estadual Pedro II	5	2,21	Santa Cruz	Rio de Janeiro
51	Hospital Municipal Miguel Couto	5	2,21	Gávea	Rio de Janeiro
52	Santa Casa de Misericórdia do RJ	5	2,21	Castelo	Rio de Janeiro
53	C. S. ⁴ Mat. Nossa Senhora da Glória	5	2,21	Centro	Belford Roxo
54	Hospital Salgado Filho	5	2,21	Méier	Rio de Janeiro
55	Hospital Pedro II	5	2,21	Santa Cruz	Rio de Janeiro
56	UIS Herculano Pinheiro	6	2,65	Madureira	Rio de Janeiro
57	Hospital Estadual Albert Schweitzer	6	2,65	Realengo	Rio de Janeiro
58	Maternidade Alexander Fleming	6	2,65	Marechal Hermes	Rio de Janeiro
59	PS ² Central Dr. Armando G. de Sá Couto	7	3,10	Praça Zé Garoto	São Gonçalo
60	Hospital Universitário Pedro Ernesto	8	3,54	Vila Isabel	Rio de Janeiro
61	Hospital Geral de Bonsucesso	8	3,54	Bonsucesso	Rio de Janeiro
62	Hospital dos Servidores do Estado	11	4,87	Saúde	Rio de Janeiro
63	Hospital Estadual Azevedo Lima	11	4,87	Fonseca	Niterói
64	Hospital Estadual Rocha Faria	18	7,96	Campo Grande	Rio de Janeiro
65	Hospital Geral de Nova Iguaçu	30	13,27	Posse	Nova Iguaçu
Total		226	100		

Fonte: SIH/SIM 2000-2002

¹ Centro de Unidades Médicas Integradas; ² Pronto Socorro; ³ Hospital Municipal; ⁴ Casa de Saúde.

ANEXO 3: Procedimentos realizados em gestantes que foram a óbito:

Procedimentos	Descrição	Numero de óbitos	%
33016119	Laparotomia exploratória	2	2,8
34001042	Salpingectomia uni ou bilateral	1	1,4
34011030	Histectomia subtotal	1	1,4
34020039	Curetagem uterina por mola hidatiforme	1	1,4
35001011	Parto normal	10	13,9
35009012	Cesariana	7	9,7
35011017	Histectomia puerperal	2	2,8
35014016	Curetagem pós-aborto	5	6,9
35025018	Parto normal - exclusivamente em hospitais amigos da criança	5	6,9
35022019	Cesariana com atendimento do recém-nascido na sala de parto	5	6,9
35026014	Cesariana - exclusivamente em hospitais amigos da criança	5	6,9
35027010	Parto normal em gestante de alto risco	3	4,2
35028017	Cesariana em gestante de alto risco	3	4,2
35080019	Parto normal, sem distocia realizado por enfermeiro obstetra	1	1,4
69000050	Pré-eclampsia grave	1	1,4
69000069	Eclâmpsia	4	5,6
69000093	Infecção do parto e puerpério	2	2,8
69000107	Falso trabalho de parto	1	1,4
69000131	Gravidez molar sem parto	2	2,8
69500010	Intercorrências clínicas na gravidez em gestante de alto risco	4	5,6
70000000	Tratamento da AIDS	1	1,4
77500113	Insuficiência cardíaca	4	5,6
79500021	Anemia congênita ou adquirida	2	2,8
Total		72	100

Fonte: SIH-SUS