

IDENTIFICAÇÃO DO RISCO DE SAÚDE DA GESTANTE UTILIZANDO LÓGICA FUZZY

IDENTIFICATION PREGNANT WOMAN'S RISK OF HEALTH USING FUZZY LOGIC

LA IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE LA MUJER EMBARAZADA DE LA SALUD UTILIZANDO LA LÓGICA DIFUSA

Me. Carlos Roberto da Silveira Junior. Professor do Departamento de Telecomunicações, Instituto Federal de Goiás – IFG, Câmpus Luziânia, Goiânia, Goiás, BR.

Me. Daniel Rosa Câneo. Professor do Departamento de Áreas Acadêmicas, Instituto Federal de Goiás – IFG, Câmpus Luziânia, Luziânia, Goiás, BR.

Dr. Karina Machado Siqueira. Professora Adjunta da Faculdade de Enfermagem, Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia, Goiás, BR.

Resumo: O propósito fundamental da avaliação na área da saúde é dar amparo aos processos decisórios e subsidiar a identificação de problemas. No entanto algumas bases de dados são grandes e complexas, necessitando de conhecimento especialista para a identificação de informações relevantes. Este trabalho tem como objetivo o estudo e definição de um sistema especialista nebuloso para determinação do grau de risco de saúde da mulher grávida. Para isso, utiliza o conhecimento especialista de profissionais da área de enfermagem, para definição de variáveis e regras de lógica nebulosa, e uma base de dados de saúde pública de gestantes. A validação do grau de risco foi feita a partir de análise estatística de sua relação com outras variáveis, que apresentam relação com o risco de saúde gestante, conforme a literatura científica. Os resultados apresentam informações que podem auxiliar nas tomadas de decisão a partir do grau de risco da gestante.

Palavras-chave: Lógica Nebulosa, gestante, saúde da mulher.

Abstract: The fundamental purpose of the evaluation in health care is to support decision-making processes and support the identification of problems. However some databases are large, complex, requiring expert knowledge to identify relevant information. This work aims to study and definition of a fuzzy expert system for determining the degree of health risk of the pregnant woman. For this, use the expert knowledge of nursing professionals for definition of variables and fuzzy rules, and a public health database pregnant women. The risk level was validated from statistical analysis of its relationship with other variables that have relation with the risk of pregnant women health, according to the scientific literature. The results provide information that can help in decision making from the degree of the pregnant woman laughing.

Keywords: Fuzzy Logic, pregnant women, women's health.

Palabras clave: Lógica Difusa, mujeres embarazadas, salud femenina.

Introdução

A inteligência computacional surgiu como uma ferramenta que propõe solucionar problemas complexos em diversas áreas de conhecimento¹. Aplicada na medicina, contribui para o progresso e para a alta qualidade no cuidado da saúde.

Particularmente a lógica nebulosa possibilita a inserção de conhecimento especializado no sistema, aumentando a confiança no sistema e permitindo descobrir relacionamentos importantes^{2,3}. Diferente de outras alternativas, como redes neurais, o sistema nebuloso não é uma caixa preta pois faz uso do conhecimento de especialistas sobre o assunto para modelar as funções e variáveis da relação entre entradas e saídas. Como também não é uma técnica de busca de informações relevantes, como feito na técnica de mineração de dados, pois existe um conhecimento prévio sobre os dados, disponível através dos especialistas.

A área da saúde se mostra um ambiente propício para aplicação da lógica nebulosa devido à qualidade e quantidade de dados (implícitos e explícitos), característica imprecisa de conceitos médicos e necessidade de auxílio nos processos de avaliação e no apoio à decisão⁴. Devido à sua capacidade, tem atraído cada vez mais a atenção de várias linhas de pesquisa⁴. Especificamente, a avaliação assistencial de risco de saúde da gestante é um desafio, pois envolve diferentes variáveis com certa inter-relação bem como grande quantidade de variáveis.

A lógica nebulosa, a partir do conhecimento de especialistas na área, expressa o conhecimento impreciso, dando flexibilidade e facilitando a compreensão do problema^{1,2,4,5}. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema especialista nebuloso para determinação do grau de risco de saúde da gestante. Para isso, utiliza o conhecimento especialista de profissionais da área de enfermagem, para definição de variáveis e regras de lógica nebulosa, e uma base de dados de saúde pública para avaliação dos resultados.

O artigo está organizado da seguinte forma: A seção Um dos grandes desafios para gestores e administradores da área da saúde é a avaliação, como ferramenta para auxiliar nas tomadas de decisão. Avaliação é definida como a aplicação de um julgamento de valor a uma intervenção, através de um dispositivo que forneça informações que auxiliem no processo de tomada de decisão⁶., *Avaliação na Saúde*, apresenta a necessidade e a metodologia de avaliação utilizada na área da saúde; A seção O Plano Nacional de Políticas para as Mulheres (PNPM) tem como objetivo contribuir para a consolidação da cidadania, da igualdade e da equidade de gênero. Para tanto, parte da premissa que a busca pela igualdade, e o enfrentamento das desigualdades de gênero, podem transformar as relações desiguais de poder e recomenda a articulação entre o Estado e movimentos sociais como forma de consolidar essa condição por meio da participação popular e do controle social¹⁰., *Saúde Materna*, apresenta o contexto de saúde da mulher no Brasil; A seção O governo brasileiro, periodicamente, realiza pesquisas estatísticas com o objetivo de avaliar a qualidade e alcance de seus programas. Essas pesquisas são utilizadas pelo governo, e por pesquisadores, para definir medidas e ações a serem tomadas para a melhoria da qualidade das ações do governo. Particularmente, a PNDS, ou Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher¹³, realizada em 2006, contém 14.617 questionários de domicílio e 15.575 questionários de mulher. Também existem 27.477 registros de filhos na história de nascimentos e 6.835 registros na história de gravidezes., *Base de dados de saúde*, apresenta as bases de dados utilizadas neste trabalho; A seção Diante deste cenário, e da necessidade de tratar problemas que requerem condições de incerteza, foi desenvolvida, por Lofti Zadeh, em 1965, a teoria dos conjuntos nebulosa, também denominada de conjuntos nebulosos. Esta teoria tem o objetivo de permitir que modelos computacionais tenham condições de elaborar soluções que tratem de incertezas⁵., *Lógica Nebulosa*, apresenta uma revisão sobre lógica nebulosa; A seção A metodologia de desenvolvimento do projeto baseou-se nas seguintes etapas: a) Seleção de variáveis na base de dados do PNDS 2006, relacionadas à saúde da gestante, para representação das entradas do sistema especialista nebuloso; b) Definição de regras e funções de pertinência, com o auxílio de conhecimento especialista, baseado

nas variáveis selecionadas na etapa anterior; c) Projeto de um sistema especialista nebuloso, para representação e processamento dos dados; d) Avaliação da variável gerada pelo sistema, o grau de risco de saúde da gestante, utilizando a base de dados do PNDS 2006 e artigos científicos relacionados., *Desenvolvimento*, apresenta a metodologia e o desenvolvimento da solução proposta; A seção 7, *Resultados*, apresenta os resultados da análise estatística da variável grau de risco da saúde da gestante; A seção 8, *Conclusão*, apresenta as conclusões da solução proposta e sugestões de trabalhos futuros.

Avaliação na Saúde

Um dos grandes desafios para gestores e administradores da área da saúde é a avaliação, como ferramenta para auxiliar nas tomadas de decisão. Avaliação é definida como a aplicação de um julgamento de valor a uma intervenção, através de um dispositivo que forneça informações que auxiliem no processo de tomada de decisão⁶.

O propósito fundamental de uma avaliação é dar amparo aos processos decisórios, subsidiar a identificação de problemas, reorientar ações e serviços, avaliar a incorporação de novas práticas e aferir o impacto das ações implementadas pelos serviços de saúde⁶. Dessa maneira, avaliar requer investimento e cautela ao compatibilizar instrumentos, pactuar objetos e objetivos, representando uma atividade interrogativa entre atores do sistema de saúde⁶.

A avaliação, com enfoque sistêmico e caráter administrativo, tem sido a mais amplamente utilizada nos serviços de saúde, particularmente aquela baseada na abordagem preconizada por Donabedian⁷ que propôs três componentes para avaliação, a tríade⁶: a) processo, que está relacionada à qualidade assistencial dos serviços de saúde conforme técnicas e padrões aceitos; b) resultado, que está relacionada à satisfação dos usuários, identificando a preocupação dos mesmos com o serviço prestado; c) estrutura, que mede a qualidade da estrutura física e dos equipamentos. Esses componentes refletem exatamente a essência da qualidade de programas de saúde e contribuem para corrigir o curso dos programas ou projetos ainda em andamento⁷. A utilização de métodos e instrumentos quantitativos tem permitido avanços nas práticas de avaliações de estrutura e processo, o que tem resultado em decisões essencialmente gerenciais que objetivam a busca da eficiência e otimização de recursos⁸.

Considerando os três elementos da qualidade propostos por Donabedian, destaca-se que a maior parte das pesquisas no Brasil enfatiza a avaliação do processo⁸. Isto denota uma preocupação dos pesquisadores com o fazer dos profissionais de saúde, mais do que com os resultados da assistência prestada. No entanto, pode-se acrescentar que dentro dos critérios que norteiam os resultados de um serviço de saúde, na maioria das vezes, encontram-se parâmetros administrativos e não assistenciais⁸.

Saúde Materna

Melhorar a saúde materna e impedir mortes evitáveis é, ainda, um dos objetivos de maior interesse nacional e internacional no campo da saúde e dos direitos reprodutivos, no qual se discutem quais as medidas necessárias e eficazes para alcançar tal propósito⁹.

O Plano Nacional de Políticas para as Mulheres (PNPM) tem como objetivo contribuir para a consolidação da cidadania, da igualdade e da equidade de gênero. Para tanto, parte da premissa que a busca pela igualdade, e o enfrentamento das desigualdades de gênero, podem transformar as relações desiguais de poder e recomenda a articulação entre o Estado e movimentos sociais como forma de consolidar essa condição por meio da participação popular e do controle social¹⁰.

No campo da saúde, o PNPM, propõe a criação de políticas voltadas para a atenção integral da saúde da mulher privilegiando os direitos sexuais e reprodutivos. Dentre os problemas de saúde, o Plano reconhece como prioridade a mortalidade materna associada ao ciclo gravídico-puerperal. Essa situação de saúde estaria conformada tanto pelo difícil acesso da maioria das mulheres à assistência pré-natal, quanto pela deficiente qualidade dos serviços de saúde^{10,9}. Particularmente, a Rede Cegonha visa implementar uma rede para assegurar às mulheres o direito ao planejamento e atenção humanizada à gravidez, ao parto e ao puerpério¹¹.

Segundo recomendações do Ministério da Saúde, a assistência à mulher no ciclo gravídico deve incluir¹²: ações de atenção primária à saúde da gestante, com início do atendimento pré-natal até a 12ª semana de gestação; acompanhamento periódico e contínuo de todas as gestantes até o momento do pré-parto/parto; classificação do risco gestacional e encaminhamento. Dessa forma, a avaliação assistencial do grau de risco de saúde da gestante é um desafio, pois envolve diferentes variáveis e certa inter-relação entre as variáveis. No entanto, pode auxiliar na tomada de decisão e definição de prioridades de ações⁸.

Bases de dados de Saúde Pública

O governo brasileiro, periodicamente, realiza pesquisas estatísticas com o objetivo de avaliar a qualidade e alcance de seus programas. Essas pesquisas são utilizadas pelo governo, e por pesquisadores, para definir medidas e ações a serem tomadas para a melhoria da qualidade das ações do governo. Particularmente, a PNDS, ou Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher¹³, realizada em 2006, contém 14.617 questionários de domicílio e 15.575 questionários de mulher. Também existem 27.477 registros de filhos na história de nascimentos e 6.835 registros na história de gravidezes.

A pesquisa teve por objetivos principais: caracterizar a população feminina em idade fértil e as crianças menores de 5 anos segundo fatores demográficos, socioeconômicos e culturais; identificar padrões de conjugalidade, parentalidade e reprodutivos; identificar perfis de morbi-mortalidade na infância e de amamentação; avaliar o estado nutricional; avaliar a segurança/insegurança alimentar, o teor de iodo disponível em âmbito domiciliar e avaliar o acesso a serviços de saúde e a medicamentos¹³. O público-alvo da pesquisa foi constituído de todas as mulheres em idade reprodutiva, definidas como aquelas com 15 a 49 anos de idade que residem nos domicílios, as quais são denominadas mulheres elegíveis para o estudo¹³.

A partir desses dados vários pesquisadores buscam identificar relações entre as variáveis com o intuito de realizar levantamentos sobre características do comportamento e realidade social das amostras avaliadas¹³. Como exemplo, utilizando os dados do PNDS 2006, pesquisadores avaliaram diversos fatores da saúde da mulher, dentre eles destaca-se: Meller e Schäfer (2011) avaliaram fatores associados ao tipo de parto de mulheres brasileiras¹⁴; Monteiro et al. avaliou o aleitamento materno como uma prática construída¹⁵; Berqué et al. (2012) identificou estatisticamente que a gravidez, embora não prevista, configura-se como “projeto de vida” para mulheres antes dos 20 anos com maior pobreza e menor escolaridade¹⁶.

Lógica Nebulosa

A maioria dos processos físicos é baseada no raciocínio humano impreciso. Esta imprecisão quando comparada com as quantidades precisas requeridas pelos computadores, é, no entanto, uma forma de informação que pode ser bastante útil para os seres humanos¹⁷.

Diante deste cenário, e da necessidade de tratar problemas que requerem condições de incerteza, foi desenvolvida, por Lofti Zadeh, em 1965, a teoria dos conjuntos nebulosa, também denominada de conjuntos nebulosos. Esta teoria tem o objetivo de permitir que modelos computacionais tenham condições de elaborar soluções que tratem de incertezas⁵.

A lógica nebulosa propõe uma forma de representação mais próxima do pensamento humano, a representação linguística, baseada em categorias gerais, não em termos simbólicos e números discretos. Uma variável linguística encapsula as propriedades de aproximação ou imprecisão de uma forma sistemática e computacionalmente útil, através de um conjunto nebuloso^{2,4}. As variáveis linguísticas são utilizadas para representação das variáveis de entrada e saída do sistema nebuloso, como temperatura, pressão, calor, umidade. Cada variável possui um conjunto nebuloso para representação dos

valores linguísticos ou propriedades dessa variável, como temperatura “alta”, “média” ou “baixa”. Para representação dos conjuntos nebuloso são utilizadas funções de pertinência¹⁷.

As funções de pertinência representam as características de uma variável não por limiares específicos, como a lógica clássica, mas por uma função dentro de um intervalo e, cada amostra de entrada, possui um grau de pertinência dentro da função. O grau de pertinência representa o quanto essa entrada está relacionada a essa característica da variável linguística¹⁷.

As regras nebulosas correspondem às regras utilizadas em linguagem natural com o objetivo de operar de maneira correta determinados conjuntos nebulosos. Para criar essas regras, é necessário que se tenha um raciocínio coerente com o que se pretende obter, ou seja, torna-se fundamental o conhecimento especializado sobre o problema e suas variáveis. Este raciocínio é dividido em duas etapas: (1) avaliar a variável de entrada da regra e (2) aplicar o resultado na variável de saída².

O método mais utilizado para definição dos conjuntos e regras nebulosas é o intuitivo, que representa o conhecimento especializado do sistema baseado no raciocínio humano, modelando o conhecimento de um especialista sobre o sistema tratado¹. O sistema especialista nebuloso, ou controlador lógico nebuloso, pode ser construído a partir da escolha de um conjunto apropriado de variáveis linguísticas para o problema, e da definição de funções de pertinência para estas variáveis. As regras são, em geral, geradas com base no conhecimento do especialista, utilizando variáveis linguísticas de entrada e saída¹. O modelo de sistema especialista nebuloso mais utilizado na literatura científica, e mais recomendado para esse tipo de aplicação, é o de Mandani, que é composto por ^{1, 18}: Base de conhecimento, Interface fuzificação, Sistema de inferência e Interface de defuzificação.

Particularmente, jFuzzyLogic é uma biblioteca de lógica nebulosa, e representa uma nova ferramenta para desenvolvimento de sistemas especialistas nebulosos, escrita na plataforma Java e disponível como código aberto¹⁹. A biblioteca baseia-se em um arquivo FCL (*Fuzzy Control Language*), o qual é composto das seguintes informações: Variáveis de entrada do sistema especialista nebuloso; Variáveis de saída do sistema especialista nebuloso; fuzificação das variáveis de entrada, através da escolha de funções de pertinência adequadas; defuzificação da variável, ou variáveis, de saída; Conjunto de regras, que correspondem ao raciocínio lógico do sistema especialista nebuloso.

Desenvolvimento

A metodologia de desenvolvimento do projeto baseou-se nas seguintes etapas: a) Seleção de variáveis na base de dados do PNDS 2006, relacionadas à saúde da gestante, para representação das entradas do sistema especialista nebuloso; b) Definição de regras e funções de pertinência, com o auxílio de conhecimento especialista, baseado nas variáveis selecionadas na etapa anterior; c) Projeto de um sistema especialista nebuloso, para representação e processamento dos dados; d) Avaliação da variável gerada pelo sistema, o grau de risco de saúde da gestante, utilizando a base de dados do PNDS 2006 e artigos científicos relacionados.

A seleção de variáveis foi feita a partir do questionário da mulher do PNDS 2006, que possui cerca de 850 questões relacionadas à saúde da mulher, sendo as questões 200 a 285 relacionadas à reprodução e gravidez¹³. Percebe-se que é uma base de dados complexa e bastante extensa, possuindo mais de 650 campos de respostas.

A seleção das questões, funções de pertinência e definição de regras Nebulosas foram feitas por um grupo de três professoras especialistas da área de enfermagem materno-infantil (uma em Enfermagem Pediátrica e Neonatal e duas em Enfermagem Obstétrica). Para isso cada enfermeira realizou uma análise individual do questionário e definiu as principais questões para especificação do grau de risco de saúde da gestante. Posteriormente, em uma reunião de consenso, o grupo de enfermeiras especialistas resolveu as divergências entre as questões selecionadas, e definiu as questões a serem utilizadas no sistema especialista nebuloso, as quais são apresentadas na Tab. I. A tabela apresenta as

seguintes colunas: Número, que especifica o número da questão em relação ao questionário da mulher, do PNDS 2006; Questão, que apresenta o enunciado da questão; Resposta, que especifica o tipo de resposta esperado para a pergunta.

Tabela I: Questões Seleccionadas - Base de Dados PNDS 2006

Número	Questão	Resposta
102	Idade da Mulher:	14 a 49 anos
201	Com quantos meses de gravidez você está?	0 a 9 meses
206	Com quantos meses de gravidez você estava quando fez a primeira consulta de pré-natal?	0 a 9 meses
207	Quantas consultas de pré-natal você já fez nesta gravidez atual?	0 a 9 meses
222	Fora esta gravidez atual, quantas vezes você já ficou grávida, mesmo que a gravidez não tenha chegado até o fim?	Valor inteiro
202	Quando ficou grávida, estava querendo engravidar naquele momento, queria esperar mais, ou não queria ter (mais) filhos?	Sim ou Não
208	Quem foram as pessoas que a examinaram? Alguém mais?	Médico, Enfermeiro, Auxiliar, Parceiro ou Outro
210	Nesta gravidez você fez algum exame de sangue?	Sim ou Não
211	Nesta gravidez você fez algum exame de urina?	Sim ou Não
212	Durante esta gravidez alguma vez:	
	1. Você foi pesada?	Sim ou Não
	2. Sua altura foi medida?	Sim ou Não
	3. Mediram sua pressão arterial?	Sim ou Não
213	Neste pré-natal foi realizado teste para sífilis e hepatite B?	Sim ou Não
214	Neste pré-natal foi feita oferta de teste para HIV/AIDS e toxoplasmose?	Sim ou Não
217	Durante esta gravidez algum profissional de saúde receitou Ferro e/ou Ácido Fólico para prevenção ou tratamento de anemia?	Ferro ou Ácido Fólico

Definido as questões, o grupo de especialistas definiu as variáveis de entrada, as quais foram utilizadas pelo sistema especialista nebuloso com o objetivo de obter o grau de risco da gestante.

Para as perguntas com respostas de dois estados, como Sim e Não, ou verdadeiro e falso, foi criada uma variável Score que representa a soma de respostas Sim dadas a todas essas perguntas. A seguir apresenta-se as variáveis linguísticas de entrada seleccionadas da base de dados: *m102_idad*, que representa a idade da mulher grávida; *m201_mese*, que representa o número de meses da gravidez atual; *m206_mese*, que representa o número de meses de gravidez da primeira consulta pré-natal; *m207_nume*, que representa o número de consultas pré-natal na gravidez atual; *m222_quan*, que representa a quantidade de vezes que ficou grávida; *score*, que representa a quantidade de respostas afirmativas em perguntas de dois estados seleccionadas.

Definidas as variáveis de entrada do sistema especialista nebuloso, os especialistas definiram os conjuntos nebuloso a serem aplicados em cada variável de entrada e saída: *m102_idad* (Risco, de 0 a 16 anos, e de 32 a 45 anos e Normal, de 15 a 35 anos); *m201_mese* (Pouco, de 0 a 5 meses, Médio, de 3 a 7 meses e Muito, de 4 a 9 meses); *m206_mese* (Pouco, de 0 a 5 meses, Médio, de 3 a 7 meses, Muito, de 4 a 9 meses); *m207_nume* (Pouco, de 0 a 4 consultas, Médio, de 3 a 5 consultas e Muito, de 3 a 7 consultas); *m222_quan* (Normal, de 0 a 4 vezes e Risco, 3 ou mais vezes); *score* (Baixo, de 0 a 12 questões com valores SIM, Alto, de 8 a 20 questões com valores SIM) e o *grau de risco* com três conjuntos nebulosos (Pequena, de 0 a 3, Média, de 2 a 4, Alta, de 3 a 5).

No entanto, o sistema especialista nebuloso muitas vezes obtém um desempenho maior e também um melhor êxito na geração da variável de saída, quando este utiliza-se apenas dois conjuntos nebulosos em suas variáveis descartando então as funções de pertinência MÉDIO^{3,20}: *m201_mese* (Pouco,

de 0 a 5 meses e Muito, de 4 a 9 meses); *m206_mese* (Pouco, de 0 a 5 meses e Muito, de 4 a 9 meses); *m207_num* (Pouco, de 0 a 4 consultas e Muito, de 3 a 7 consultas); e o *grau de risco* (Pequena, de 0 a 3 e Alta, de 3 a 5).

A próxima etapa consistiu na definição das regras, as quais são utilizadas nas inferências do sistema especialista nebuloso, que, baseadas nas variáveis de entrada, apresentadas na etapa anterior, calculam o valor nebuloso da variável de saída.

Foram definidos três conjuntos de regras, sendo que o primeiro conjunto de regras faz uso da função de pertinência MÉDIO, o segundo conjunto de regras não faz uso da função de pertinência MÉDIO, e o terceiro conjunto de regras faz uso apenas de regras que possuem como saída o conjunto nebuloso ALTA de grau de risco, como mostrado a no Quadro I.

Quadro I. Conjunto de Regras Nebulosas.

Conjunto de Regras I	Conjunto de Regras II
Regra 1: SE m102_idad NORMAL E m222_quan NORMAL E score ALTO ENTÃO grau de risco PEQUENA. Regra 2: SE m102_idad RISCO E m222_quan RISCO E score BAIXO ENTÃO grau de risco ALTA. Regra 3: SE m201_mese POUCO E m206_mese POUCO E m207_num POUCO ENTÃO grau de risco PEQUENA. Regra 4: SE m201_mese MÉDIO E m206_mese MÉDIO E m207_num MÉDIO ENTÃO grau de risco MÉDIA. Regra 5: SE m201_mese MUITO E m206_mese MUITO E m207_num POUCO ENTÃO grau de risco ALTA.	Regra 1: SE m102_idad NORMAL E m222_quan NORMAL E score ALTO ENTÃO grau de risco PEQUENA. Regra 2: SE m102_idad RISCO E m222_quan RISCO E score BAIXO ENTÃO grau de risco ALTA. Regra 3: SE m201_mese POUCO E m206_mese POUCO E m207_num POUCO ENTÃO grau de risco PEQUENA. Regra 4: SE m201_mese MUITO E m206_mese MUITO E m207_num POUCO ENTÃO grau de risco ALTA. • Conjunto de Regras III Regra 1: SE m102_idad RISCO E m222_quan RISCO E score BAIXO ENTÃO grau de risco ALTA. Regra 2: SE m201_mese MUITO E m206_mese MUITO E m207_num POUCO ENTÃO grau de risco ALTA.

Para a implementação, e depois execução do sistema especialista nebuloso, primeiramente, realizou-se um pré-processamento na base de dados PNDS 2006, onde filtrou-se na base de dados de mulheres apenas aquelas em que se encontravam grávidas, o que correspondeu a 588 registros. Estes 588 registros, por sua vez, foram importados para uma base de dados no banco de dados PostgreSQL, os quais foram acessados pela biblioteca *jFuzzyLogic*.

O processo de defuzzificação é realizado através da utilização do método *CenterOfGravity*, que objetiva calcular o valor central do gráfico resultante do sistema especialista nebuloso para determinadas entradas. Ele realiza a representação do valor nebuloso em um valor discreto, que é a saída do sistema, o qual poderá ser analisado e utilizado para demais análises.

Após o processamento da base de dados, utilizando o sistema especialista nebuloso proposto, fez-se uma avaliação de qual conjunto de regras seria utilizado nas análises dos resultados. Os testes demonstraram que o grau de risco do Conjunto de Regras 1, sem a função de pertinência MÉDIO, possui mais representatividade no resultado do que o Conjunto de Regras 2, com a função de pertinência MÉDIO. Isso se deve, particularmente, devido à fraca expressão das regras que contém a função de pertinência MÉDIO²⁰. O Conjunto de Regras 3 apresentou resultados insatisfatórios, uma vez que a amostra é composta, em sua maioria, de mulheres que possuem um risco significativamente baixo. A Fig. I apresenta as funções de pertinência utilizadas para as questões selecionadas.

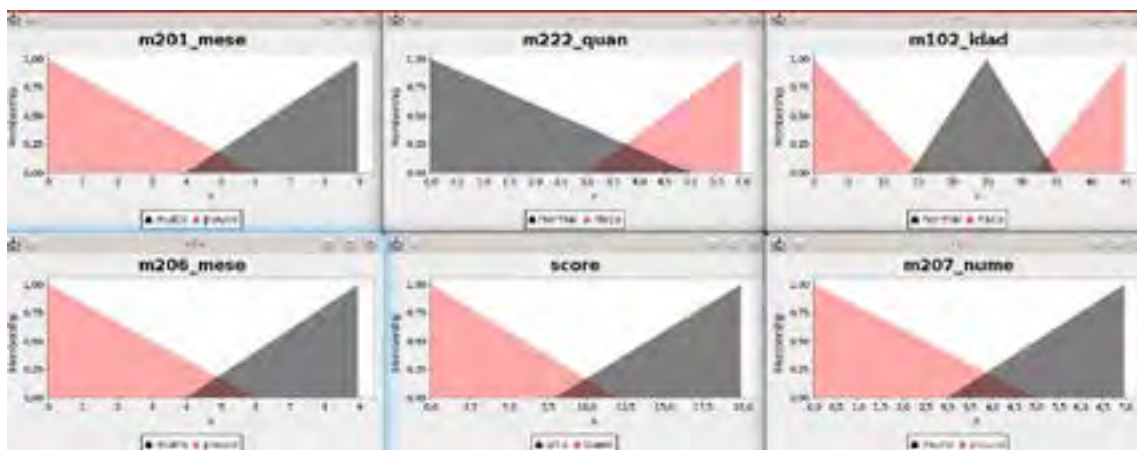


Figura I. Funções de Pertinência das questões selecionadas.

No entanto, não é interessante retirar as regras que possuem como saída do grau de risco a função de pertinência ALTA, uma vez que poderia deixar o sistema tendencioso para determinados tipos de amostras. Dessa forma, o conjunto de regras utilizado nas análises estatísticas, posteriormente, na seção Resultados, foi o Conjunto de Regras 2.

Resultados

As análises foram realizadas com o auxílio do programa EPIInfo, versão 3.5.2, de dezembro de 2010. O software EPIInfo é uma ferramenta simples que permite a criação de instrumentos de coleta de dados e análise de dados de populações. É uma ferramenta gratuita e bastante utilizada no meio acadêmico²¹. Foram feitos testes para verificar a relação entre diferentes variáveis do questionário da mulher e do grau de risco de saúde da gestante. A base de dados utilizada foi o questionário da mulher¹³ (n=15.575), foram selecionadas apenas as mulheres grávidas (n = 588) para a análise dos dados.

As variáveis analisadas não fazem parte das variáveis de entrada do sistema especialista nebuloso, que definem o valor do grau de risco. Dessa forma, comprovando estatisticamente a relação dessas variáveis com o grau de risco e, sabendo que essas variáveis apresentam certa relação com o risco de saúde da mulher, baseado na literatura científica, pode-se comprovar a validade do grau de risco, gerado pelo sistema especialista nebuloso.

Em relação à macroregião administrativa, ou região do Brasil (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul, Centro-Oeste), de residência da entrevistada, os testes rejeitam a hipótese de que cada região do Brasil possui um risco distinto de saúde da mulher ($p = 0.9340$). A Fig. II-a apresenta o gráfico dessa análise. Identifica-se, no gráfico, um baixo grau de risco apresentado nas regiões Norte e Nordeste, isso reflete, em partes, a melhora da assistência governamental nessas regiões. Um dado que demonstra isso é a relação entre a quantidade de bolsas família (dados de 2006) por região administrativa dividida pela quantidade de famílias (dados do Censo de 2000), apresentado em forma de porcentagem no gráfico. Percebe-se que a assistência para essas duas regiões é mais significativa do que para as outras regiões do Brasil. A Fig. II-b apresenta a relação entre a região administrativa do Brasil e a porcentagem de assistência social através do programa Bolsa Família.

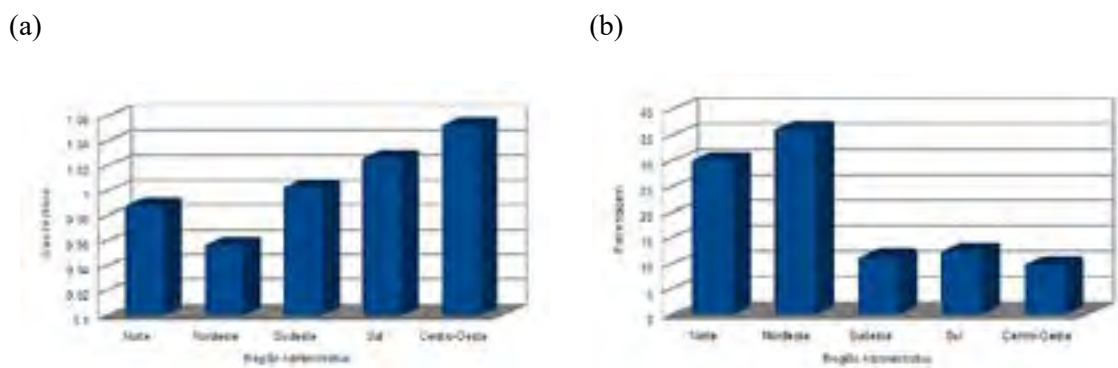


Figura II. Região Administrativa e (a) Média do Grau de Risco e (b) Porcentagem do Bolsa Família.

Avaliando o tipo de local de residência (urbano ou rural) da mulher entrevistada aceita-se a hipótese de que o local de residência pode definir o grau de risco da saúde da gestante ($p = 0,0633$), o que é confirmado por Moraes (2011), que fez sua pesquisa baseado nos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2008²².

Aceita-se a hipótese de que o grau de risco se relaciona com o tipo de assistência médica da mulher entrevistada ($p = 0,0186$), afirmação essa confirmada por Moraes (2011), que concluiu que indivíduos que possuem plano de saúde, médico ou odontológico, particular, de empresa ou órgão público, apresentam melhores níveis de estado de saúde do que os indivíduos sem plano de saúde, por possuírem um maior acesso e utilização a serviços de saúde²².

Em relação à classificação de cor (branca, preta, parda, amarela, indígena) da mulher entrevistada, o teste de ANOVA rejeita a hipótese de que a cor da mulher está relacionada com o grau de risco ($p = 0,1519$). Isso significa que não há diferença estatística entre as variáveis, no entanto, existe diferença entre algumas categorias em relação às demais, como indígena e amarela. A Fig. III apresenta a relação entre a classificação de cor e a média do grau de risco.

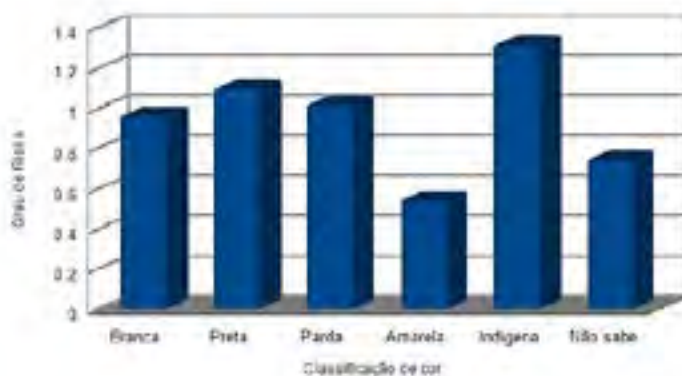


Figura III. Classificação de Cor x Média do Grau de Risco.

O alto grau de risco da mulher indígena é também confirmado por Ferreira (2013), que destaca alguns contrastes existentes entre os discursos das políticas públicas de atenção à saúde da mulher, particularmente da indígena, e o discurso etnológico que enfatiza a especificidade das relações de gênero em sociedades indígenas¹⁰. Por outro lado, as determinações de gênero, classe, raça e etnia contribuem para incrementar a vulnerabilidade às doenças e para diferenciar o perfil epidemiológico das mulheres brasileiras¹⁰.

Em relação à idade da mulher entrevistada, os testes aceitam a hipótese de que uma idade menor do que 18 anos ($p < 0,01$) esteja relacionado com o grau de risco. Esse dado contribui para a reafirmação de que a adolescência deve ser entendida como importante fator de risco para a gestação e um desafio para a saúde pública. A equipe de profissionais, que atua na atenção à saúde materna, necessita acolher a gestante adolescente e se atentar para fatores como situação familiar insegura, falta de planejamento e não aceitação da gravidez^{11,12}.

Conclusão

Através da lógica nebulosa, pode-se correlacionar diferentes tipos de variáveis de representação linguística, para análise de dados, e auxílio na tomada de decisão. Diferente dos métodos utilizados na área da saúde que, na maioria, utilizam métodos de ponderação e Score (contagem de pontos). Dessa forma, a lógica nebulosa representa uma alternativa viável para esse tipo de aplicação, abstraindo o conhecimento especialista, e processando dados de forma mais próxima da compreensão humana.

Provou-se estatisticamente que, a variável grau de risco da saúde da gestante tem hipótese aceita de relação com outras variáveis que não fizeram parte da seleção dos especialistas para definição do grau de risco, no entanto, conforme a literatura científica, estão relacionadas com o risco de saúde gestante. Essa relação valida o grau de risco, gerado pelo sistema especialista nebuloso, demonstrando que é possível utilizar uma variável para representar um modelo nebuloso que abstrai informações de especialistas da área de saúde. Trabalhos Futuros estão relacionados a criação de um sistema de apoio à decisão, baseado no sistema especialista nebuloso, como ferramenta de apoio a outras pesquisas e ações de políticas públicas.

Referências

- [1] Coppin, B. Inteligência Artificial. 1ª ed. São Paulo: LTC; 2010.
- [2] Cox, E. The fuzzy systems handbook: a practitioner's guide to building, using, and maintaining fuzzy systems. 1ª ed. San Diego (CA): AP Professional; 1994.
- [3] Castro F, Nebot A, Mugica F. On the extraction of decision support rules from fuzzy predictive models. *Applied Soft Computing*. 2011. 11(4).
- [4] Vetterlein T, Mandl H, AK, Adlassnig K-P. Fuzzy arden syntax: A fuzzy programming language for medicine. *Artif Intell Med*. 2010. 49(1):1–10.
- [5] Zadeh, LA. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-i. *Inform. Sciences*, 8(3): 199–249; 1975.
- [6] Lentsck M. H., Kluthcovsky A. C. G. C., Kluthcovsky. F. A. Avaliação do programa saúde da família: uma revisão. *Ciênc.Saúde Coletiva*. 2010. 15(3):3455–66.
- [7] Donabedian A. The quality of medical care. *Science*. 1978. 200(4344):856–64.
- [8] Lichand C, Okagawa S, Campos CEK, Guimarães TB. Métodos de avaliação de qualidade na assistência à saúde da mulher no Brasil : revisão integrativa da literatura. *Saúde Colet*. 2012 9(57):82–8.
- [9] Serruya SJ, Cecatti JG, Lago TG. (2004). O programa de humanização no pré-natal e nascimento do ministério da saúde no Brasil : resultados iniciais. *Cad Saúde Pública*. 2004. 20(5):1281–9.
- [10] Ferreira L. O. Saúde e relações de gênero: uma reflexão sobre os desafios para a implantação de políticas públicas de atenção á saúde da mulher indígena. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2013. 18(4):1151–9.
- [11] Portal da Saúde - Rede Cegonha [Homepage de Internet]. Brasil: Governo Federal – Ministério da Saúde. [acesso 2016 May 25] Disponível em: http://dab.saude.gov.br/portaldab/ape_redecegonha.php .

- [12] Cadernos de Atenção Básica – Atenção ao Pré-Natal de Baixo Risco [Homepage da Internet]. Brasil: Governo Federal. Ministério da Saúde. [acesso em 2016 May 24] Disponível: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cadernos_atencao_basica_32_prenatal.pdf
- [13] Pesquisa nacional de demografia e saúde da criança e da mulher: Questionário da mulher. [Homepage de Internet]. Brasil: Ministério da Saúde. [acesso em 2016 May 24] Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/pnds/>
- [14] Meller FDO, Schäfer AA. Fatores associados ao tipo de parto em mulheres brasileiras : PNDS 2006. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2011. 16(9):3829–35.
- [15] Monteiro JCS, Nakano AMS, Gomes FA. O aleitamento materno enquanto uma prática construída. reflexões acerca da evolução histórica da amamentação e desmame precoce no Brasil. *Invest Educ Enferm*. 2011. 29(2).
- [16] Berqué E, Garcia S, Lima L. Reprodução na juventude : perfis sociodemográficos , comportamentais e reprodutivos na PNDS 2006. *Rev Saúde Pública*, 46(4):685–693; 2012.
- [17] Ross, TJ. *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. 3ª ed. New Mexico (USA): John Wiley and Sons Ltd.; 2010.
- [18] Jang J, Sun CT, Mizutani E. *Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence*. 1ª ed. Londres (UK): Prentice Hall; 1997.
- [19] Cingolani P, Alcalá-Fdez J. Jfuzzylogic: a robust and flexible fuzzy logic inference system language implementation. In: *Proceedings of IEEE International Conference on Fuzzy Systems; School of Computer Science, McGill University, Montreal, Quebec; 2012*, p. 1-8.
- [20] Settouti N, Chikh MA, SM. Generating fuzzy rules for constructing interpretable classifier of diabetes disease. *Australas Phys Eng Sci Med*. 2012. 35(3): 257–70.
- [21] Epiinfo [Homepage na Internet]. Atlanta (USA): Centers for Disease Control and Prevention. [atualizada em 2016 Mar 25; acesso em 2016 May 24] . Disponível em: <http://wwwn.cdc.gov/epiinfo/>
- [22] Moraes JR, Moreira JPL, Luiz. RR. Associação entre o estado de saúde autorreferido de adultos e a área de localização do domicílio: uma análise de regressão logística ordinal usando a pnd 2008. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2011. 16(9):3769–80.

