



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM
MESTRADO EM ENFERMAGEM**



ANA CLÁUDIA BARBOSA HONÓRIO FERREIRA

**RISCO PARA DESENVOLVER O PÉ DIABÉTICO UTILIZANDO REDES
NEURAIS ARTIFICIAIS: UMA TECNOLOGIA PARA O CUIDADO DE
ENFERMAGEM**

**Juiz de Fora
2014**

ANA CLÁUDIA BARBOSA HONÓRIO FERREIRA

**RISCO PARA DESENVOLVER O PÉ DIABÉTICO UTILIZANDO REDES
NEURAIS ARTIFICIAIS: UMA TECNOLOGIA PARA O CUIDADO DE
ENFERMAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Enfermagem, Stricto sensu, área de concentração: **Tecnologia e Comunicação no Cuidado em Saúde e Enfermagem** da Universidade Federal de Juiz de Fora para obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

Orientadora: Profa Dra Betânia Maria Fernandes

**Juiz de Fora
2011**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Barbosa Honório Ferreira, Ana Claudia.

Risco para desenvolver o pé diabético utilizando Redes Neurais Artificiais: uma tecnologia para o cuidado de enfermagem / Ana Claudia Barbosa Honório Ferreira. -- 2014. 103 f.

Orientador: Betânia Maria Fernandes

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Enfermagem. Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, 2014.

1. Deabetes Mellitus. 2. Pé diabético. 3. Tecnologia. 4. Grupos de risco. I. Fernandes, Betânia Maria, orient. II. Título.

ANA CLÁUDIA BARBOSA HONÓRIO FERREIRA

**Risco para desenvolver o pé diabético utilizando Redes Neurais
Artificiais: uma tecnologia para o cuidado de enfermagem**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Enfermagem, Stricto sensu, área de concentração: Tecnologia e Comunicação no Cuidado em Saúde e Enfermagem da Universidade Federal de Juiz de Fora para obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

Aprovada em: ___ / ___ / _2014_

BANCA EXAMINADORA

Profa.Dra. Betânia Maria Fernandes (Orientadora)
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Eliana Pereira Araújo
Universidade Estadual de Campinas

Profa. Dra. Geovana Brandão Santana Almeida
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Maria Lucia Zanetti (Suplente)
Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Maria das Dores Souza (Suplente)
Universidade Federal de Juiz de Fora

DEDICATÓRIA

*À minha querida filha Ana Júlia...
Meu amor maior, razão do meu amanhecer,
minha luz e inspiração.
Obrigada por fazer parte de minha vida e
me tornar uma pessoa muito melhor.
Amo-a inexplicavelmente...*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por estar sempre ao meu lado, dando-me forças e me ajudando a levantar sempre que fraquejo! És minha luz, meu amparo e proteção!

Ao meu marido, Danton, meu amigo, companheiro, namorado, professor. Obrigada por sempre me incentivar, ajudar-me e me mostrar que sou capaz de seguir o melhor caminho! Te amo muito!

À minha filha Ana Júlia por ter tornado minha caminhada mais doce e alegre!

Aos meus pais, pelo incentivo e força nos momentos difíceis, em especial à minha mãe por abandonar seus afazeres e me acompanhar por alguns meses em Juiz de Fora para cuidar de nossa pequena! Muito obrigada!

Aos familiares que torceram por mim, muito obrigada!

À minha orientadora, Professora Betânia, obrigada pela disponibilidade na orientação, pela ajuda, pelo carinho, pelo exemplo de mãe e por me ajudar a tornar esta pesquisa uma realidade!

Aos professores do Mestrado em Enfermagem da UFJF, grandes e valiosos foram os ensinamentos que vocês me propuseram! Agradeço de coração a cada um por tornar minha bagagem como enfermeira muito mais rica e preciosa! Obrigada!!

À professora Dora pelo carinho e pelo aprendizado como docente durante as contagiadas aulas práticas de Saúde da Mulher!

Aos colegas e amigos conquistados, durante esta trajetória, obrigada pelas risadas e pelo apoio!

Aos funcionários da Associação dos Diabéticos de Juiz de Fora, obrigada pela disponibilidade para a pesquisa e pelo carinho; e aos pacientes participantes, obrigada pela atenção!

À UFJF obrigada pela bolsa concedida durante o mestrado!

RESUMO

Introdução: O diabetes mellitus é uma doença metabólica caracterizada pela hiperglicemia e, em geral, surge associado a outras doenças como a hipertensão arterial. É uma doença crônica e o número de portadores está aumentando consideravelmente. Se não tratado e acompanhado adequadamente podem surgir diversas complicações, dentre elas se destaca o pé diabético, uma das mais temíveis complicações da doença. A demora no tratamento e acompanhamento do pé diabético pode levar a sérias complicações e até mesmo à amputação. Esta pesquisa justifica-se à medida que, no cotidiano do trabalho do enfermeiro, na atenção primária à saúde, inúmeras são as demandas que este profissional precisa enfrentar e, na maioria das vezes, ele fica impossibilitado de acompanhar, diretamente, a história do portador de DM e possíveis complicações que ele possa vir a desenvolver. O objeto de estudo desta pesquisa consistiu na “elaboração de uma classificação de risco de um portador de diabetes mellitus desenvolver pé diabético como uma tecnologia para o cuidado de enfermagem”. **Objetivos:** classificar o risco para o desenvolvimento do pé diabético em portadores de diabetes mellitus para o cuidado de enfermagem, utilizando Rede Neural Artificial (RNA) e identificar os principais fatores de risco para o desenvolvimento do Pé Diabético utilizando Rede Neural Artificial (RNA). **Delineamento metodológico:** estudo quantitativo, realizado em uma Associação de Diabéticos do município de Juiz de Fora, MG. A população estudada foram 250 pacientes portadores de diabetes mellitus. O instrumento de coleta de dados utilizado foi um questionário adaptado, de acordo com as diretrizes propostas pelo Grupo Internacional sobre o Pé Diabético (2001) e o Ministério da Saúde (2006). A coleta de dados ocorreu no período de setembro a dezembro de 2013. Os dados foram codificados e normalizados em certa escala numérica (-1 a 1). Para a análise dos dados foi utilizado o software Matlab, onde uma Rede Neural Artificial (RNA) foi criada para a classificação do risco de desenvolver o pé diabético, baseada nas variáveis do questionário respondido pelos participantes. Após a classificação, foram analisadas as principais variáveis quanto à discriminação na separação dos 2 grupos. **Resultados e discussão:** foi realizada uma análise estatística dos dados onde foram encontrados percentuais das respostas dos participantes: 55,6% eram mulheres; 49,6% tinham 61 anos de idade ou mais; 52,8% eram casados ou viviam com o(a) parceiro(a). Quanto à escolaridade, 34,4% não estudaram ou possuíam menos de três anos de escolaridade; 58,4% tinham renda mensal de 500,00 a 1000,00 reais. Em relação ao tempo de diagnóstico da doença, 34,8% possuíam de 11 a 20 anos de diagnóstico; 72,4% estavam com o valor da última glicemia alterado; 72% encontravam-se acima do peso ou obesos. Entre 95,2% dos participantes, a diabetes era do tipo 2; 59,6% eram aposentados; 78% faziam controle da alimentação e 64% não praticavam atividade física; 59% nunca andavam descalços e 45% usavam algum medicamento nos pés quando percebiam alterações; 74,4% eram hipertensos e 17,6% tinham ou já tiveram ferida nos pés. A RNA criada encontrou dois grupos de risco e para a definição destes foram utilizadas as principais características de risco para desenvolver o pé diabético, sendo encontrados 40,8% dos participantes no grupo de alto risco de desenvolver o pé diabético e 59,2% no grupo de baixo risco. As variáveis mais discriminantes, na formação dos grupos de risco, que foram selecionadas pela RNA foram: perda de sensibilidade, sensação de formigamento, de dormência, de queimação, de choque em pernas e/ou pés, dor, sensação de pontada em pernas e/ou pés, e pés quentes e

avermelhados. As variáveis menos discriminantes foram as que representavam, respectivamente, as características: tipo de diabetes, controle da alimentação, hábito de fumar, hipertensão arterial, doença vascular periférica, hábito de lavar os pés, aspecto interno do calçado e presença de amputação.

Descritores: Diabetes Mellitus. Pé Diabético. Tecnologia. Grupos de Risco.

ABSTRACT

Introduction: Diabetes mellitus is a metabolic disease characterized by hyperglycemia and, in general, it appears in association to other diseases such as arterial hypertension. It is a chronic disease and the number of bearers is considerably increasing. If not adequately treated and accompanied, many complications might arise, among which the diabetic foot is highlighted, being one of the most fearsome complications of the disease, which affects the inferior members. The delay in treating and accompanying the diabetic foot might lead to serious complications and even to amputation. This research is justified since, in the daily work of the nurse, in primary health care, there are several demands this professional must face and, most times, he is unable to accompany, directly, the history of the DM bearer and possible complications he might come to develop. The objective of this study consisted in the “elaboration of a risk classification of a diabetes mellitus bearer developing the diabetic foot as a technology for nursing care”. **Objective:** Classify the risk for the development of the diabetic foot in diabetes mellitus bearers for nursing care, using the artificial neural network (ANN) and identify the main risk factors for the development of the diabetic foot using the Artificial Neural Network (ANN). **Methodological design:** Quantitative study, performed in a Diabetic Association of the municipality of Juiz de Fora, MG, Brazil. The studied population were 250 patients, bearers of diabetes mellitus. The data-sampling instrument used was an adapted questionnaire, in accordance to the guidelines proposed by the International Working Group on the Diabetic Foot (2001) and the Ministério da Saúde (2006). The data sampling occurred in the period from September to December of 2013. The data were codified and normalized in a certain numeric scale (-1 to 1). For the data analysis the Matlab software was used, in which an Artificial Neural Network (ANN) was created to classify the risk of developing the diabetic foot, based on the variables of the questionnaire answered by the participants. After the classification, the main variables were analyzed regarding the discrimination in the separation of the two groups. **Results and discussion:** A statistical analysis of the data was performed in which were found percentages of the responses: 55.6% were women; 49.6% had 61 years of age or over; 52.8% were married or lived with a partner. Regarding education, 34.4% did not study or presented less than three years of schooling; 58.4% had monthly income of 500.00 to 1000.00 reais. Regarding the time of diagnosis of the disease, 34.8% presented from 11 to 20 years of diagnosis; 72.4% had the latest blood glucose value altered; 72% were above weight of obese. Among 95,2% of the participants, the diabetes was of type 2; 59.6% were retired; 78% controlled alimentation and 64% did not practice physical activity; 59% never walked barefoot and 45% use medication on their feet when they perceive alterations; 74.4% were hypertensive and 17.6% have or have already had wound on their feet. The ANN created found two risk groups and for the definition of the groups, the main risk characteristics in developing the diabetic foot were used, finding 40.8% of the participants in the high risk group of developing diabetic foot and 59.2% in the low risk group. The most discriminant variables in the formation of the risk groups, selected by the ANN were: sensitivity loss, tingling sensation, numbness, burning, shock in the legs and/or feet, pain, stabbing pain in the legs and/or feet, and hot and reddish feet. The least discriminant variables were those that represent, respectively, the characteristics: diabetes type, alimentation control, smoking habit, arterial hypertension, peripheral vascular disease, habit of washing the feet, internal aspect of the

shoe and presence of amputation. **Descriptors:** Diabetes Mellitus. Diabetic Foot. Technology. Risk Group

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema representativo de um neurônio artificial-----	33
Figura 2: Diagrama de um mapa auto-organizável-----	37
Figura 3: Posição dos neurônios na rede SOM-----	69
Figura 4: (a) Distância entre os neurônios vizinhos. (b) Número de projeções das entradas nos neurônios da rede SOM -----	70
Figura 5: Mapa dos neurônios-----	75
Figura 6: Plano de componentes: variáveis 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 32-----	77
Figura 7: Plano de componentes: variáveis 2, 3, 6, 9, 11, 37, 47 e 52-----	80
Figura 8: Plano de componentes: variáveis 10, 13, 16, 18, 19, 40, 48 e 55-----	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados gerais dos 250 diabéticos participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev/2014----- 47

Tabela 2: Alterações sensitivas, mecânica e estruturais presentes nos pés dos 250 diabéticos participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev/2014----- 55

Tabela 3: Divisão de grupos de risco para desenvolver o pé diabético ----- 72

Tabela 4: Caracterização estatística do grupo de alto risco de acordo com as variáveis mais discriminantes ----- 78

Tabela 5: Caracterização estatística do grupo de alto risco de acordo com as variáveis pouco discriminantes----- 81

Tabela 6: Caracterização estatística do grupo de alto risco de acordo com as variáveis 10, 13, 16, 18, 19, 40, 48 e 55----- 83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Controle da alimentação dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014-----	51
Gráfico 2: Prática de atividade física dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.-----	52
Gráfico 3: Consumo de tabaco e bebida alcoólica dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.-----	53
Gráfico 4: Relação dos 250 participantes da pesquisa que são hipertensos e/ou portadores de doença vascular periférica. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.---	54
Gráfico 5: : Hábito de realizar inspeção diária dos pés dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014-----	57
Gráfico 6: Alteração da acuidade visual dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014-----	58
Gráfico 7: Hábito de retirar cutículas e presença de unhas encravadas dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.-----	59
Gráfico 8: Uso de creme hidratante nos pés dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014-----	60
Gráfico 9: Material utilizado para retirada de calos dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014-----	61
Gráfico 10: Relação do material dos calçados mais utilizados pelos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014-----	63
Gráfico 11: Comportamento de andar descalço dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014-----	64
Gráfico 12: Tipo de tecido das meias utilizadas pelos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014-----	65
Gráfico 13: Posição para descansar e/ou assistir televisão dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014-----	66
Gráfico 14: Comportamento adotado quando percebe alguma alteração nos pés dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014-----	67
Gráfico 15: Existência de ferida nos pés e presença de amputação dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014-----	68

Gráfico 16: Classificação dos grupos alto e baixo risco de desenvolver o pé diabético, de acordo com o número mínimo de características exigidas ----- 73

Gráfico 17: Discriminante de Fisher: Representação das variáveis quanto a sua discriminância na separação dos grupos----- 79

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
Objeto de estudo.....	18
Objetivos	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 O diabetes Mellitus e suas complicações: Pé Diabético	19
2.2 O modelo matemático e o uso das Redes Neurais Artificiais.....	30
2.2.1 Mapas Auto-Organizáveis.....	36
2.3 A Tecnologia para o Cuidado de Enfermagem	38
3 DELINEAMENTO METODOLÓGICO	42
3.1 Delineamento do estudo.....	42
3.2 O cenário.....	42
3.3 Os participantes da pesquisa.....	42
3.4 Coleta dos dados.....	43
3.5 Análise dos dados.....	44
3.6 Aspectos éticos.....	45
4 RESULTADOS	46
4.1 Análise Estatística dos dados coletados.....	46
4.2 Análise de grupos de risco utilizando RNA.....	67
4.2.1 Análise Qualitativa.....	70
4.2.2 Análise Quantitativa.....	73
CONCLUSÃO	83
REFERÊNCIAS	85
APÊNDICES	93

INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus (DM) é uma doença metabólica, caracterizada por hiperglicemia e associada a complicações, disfunções e insuficiência de vários órgãos, especialmente olhos, rins, nervos, cérebro, coração e vasos sanguíneos. Pode resultar de defeitos de secreção e/ou ação da insulina, envolvendo processos patogênicos específicos, por exemplo, destruição das células beta do pâncreas, produtoras de insulina, resistência à ação da insulina, distúrbios da secreção da insulina, entre outros (BRASIL, 2006).

Caracteriza-se como uma doença com critérios diagnósticos bem definidos, porém de manejo complexo, uma vez que sua abordagem, além da terapêutica medicamentosa, envolve uma série de mudanças nos hábitos de vida dos portadores (SANTOS, ROSSI, NASCIMENTO, 2010).

Em muitos países, a prevalência do DM tem se elevado vertiginosamente e espera-se, ainda, um maior incremento. Há uma tendência de aumento na ocorrência da enfermidade, em todas as faixas etárias, especialmente nas mais jovens, cujo impacto negativo sobre a qualidade de vida e a carga da doença aos sistemas de saúde é imensurável (SARTORELI, FRANCO, 2009).

A natureza crônica do diabetes, a gravidade de suas complicações e os meios necessários para controlá-la, torna-o uma doença muito onerosa, não apenas para os indivíduos afetados e suas famílias, mas também para o sistema de saúde (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2011).

No Brasil, é responsável por mortalidades, hospitalizações, amputações de membros inferiores e insuficiência renal crônica levando à dependência de hemodiálise (BRASIL, 2006).

Realizado o diagnóstico da doença, é necessário estabelecer o tratamento que está fundamentado em três pilares: a educação, as modificações no estilo de vida e, se necessário, o uso de medicamentos. O portador de diabetes deve ser continuamente estimulado a adotar hábitos de vida saudáveis, por meio da manutenção de peso adequado, da prática regular de atividade física, da suspensão do tabagismo e do baixo consumo de gorduras e de bebidas alcoólicas (MINAS GERAIS, 2006).

As estratégias de educação em saúde fazem parte do tratamento do DM e se constituem em uma forma de abordar aspectos relevantes para o cuidado com a saúde. O alvo da educação em saúde é aumentar o conhecimento sobre a doença do paciente e, com isso, mudar e promover o auto cuidado (AMARAL; TAVARES, 2009).

Se não tratado e acompanhado adequadamente, o DM pode trazer complicações que refletem, consideravelmente, na qualidade de vida do paciente. As principais complicações agudas são: hipoglicemia, cetoacidose diabética e coma hiperosmolar. As complicações crônicas podem ser decorrentes de alterações microangiopáticas na microcirculação como retinopatias e nefropatias; as macroangiopatias na macrocirculação como cardiopatia isquêmica, doença cerebrovascular e doença vascular periférica e neuropática, visto que os principais fatores de risco, para o desenvolvimento destas complicações, são a longa duração da doença, o mau controle metabólico, a presença de hipertensão arterial, o tabagismo e o alcoolismo, as complicações pré-existentes e a gestação (MINAS GERAIS, 2006).

O diagnóstico tardio aumenta as chances de desenvolvimento das complicações crônicas da doença, associadas ao tempo de exposição à hiperglicemia. Dentre estas complicações, destacam-se a neuropatia diabética e o pé diabético (BRASIL, 2006).

O pé diabético é a denominação do pé em risco de úlcera nos portadores de DM, uma das mais temíveis complicações da doença, que acomete os membros inferiores. As lesões são decorrentes da neuropatia periférica, doença vascular periférica e infecções. Essas alterações, se não tratadas, podem evoluir para gangrena e amputações (MINAS GERAIS, 2006).

Os programas preventivos incluem educação, exame regular dos pés, identificação do risco neuropático e vascular (MINAS GERAIS, 2006).

A demora no início do tratamento adequado do pé diabético aumenta a ocorrência de complicações e a necessidade de amputações. Em pacientes com lesões infectadas e isquêmicas, o risco pode ser 90 vezes maior, quando comparado a pacientes sem isquemia ou infecção (VIRGINI, BOUSKELA, 2008).

Santos et al (2010) e Ferreira et al (2011) levantaram informações importantes sobre o grau de conhecimento e medidas de autocuidado adotadas por

usuários de uma unidade de saúde da família em relação ao pé diabético. Pelo estudo demonstrou-se que os pacientes diabéticos, em geral, possuem dúvidas e dificuldades para entender todo o contexto de sua doença e suas complicações. Um dado mais alarmante foi o fato de que 57,69% dos pacientes entrevistados informaram não saber como prevenir a complicação (BRASIL, 2006).

O contexto supracitado demonstra uma situação crítica que caracteriza um sério problema de saúde pública e aponta para a necessidade dos serviços de saúde rever suas práticas, com a implantação de ações para estabelecer medidas de prevenção e controle do DM, com o objetivo de reduzir os índices de morbimortalidade e das complicações (TORRES et al, 2010). Uma destas medidas é a necessidade de identificar, precocemente, os fatores de risco de portadores de DM para desenvolver o pé diabético, bem como mensurar o nível de conhecimento que este paciente possui a respeito do autocuidado com os pés. Para isso, torna-se importante o desenvolvimento de metodologias que possam atuar mais precisamente neste sentido, permitindo, assim, a identificação precoce dos fatores de risco e a prevenção desta complicação.

Diante desta problemática, esta investigação apresenta a adaptação de um instrumento de coleta de dados, contendo características sobre as condições de saúde do portador de diabetes e sobre o autocuidado com os pés, com o propósito de auxiliar o enfermeiro no acompanhamento, avaliação e identificação dos fatores de risco para o desenvolvimento do pé diabético. Com a aplicação deste instrumento, será possível mensurar o conhecimento do usuário sobre o cuidado que deve ter com os pés e o risco que o mesmo encontra de desenvolver a complicação do pé diabético. Também será utilizado um modelo matemático criado através de Redes Neurais Artificiais (RNA), para a detecção dos sinais e sintomas mais discriminantes no desenvolvimento da complicação. Na área da saúde, as RNA representam um novo paradigma metodológico. Sua aplicação vem se tornando eficiente e eficaz em inúmeras áreas da medicina, principalmente, na área de diagnóstico, prognóstico e terapia (SANTOS et al., 2005).

Diante do exposto, esta investigação foi realizada com o propósito de desenvolver uma tecnologia para o cuidado de enfermagem, por meio da adaptação de um instrumento de coleta de dados capaz de classificar o risco do portador de DM vir a desenvolver o pé diabético; e de um modelo matemático, projetando a

RNA, para detectar as principais características presentes no diabético susceptível a desenvolver esta complicação.

Em trabalhos anteriores, pudemos constatar que os pacientes diabéticos desconheciam a maioria dos cuidados que deveriam ter com os pés (HONÓRIO, CHAVES, 2009). Com base nesta experiência, surgiu o interesse em desenvolver esta pesquisa, por considerar que o instrumento e o modelo matemático poderá ser uma tecnologia capaz de contribuir com o cuidado do enfermeiro na prevenção do pé diabético, de forma eficaz e informatizada, pois o mesmo poderá planejar a assistência necessária de acordo com a classificação de risco. Justifica-se, na medida que, no cotidiano do trabalho do enfermeiro, na atenção primária à saúde, inúmeras são as demandas que o profissional precisa enfrentar e, na maioria das vezes, ele fica impossibilitado de acompanhar diretamente a história do portador de DM e possíveis complicações que ele possa vir a desenvolver. Além disso, pela aplicação da tecnologia proposta, o enfermeiro poderá ter um diagnóstico da incidência dos diabéticos em sua área de abrangência com a classificação do grau de risco para desenvolver o pé diabético e priorizar a assistência ao grupo que se encontra mais vulnerável.

Portanto, o objeto de estudo desta investigação consiste na **“elaboração de uma classificação de risco de um portador de diabetes mellitus desenvolver pé diabético, de maneira não invasiva, como uma tecnologia para o cuidado de enfermagem”**.

Objetivou-se nesta pesquisa:

- Criar um modelo matemático, utilizando RNA para classificar o risco de desenvolvimento do pé diabético em portadores de diabetes mellitus para o cuidado de enfermagem.
- Aplicar o modelo matemático, utilizando RNA, para identificar os principais fatores de risco para o desenvolvimento do Pé Diabético.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O diabetes mellitus e suas complicações: pé diabético

O DM configura-se hoje como uma epidemia mundial, traduzindo-se em grande desafio para os sistemas de saúde de todo o mundo. O envelhecimento da população, a urbanização crescente e a adoção de estilos de vida pouco saudáveis como sedentarismo, dieta inadequada e obesidade são os grandes responsáveis pelo aumento da incidência e prevalência do diabetes em todo o mundo (BRASIL, 2006). É classificado como uma doença crônica não transmissível (DCNT).

As DCNT são multifatoriais e relacionam-se a fatores de riscos não modificáveis como idade, sexo e raça, e entre os modificáveis destacam-se o tabagismo, o consumo excessivo de bebidas alcoólicas, a obesidade, as dislipidemias, o consumo demasiado de sal e açúcar, a ingestão insuficiente de frutas e verduras e a inatividade física (BRASIL, 2011).

As DCNT caracterizam-se como principais causas de mortalidade no mundo, correspondendo a 63% em 2008. Aproximadamente 80% dos óbitos por DCNT ocorrem em países de baixa e média renda, e um terço acometem pessoas com idade inferior a 60 anos. No Brasil, as DCNT constituem o problema de saúde de maior magnitude e correspondem a 72% das causas de morte (BRASIL, 2011).

No Brasil, pelos dados da Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel) (BRASIL, 2012), mostra-se que a prevalência de diabetes autorreferida na população acima de 18 anos aumentou de 5,3% para 5,6%, entre 2006 e 2011. Ao analisar esse dado, de acordo com o gênero, apesar do aumento de casos entre os homens, que eram 4,4%, em 2006, e passaram para 5,2%, em 2011, as mulheres apresentaram uma maior proporção da doença, correspondendo a 6% dessa população.

A prevalência de DM nos países da América Central e do Sul foi estimada em 26,4 milhões de pessoas e projetada para 40 milhões, em 2030. Nos países europeus e Estados Unidos (EUA) este aumento se dará, em especial, nas faixas etárias mais avançadas em razão do aumento na expectativa de vida enquanto que nos países em desenvolvimento este aumento ocorrerá em todas as faixas etárias. No grupo de 45 a 64 anos, a prevalência será triplicada, e duplicada nas faixas

etárias entre 20 a 44 anos e acima de 65 anos (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2012).

A taxa de mortalidade por diabetes passou de 24,1 mortes por 100.000 habitantes, em 2006, para 28,7 mortes em 2010. Desde 2000, esse índice subiu 38%. Foi a responsável por 54.000 mortes no Brasil em 2010, ano dos últimos dados disponíveis e foi mencionada como causa indireta de 68.500 mortes. O número é muito superior ao de mortes causadas pela AIDS (12.000) e pelos acidentes de trânsito (42.000). Entre 2000 e 2010, o diabetes motivou mais de 470.000 óbitos. Destaca-se a população com até três anos de escolaridade e, neste grupo, foram registradas 24.000 mortes em decorrência do diabetes em 2010 (BRASIL, 2011).

Sua natureza crônica, a gravidade de suas complicações e os meios necessários para controlá-las torna o DM uma doença muito onerosa, não apenas para os indivíduos afetados e suas famílias, mas também para o sistema de saúde. Os custos dos cuidados de saúde para um indivíduo com DM nos EUA foi estimado em duas a três vezes maiores que o de uma pessoa sem a doença (SBD, 2006).

O grande impacto econômico ocorre, notadamente, nos serviços de saúde, como consequência dos crescentes custos do tratamento da doença e, sobretudo, das complicações, como a doença cardiovascular, a diálise por insuficiência renal crônica e as cirurgias para amputações de membros inferiores (BRASIL, 2006).

Os custos para o diabético internado representam hoje cerca de 63% do custo anual com a doença, e a maior parte das despesas são com pacientes com diagnóstico secundário de diabetes. Assim, o tratamento do portador de DM hospitalizado para doença cardíaca, infecções, cirurgias, dentre outros constitui o principal problema de saúde pública. Estima-se que 26% da população de pessoas hospitalizadas com diabetes não sabiam de seu diagnóstico anteriormente a essa internação (SBD, 2011).

É importante observar que existem informações e evidências científicas suficientes para prevenir e/ou retardar o aparecimento do diabetes e de suas complicações e que pessoas e comunidades progressivamente têm acesso a esses cuidados (BRASIL, 2006).

O aumento do DM decorre das transições demográficas, nutricional e epidemiológica verificadas no século passado, que determinam um perfil de risco para doenças crônicas não transmissíveis, crescente prevalência de obesidade e

sedentarismo, maior índice de urbanização, envelhecimento populacional, bem como da maior sobrevida do indivíduo com a doença. A maior sobrevida de indivíduos com DM aumenta a chance de desenvolvimento das complicações crônicas que estão associadas ao tempo de exposição à hiperglicemia (SBD, 2006).

A triagem para o diabetes deve ser realizada em todos os indivíduos com idade igual ou superior a 45 anos, se normal, deve ser repetida em intervalos de três anos, porém deve ser realizada com maior frequência em indivíduos que apresentam sobrepeso (IMC maior que 25Kg/m²) e fatores de risco adicionais (ADA, 2011).

Os fatores indicativos de maior risco de desenvolver o DM são: “a idade maior que 45 anos; sobrepeso (Índice de Massa Corporal IMC maior que 25); obesidade central (cintura abdominal maior que 102 cm para homens e maior que 88 cm para mulheres, medida na altura da crista ilíaca); antecedente familiar (mãe ou pai) com diabetes; hipertensão arterial (PA maior que 140/90 mmHg); colesterol HDL com valor igual a 35 mg/dL e/ou triglicerídeos de 150 mg/dL; história de macrosomia ou diabetes gestacional; diagnóstico prévio de síndrome de ovários policísticos e doença cardiovascular, cerebrovascular ou vascular periférica definida” (BRASIL, 2006, p 14).

A classificação atual da doença é baseada em sua etiologia, e não no tipo de tratamento de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) e Associação Americana de Diabetes (ADA) e incluem quatro classes clínicas: DM tipo 1, DM tipo 2, outros tipos específicos de DM e DM gestacional. Ainda existem duas categorias, referidas como pré-diabetes, que são a glicemia de jejum alterada e a tolerância à glicose diminuída. Essas categorias não são entidades clínicas, mas fatores de risco para o desenvolvimento de DM e doenças cardiovasculares (ADA, 2011; SDB, 2011).

Os sintomas clássicos do diabetes são a poliúria¹, polidipsia², polifagia³ e perda involuntária de peso (os “4Ps”). Outros sintomas que levantam a suspeita

¹Sintoma que corresponde ao aumento do volume urinário (acima de 2.500 ml por dia), podendo ou não ser acompanhado de um aumento da frequência urinária (KENNETH, 2000).

² Perda de água pela urina acompanhando a eliminação urinária da glicose (glicosúria) em excesso no plasma (KENNETH, 2000).

³Fome excessiva e ingestão anormalmente alta de sólidos pela boca (KENNETH, 2000).

clínica são a fadiga, fraqueza, letargia⁴, prurido cutâneo e vulvar, balanopostite⁵ e infecções de repetição. Algumas vezes o diagnóstico é feito com base em complicações crônicas como neuropatia, retinopatia ou doença cardiovascular aterosclerótica (FARIA et al, 2014).

Indivíduos de alto risco requerem investigação diagnóstica laboratorial com glicemia de jejum e/ou teste de tolerância à glicose. Alguns casos serão confirmados como portadores de diabetes, outros apresentarão alteração na regulação glicêmica (tolerância à glicose diminuída ou glicemia de jejum alterada), o que confere maior risco de desenvolver diabetes (BRASIL, 2006).

Os tipos mais frequentes são o diabetes tipo 1 (juvenil), que compreende cerca de 10% do total de casos, e o diabetes tipo 2, que compreende cerca de 90% do total de casos (BRASIL, 2006).

No diabetes tipo 1 ocorre a destruição da célula beta que, invariavelmente, leva ao estágio de deficiência absoluta de insulina, quando a administração de insulina é necessária para prevenir cetoacidose, coma e morte (BRASIL, 2006).

O desenvolvimento do tipo 1 pode ocorrer de forma rapidamente progressiva, principalmente, em crianças e adolescentes (pico de incidência entre 10 e 14 anos), ou de forma lentamente progressiva, geralmente em adultos, (LADA, *latent autoimmune diabetes in adults*; doença autoimune latente em adultos). Esse último tipo de diabetes, embora se assemelhando clinicamente ao diabetes tipo, autoimune, muitas vezes, é erroneamente classificado como tipo 2 pelo seu aparecimento tardio. Estima-se que 5-10% dos portadores da doença inicialmente considerados como tendo diabetes tipo 2 podem, de fato, ter LADA (BRASIL, 2006).

A *International Diabetes Federation* (IDF) revela que, a cada ano, mais de 70 mil crianças e adolescentes desenvolvem diabetes tipo 1. Diante deste quadro, a assistência ao adolescente com DM e suas famílias deve visar ao viver mais saudável, indo além do conhecimento sobre as alterações físicas e psíquicas, mas é necessário, também, compreender as experiências construídas por essas pessoas no processo de viver com a doença (MATTOSINHO; SILVA, 2007).

⁴Perda temporária e completa da sensibilidade e do movimento por causa fisiológica (KENNETH, 2000).

⁵Inflamação conjunta da glândula e prepúcio (KENNETH, 2000).

A descoberta do DM tipo 1 em um adolescente requer além da incorporação de novos hábitos como o uso da insulina, realização de glicemia e a incorporação da atividade física diária, em especial perpassa pela aceitação da condição de portador da diabetes que, por vezes, é percebida como uma doença que impõe limitações além das físicas, pois, coloca a pessoa numa condição crônica pelo resto de sua vida (FARIA et al, 2014).

Relevante para o aumento da prevalência do tipo 2 é o crescente aumento na taxa de sobrepeso e obesidade. Resultados de diversos inquéritos populacionais mostram que a incidência de diabetes aumenta com a média do peso da população (SARTORELI, FRANCO, 2009).

De acordo com SBD (2011), é difícil determinar a incidência de DM tipo 2 em grandes populações, pois envolve segmentos durante alguns anos, com medições periódicas de glicemia.

Cerca de 80% dos casos de diabetes tipo 2 podem ser atendidos, predominantemente, na atenção básica, enquanto os casos de diabetes tipo 1 requerem maior colaboração com especialistas em função da complexidade de seu acompanhamento. Em ambos os casos, a coordenação do cuidado dentro e fora do sistema de saúde é responsabilidade da equipe de atenção básica (BRASIL, 2006).

A prevenção primária protege indivíduos suscetíveis de desenvolverem o DM. Ela tem impacto por reduzir ou retardar tanto a necessidade de atenção à saúde como a de tratar as complicações da doença (SBD, 2006).

Atualmente, a prevenção primária do DM tipo 1 não tem uma base racional que possa ser aplicada a toda a população. As intervenções populacionais, ainda, são teóricas, necessitando de estudos que as confirmem. As proposições mais aceitáveis baseiam-se no estímulo do aleitamento materno e em evitar a introdução do leite de vaca nos primeiros três meses de vida (SBD, 2006).

Quanto ao DM tipo 2, na qual a maioria dos indivíduos, também, apresenta obesidade, hipertensão arterial e dislipidemia, e a hiperinsulinemia seria o elo de ligação entre esses distúrbios metabólicos, há necessidade de intervenções abrangendo essas múltiplas anormalidades metabólicas (MARQUES et al, 2013).

As recomendações para o atendimento em saúde ao usuário com DM em unidades básicas de saúde, assim como em outros serviços de saúde, englobam a oferta de terapêutica embasada em evidências científicas que irão contribuir para o

direcionamento do tratamento para a obtenção de resultados em relação ao controle metabólico (ADA, 2009; SBD, 2008).

Desse modo, propõe-se que o plano terapêutico seja elaborado pela equipe multiprofissional, juntamente com o usuário, embasado nas recomendações científicas, clínicas e educativas para o atendimento em saúde do diabético (FUNNELL et al, 2008).

Para o tratamento do DM, é necessário, predominantemente, o controle glicêmico. A SBD (2008) preconiza, também, como objetivos aliviar os sintomas, melhorar a qualidade de vida, prevenir complicações agudas e crônicas, reduzir a mortalidade e tratar as doenças associadas.

A terapia nutricional e o exercício físico são recomendados como parte do tratamento. Para estabelecer as necessidades nutricionais do indivíduo, o primeiro passo é realizar uma avaliação nutricional detalhada, incluindo a determinação do índice de massa corporal e da circunferência abdominal. Além disso, a determinação do perfil metabólico é muito importante para o estabelecimento da terapia nutricional para o tratamento da doença (SBD, 2006).

A falta de conhecimento sobre o DM e as dificuldades no tratamento, associada ao preconceito, são fatores que predispõem a rejeição da doença, dificultando seu controle. Uma das alternativas na tentativa de romper essa cadeia, muitas vezes imposta pelo medo acerca da doença, pelo preconceito e pelo comportamento inadequado, é a educação em saúde, a fim de provocar mudanças nos hábitos das pessoas com DM, tornando-os conscientes dos riscos e suas complicações (MIRANZI et al, 2008).

Neste contexto, é imperativo que os governos orientem seus sistemas de saúde para lidar com os problemas educativos, de comportamento, nutricionais e de assistência que estão impulsionando a epidemia do diabetes, sobretudo, no sentido de reduzir a iniquidade de acesso a serviços de qualidade (BRASIL, 2006).

Entretanto, diferenças sociais, econômicas e culturais podem influenciar os desfechos de programas de prevenção, sendo necessário testar sua eficácia em diferentes populações. No Brasil, estudos sobre impacto de programas de prevenção primária de diabetes tipo 2 em população saudável ou de alto risco são escassos. Em dados preliminares de um estudo de intervenção, para a prevenção do diabetes em população adulta, sugere-se que esses programas são viáveis em unidades básicas

de saúde e promovem a melhoria da saúde na população (SARTORELI, FRANCO, 2009).

Por meio das diretrizes da *American Diabetes Association* (ADA, 2009) de educação para o autocuidado da doença aponta-se que, atrelado ao atendimento clínico sistemático, a educação para o autocuidado da DM torna-se elemento essencial para o alcance de resultados em relação ao tratamento.

Os profissionais da saúde, frequentemente, estão frustrados com a incapacidade dessas pessoas em realizar a modificação comportamental necessária para o controle efetivo e global da doença. Os diabéticos, por sua vez, queixam-se da falta de tempo com o profissional para discutir suas dificuldades (FARIA et al, 2013).

Para garantir a atenção integral ao portador de diabetes, haverá necessidade, em algumas situações, de uma consulta especializada em unidades de referência secundária ou terciária (BRASIL, 2006).

A doença pode progredir para o aparecimento de complicações agudas e crônicas, que comprometem a produtividade, a qualidade de vida e a sobrevivência (SBD, 2007). Os fatores de risco devem ser trabalhados pelas equipes de saúde, a fim de reduzir os riscos trazidos pelo DM (ARAUJO, ALENCAR, 2009).

Pela Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou-se, em 1997, que, após 15 anos de doença, 2% dos indivíduos acometidos estarão cegos e 10% terão deficiência visual grave. Além disso, estimou-se que, no mesmo período de doença, 30 a 45% terão algum grau de retinopatia, 10 a 20%, de nefropatia, 20 a 35%, de neuropatia e 10 a 25% terão desenvolvido doença cardiovascular (MARQUES et al, 2013).

Os mecanismos pelo qual o diabetes leva a complicações são complexos e, ainda, não totalmente conhecidos, mas envolvem diretamente os efeitos tóxicos dos altos níveis de glicose no sangue, impacto da pressão arterial elevada, níveis lipídicos anormais e alterações funcionais e estruturais dos pequenos vasos sanguíneos (INTERNACIONAL DIABETES FEDERATION (IDF), 2006).

As complicações, como macroangiopatia, retinopatia, nefropatia e neuropatias podem ser muito debilitantes ao indivíduo e são muito onerosas ao sistema de saúde. A doença cardiovascular é a primeira causa de mortalidade de indivíduos com diabetes tipo 2; a retinopatia representa a principal causa de cegueira adquirida

e a nefropatia uma das maiores responsáveis pelo ingresso a programas de diálise e transplante; o pé diabético se constitui em importante causa de amputações de membros inferiores (ADA, 2011).

Úlceras de pés e amputação de extremidades são as complicações mais graves. Sua prevenção primária visa prevenir neuropatia e vasculopatia. Elas constituem a mais comum das complicações diabéticas: afetam 68/mil pessoas/ ano, precedem 85% das amputações e tornam-se infectadas em 50% dos casos (BRASIL, 2006).

O pé diabético é o termo empregado para nomear as diversas alterações e complicações ocorridas, isoladamente ou em conjunto, nos pés e nos membros inferiores dos diabéticos. O custo humano e financeiro dessa complicação é imenso e dependente, para o seu controle ou prevenção, da conscientização quanto à necessidade de um bom controle da doença e da implantação de medidas relativamente simples de assistência preventiva, de diagnóstico precoce e de tratamento mais resolutivo nos estágios iniciais da doença (CAIAFA et al, 2011).

Para tanto, é primordial a disseminação do conceito de que o pé diabético é caracterizado pela presença de pelo menos uma das alterações do tipo neurológicas, ortopédicas, vasculares e infecciosas, que podem ocorrer no pé do paciente portador de diabetes. Essa visão se contrapõe, de forma decisiva, à visão corrente do membro em estágio terminal, necrosado e infectado, encontrado em todos os serviços de emergência, resultado da prevenção inexistente e de meses ou anos de atendimentos inespecíficos e falta de diagnóstico (CAIAFA et al, 2011).

Um dado preocupante é que em cada 100 diabéticos, 27 poderão ter pés ulcerados ou amputados, aumentando a chance de uma segunda amputação e, conseqüentemente, diminuindo o tempo de sobrevivência do portador de DM (ARAÚJO, ALENCAR, 2009).

Os sinais e sintomas comumente apresentados por diabéticos são os sensoriais, como a sensação de queimação, pontadas, agulhadas, formigamentos, dormência, dor que varia de leve a forte intensidade (predominantemente noturna), sensação de frio, câibras. Vale lembrar que a negação da dor pode traduzir a perda progressiva da sensibilidade dolorosa. Também os sinais motores como a atrofia da musculatura intrínseca do pé e deformidades do tipo dedos em martelo, dedos em

garra, hálux valgo⁶, pé cavo⁷, proeminências ósseas, calosidades (em áreas de pressões anômalas) e úlcera plantar (mal perfurante plantar) e, também, limitação da mobilidade articular devem ser avaliadas. E, por último, as autonômicas como o ressecamento da pele (pé seco) e rachaduras, hiperemia, hipertermia, edema (vasodilatação com aumento da abertura de comunicações arteriovenosas) e alterações ungueais (CAIAFA et al, 2011).

A neuropatia sensitivo-motora acarreta perda gradual da sensibilidade tátil e dolorosa que torna os pés vulneráveis a traumas, denominada de "perda da sensação protetora". Um indivíduo diabético com perda da sensação protetora poderá não mais sentir o incômodo da pressão repetitiva de um sapato apertado, a dor de um objeto pontiagudo ou cortante no chão ou da ponta da tesoura durante o ato de cortar unhas. Acarreta, também, a atrofia da musculatura intrínseca do pé, causando desequilíbrio entre músculos flexores e extensores, desencadeando as deformidades osteoarticulares (CAIAFA et al, 2011).

A neuropatia diabética é demonstrável clinicamente ou por métodos laboratoriais, excluindo-se outras causas de neuropatia. O acometimento patológico do sistema nervoso na diabetes é, geralmente, muito amplo e, muitas vezes, bastante grave. A prevalência da neuropatia diabética atinge níveis elevados com a evolução temporal da doença, chegando, geralmente, a frequências de 50% de lesão neuropática em diferentes grupos de pacientes analisados em nosso meio e no exterior. Entretanto, essa prevalência pode aumentar, significativamente, a valores próximos a 100% de acometimento, quando se utilizam métodos diagnósticos de maior sensibilidade, como os eletrofisiológicos (SBD, 2006).

É importante destacar que a ausência de sintomas e sinais de parestesia não exclui a neuropatia, pois, algumas pessoas evoluem direto para a perda total de sensibilidade. Os testes neurológicos básicos envolvem a avaliação de sensibilidade, pesquisa de reflexos tendinosos, medidas de pressão arterial (deitado e em pé) e frequência cardíaca (SBD, 2006).

O distúrbio neurológico pode ser detectado precocemente na evolução do DM tipo 2, muitas vezes desde o momento do diagnóstico, enquanto diabéticos do tipo 1,

⁶Desvio lateral acentuado do primeiro pododáctilo, o hálux ou dedão do pé (KENNETH, 2000).

⁷Deformidade do pé onde há um aumento da curvatura do arco interno do pé (arco longitudinal medial) (KENNETH, 2000).

geralmente, aparece cinco anos ou mais após o diagnóstico. É notório, então, que o acometimento neuropático é, geralmente, precoce e de alta prevalência, a maior da triopatia diabética - oftalmo, nefro e neuropatia – e se constitui em importante problema de saúde, trazendo morbidade e mortalidade e piorando, significativamente, a qualidade de vida (SBD, 2006).

Não existe dúvida de que o bom controle metabólico do diabetes diminui a frequência e a intensidade da lesão neurológica, conforme foi demonstrado em importantes estudos prospectivos, envolvendo indivíduos diabéticos do tipo 1 (*Diabetes Control and Complications Trial* [DCCT]) e do tipo 2 (*UK Prospective Diabetes Study* [UKPDS]) (SBD, 2006).

Verificando-se a importância de ações educativas, para a prevenção deste agravo, a implantação de um programa educativo sobre medidas preventivas, com enfoque no exame dos pés, associado à educação em saúde e à utilização desses programas, pode colaborar para a redução das taxas de amputações de membros inferiores em pacientes diabéticos, uma vez que o paciente e a sua família irão modificar a atitude frente a simples orientações sobre os cuidados preventivos e/ou terapêuticos com os pés (COSSON, OLIVEIRA, ADAN, 2005).

Segundo o Consenso Internacional sobre o pé diabético (2001), a taxa de amputação pode ser reduzida em 50% se medidas forem adotadas como a inspeção dos pés e calçados, durante as visitas clínicas ao paciente, tratamento preventivo do pé e com os calçados para pacientes com pé de alto risco; abordagem multiprofissional e multifatorial das lesões já instaladas, diagnóstico precoce, acompanhamento contínuo de pacientes com úlceras nos pés e registro de amputações e úlceras.

A prevenção primária e secundária do pé diabético está dentro de um contexto, que deve ir além dos cuidados com os pés, por meio do atendimento de suas necessidades gerais de saúde (ARAUJO, ALENCAR, 2009).

O pé diabético é uma entidade com fisiopatologia complexa e de prevalência elevada, dependendo, para sua prevenção e controle, de ações de saúde paradoxalmente simples e que dependem, fundamentalmente, de educação e interações multidisciplinares. O estabelecimento de programas e projetos que enfrentem a dificuldade de acesso em todos os níveis de atenção, que privilegiem a educação dos profissionais de saúde e dos pacientes e seus familiares, e que

organizem um fluxo diferenciado na hierarquia dos sistemas de saúde poderá trazer, finalmente, uma redução das internações e amputações de diabéticos com complicações nos membros inferiores (CAIAFA et al, 2011).

É importante ressaltar que a avaliação dos pés de diabéticos é uma prática que deve ser incentivada e realizada pelos profissionais de saúde visando à prevenção das complicações. Neste sentido, o enfermeiro desempenha um papel importante enquanto educador no que diz respeito às orientações educativas, com ênfase na participação ativa dos envolvidos, por meio da troca de informações entre profissional, paciente e família (ARAUJO, ALENCAR, 2009).

O enfermeiro, principalmente da atenção básica, deve sempre instruir o portador de DM sobre a necessidade de inspeção dos pés que deve ser feita independente da existência da queixa. Também inspecionar sempre os calçados, verificar se existem alterações nas palmilhas, a presença de secreção e as distorções no corpo do calçado (CAIAFA et al, 2011) e, também, realizar atividades educativas.

Faria et al (2013) enfatizam que “não basta repassar informações sobre o processo saúde-doença, mas, sim, compreender a singularidade do usuário e adequar suas orientações às necessidades deste”.

Cada profissional de saúde pode fazer sua parte. No final ter-se-ão benefícios para o paciente, para o profissional e para o município, com redução dos custos hospitalares, redução das taxas de amputação, melhoria na qualidade de vida e bem-estar desses indivíduos (ARAUJO, ALENCAR, 2009). Conseqüentemente, ocorrerá a diminuição dos casos de pé diabético e de possíveis amputações por esta complicação.

2.2 O modelo matemático e o uso das Redes Neurais Artificiais

Em diversas ciências, os modelos matemáticos são partes essenciais, uma vez que simulam situações ou problemas reais para diferentes fins. Por meio dos modelos matemáticos, soluções para problemas reais podem ser buscadas utilizando-se ferramentas inteligentes em que os resultados podem ser surpreendentes.

Existem algumas definições encontradas na literatura sobre modelo matemático, que são:

“é um sistema axiomático consistindo de termos indefinidos que são obtidos pela abstração e qualificação de ideias essenciais do mundo real” (GAZZETTA, 1988);

“é uma estrutura matemática que descreve aproximadamente as características de um fenômeno em questão” (GAERTNER, 1994);

“um conjunto de símbolos e relações matemáticas que traduz, de alguma forma, um fenômeno em questão ou um problema de situação real, é denominado de modelo matemático” (BIEMBENGUT, 1997);

“modelo matemático de um fenômeno é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que traduzem de alguma forma, o fenômeno em questão” (BASSANEZI, 1994).

Entre as definições de modelo matemático supracitadas, a que mais se adequa ao contexto abordado, na presente investigação, é a definição de Biemgut (1997). Além disso, o autor afirma que um modelo é proveniente de aproximações realizadas para se entender melhor um fenômeno e nem sempre tais aproximações condizem com a realidade. Em outras palavras, um modelo matemático tenta reproduzir uma situação real da melhor maneira possível, ou seja, um **modelo ideal**.

A estreita relação entre ciência e modelos matemáticos não é recente, mas remonta ao início da ciência moderna. Entretanto, o desenvolvimento das tecnologias de informação deu impulso ao uso de modelos matemáticos em diversos campos científicos (D'AMBROSIO, 1996; JABLONKA, GELLERT, 2007).

Neste ponto, pode-se fazer um paralelo entre o impacto dos resultados científicos, baseados em matemática nos primórdios da ciência moderna e o impacto da tecnologia em nosso tempo. Em ambos os casos, o uso dos modelos matemáticos resultou na ênfase da matemática para o estudo dos fenômenos agendados pela ciência. Observa-se uma euforia exacerbada sobre o papel da matemática na descrição dos fenômenos e, também, como um retrato aproximado da realidade (BARBOSA, 2009).

Todavia, a busca pelo modelo ideal não é uma tarefa trivial, visto que os problemas reais são complexos e podem apresentar variáveis aleatórias com distribuições de probabilidades desconhecidas, visto que tais variáveis podem traçar relações lineares e/ou não lineares.

Neste contexto, várias ferramentas vêm sendo desenvolvidas, para a criação destes modelos, a fim de resolver problemas cotidianos de maneira rápida e eficaz. Um exemplo destas são as Redes Neurais Artificiais (RNA).

A RNA surgiu como modelo matemático das funções dos neurônios biológicos. Este modelo é geral e deve ser adaptado para ser utilizado conforme determinada aplicação (PEREIRA, 2003). Elas foram concebidas, nos últimos anos, para realizar tarefas complexas em diferentes áreas e como uma estratégia de modelagem matemática de problemas, concebidos como sistemas de entradas e saídas (CUNHA et al, 2010).

A RNA constitui em técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento pela experiência. Uma grande RNA pode ter centenas ou milhares de unidades de processamento; já o cérebro de um mamífero pode ter muitos bilhões de neurônios (FERNEDA, 2006).

Um neurônio é uma célula formada por três seções com funções específicas e complementares: corpo, dendritos e axônio. Os dendritos captam os estímulos recebidos em um determinado período de tempo e os transmitem ao corpo do neurônio, onde são processados. Quando tais estímulos atingirem determinado limite, o corpo da célula envia novo impulso que se propaga pelo axônio e é transmitido às células vizinhas por meio de sinapses. Este processo pode se repetir em várias camadas de neurônios. Como resultado, a informação de entrada é processada, podendo levar o cérebro a comandar reações físicas (FERNEDA, 2006).

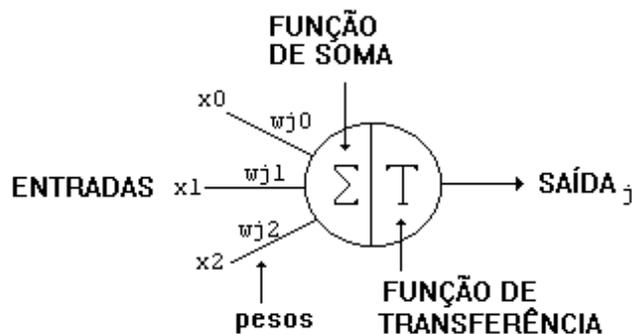
A habilidade de um ser humano em realizar funções complexas e, principalmente, a sua capacidade em aprender, advém do processamento paralelo e distribuído da rede de neurônios do cérebro. Os neurônios do córtex, a camada externa do cérebro, são responsáveis pelo processamento cognitivo. Um novo conhecimento ou uma nova experiência pode levar a alterações estruturais no cérebro. Tais alterações são efetivadas, por meio de um rearranjo das redes de neurônios, reforçando ou inibindo algumas sinapses (HAYKIN, 2001).

Combinando diversos neurônios, forma-se uma RNA. Elas são compostas por unidades de processamentos simples, os neurônios, que se unem por meio de

conexões sinápticas (FERNEDA, 2006). A sinapse é a unidade funcional básica para a construção de circuitos neurais biológicos (MESOMPI, 1999).

O neurônio artificial é uma estrutura lógico-matemática que procura simular a forma, o comportamento e as funções de um neurônio biológico. Assim sendo, os dendritos foram substituídos por entradas, cujas ligações com o corpo celular artificial são realizadas por meio de elementos chamados de peso (simulando as sinapses). Os estímulos captados pelas entradas são processados pela função de soma, e o limiar de disparo do neurônio biológico foi substituído pela função de transferência (TAFNER et al, 1996). A Figura 1 representa um neurônio artificial.

Figura 1: Esquema representativo de um neurônio artificial.



Fonte: Tafner et al(1996).

A RNA se diferencia pela sua arquitetura e pela forma como os pesos associados às conexões são ajustados durante o processo de aprendizado. Os pesos indicam a importância do sinal de entrada para cada variável. A arquitetura de uma rede neural restringe o tipo de problema no qual a rede poderá ser utilizada e é definida pelo número de camadas (camada única ou múltiplas camadas), pelo número de nó em cada camada, pelo tipo de conexão entre eles (feedforward ou feedback) e por sua topologia (HAYKIN, 2001, p. 46-49). A rede resume a soma pesada, ou seja, a soma de todos os dados multiplicados pelos seus pesos específicos.

A RNA soluciona qualquer problema que ela possa representar (HAYKIN, 2001). Exemplos incluem o reconhecimento de padrões de som e imagem, a previsão de séries temporais, simulação, controle, otimização de sistemas e classificações.

A busca de métodos para automatizar tarefas repetitivas e extensas, ou cujo contexto aborde muitos detalhes a serem considerados em investigações, é um interesse comum em quase todas as áreas de estudos e pesquisas. Uma RNA é a base para muitos destes métodos de automatização. Contudo, a opção de utilizar-se uma rede para desenvolver determinada tarefa leva à necessidade de se definir uma rede, dentre as várias existentes, que se adeque à aplicação desejada (PEREIRA, 2003).

A RNA possui natureza flexível de especificação de sistema, o que permite vasta aplicabilidade do método, inclusive, na classificação. Destaca-se por sua habilidade de se autoavaliar (HAIR et al, 2005). Tem habilidade de corrigir dados imprecisos, o que a torna eficaz em tarefas nas quais um conjunto de regras não pode ser facilmente formulado (ROSAS, BEZERRA, NETO, 2013).

Diversas tarefas que a mente humana executa com facilidade e rapidez, como reconhecer cores, rostos, compreender e traduzir línguas e associação de ideias é praticamente impossível de transformar em algoritmos, isto é, serem reduzidas a uma sequência de passos lógicos e aritméticos. Nestas tarefas, a RNA pode ser aplicada (TAFNER et al, 1996).

Sistemas especialistas trabalham com regras explícitas e laços de execução bem definidos. Procuram solucionar problemas propostos da maneira mais eficiente possível e continuam resolvendo da mesma maneira. Uma das propriedades mais importantes das redes é a capacidade de aprender por intermédio de exemplos e fazer inferências sobre o que aprendeu, melhorando, gradativamente, o seu desempenho (BRAGA, CARVALHO, LUDEMIR, 2007).

Existem duas formas básicas de aprendizado de redes neurais: aprendizado supervisionado e aprendizado não supervisionado. No aprendizado supervisionado, um agente externo (professor) apresenta à rede neural alguns conjuntos de padrões de entrada e seus correspondentes padrões de saída. Portanto, é necessário ter um conhecimento prévio do comportamento que se deseja ou se espera da rede. Para cada entrada, o professor indica, explicitamente, se a resposta calculada é boa ou ruim. A resposta fornecida pela RNA é comparada à resposta esperada. O erro verificado é informado à rede para que sejam feitos ajustes a fim de melhorar suas futuras respostas (FERNEDA, 2006). A RNA não supervisionada (utilizada nesta pesquisa) não requer o professor, porque ela produz suas próprias relações com

base nos dados, utilizando-se alguma métrica previamente definida e são, então, avaliados mais adiante.

A propriedade mais importante das redes neurais é a habilidade de aprender de seu ambiente e, assim, obter uma melhora de desempenho. Isso é feito por um processo interativo de ajustes aplicado a seus pesos, o que é chamado treinamento. Durante o treinamento, os pesos de suas conexões são ajustados de acordo com os padrões apresentados. Podemos, assim, dizer que ocorre aprendizagem pelos exemplos. A aprendizagem ocorre quando a rede neural atinge uma solução generalizada para uma classe de problemas (BARRETO, 2001).

A RNA é muito utilizada na área da saúde, incluindo os softwares especializados em auxílio ao diagnóstico médico. Na maioria dos casos, estes sistemas auxiliam os profissionais na tomada de decisão, uma vez que podem armazenar e processar um volume de dados acentuado (RAZZOUK, SHIRAKAWA, MARI, 2000).

Excedendo a manipulação de informação, por parte de sistemas convencionais, faz-se necessária a utilização de sistemas computacionais que possuam certo grau de inteligência, para inferir sobre os dados pré-existentes. Fornecer ao profissional de área da saúde uma visão mais específica, com o intuito de apoiar sua decisão, uma vez que a urgência de uma avaliação correta para introduzir o tratamento adequado se traduz na letalidade do paciente em questão (COSTA, MOTTA, NOGUEIRA, 2010).

Na área da saúde é possível destacar alguns trabalhos que utilizaram a RNA na busca por facilitar diagnósticos, prever futuras consequências em saúde, dentre outras facilidades para o profissional de saúde. Como exemplo, o trabalho de Santos et al (2005), em que foi desenvolvido um sistema para predição da soroprevalência da Hepatite A, visando ao apoio do diagnóstico, utilizando uma amostra do município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro, que possui elevada prevalência da doença. O sistema baseado em redes neurais, considerando uma base de informações relevantes, para o problema em estudo, buscou contribuir na identificação de indivíduos com alto risco de contrair a doença, atenuando o risco de disseminação da mesma para a população, como também na identificação daqueles indivíduos que mereciam posterior investigação em unidades de saúde. Os resultados mostraram que o modelo neural, aplicado sobre a informação relevante extraída do

modelo de regressão logística, apresenta um bom desempenho, alcançando uma eficiência de classificação geral acima de 88%.

A pesquisa de Rosas; Bezerra e Neto (2013), cujo objetivo foi descrever a construção do fator de alocação de recursos financeiros foi baseada na necessidade em saúde da população. Foram selecionadas variáveis que refletissem os indicadores epidemiológicos, demográficos, socioeconômicos e educacionais para compor um fator de alocação que apontasse as necessidades de saúde da população. Foi realizada uma correlação linear de Pearson e, para o cálculo do fator de alocação, a análise pelas RNA. Pela pesquisa mostrou-se que o fator de alocação agregou os municípios pernambucanos, por agrupar variáveis que são relacionadas com as necessidades em saúde da população, e separou os que possuíam extrema necessidade de maior aporte financeiro daqueles que precisavam com menor intensidade.

Na pesquisa de Pereira et al (2012), os autores investigaram as condições de acessibilidade em três instituições de graduação em enfermagem na cidade de João Pessoa-PB. Foi aplicado um questionário aos alunos com necessidades especiais e chegou-se à conclusão que as condições de acessibilidade dos acadêmicos de enfermagem, nos cenários investigados, foram consideradas “fracas” com preditores significativos, quando utilizados os sistemas de RNAs como suporte para a tomada de decisões. No referido trabalho, também, demonstrou-se a possibilidade do uso de ferramentas computacionais como um potente aliado no processo de tomada de decisão em particularidades ligadas a essa temática.

Iaione (2003), em sua tese de doutorado, desenvolveu um aparelho portátil para registro do eletroencefalograma (EEG) e uma metodologia, utilizando as RNAs, para detectar o estado hipoglicêmico, em tempo real, de indivíduos diabéticos, com base no registro e na análise de uma única derivação de EEG. Concluiu-se que a metodologia proposta e implementada apresentou bons resultados, encorajando a construção de um sistema para detecção da hipoglicemia baseada no processamento e análise do EEG.

Destaca-se, também, na área de saúde, o projeto Neural Tuberculose (Neural TB), desenvolvido por uma equipe multidisciplinar de pesquisadores brasileiros, que é uma ação conjunta entre o Laboratório de Processamento de Sinais, do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia

(LPS/COPPE/UFRJ) e a Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O Neural TB é um sistema que oferece uma interface fácil e eficiente com seus usuários. Ao entrar no sistema, que pode ser acessado via internet, o usuário preenche um formulário com as informações (sintomas) sobre o paciente a ser analisado. Elas são validadas e, em seguida, alimentam um sistema neural, onde as redes *perceptron* multicamadas (MLP) e ART (*Adaptive Resonance Theory*) são utilizadas (HAYKIN, 2008). Este, ao ser executado, calcula a probabilidade do paciente ter ou não a tuberculose pulmonar paucibacilar, baseando-se em sintomas e sinais obtidos diretamente do paciente (SEIXAS et al, 2006; MAIDANTCHIK et al, 2007). Atualmente, o Neural TB está sendo implantado em unidades de saúde do Estado do Rio de Janeiro, região de maior incidência de tuberculose no país (SEIXAS et al, 2006).

Destaca-se que a inovação tecnológica vem sendo empregada em pesquisas na área da saúde e não foi encontrada na literatura nenhuma investigação na área da Enfermagem suscitando o interesse em realizar pesquisas utilizando as RNA para a classificação do risco do pé diabético.

Diante do exposto, esta pesquisa tem como inovação o uso da RNA na elaboração de um modelo matemático de identificação do risco dos pacientes portadores de diabetes em desenvolver o pé diabético, caracterizando-se como uma tecnologia para o cuidado de enfermagem.

2.2.1 Mapas Auto Organizáveis

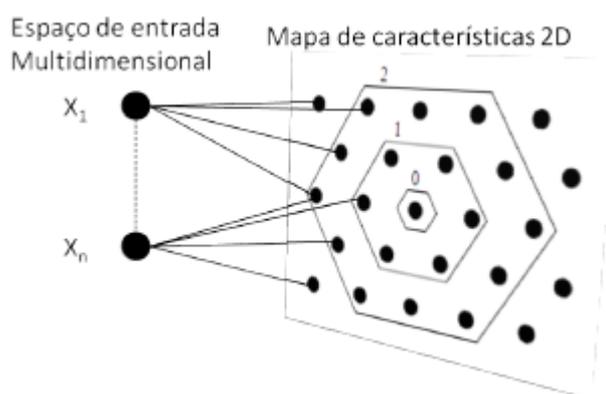
Neste trabalho é utilizada a técnica de Mapas Auto-Organizáveis (*Self-Organizing Maps* – SOM), que representa um tipo de RNA que utiliza o conceito de treinamento não supervisionado para produzir um mapeamento não-linear do espaço de dados de entrada, numa representação de baixa dimensão (geralmente duas). Essa representação em duas dimensões permite uma análise mais lúdica da relação entre as variáveis e a sua influência sobre os agrupamentos obtidos (HAYKIN, 2008).

Como nesta pesquisa objetiva-se investigar as características, sinais e sintomas associados ao desenvolvimento da complicação do pé diabético, a rede SOM apresenta-se adequada para a pesquisa.

Além disso, a rede SOM tem o diferencial, em relação às outras técnicas de agrupamento, de preservar as propriedades topológicas do espaço (variáveis) de entrada mesmo que utilizando relações não lineares para se obter o mapeamento, o que permite uma visualização dos dados em baixa dimensão, podendo esta ser de forma gráfica (CASCÃO, 2011).

Na figura 2 ilustra-se o diagrama de um mapa auto-organizável. Observa-se que um espaço de entrada de n dimensões (variáveis) é mapeado para um espaço de duas dimensões. Neste espaço de duas dimensões, cada variável ou conjunto de variável de entrada é representada por um neurônio da RNA.

Figura 2: Diagrama de um mapa auto-organizável.



Fonte: Cascão (2011).

O processo de aprendizado da rede SOM é dividido em três etapas: competição, cooperação e adaptação. O treinamento é baseado na aprendizagem competitiva, ou seja, para cada vetor de entrada há apenas um neurônio vencedor, que é chamado de BMU (*Best Matching Unit*). A segunda etapa do aprendizado é a cooperação, que acontece no entorno do BMU, onde haverá uma cooperação topológica de neurônios, que serão excitados conforme uma função de vizinhança. A última etapa do processo de aprendizagem é a adaptação (atualização) dos pesos sinápticos do neurônio vencedor e de seus vizinhos conforme o padrão de entrada (CASCÃO, 2011).

2.3 A Tecnologia para o Cuidado de Enfermagem

As últimas décadas têm presenciado um processo de transformação e de inovação tecnológica sem precedentes na área da saúde. Uma grande proporção das técnicas, instrumentos e recursos diagnósticos e terapêuticos são desenvolvidas e aprimoradas a cada ano (SALVADOR et al, 2012).

O termo tecnologia possui como definição etimológica “tecno” que é o saber fazer, e “logia” de logos, razão, ou seja, significa a razão do saber fazer (PRADO, MARTINS, 2002).

Tecnologia é um processo que envolve diferentes dimensões, do qual resulta um produto, que pode ser um bem durável, uma teoria, um novo modo de fazer algo, em bens ou produtos simbólicos. Desse modo, tecnologia envolve saberes e habilidades e precisa ser distinguida de equipamento ou aparelho tecnológico, o qual se configura como expressão de uma tecnologia, resultante desses saberes que possibilitaram esse produto, convertido, então, em equipamento (PRADO, MARTINS, 2002).

O principal objetivo dela é aumentar a eficiência da atividade humana nas mais variadas esferas e, para isso, ela produz diferentes objetos para atender às necessidades da demanda, ou aperfeiçoa objetos tornando-os mais duráveis, ao passo que melhora a produção ao reduzir o tempo ou o custo de certo objeto. Podemos dizer, assim, que o trabalho tecnológico é intencional e racional, envolve raciocínio teórico e prático, conhecimentos sistemáticos e especializados e o resultado só pode ser alcançado mediante um planejamento eficiente e o uso cuidadoso de ferramentas (MENDES et al, 2002).

O cuidado de Enfermagem e a tecnologia estão interligados, uma vez que a enfermagem está comprometida com princípios, leis e teorias, e a tecnologia consiste na expressão desse conhecimento científico, e em sua própria transformação (ROCHA et al, 2008). Ele consiste na essência da profissão e pertence a duas esferas distintas: uma objetiva, que se refere ao desenvolvimento de técnicas e procedimentos, e uma subjetiva, que se baseia em sensibilidade, criatividade e intuição (SOUZA et al, 2005).

As tecnologias do cuidado são conceituadas como “todas as técnicas, procedimentos, conhecimentos utilizados pelo enfermeiro no cuidado” (NIETSCHE,

LEOPARDI, 2000). Com o advento da fundamentação científica do cuidado de enfermagem, houve o reconhecimento da expressão tecnológica do cuidado, tanto como processo como produto. Assim, percebe-se que na história da civilização, a tecnologia e o cuidado estão fortemente relacionados (ROCHA et al, 2008).

Essa ideia da produção de tecnologia implica num empreendimento alicerçado sobre a necessidade, vista como um problema a ser resolvido; sobre o conhecimento, que é o saber que orienta uma nova alternativa para resolver esse problema e, ainda, sobre a criatividade, que é a capacidade de encontrar alternativas para resolver um problema existente (MENDES et al, 2002).

Nessa compreensão, a tecnologia não pode ser vista apenas como algo concreto, como um produto palpável, mas como resultado de um trabalho que envolve um conjunto de ações abstratas ou concretas que apresentam uma finalidade, nesse caso, o cuidado em saúde. Portanto, ela permeia o processo de trabalho em saúde, contribuindo na construção do saber; ela se apresenta desde o momento da ideia inicial, da elaboração e da implementação do conhecimento, como também é resultado dessa mesma construção. Ou seja, ela é ao mesmo tempo processo e produto (ROCHA et al, 2008).

As tecnologias podem ser classificadas em *leve* quando falamos de relações, acolhimento, gestão de serviços; em *leve-dura*, quando nos referimos aos saberes bem estruturados, como o processo de enfermagem; e *dura* quando envolvem os equipamentos tecnológicos do tipo máquinas (PRADO, MARTINS, 2002).

Por meio destes conceitos podemos perceber a complexidade do cuidado e que este somente se estabelece, quando há a utilização das duas esferas concomitantemente e a utilização adequada da tecnologia (SOUZA et al, 2005).

As inovações tecnológicas favorecem o aprimoramento do cuidado, porém não podemos esquecer de que é o cuidado que utiliza a tecnologia, e quando há tal compreensão apontamos em direção a um cuidado de enfermagem mais eficiente, eficaz e convergente (ROCHA et al, 2008).

Refletir acerca do cuidado na perspectiva da tecnologia nos leva a repensar a inerente capacidade do ser humano em buscar inovações capazes de transformar seu cotidiano, visando a uma melhor qualidade de vida e satisfação pessoal (ROCHA et al, 2008).

Ao associar a produção tecnológica com a enfermagem, estamos nos aproximando das alternativas criativas que a equipe de enfermagem lança mão para superar suas dificuldades. Estas estão atreladas, na maioria das vezes, a circunstâncias de precariedade das condições de trabalho, qualquer que seja o espaço institucional aonde venha se desenvolvendo, ou a situações de determinados usuários, que exigem mais do que as técnicas convencionais de enfermagem. Isso acontece, porque entendemos a enfermagem como um trabalho de natureza humanística, cujo principal enfoque é o ser humano em sua realidade de vida, requerendo, portanto, uma atenção individualizada, capaz de atender às suas necessidades, quaisquer que sejam elas (MENDES et al, 2002).

Devemos dispor de tudo que temos para defender a vida, como possuidores do que o melhor que a tecnologia em saúde nos fornece é o nosso saber, o nosso conhecimento para não ficarmos com a ideia de que tecnologia é sinônimo de equipamento tecnológico (NIETSCHE, LEOPARDI, 2000).

Diante disto, o enfermeiro deve estar em constante processo de capacitação teórico-prática, aprendendo e pesquisando, conhecendo as novas tecnologias, identificando seus conceitos e as políticas que o permeiam, além de ser um profissional competente, capaz de integrar e aplicar os novos adventos tecnológicos ao processo de cuidar em saúde (SALVADOR et al, 2012).

A inovação tecnológica, quando usada em favor da saúde, contribui, diretamente, com a qualidade, eficácia, efetividade e segurança do cuidado, ou seja, quando utilizada de maneira adequada cria condições que contribuem para um viver saudável entre os indivíduos que, na sociedade, são produtos e produtores. Assim, acredita-se que haja espaço para a tecnologia e o cuidado ético/humanizado (ARONE, CUNHA, 2006).

Nessa perspectiva, destaca-se que o desafio é superar o uso de um sistema tecnológico como um simples instrumento de trabalho e visualizá-lo como inovação tecnológica capaz de produzir mudanças que oportunizem o trabalho da enfermagem, preservando elementos humanitários do processo de enfermagem, de modo a integrar tecnologias leves e duras, garantindo, por conseguinte, um cuidado qualificado e ético (SALVADOR et al, 2012).

A tecnologia para o cuidado de enfermagem proposta nesta pesquisa se constitui em uma ferramenta de trabalho do enfermeiro que o auxiliará no cuidado ao

portador de diabetes mellitus, visto o número elevado de portadores da doença e a dificuldade encontrada pelo profissional em acompanhar de perto cada caso.

A classificação de risco proposta pelo pesquisador ajudará o enfermeiro a identificar, de maneira não invasiva, os portadores de diabetes mellitus que apresentam alto risco de desenvolver o pé diabético. Assim, o enfermeiro poderá se organizar para que o cuidado de enfermagem seja oferecido de maneira diferenciada e sistemática para estes portadores. Com esta tecnologia para o cuidado de enfermagem em prática, a triagem da população diabética será realizada e o enfermeiro poderá acompanhar a evolução de cada caso, na busca por reduzir o número desta complicação.

3 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Esta investigação caracteriza-se como um estudo quantitativo, cujo objetivo principal consiste na classificação de risco do portador de diabetes mellitus desenvolver o pé diabético.

O local de estudo foi uma Associação de Diabéticos, situada na cidade de Juiz de Fora, MG. Neste local realizam-se atividades de orientação e acompanhamento aos portadores de diabetes, atividades educativas para conhecimento da doença e alimentação, facilita a aquisição de medicamentos entre outras atividades. Ele atende à população do município e às cidades vizinhas e tem, em média, 2500 sócios.

Os participantes da pesquisa foram usuários portadores de DM, cadastrados na instituição, com idade igual ou superior a 18 anos, que concordaram em participar da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice B), sendo estes os critérios de inclusão. A amostra foi aleatória e constituída por 10% do total de pacientes, acompanhados na instituição, ou seja, 250 usuários. A abordagem dos participantes foi realizada na sala de espera enquanto aguardavam o atendimento. Eles foram entrevistados nos consultórios que não estavam sendo utilizados, no momento da entrevista, proporcionando a privacidade.

Foi realizado um pré-teste, com o instrumento de coleta de dados, no qual foram entrevistadas 10 pessoas portadoras de DM e, após a realização das entrevistas, foram efetivadas as seguintes alterações: na questão número 47 foi acrescentada a alternativa “4- borracha”, como opção de material do calçado que mais usa e, na de número 50, foi acrescentada a alternativa “4- Não usa meias”.

Do total de usuários que foram convidados para a pesquisa, apenas dois se recusaram a participar. As entrevistas foram realizadas no período de setembro a dezembro de 2013.

Na primeira etapa da pesquisa, utilizou-se o instrumento para a coleta de dados (Apêndice A), que foi aplicado aos participantes pela pesquisadora. Ele foi adaptado, de acordo com os parâmetros científicos de fatores de risco para o desenvolvimento do pé diabético, conforme o Grupo de Trabalho Internacional sobre o pé diabético (2001) e o Caderno de Atenção Básica sobre Diabetes Mellitus do

Ministério da Saúde (2006). Os principais fatores de risco para úlcera e amputação são: história de amputação e/ou úlcera prévia, neuropatia periférica, calos, uso de calçados inadequados, fatores que contribuem para a doença arterial periférica: tabagismo, hipertensão arterial e dislipidemia, diminuição da acuidade visual, micose, bolha, rachadura, unha encravada (BRASIL, 2006) e complementar a estas características, andar descalço, objetos no interior dos calçados, pé deformado, baixa condição socioeconômica (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE O PÉ DIABÉTICO, 2001).

Com a análise do questionário na presente pesquisa, procurou-se investigar quais destes fatores são mais relevantes na definição do risco para o pé diabético, bem como investigar se existem outros fatores que devem ser considerados de risco para a complicação.

As perguntas do instrumento baseiam-se na prática do autocuidado do paciente, em relação à sua saúde e aos cuidados com os pés, além das informações socioeconômicas. Os dados coletados foram codificados (as respostas literais foram transformadas em números dentro de uma escala entre -1 e 1) e, em seguida, foi verificada a qualidade dos dados, buscando por dados faltantes e/ou informações erradas (*outliers*) advindas do processo de digitação. Os dados codificados foram, então, analisados e apresentados na forma de gráficos e tabelas, revelando o perfil dos participantes.

Na segunda fase da pesquisa, para a construção da RNA e sua utilização na classificação do risco do portador de DM desenvolver o pé diabético, contou-se com a colaboração de um engenheiro especialista na área.

Nesta etapa de análise, as variáveis numéricas (questões 2, 3, 6, 9 e 11 do Apêndice A) foram normalizadas (padronizadas em uma dada escala numérica) de acordo com a Equação (2):

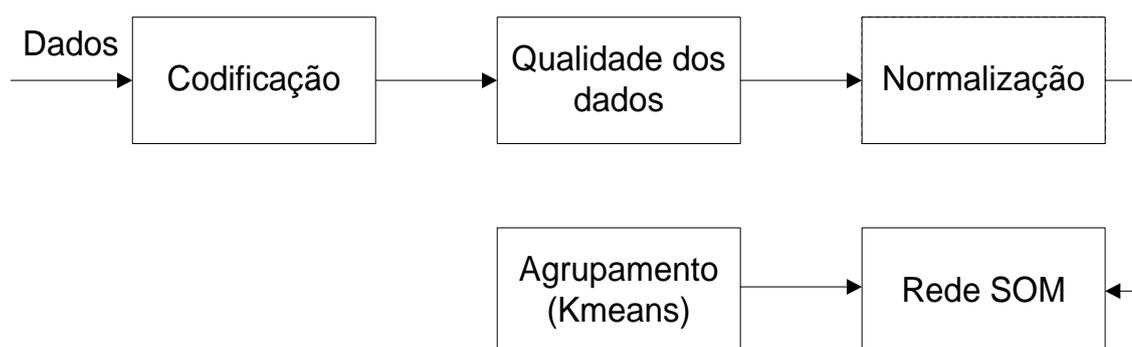
$$\mathbf{z}_i = \frac{\mathbf{x}_i - \mu_i}{\max(\mathbf{x}_i) - \mu_i}, \quad (1)$$

em que \mathbf{x}_i e μ_i são, respectivamente, o vetor da variável i (contendo os valores dos 250 pacientes para a variável) e sua média.

Após a normalização, os dados foram utilizados, para projetar o modelo matemático, utilizando a rede SOM. Para o presente trabalho, a rede SOM foi projetada com os seguintes parâmetros: mapa bidimensional com 64 neurônios, com dimensões 8x8 neurônios; topologia de treliça hexagonal; e função distância entre neurônios Euclidiana.

Uma vez projetada, a rede SOM processou as informações de cada paciente e apresentou como saída, para cada paciente, um neurônio vencedor. Os neurônios vencedores foram, então, agrupados, utilizando-se o algoritmo *kmeans* (DUDA, HART, STORK, 2000) e, com base na análise destes agrupamentos, definiram-se os grupos de risco de desenvolver o pé diabético.

O diagrama em blocos a seguir representa estas etapas:



Uma análise de cada variável foi feita no contexto da rede SOM, evidenciando a contribuição desta na construção dos grupos de risco. Isto permite o levantamento das principais variáveis de risco para o desenvolvimento da complicação do pé diabético.

Neste estudo obedeceram-se às normas de Pesquisa com Seres Humanos, segundo a Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde, de 12 de dezembro de 2012, versão 2012. Esta resolução incorpora, sob a ótica do indivíduo e das coletividades, os quatro referenciais básicos da bioética: autonomia, não maleficência, beneficência e justiça, e visa assegurar os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, aos sujeitos da pesquisa e ao Estado (BRASIL, 2013). Neste sentido, foi elaborado um TCLE (Apêndice B) para a

autorização da participação voluntária dos sujeitos da pesquisa. Em tal instrumento é descrito o objetivo da pesquisa, bem como todo o procedimento desenvolvido. Foi assegurado o caráter voluntário da participação dos sujeitos e o seu anonimato.

Os participantes foram tratados com dignidade, respeitados em sua autonomia e defendidos em sua vulnerabilidade, objetivando-se a garantia dos valores culturais, sociais, morais, religiosos e éticos dos sujeitos da pesquisa. A coleta de dados ocorreu após aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – Plataforma Brasil, aprovado sob o parecer número 384.897 no dia 05/09/2013 e mediante autorização da direção da instituição do cenário da pesquisa (Apêndice C,D,E e F).

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Análise Estatística dos dados coletados

Para a análise estatística dos dados, as variáveis foram agrupadas e analisadas, quantitativamente, sendo os resultados transcritos em gráficos e tabelas acompanhados de descrição, análise e discussão.

Dos 250 participantes, 55,6% eram mulheres; 49,6% tinham 61 anos de idade ou mais (variabilidade de 27 a 88 anos de idade); 52,8% eram casados ou viviam com o(a) parceiro(a) e 47,2% eram solteiros, viúvos ou separados. Quanto à escolaridade, 34,4% não estudaram ou possuíam menos de três anos de escolaridade; 58,4% tinham renda mensal de 500,00 a 1000,00 reais e 78% destes recebiam um salário mínimo (variabilidade de 500,00 a 7000,00 reais mensais). Em relação ao tempo de diagnóstico da doença, 34,8% possuíam de 11 a 20 anos de diagnóstico (variabilidade de 1 a 43 anos); 72,4% estavam com o valor da última glicemia alterado (jejum = >99 mg/dl ou pós-prandial = >139 mg/dl); 72% encontravam-se acima do peso ou obesos (variabilidade de IMC de 17,58 a 47,87).

Entre 95,2% dos participantes, o diabetes era do tipo 2. Quanto à ocupação atual, 59,6% eram aposentados e o restante eram estudantes, do lar, comerciantes, cabelereira, vendedor, caminhoneiro, motorista, sapateiro, agente de viagens, engenheiro, professores, balconista, mecânico, técnico de enfermagem, bordadeira e empresário.

Evidências internacionais apontam para a influência do nível de escolaridade como um fator agravante para o surgimento de complicações e cronicidade de situações vinculadas ao diabetes. Baixo nível de escolaridade está relacionado à dificuldade de acesso à informação e aos serviços de saúde; restrição no segmento de recomendações profissionais; dificuldade em assimilar e utilizar rotineiramente condutas de autocuidado; limitação na compreensão da doença e seus mecanismos agravantes/limitadores; e não adesão para o segmento das recomendações terapêuticas (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO, 2001).

Outro fator importante a ser destacado é o tempo de convivência com a doença, que favorece a progressão das neuropatias diabéticas e o surgimento de

úlceras nos pés, mesmo em pessoas que se reconhecem como portadores da diabetes (BRASIL, 2013).

O autocuidado deve ser incentivado mesmo com pouco tempo de descoberta da doença. Para os indivíduos diagnosticados recentemente, é importante a prevenção do aparecimento de complicações e o retardo da progressão do diabetes.

Na tabela 1 apresentam-se os dados socioculturais e econômicos e as condições de saúde dos 250 diabéticos participantes da pesquisa.

Tabela 1: Dados gerais dos 250 diabéticos participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev/2014.

	Critério	n	%
IDADE	20 – 40 anos	14	5,6
	41 – 50 anos	52	20,8
	51 – 60 anos	60	24
	61 – 70 anos	66	26,4
	71 – 80 anos	40	16
	81 anos ou mais	18	7,2
	Total	250	100%
ANOS DE ESTUDO	0 - 3 anos	86	34,4
	4 – 8 anos	111	44,4
	9 –11 anos	28	11,2
	12 – 16 anos	25	10
	Total	250	100%
GÊNERO	Feminino	139	55,6
	Masculino	111	44,4
	Total	250	100%
RENDA MENSAL	500 – 800,00 reais	99	39,6
	801 – 1000 reais	47	18,8
	1001- 2000 reais	83	33,2
	2001 – 5000 reais	19	7,6
	5001,00 reais ou mais	2	0,8
	Total	250	100%

ESTADO CIVIL	Casado, vive junto	132	52,8
	Solteiro, viúvo, divorciado	118	47,2
	Total	250	100%
VALOR DA ÚLTIMA GLICEMIA	Jejum = < 99 mg/dl ou Pós-prandial = <139 mg/dl	69	27,6
	Jejum = >99 mg/dl ou Pós-prandial = >139 mg/dl	181	72,4
	Total	250	100%
TIPO DE DIABETES	Diabetes Tipo 1	12	4,8
	Diabetes Tipo 2	238	95,2
	Total	250	100%
TIPO DE TRATAMENTO	Apenas Dieta	3	1,2
	Hipoglicemiante oral	134	53,6
	Insulina	29	11,6
	Hipoglicemiante oral e insulina	84	33,6
	Total	250	100%
TEMPO DE DIAGNÓSTICO DA DOENÇA	0 – 5 anos	67	26,8
	6 – 10 anos	61	24,4
	11 – 20 anos	87	34,8
	21 – 30 anos	30	12
	31 anos ou mais	5	2
	Total	250	100%
ÍNDICE DE MASSA CORPORAL (IMC)	Abaixo do peso ideal	4	1,6
	Peso ideal	66	26,4
	Acima do peso (sobrepeso)	92	36,8
	Obesidade grau I	59	23,6
	Obesidade grau II	26	10,4
	Obesidade grau III	3	1,2
	Total	250	100%

Os indivíduos que vivem sozinhos, sem amigos ou parentes, desprovidos de vínculos sociais ou religiosos, sem acesso à educação, e de baixa condição socioeconômica estão em maior risco de sofrerem amputação. O apoio familiar e

social são, também, fatores importantes para os pacientes com perda visual e com dificuldades para deambular (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO, 2001). Também aqueles portadores da diabetes do tipo 2, homens e com mais de 10 anos de diagnóstico da DM, estão mais susceptíveis a desenvolver complicações (BRASIL, 2006).

O tratamento, seja medicamentoso ou não, é fundamental no controle metabólico. Os principais objetivos do tratamento são aliviar os sintomas, melhorar a qualidade de vida, prevenir complicações, reduzir a mortalidade e tratar doenças associadas. Portadores da DM tipo 2 com pequenas alterações nos valores glicêmicos, são capazes de realizar o controle metabólico apenas com alimentação apropriada e mudanças nos hábitos de vida (SILVA et al, 2013). É importante que o portador da diabetes acompanhe e registre os valores glicêmicos regularmente para um melhor controle da doença. Dos participantes da pesquisa, 59% disseram não realizar o monitoramento da glicemia capilar.

A obesidade prejudica o controle da doença quando o tratamento é feito com insulina, pois o indivíduo obeso apresenta dificuldades em realizar o processo de sinalização da insulina, ou seja, há resistência à insulina, o que reduz a possibilidade da glicose entrar na célula. Para compensar essa dificuldade, as células pancreáticas produzem mais insulina, levando à hiperinsulinemia, ou seja, excesso de insulina no sangue (AGUIAR, 2013).

As pessoas que se encontram acima do peso ideal ou obesos possuem o IMC alterado, sendo este um fator de risco considerado modificável para portadores do diabetes, um ponto passível de intervenção para reverter o processo de surgimento de complicações do DM (SEUS et al, 2012).

No conjunto da população adulta das 27 cidades estudadas pelo Vigitel⁸, a frequência de adultos obesos foi de 17,4%. No sexo masculino, a frequência da obesidade duplicou da faixa de 18 a 24 anos para a faixa de 25 a 34 anos de idade, declinando após os 65 anos. Entre as mulheres, a frequência da obesidade tendeu a aumentar com a idade até os 54 anos. A frequência de obesidade tendeu a diminuir com o aumento do nível de escolaridade, sendo essa relação uniforme entre as

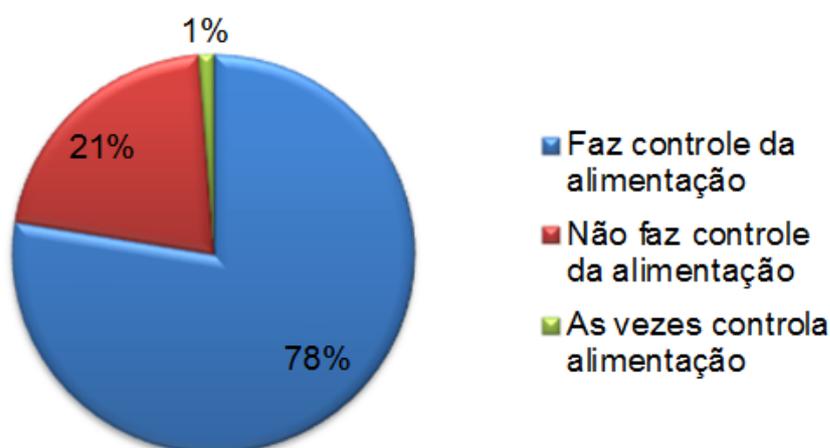
⁸ Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico.

mulheres. A frequência de excesso de peso foi de 51,0%, sendo maior entre homens (54, 5%) do que entre mulheres (48,1%) (BRASIL, 2012).

A alimentação saudável, nutricionalmente adequada e individualizada, auxilia na redução do desenvolvimento e agravamento das complicações agudas e crônicas do DM e na manutenção de perfis lipídico e glicêmicos adequados (IDF, 2012). A terapia nutricional objetiva atingir e manter níveis normais de glicemia, perfil lipídico e pressão arterial, também, atua na prevenção e tratamento das complicações crônicas (COLAÇO et al, 2010). É importante promover uma alimentação saudável, pela seleção correta de alimentos, que atendam às necessidades nutricionais individuais, reduzam a resistência à insulina por meio da perda moderada de peso e previne o ganho excessivo do mesmo (SILVA et all, 2013).

Dos participantes da pesquisa, 21% relataram não fazer controle da alimentação, como mostra a gráfico 1.

Gráfico 1: Controle da alimentação dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.



A prática de atividade física é, também, um fator modificável do diabetes, pois, além de melhorar a qualidade de vida do praticante, promove o emagrecimento quando aliada ao controle alimentar, e, conseqüentemente, a redução dos níveis glicêmicos (SILVA et all, 2013).

Os possíveis benefícios da atividade física para os pacientes com DM tipo 2 são substanciais e, importantes quando em longo prazo, no tratamento e na prevenção desta anormalidade metabólica comum e de suas complicações. Os

resultados benéficos são: prevenção de doença cardiovascular (DCV), controle glicêmico, de hiperglicemia, de hipertensão arterial e de obesidade (ADA, 2011).

Considerando-se o conjunto da população adulta das cidades estudadas pelo Vigitel, a frequência de adultos fisicamente inativos foi de 14,9%, sem diferenças entre homens (15,2%) e mulheres (14,6%). O percentual de indivíduos fisicamente inativos foi maior entre aqueles de 65 anos ou mais, para ambos os sexos. Os adultos com menor escolaridade (até oito anos de estudo), apresentaram os maiores percentuais de inatividade física (BRASIL, 2012).

Dentre os participantes da pesquisa, 5% praticam atividade física diariamente (pelos menos 30 minutos todos os dias) e 64% não praticam qualquer atividade física, como mostra o gráfico 2.

Gráfico 2: Prática de atividade física dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.



O tabagismo e o etilismo, além de acarretarem graves danos à saúde, como por exemplo, o câncer de pulmão e a diminuição da qualidade de vida, são considerados agravantes do DM.

No conjunto da população adulta, das 27 cidades estudadas pelo Vigitel, a frequência de fumantes foi de 12,1%, sendo maior no sexo masculino (15,5%) do que no feminino (9,2%). Nos dois sexos, a frequência de fumantes foi menor antes dos 25 anos de idade ou após os 65 anos. A frequência de adultos que fumam

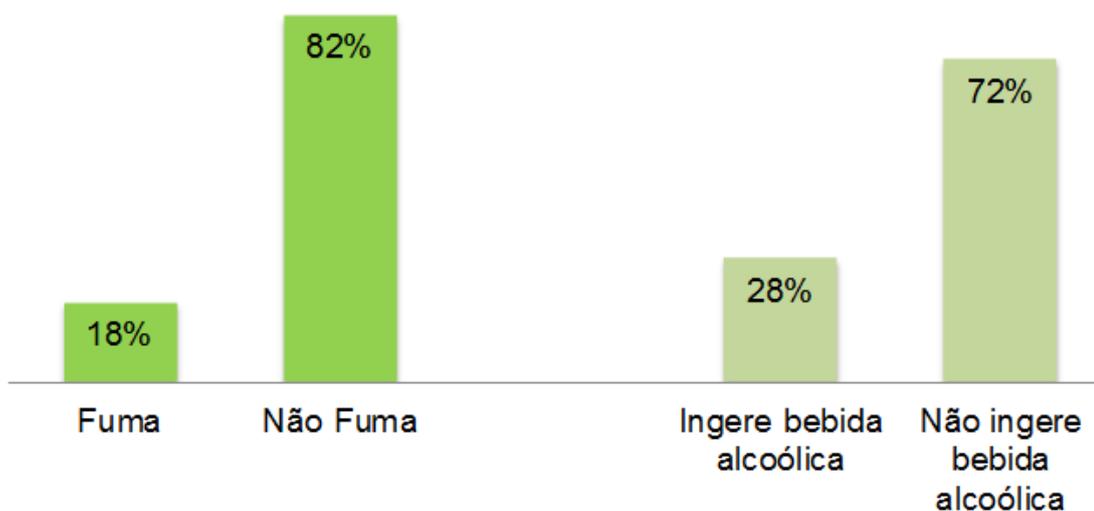
variou entre 6,3% em Salvador e 18,2% em Porto Alegre. As maiores frequências de fumantes foram encontradas, entre homens, em São Paulo (20,7%) e Rio de Janeiro (17,1%) e, entre mulheres, em Porto Alegre (19,3%), São Paulo (11,1%) (BRASIL, 2012).

O consumo de álcool é um dos principais fatores que contribuem para a diminuição da saúde mundial, sendo responsável por 3,2% de todas as mortes e por 4% de todos os anos perdidos de vida útil (LARANJEIRA, 2007).

No conjunto da população adulta das 27 cidades estudadas pelo Vigitel, a frequência do consumo de bebidas alcoólicas, nos últimos 30 dias, foi de 18,4%, sendo quase três vezes maior em homens (27,9%) do que em mulheres (10,3%). Em ambos os sexos, o consumo de bebidas alcoólicas foi mais frequente entre os mais jovens e tendeu a aumentar com o nível de escolaridade (BRASIL, 2012).

O gráfico 3 representa o uso destas drogas lícitas pelos participantes.

Gráfico 3: Consumo de tabaco e bebida alcoólica dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.



A doença vascular que afeta os membros inferiores é a forma mais comum de doença vascular periférica, originando condições clínicas que variam desde claudicação intermitente ou dor em repouso à ulceração e gangrena. Estima-se que a incidência de doença vascular periférica e cerebrovascular é de duas a quatro vezes maiores em diabéticos do que na população geral (SOARES et al., 2010).

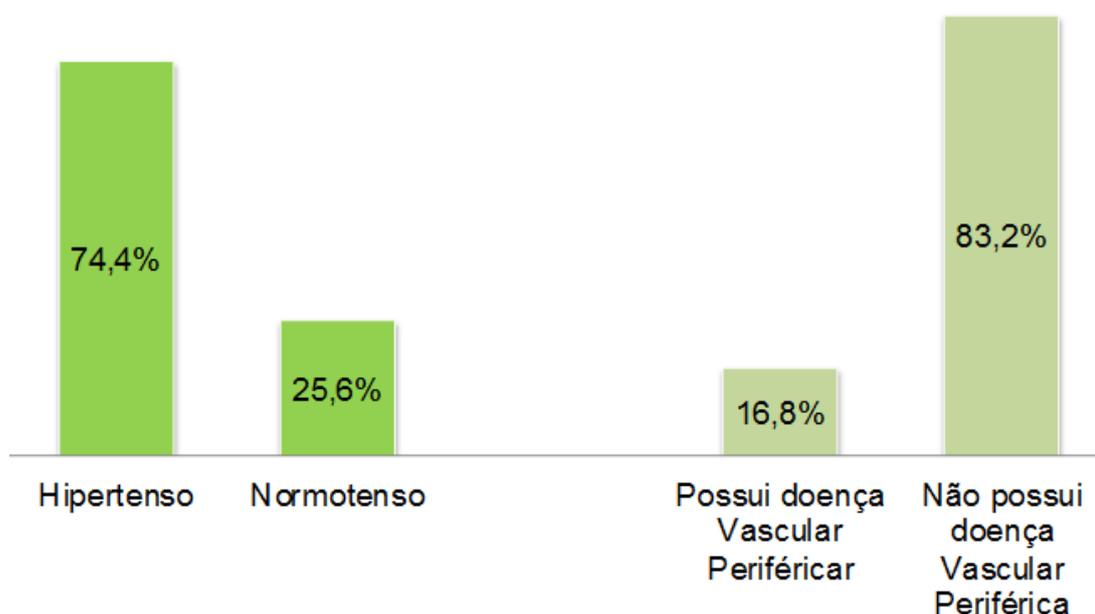
O autor, ainda, afirma que doenças que não são de notificação compulsória, como diabetes e doenças cardiovasculares, são, atualmente, os maiores problemas de saúde pública responsável pelas causas do aumento da morbidade e mortalidade no século XXI.

A hipertensão arterial é o principal fator de risco cardiovascular modificável. No Brasil, a hipertensão arterial sistêmica representa um grave problema de saúde pública atingindo grande parte da população adulta e idosa (BRASIL, 2013).

A frequência de diagnóstico médico de hipertensão arterial encontrada pelo Vigitel foi de 24,3%, sendo maior em mulheres (26,9%) do que em homens (21,3%). O diagnóstico de hipertensão arterial foi mais frequente com o aumento da idade em ambos os sexos (BRASIL, 2012).

Dos 250 participantes da pesquisa, 74,4% eram hipertensos e 16,8% possuíam doença vascular periférica, como mostra o gráfico 4.

Gráfico 4: Relação dos 250 participantes da pesquisa que são hipertensos e/ou portadores de doença vascular periférica. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.



A neuropatia diabética é definida como a presença de sintomas e/ou sinais de disfunção dos nervos periféricos em pessoas com diabetes, após a exclusão de outras causas, e pode, ainda, ser classificada de acordo com manifestações clínicas. As lesões do pé diabético, frequentemente, resultam de uma combinação entre dois ou mais fatores de risco ocorrendo concomitantemente. A neuropatia sensitiva está

associada à perda da sensibilidade dolorosa, percepção da pressão, temperatura e da propriocepção. Em virtude da perda dessas modalidades, os estímulos para percepção de ferimentos ou traumas estão diminuídos ou nem são perceptíveis, o que pode resultar em ulceração (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO, 2001).

O pé neuropático caracteriza-se por alteração da sensibilidade dos membros inferiores. Na história, o paciente pode referir sintomas como formigamentos, sensação de queimação que melhora com exercício ou sintomas de diminuição da sensibilidade, como perder o sapato sem notar ou lesões traumáticas assintomáticas. No entanto, muitas pessoas com perda de sensação clinicamente significativa são assintomáticas (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO, 2001).

Dos 250 participantes, 52,8% referiram realizar atividades intensas, como andar ou ficar de pé por muito tempo, o que pode levar a lesões e/ou alterações em pernas e pés.

Na tabela 2 apresentam-se as alterações presentes nas pernas e/ou pés dos participantes da pesquisa.

Tabela 2: Alterações sensitivas, mecânica e estruturais presentes nos pés dos 250 diabéticos participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev/2014.

Critério		n	%
PERCEBE PERDA DE SENSIBILIDADE NOS PÉS	Sim	92	36,8
	Não	158	63,2
	Total	250	100%
TEM/TEVE BOLHA NOS PÉS	Sim	97	38,8
	Não	153	61,2
	Total	250	100%
TEM/TEVE RACHADURA NOS PÉS	Sim	127	50,8
	Não	123	49,2
	Total	250	100%
TEM/TEVE MICOSE E/OU FRIEIRA	Sim	150	60
	Não	100	40
	Total	250	100%

SENTE FORMIGAMENTO EM PERNAS E PÉS	Sim	149	59,6
	Não	101	40,4
	Total	250	100%
SENTE DORMÊNCIA EM PERNAS E PÉS	Sim	134	53,6
	Não	116	46,4
	Total	250	100%
SENTE QUEIMOR EM PERNAS E PÉS	Sim	80	32
	Não	170	68
	Total	250	100%
SENTE CHOQUE EM PERNAS E PÉS	Sim	63	25,2
	Não	187	74,8
	Total	250	100%
SENTE DOR EM PERNAS E PÉS	Sim	139	55,6
	Não	111	44,4
	Total	250	100%
SENTE PONTADA EM PERNAS E PÉS	Sim	86	34,4
	Não	164	65,6
	Total	250	100%
PRESENÇA DE ANORMALIDADE NA ESTRUTURA DOS OSSOS DOS PÉS	Sim	78	31,2
	Não	172	68,8
	Total	250	100%
TEM JOANETE NOS PÉS	Sim	60	24
	Não	190	76
	Total	250	100%
PERCEBE QUE OS PÉS E/OU PERNAS FICAM QUENTE/AVERMELHADO	Sim	73	29,2
	Não	177	70,8
	Total	250	100%
PERCEBE QUE OS PÉS E/OU PERNAS INCHAM	Sim	204	81,6
	Não	46	18,4
	Total	250	100%

A avaliação dos pés constitui-se em passo fundamental na identificação dos fatores de risco que podem ser modificados o que, conseqüentemente, reduzirá o risco de ulceração e amputação de membros inferiores nas pessoas com diabetes.

A inspeção da pele deve ser ampla, incluindo observação da higiene dos pés e corte das unhas, pele ressecada e/ou descamativa, unhas espessadas e/ou onicomicose, intertrigo micótico, pesquisando-se a presença de bolhas, ulceração ou áreas de eritema (BRASIL, 2013).

Rocha, Zanetti e Santos (2009) relacionam, em sua pesquisa, as dificuldades em relação ao exame dos pés com: o tempo de diagnóstico de diabetes menor que um ano, ao desconhecimento de problemas nos pés; a falta de avaliação quotidiana do exame dos pés, restringindo-se aos retornos ambulatoriais; a falta de credibilidade na eficácia do exame dos pés; as situações que dificultam a inspeção dos pés (flexibilidade e sobrepeso) e a ausência de apoio familiar. Qualquer prejuízo na pele, na funcionalidade, na integridade, na estrutura ou na dinâmica dos pés pode evoluir com a instalação de lesão que originam o pé diabético, uma vez que a neuropatia diabética reduz a sensibilidade requerendo do usuário uma compensação no processo de autoavaliação/autocuidado com os pés (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO, 2001).

No gráfico 5 demonstra-se a periodicidade que os participantes da pesquisa examinam seus pés.

Gráfico 5: Hábito de realizar inspeção diária dos pés dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.

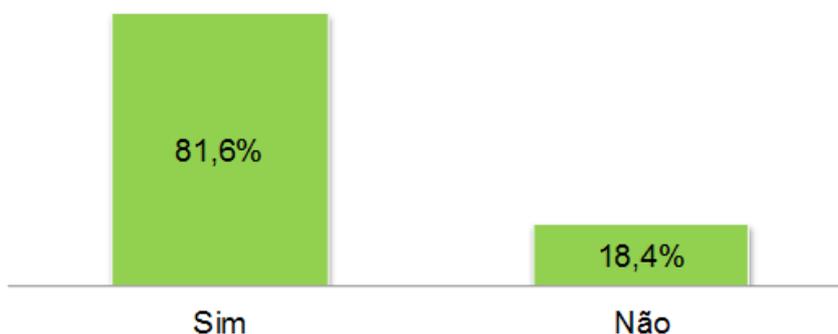


A inspeção dos pés deve ser feita de maneira que o paciente consiga verificar, minuciosamente, cada parte do mesmo, verificando os espaços interdigitais, sola, calcâneo, dedos e parte superior dos pés. Indivíduos obesos, em idade avançada e/ou com baixa acuidade visual, podem encontrar dificuldades em realizar a inspeção. Nestes casos é fundamental que o parceiro/companheiro/filhos seja orientado quanto à importância deste cuidado.

A baixa acuidade visual, também, está relacionada à dificuldade de compreensão para o autocuidado, pois, o diabético (principalmente, aquele que vive sozinho) pode não ser capaz de realizar a leitura das anotações de enfermagem para o autocuidado domiciliar.

Dos participantes da pesquisa, 81,6% disseram ter dificuldade para ler/enxergar, como se mostra no gráfico 6.

Gráfico 6: Alteração da acuidade visual dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.



O corte inadequado das unhas é um dos fatores que contribuem para o aumento de frequência do pé diabético e, conseqüentemente, para o aumento do risco de amputação, pois com o corte inadequado, podem surgir unhas encravadas e ferimentos por corte muito rente aos dedos. O corte das unhas deve ser feito da forma reta e não muito rente ao dedo para se evitar qualquer tipo de ferimento (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE O PÉ DIABÉTICO, 2001).

Em uma pesquisa realizada com um grupo de diabéticos, na qual foram realizadas intervenções educativas quanto ao autocuidado com os pés, mostrou-se que, antes de iniciar o curso, a maioria dos diabéticos cortava as unhas em forma arredondada, após o término do curso houve mudança de atitude. O corte das unhas

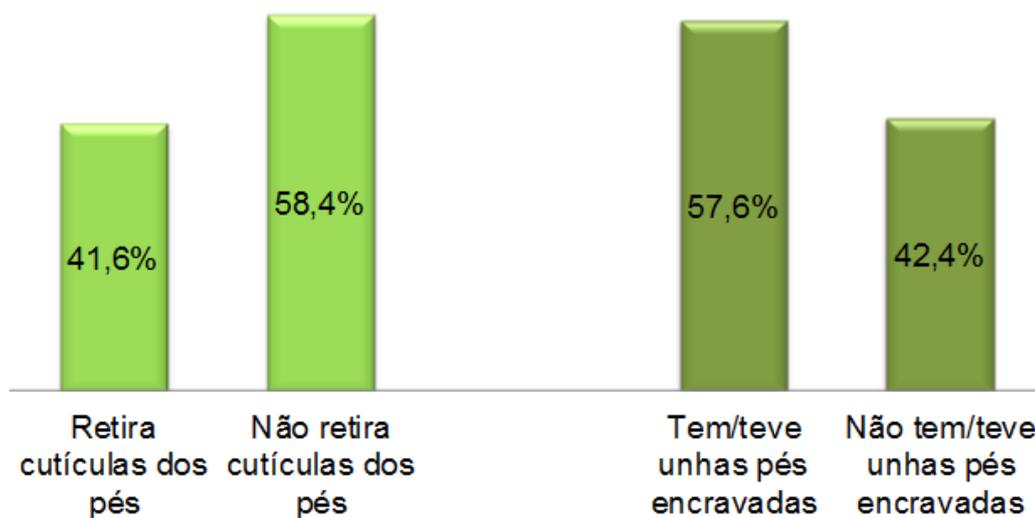
dos pés de forma arredondada contribui para o aparecimento de lesões nos cantos dos dedos, por machucados causados pelos objetos cortantes e, se a lesão infeccionar, poderá haver retardo na cicatrização e chegar a uma consequente amputação (RODRÍGUEZ, 2013).

As unhas encravadas, geralmente, são o resultado de uma má técnica de corte das unhas e de uma unha quebrada, cuja ponta, se não for removida, pode, subsequentemente, penetrar no sulco ungueal. Escavar a lateral do sulco para remoção da borda é outra causa bastante comum. A retirada do fragmento da unha quebrada deve ser feita com cautela, e o sulco deve ficar protegido por uma capa antisséptica, que auxiliará na resolução do problema, porém, vários casos requerem a intervenção cirúrgica. Se a remoção da unha for apenas parcial, então, será necessária uma avaliação vascular meticulosa; o controle de infecção e o segmento são essenciais (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO, 2001).

O corte das unhas deve ser feito sempre procurando seguir linha reta, evitando tirar as cutículas, pois sua retirada, frequentemente, pode ocasionar lesões que seriam porta de entrada para qualquer processo infeccioso. Dos participantes da pesquisa, 36% disseram cortar as unhas rente ao dedo e arredondadas (cortando os cantos) e 23,2% cortam as unhas não rente ao dedo e quadrada (reta).

No gráfico 7 apresenta-se o comportamento dos participantes em retirar cutículas dos pés e a presença de unhas encravadas.

Gráfico 7: Hábito de retirar cutículas e presença de unhas encravadas dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.

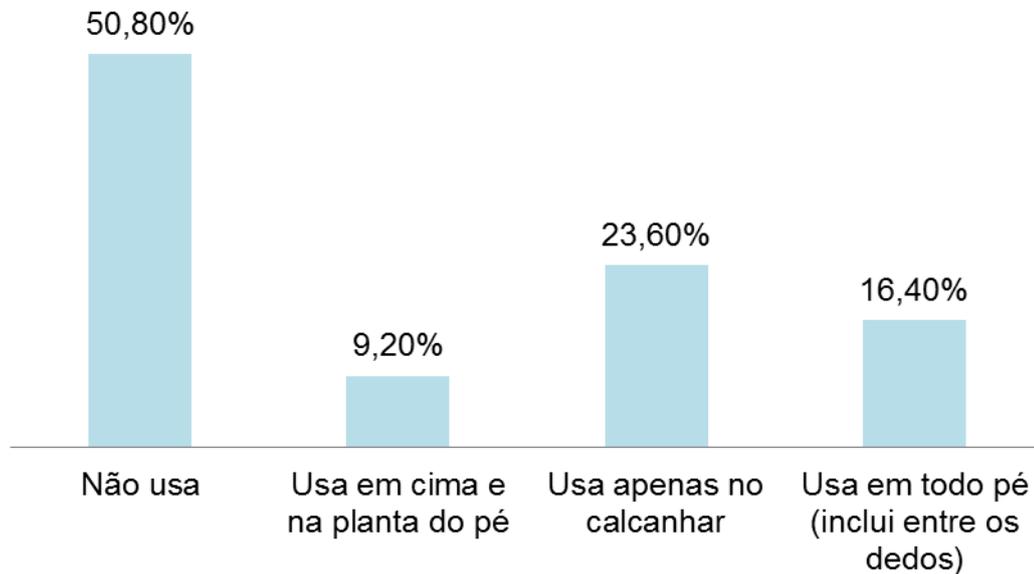


Cuidados simples, como por exemplo, hidratar as pernas e os pés, para evitar o ressecamento da pele, lavar e secar bem os pés, principalmente, nos espaços interdigitais podem evitar as lesões e úlceras (FERREIRA et al, 2011). Dos entrevistados, 58% referiram secar entre os dedos quando estes ficam molhados e 90,8% lavam os pés diariamente esfregando com água e sabão.

É importante a hidratação dos pés como forma de prevenção de possíveis complicações (ROCHA, ZANETTI, SANTOS, 2009). Se a pele estiver seca, é recomendável o uso de creme hidratante em pequenas quantidades, tomando-se o cuidado de não permitir que o excesso de creme permaneça entre os dedos, favorecendo a maceração da pele. Uma massagem pode ser aplicada neste momento simultaneamente à observação criteriosa dos dois pés (FERREIRA et al, 2011).

No gráfico 8 apresenta-se o comportamento dos participantes quanto ao uso de creme hidratante nos pés.

Gráfico 8: Uso de creme hidratante nos pés dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.



Os fatores mecânicos desempenham um papel muito importante na etiologia da maioria das úlceras nos pés. O ferimento, geralmente, ocorre por meio de uma deformidade no pé, tal como cabeças de metatarsos proeminentes ou dedos em garra, na presença de neuropatia sensitivo-motora a qual leva à aplicação repetida de pressão plantar elevada e possibilidade de estresse de acomodação a determinadas regiões dos pés durante uma caminhada. Esta pressão causa dano no tecido, o qual pode iniciar-se como uma lesão pré-ulcerativa: hemorragia na calosidade, bolha, ou ferimento superficial na pele. Caso o trauma torne-se repetitivo, porque o paciente perdeu a sensibilidade protetora, úlceras na pele espessada podem-se desenvolver com grande risco de infecção (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE O PÉ DIABÉTICO, 2001).

A calosidade é uma formação hiperqueratótica, causada em razão ao excessivo de estresse mecânico. É considerado um fator agravante para o pé diabético por contribuir com o aumento da pressão em sua região. Porém, sua retirada deve ser realizada por material e método adequados, evitando lacerar a região e produzir um processo infeccioso.

Os especialistas desaconselham enfaticamente o uso de agentes queratolíticos e outras substâncias para a eliminação da calosidade. Um calo que

apresente sinais de sangramento, descoloração ou formação de bolhas deve ser tratado como uma emergência clínica. Os problemas envolvendo os calçados devem ser avaliados (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO, 2001).

No gráfico 9 apresenta-se o material utilizado pelos participantes para retirada de calos.

Gráfico 9: Material utilizado para retirada de calos dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.



Se as condições dermatológicas dos pés estiverem comprometidas, qualquer prejuízo na pele ou nos pés pode progredir até instalar-se uma lesão grave, que pode atingir tecidos profundos, especialmente se associadas a deformidades estruturais e perda da sensibilidade à dor. Neste ponto, a propriedade dos calçados adquire relevância na função de proteger os pés de agentes lesivos externos. Entretanto, os próprios calçados constituem-se, também, em agentes lesivos, quando não possuem as características ideais de conforto e proteção para os pés (CAIAFA, CASTRO, FIDELIS, 2011).

O paciente que apresenta fatores de risco para o desenvolvimento de complicação nos pés deve usar calçado apropriado, ou fazê-lo sob medida, com características padronizadas pelo Consenso Internacional do Pé Diabético. Os calçados inadequados predisõem os pés a traumas extrínsecos e contribuem como

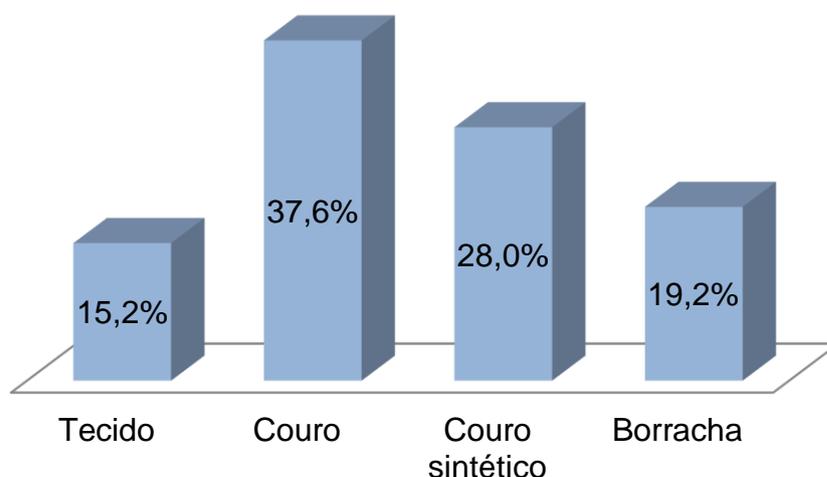
fator precipitante em até 85% dos casos de ulcerações nos pés (ROCHA, ZANETTI, SANTOS, 2009).

Dentre as características dos calçados, destacam-se aqueles com profundidade extra, que permitem a adaptação de palmilhas removíveis; os acolchoados internamente; aqueles com ausência de costuras interiores e sistema de fechamento ajustável (velcro ou cadarço); os que têm ponta quadrada e saltos de até três centímetros. É importante que os calçados cubram totalmente os dedos e o calcanhar e que sejam confeccionados com couro macio ou tecido (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE O PÉ DIABÉTICO, 2001).

Para a compra de novos calçados, é importante que o horário da compra seja adequado. No final da tarde, os pés se encontram inchados o suficiente para a compra de um calçado que deixe os pés confortáveis para qualquer ocasião, evitando, assim, a compra de sapatos apertados. Por outro lado, o uso de calçados muito largos, também, não é indicado, pois favorece o atrito e a formação de bolhas. Entre os participantes da pesquisa, 21,2% compram seus calçados no período da tarde.

Dentre os participantes da pesquisa, 64% usam calçados com costura interna e 11,6% calçados com e sem costura interna. Em relação ao tipo do calçado 45,6% utilizam os abertos e 32% aberto e fechado. No gráfico 10 apresenta-se o material dos calçados mais utilizados pelos participantes da pesquisa.

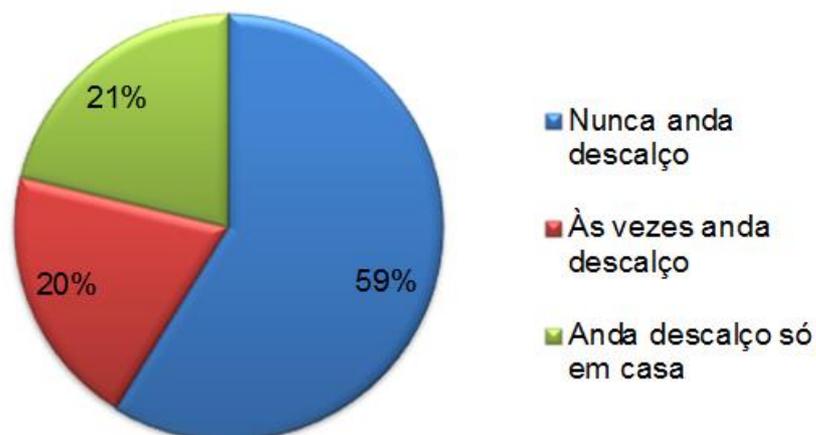
Gráfico 10: Relação do material dos calçados mais utilizados pelos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.



O hábito de andar descalço, também, é prejudicial, principalmente, quando o paciente com DM apresenta deformidades estruturais e perda da sensibilidade dolorosa. O uso de calçados adequados é importante para proteger os pés dos agentes lesivos externos assim como o hábito de inspecionar o sapato antes de calçá-lo são medidas preventivas. Como o paciente diabético pode ter a sensibilidade plantar comprometida, qualquer objeto pequeno que esteja dentro do sapato pode não ser sentido e causar lesão se não retirado. Nesta pesquisa, 39,2% dos participantes não verificam o calçado por dentro antes de calçá-lo.

No gráfico 11 apresentam-se as características dos participantes quanto ao comportamento de andar descalço.

Gráfico 11: Comportamento de andar descalço dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.



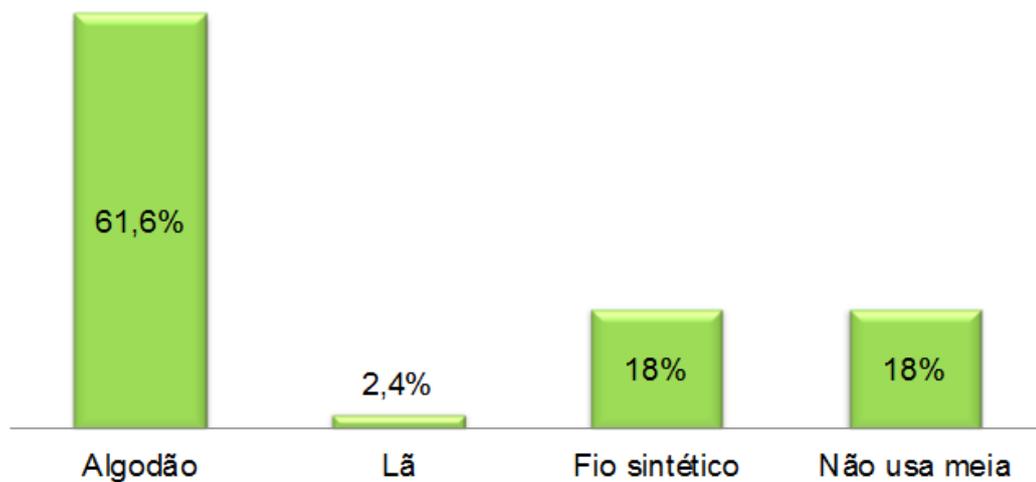
O uso de meias é aconselhável ao portador de DM, principalmente, as meias de tecido de algodão, pois proporcionam benefícios aos diabéticos. Ressalta-se que, de preferência, deve ser de cor branca, para poder identificar facilmente as sujidades e as secreções, que poderiam ser causadas por algum processo supurativo. Também não deve estar apertada, garroteando a perna. Esse tipo de meia, também, proporciona adequada ventilação aos pés, ao contrário das meias de tecido sintético, que retêm o suor, por formar uma capa impermeável (HONÓRIO, CHAVES, 2009).

Também deve ser considerado que as meias que possuem costuras internas deveriam ser calçadas do avesso, pois as linhas da costura, também, podem

ocasionar lesões. E evitar usar calçados sem meias quando estes indicarem uso de meias. É importante lembrar que as meias muito grossas exigem calçados mais largos, caso contrário favorecem o atrito e a formação de pontos de pressão.

No gráfico 12 representa-se o material das meias utilizadas pelos participantes.

Gráfico 12: Tipo de tecido das meias utilizadas pelos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.

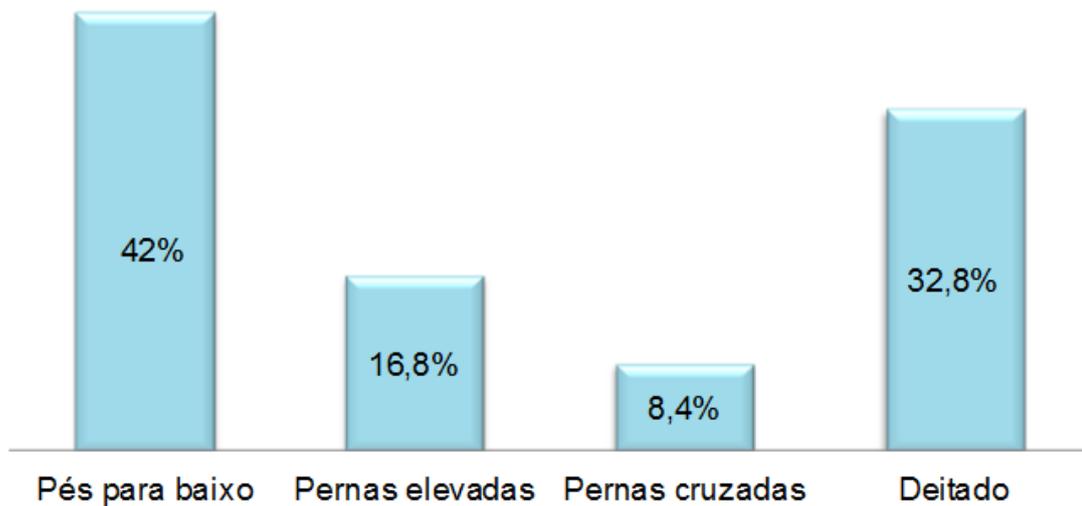


O repouso é um fator de grande impacto preventivo para o pé diabético e o cuidado com a posição em que os pés se encontram quando se fica muito tempo parado, também, é importante. Assim como o excesso de atividades, como ficar muito tempo em pé ou andando por muito tempo é prejudicial.

Quando as pernas ficam cruzadas por muito tempo, estas podem interromper a circulação sanguínea de algumas áreas, o que provoca a difícil cicatrização de lesões instaladas. É necessário que o portador do DM tenha consciência de que os pés devem sempre estar a uma altura elevada para uma melhor circulação (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO, 2001).

No gráfico 13 representa-se a posição em que os participantes costumam ficar quando descansam/assistem à TV.

Gráfico 13: Posição para descansar e/ou assistir à televisão dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.



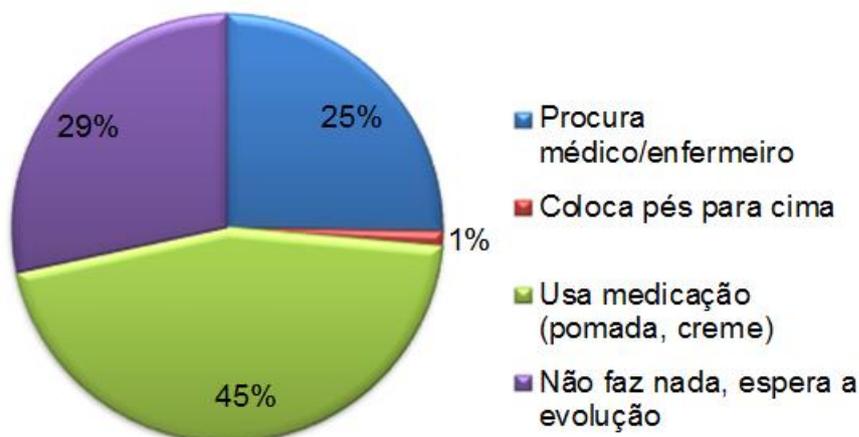
O surgimento de uma ferida nos pés pode ser o início de um desgastante trabalho físico, psicológico e social na vida do portador da doença, portanto, cabe ao diabético a busca pelo melhor recurso para o cuidado a esta anormalidade.

O uso inadequado de substâncias não indicadas para a aplicação em ferimentos nos pés deve sempre ser evitado, pois, o efeito pode ser contrário e piorar ainda mais o problema.

Nenhuma lesão deve ser considerada trivial no portador de DM. Lesões mínimas podem levar à úlcera e atuar como porta de entrada para uma infecção com rápida disseminação; tais lesões não devem nunca ser subestimadas. É muito importante que os diabéticos tenham acesso a um tratamento preventivo adequado, independentemente do nível socioeconômico (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO, 2001).

No gráfico 14 apresenta-se o comportamento dos participantes da pesquisa ao observarem alguma anormalidade em seus pés.

Gráfico 14: Comportamento adotado quando se percebe alguma alteração nos pés dos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.



O portador de DM deve sempre ter consciência e conhecimento sobre as alterações que podem surgir em seus pés e sobre como é prejudicial para sua saúde o agravamento desta complicação. A infecção do pé diabético é uma condição ameaçadora ao membro e considerada uma causa imediata de amputação em 25 a 50% dos pacientes diabéticos (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO, 2001).

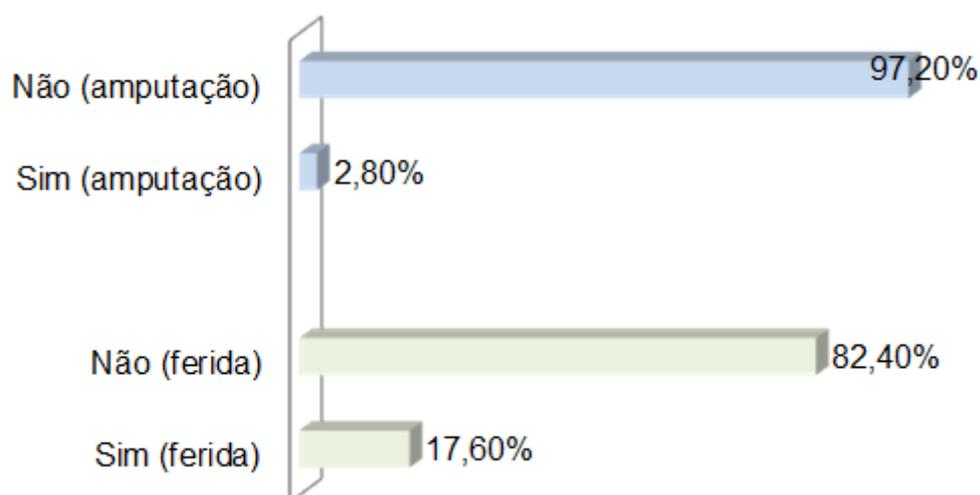
A enfermeira deve ter conhecimento sobre a dificuldade de cicatrização encontrada em portadores de DM e sobre os fatores que interferem neste processo oferecendo suporte de prevenção, intervenção e curativos para o cuidado e tratamento de feridas (LIMA, ARAUJO, 2013).

Na presença de lesão ulcerada no pé, os cuidados devem ser imediatos, incluindo o tratamento da infecção, quando presente, a redução do apoio no pé doente, a limpeza da ferida e a avaliação da necessidade de encaminhamento à atenção especializada. Na presença de excesso de queratina nas bordas da lesão, esta deve ser removida a fim de expor a base da úlcera. Úlceras superficiais, frequentemente, são infectadas por gram-positivos e podem ser tratadas ambulatorialmente com antibióticos orais (BRASIL, 2013).

As amputações maiores estão associadas à elevada taxa de mortalidade e ao risco considerável de perda da habilidade de locomoção e independência. Os resultados em longo prazo, também, sugerem um alto risco de amputação no membro contralateral (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO, 2001).

No gráfico 15 representam-se os participantes que já tiveram alguma ferida nos pés e que sofreram ou não amputação.

Gráfico 15: Existência de ferida nos pés e presença de amputação nos 250 participantes da pesquisa. Juiz de Fora, MG. Fev, 2014.



4.2 Análise de grupos de risco utilizando RNA

Nesta seção apresentam-se os resultados obtidos com a utilização de RNA para a análise dos grupos de risco de desenvolver o pé diabético nos participantes da pesquisa.

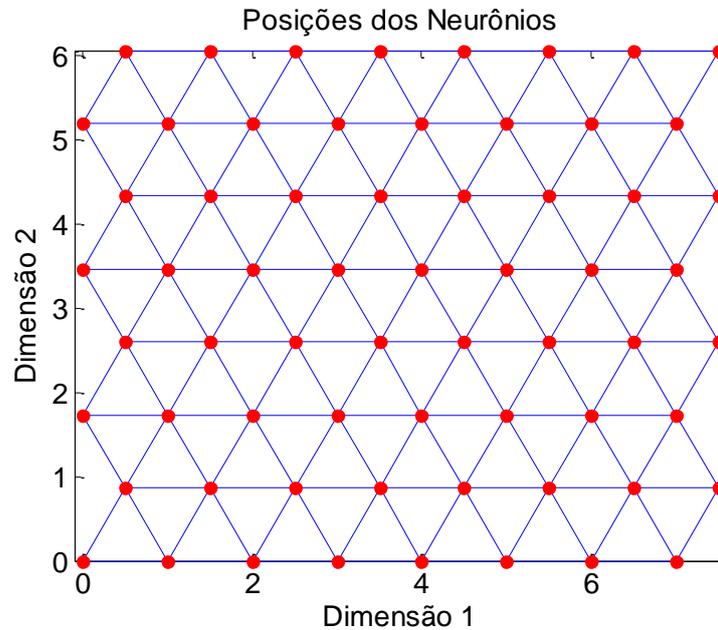
Como não há uma definição na literatura que possa enquadrar o diabético em algum grupo de risco de desenvolver o pé diabético de forma não invasiva, ou seja, utilizando-se apenas de características, sinais e sintomas da doença, definiu-se utilizar de técnicas de agrupamento de dados a fim de levantar relações entre as variáveis analisadas com o objetivo de encontrar esta classificação. Por meio da análise da relação entre as variáveis, foi desenvolvida uma escala que possa atribuir ao portador de DM um grau de risco de desenvolver o pé diabético, bem como inferir sobre a relevância de cada variável na decisão do grupo de risco.

Neste trabalho, a técnica de agrupamento de dados conhecida por SOM foi utilizada (descrita na seção 2.2.1).

Na figura 3 mostra-se a topologia da rede SOM obtida (8x8 neurônios) de 64 neurônios interligados de forma hexagonal. Os neurônios são representados pelos pontos vermelhos e suas conexões com os neurônios vizinhos em linha contínua

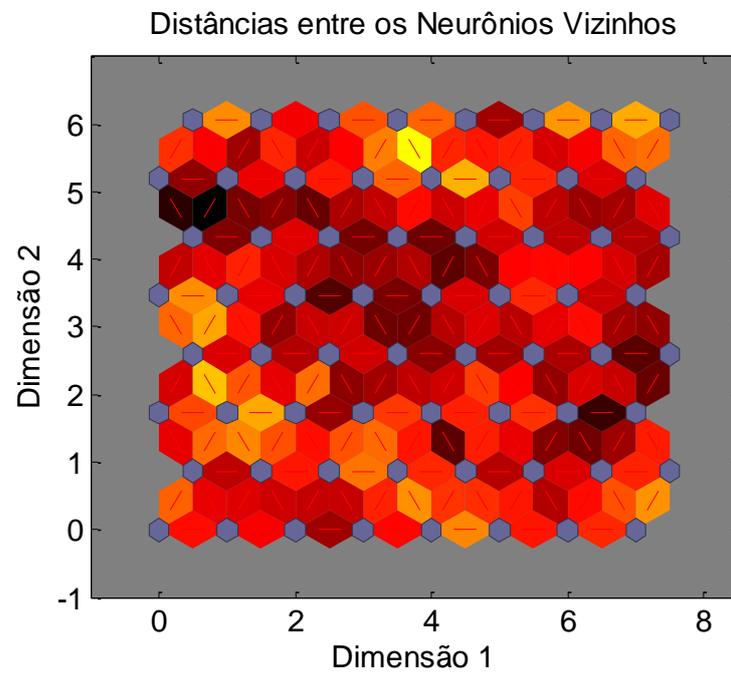
azul. A Dimensão 1 e Dimensão 2 representam a posição dos neurônios no plano de duas dimensões.

Figura 3: Posição dos neurônios na rede SOM.

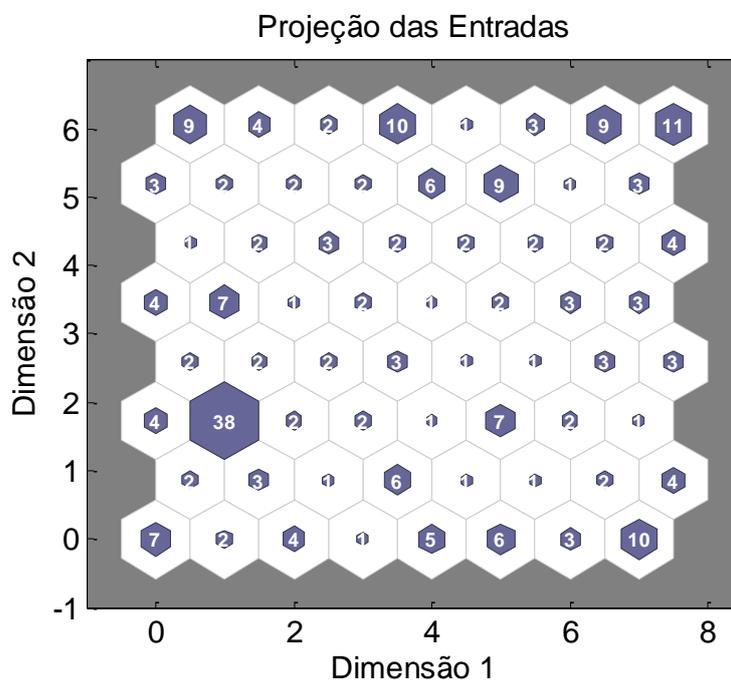


Na figura 4 (a) ilustram-se as distâncias entre os neurônios vizinhos, em que as cores escuras indicam maiores distâncias e as cores claras indicam distâncias menores (formação de agrupamentos). Esta representação bidimensional é bastante útil quando se trabalha com dados multidimensionais, como é o caso dessa dissertação. Na rede SOM, visualizada na figura, cada neurônio (losangos cinza) passa a representar um ou mais pacientes do banco de dados. Essa representação pode ser vista na figura 4 (b), que mostra a distribuição das entradas nos neurônios da rede. Por exemplo, observa-se em (b), no canto inferior esquerdo, um neurônio que representa 38 dos pacientes do banco de dados.

Figura 4: (a) Distância entre os neurônios vizinhos. (b) Número de projeções das entradas nos neurônios da rede SOM.



(a)



(b)

Como os neurônios passam a representar os pacientes, os agrupamentos observados entre os neurônios, analisando-se a figura 4 (a), representam os agrupamentos obtidos entre os pacientes. Observa-se uma diagonal principal

formada pelas cores escuras (que representam maiores distâncias entre neurônios) separando o banco em dois grupos. As cores amarelas e mais claras do canto inferior esquerdo indicam haver um agrupamento naquela região. Observa-se, também, na parte superior e se estendendo ao canto superior direito, outro possível agrupamento representado pelas cores mais claras. Uma região homogênea é observada na parte central.

Na figura 4 (b) mostra-se que uma grande parte de pacientes ficou distribuída entre os neurônios da parte superior, e os da parte inferior, com uma concentração maior no lado esquerdo. Isso mostra a existência de uma fronteira diagonal principal que possa separar os grupos (neurônios centrais com pouca concentração de pacientes).

4.2.1 Análise Quantitativa

Pela análise qualitativa, apresentada na seção anterior, mostrou-se a formação de possíveis agrupamentos entre os dados, porém, dada a complexidade do problema do pé diabético e a alta dimensão dos dados (54 variáveis), a separação de grupos não é evidente.

Existem na literatura atual vários algoritmos de agrupamento de dados. Em Theodoridis e Koutroumbas (2009), uma boa revisão sobre técnicas de agrupamento de dados pode ser encontrada. Para cenários complexos e de alta dimensão como o problema apresentado nesta pesquisa, a rede SOM destaca-se em virtude de sua alta capacidade de representação de dados de alta dimensão em duas dimensões, por meio de um mapeamento não linear. Por este mapeamento acessam-se e extraem-se informações fundamentais do banco de dados que outros algoritmos lineares e/ou que utilizam apenas estatísticas de segunda ordem não são capazes de realizar.

Conforme já discutido, pela rede SOM faz-se um mapeamento não linear dos dados em duas dimensões, onde os agrupamentos podem ser observados, mas não os classifica em grupos. Com este propósito, alguma métrica deve ser utilizada nos neurônios da rede a fim de obter os agrupamentos. Neste trabalho, foi utilizado o algoritmo *kmeans*, que objetiva dividir n observações entre k grupos, onde cada

observação pertence ao grupo cuja média dos dados está mais próxima da observação.

Na Tabela 3 mostra-se a divisão de dados alcançada. Com base nessa divisão, o desafio passa a ser identificar qual dos grupos possui maior risco de desenvolver o pé diabético. Para isso, foram utilizadas as características apontadas como indicadores de risco do pé diabético pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2006) e pelo Consenso Internacional sobre o pé diabético (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE O PÉ DIABÉTICO, 2001), que são: **úlceras prévias, amputação prévia, neuropatia, calos, micose, bolha, rachadura, calçado inadequado (tipo, material do calçado, estrutura interna), andar descalço, objetos no interior de sapatos, pé deformado (joanete e/ou deformações em sua estrutura), baixa condição socioeconômica (renda mensal e anos de estudo), doença vascular periférica, tabagismo, hipertensão arterial, obesidade, unha encravada e baixa acuidade visual.**

Tabela 3: Divisão de grupos de risco para desenvolver o pé diabético.

Grupos	Número de Pacientes	Classificação (critério ≥ 10 características)
A	102 (40,8%)	Alto Risco: 70 (68,6%) Baixo Risco: 32 (31,4%)
B	148 (59,2%)	Alto Risco: 47 (31,8%) Baixo Risco: 101 (68,2%)

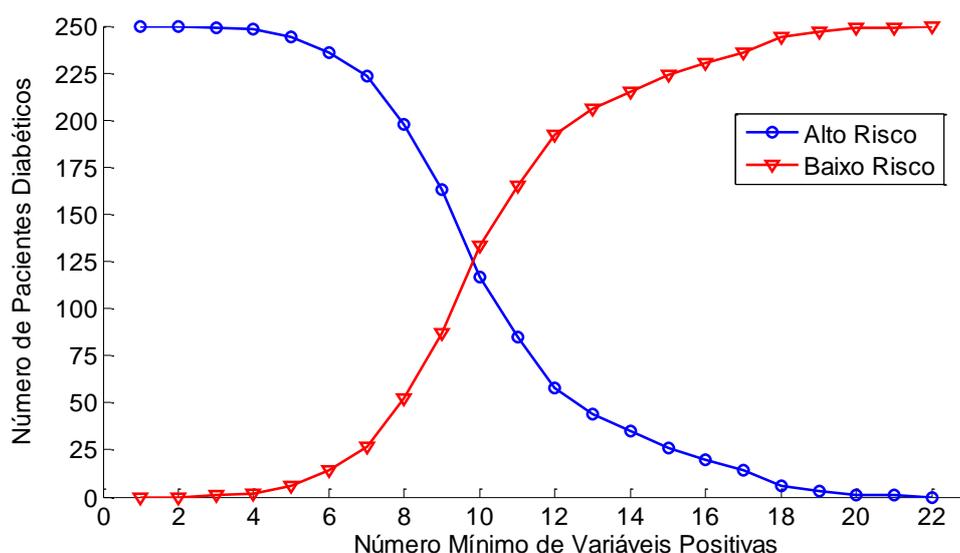
A ideia principal foi adotar um número mínimo destas características presentes no paciente diabético para classificá-lo como alto risco de desenvolver o pé diabético. Por exemplo, se o número mínimo de características adotado for 8, qualquer paciente que tenha mais do que 8 destas características, independente de cada uma, será classificado como alto risco.

No gráfico 16 demonstra-se como os pacientes ficaram classificados nos grupos de alto e baixo risco de acordo com o número mínimo de características exigidas. Observa-se que o aumento do número mínimo exigido de características presentes no paciente para que ele seja classificado como alto risco, leva à diminuição do número de pacientes classificados como alto risco e, conseqüentemente, o aumento do número de pacientes classificados no grupo de

baixo risco. Em outras palavras, a divisão entre os grupos é inversamente proporcional ao número mínimo de características exigidas, para que o paciente seja classificado como alto risco, ou seja, quando se exige pelo menos uma característica para classificá-lo como alto risco, todos os 250 pacientes ficam agrupados como alto risco.

Ao se considerar pelo menos 10 características, para classificar o paciente como alto risco, uma divisão mais igualitária entre os dados acontece, em que, dos 250 pacientes, 117 foram classificados como alto risco e 133, como baixo risco. Para evitar o favorecimento de alguma classe, decidiu-se utilizar o critério de, no mínimo, 10 características para avaliar os grupos obtidos (Tabela 3) como alto e baixo risco.

Gráfico 16: Classificação dos grupos de alto e baixo risco de desenvolver o pé diabético, de acordo com o número mínimo de características exigidas.



Todavia, é importante enfatizar que este critério de definição de baixo e alto risco é utilizado apenas para descobrir dentre os grupos alcançados A e B (Tabela 3), qual é o grupo que representa os pacientes com baixo risco de desenvolver o pé diabético e o grupo que representa os pacientes de alto risco.

Cabe lembrar que um dos objetivos deste trabalho é avaliar a relevância de cada uma das características utilizadas no questionário adotado (Apêndice A) e que a divisão de grupos A e B alcançada (Tabela 3) foi realizada pela rede SOM

levando-se em conta todas as 54 características do questionário. Porém, para verificar quais foram os grupos separados pela rede SOM, alto ou baixo risco, foram utilizadas as características propostas pelas referências adotadas, como citado anteriormente.

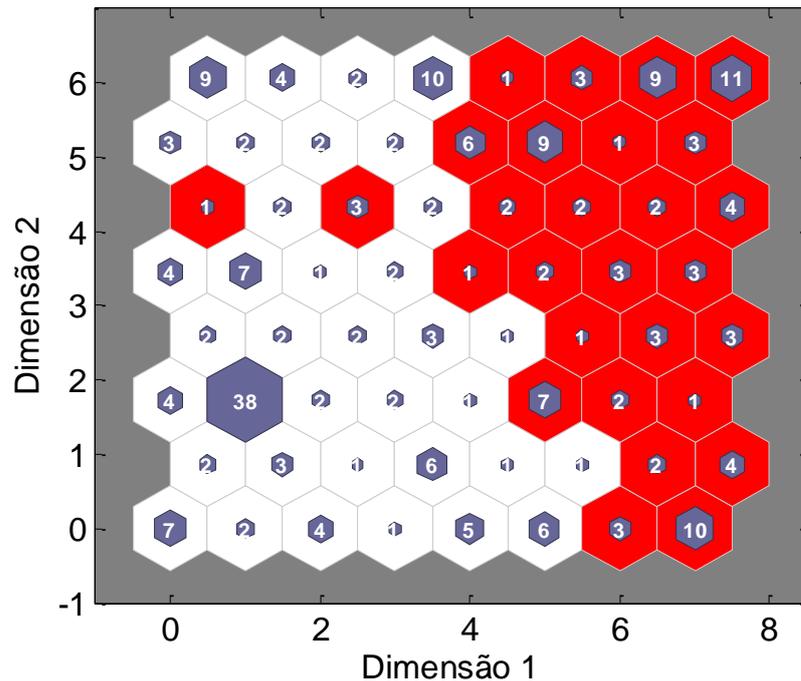
Aplicando o critério de classificar o paciente que apresentar pelo menos 10 das características, anteriormente mencionadas, a cada um dos grupos A e B da Tabela 3, observa-se que dos 102 pacientes do grupo A, 70 (68,6%) foram classificados como alto risco e dos 148 pacientes do grupo B, 101 (68,2%) foram classificados como baixo risco. Com isso, pode-se inferir que o grupo A representa o grupo com alto risco de desenvolver o pé diabético e o grupo B representa o grupo com baixo risco.

4.2.2 Análise Qualitativa

Na figura 5 ilustra-se o agrupamento dos neurônios, de acordo com o algoritmo *K-means* e o número de diabéticos representado por cada neurônio do grupo. Neurônios preenchidos com a cor vermelha pertencem à mesma classe e representam os diabéticos classificados como alto risco. Os demais neurônios pertencem à classe que representa os diabéticos classificados como baixo risco. Pode-se observar a distribuição numérica dos 102 diabéticos classificados como alto risco (vide tabela 3) nos neurônios que representam o grupo A.

Importante notar que, comparando a divisão de grupos mostrada na figura 5 com a representada pela figura 4, observa-se a semelhança entre as imagens, que mostram dois agrupamentos.

Figura 5: Mapa dos neurônios



Uma importante característica da rede SOM e que, na verdade, é uma de suas principais virtudes, é a capacidade de mostrar, visualmente, por meio do Plano de Componentes, a relação entre as variáveis de entrada, o que permite identificar variáveis correlacionadas entre si. Para cada variável, é gerado um Plano de Componentes, que é uma representação gráfica dos valores de cada variável no vetor de pesos da rede, mostrando a média dos valores de cada variável do banco de dados projetada em cada um dos neurônios do mapa.

Além disso, o Plano de Componentes mostra, também, a relação topológica de cada variável com o mapa dos neurônios treinados (que apresenta as distâncias entre os neurônios vizinhos), o que permite identificar as variáveis mais e/ou menos discriminativas para a definição dos grupos de risco obtidos. Esta análise é bastante relevante no contexto da presente dissertação.

Nas figuras 6, 7 e 8 mostra-se o Plano de Componentes de 24 das 54 variáveis utilizadas no treinamento da rede. Cores mais escuras significam valores mais altos das médias das variáveis projetadas nos pesos da rede, e cores mais claras representam valores mais baixos.

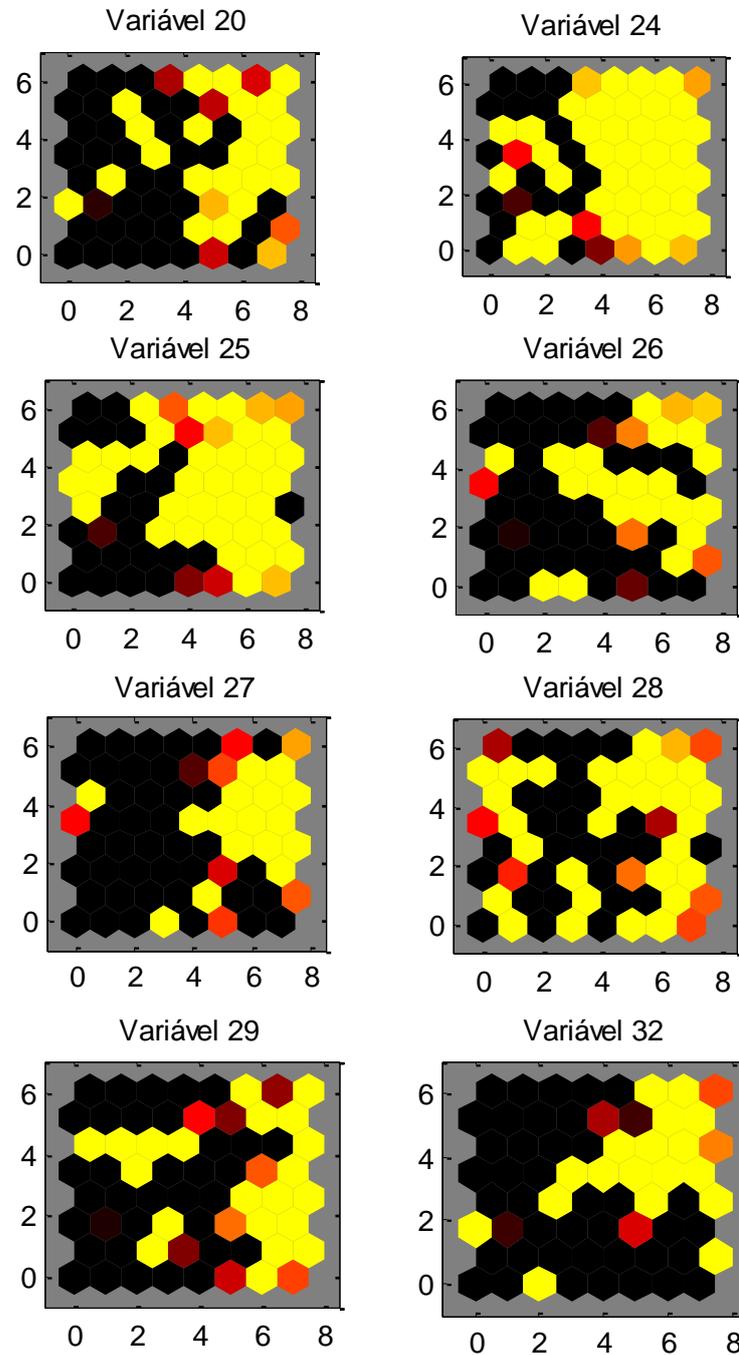
Na figura 6 mostram-se as variáveis que apresentaram maior relação topológica com o mapa de neurônios da rede (figura 5), em que os valores maiores

se concentraram nos neurônios do lado esquerdo inferior do mapa enquanto os valores mais baixos ficaram no lado direito superior, acompanhando a divisão entre os grupos apresentada na figura 5. Quanto maior for a coincidência da divisão de grupos apresentada no Plano de Componentes de uma dada variável com a divisão apresentada pelo mapa de neurônios, maior será a contribuição daquela variável na separação dos grupos. Portanto, estas oito variáveis (com destaque para as variáveis 24, 25 e 29) são consideradas com boa capacidade de discriminação.

A presença de formigamento, dormência e sensação de pontada em pernas e pés são representadas, respectivamente, pelas variáveis de número 24, 25 e 29. Para a separação dos grupos de risco é fundamental que se tenha conhecimento da presença, ou não, destas características no portador de diabetes mellitus.

Na tabela 4 apresenta-se o percentual dos participantes quanto à presença das características da figura 6 (identificadas como mais discriminantes) na população total e no grupo classificado com alto risco de desenvolver o pé diabético. É importante observar que, em todas as variáveis, mais da metade dos diabéticos do grupo de alto risco apresentaram a característica de risco, o que certifica a classificação do grupo como alto risco.

Figura 6: Plano de componentes: variáveis 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 32.



Em relação à figura 6, é importante observar que as variáveis apresentaram Planos de Componentes com certa semelhança entre si, mostrando que elas apresentam alguma correlação.

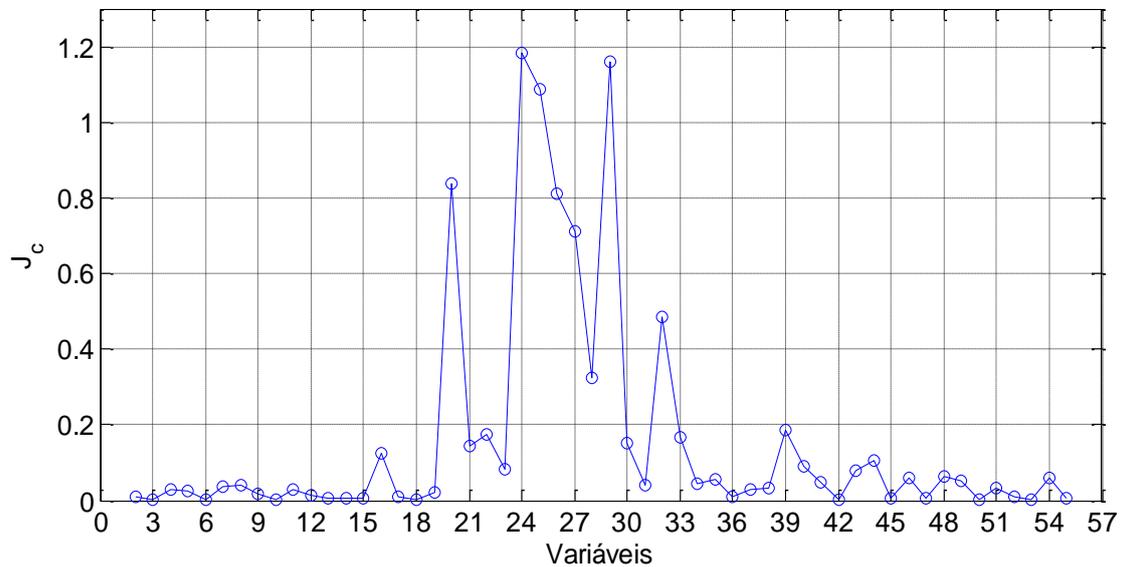
Tabela 4: Caracterização estatística do grupo de alto risco de acordo com as variáveis mais discriminantes.

Variáveis	População Total	Grupo Alto Risco
20- Perda de sensibilidade	36,8	68,6%
24- Sensação de formigamento	59,6%	94,1%
25- Sensação de dormência	53,6%	88,2%
26- Sensação de queimor	32%	62,8%
27- Sensação de choque	25,2%	53%
28- Dor em pernas e pés	55,6%	77,5%
29- Sensação de pontada	34,4%	69,6%
32- Pés quentes e avermelhados	29,2%	54%

Cumpramos ressaltar que uma variável com boa capacidade de discriminação, no contexto desta pesquisa, significa que a informação do diabético que a variável traz, independente de contribuir positiva ou negativamente para o desenvolvimento do pé diabético, é de grande importância para que se tenha a correta classificação do risco do paciente desenvolver o pé diabético.

A fim de investigar a capacidade de discriminação das variáveis de forma mais quantitativa, utilizou-se o discriminante linear de Fisher, discutido na seção 2.3. Para isso, o critério Fisher foi calculado de acordo com a equação 1 e está ilustrado no gráfico 17. Observa-se que as oito variáveis, cujos Planos de Componentes foram mostrados na figura 6, apresentaram os maiores valores de J_c , acima de 0.3, indicando, portanto, que elas são as variáveis mais discriminantes.

Gráfico 17: Discriminante de Fisher: Representação das variáveis quanto a sua discriminância na separação dos grupos.



Como o critério de Fisher usa uma métrica baseada na média e variância das variáveis de cada grupo de risco, diferente da rede SOM, este resultado reforça o indicativo de que estas oito variáveis são as mais discriminantes entre os grupos de risco para o banco de dados utilizado.

Com os Planos de Componentes apresentados nas figuras 7 e 8 revelam-se variáveis pouco discriminativas. As variáveis da figura 7 contribuíram de forma aleatória para ambos os grupos de risco e sem alguma relação direta com o mapa de neurônios da rede. Observa-se, também, que estas variáveis não apresentam relação entre si.

Na tabela 5 apresenta-se, de forma quantitativa, a comparação entre a população total da pesquisa e o grupo de alto risco, a média das respostas dos participantes das variáveis 2, 3, 6, 9 e 11 e a porcentagem das demais respostas dos participantes, que contribuem, positivamente, para o desenvolvimento do pé diabético. É possível observar que, estatisticamente, a presença das respostas de alto risco das variáveis foi similar em ambos os grupos, o que revela a pouca discriminância destas variáveis para a classificação do grupo de risco.

Figura 7: Plano de componentes: variáveis 2, 3, 6, 9, 11, 37, 47 e 52.

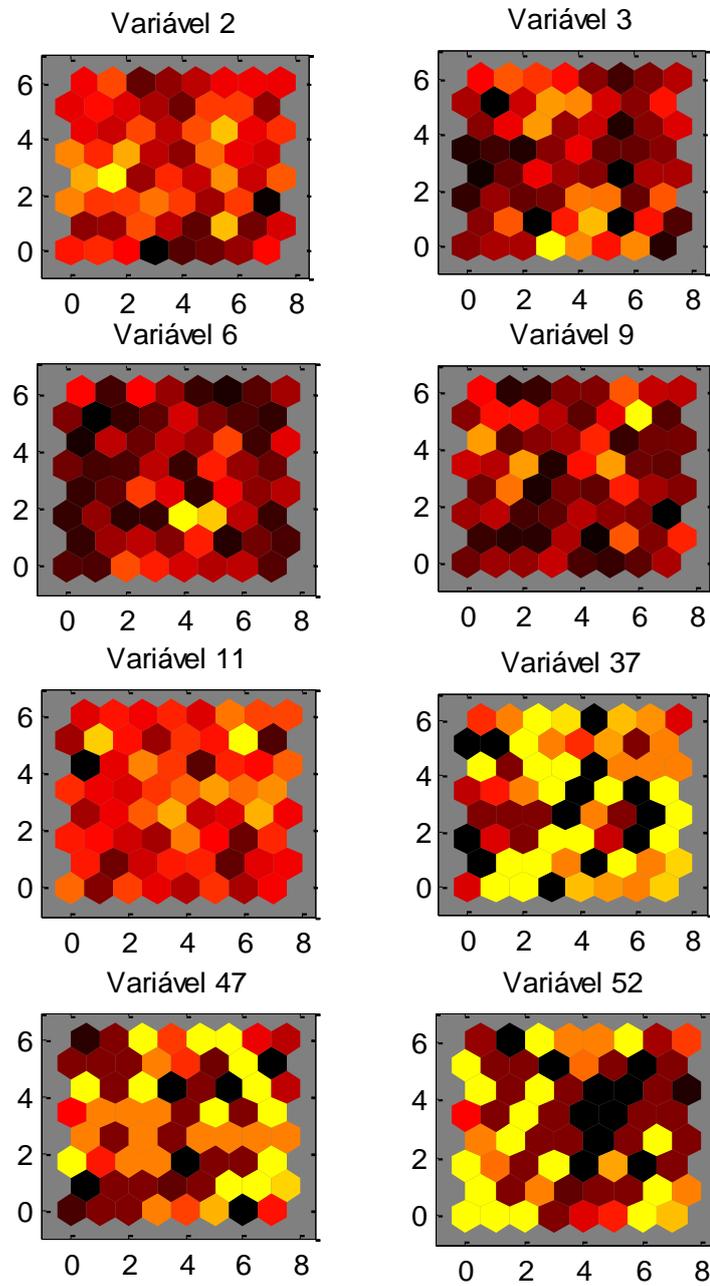


Tabela 5: Caracterização estatística do grupo de alto risco de acordo com as variáveis pouco discriminantes.

Variáveis	População Total	Grupo Alto Risco
02- Idade	60,2 (média)	59,2 (média)
03- Anos de estudo	5,6 (média)	5,6 (média)
06- Renda mensal	1.296,10 (média)	1.303,80 (média)
09- Tempo de diagnóstico de DM	12,6 (média)	13,6 (média)
11- IMC	28,4 (média)	29,16 (média)
37- Formato de corte de unhas	36%	41,2%
47- Material do calçado	19,2%	26,5%
52- Posição para ver TV	42%	51%

Pelas variáveis da figura 8 apresentam-se Planos de Componentes correlacionados, em que as variáveis 10, 18 e 48 polarizaram com valores baixos a maioria dos neurônios da rede, enquanto as variáveis 13, 16, 19, 40 e 45 polarizaram com valores mais altos a maioria dos neurônios da rede. Esta polarização dominante não mostra relação com o mapa de neurônios e indica que a variável contribuiu de forma, aproximadamente, igual para ambos os grupos de risco, de desenvolver o pé diabético e, portanto, não se apresentam como variáveis discriminantes para o banco de dados estudado.

Na tabela 6 apresenta-se, de forma quantitativa, a comparação entre a população total da pesquisa e o grupo de alto risco quanto à porcentagem das respostas dos participantes referentes às variáveis 10, 13, 16, 18, 19, 40, 48 e 55 (respostas que contribuem, positivamente, para o desenvolvimento do pé diabético). É possível observar que, assim como apresentado na tabela 5, estatisticamente, a presença das respostas de alto risco das variáveis foi similar em ambos os grupos, o que revela a pouca discriminância destas variáveis para a classificação do grupo de risco.

Figura 8: Plano de componentes: variáveis 10, 13, 16, 18, 19, 40, 48 e 55.

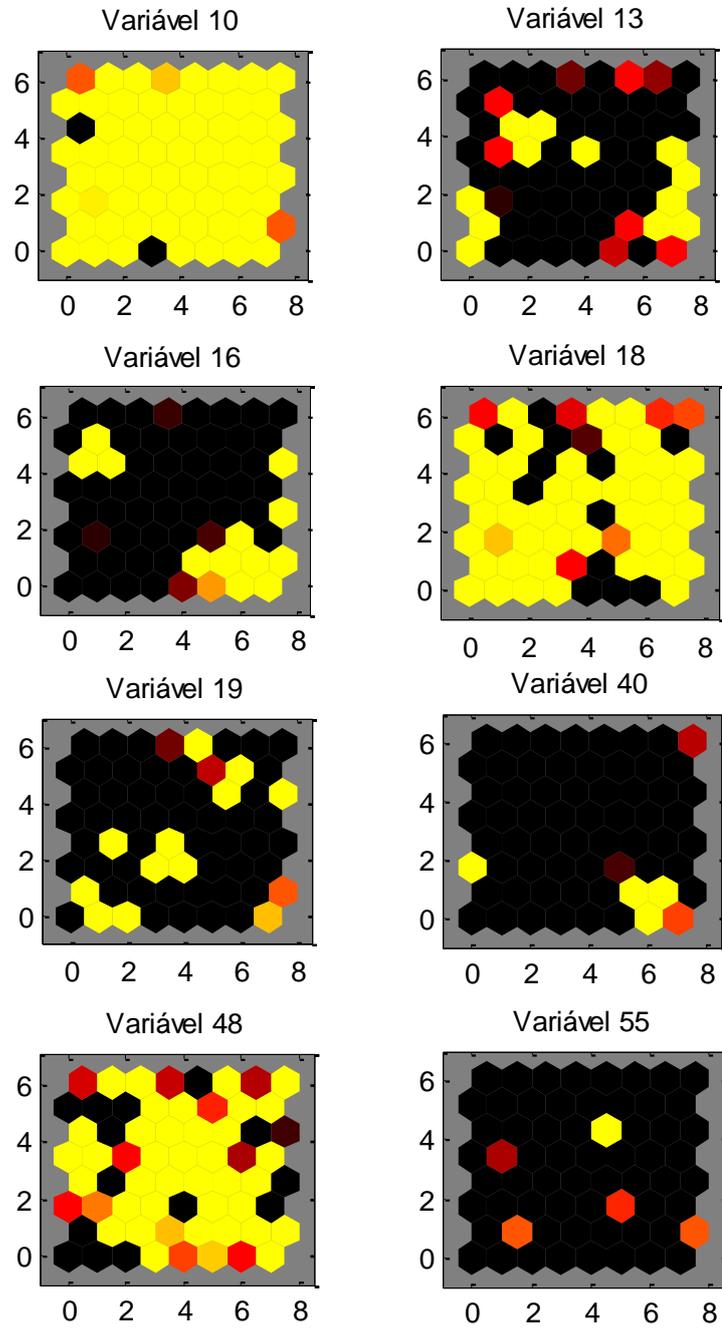


Tabela 6: Caracterização estatística do grupo de alto risco de acordo com as variáveis 10, 13, 16, 18, 19, 40, 48 e 55.

Variáveis	População Total	Grupo Alto Risco
10- Tipo de diabetes	95,2%	96,1%
13- Controle da alimentação	21%	24,5%
16- Hábito de fumar	18%	29,4%
18- Presença de hipertensão arterial	74,4%	75,5%
19- Doença vascular periférica	16,8%	21,6%
40- Hábito de lavar os pés	9,2%	16,6%
48- Aspecto interno do calçado	64%	73,5%
55- Presença de amputação	2,8%	3,9%

Os Planos de Componentes mostrados nas figuras 6, 7 e 8 apresentaram 24 variáveis, do total de 54. As demais variáveis não apresentaram um Plano de Componentes bem definidos, que fosse possível abstrair alguma relação com o mapa de neurônios ou com as outras variáveis. No entanto, alguma correlação com as variáveis mostradas nas figuras 6, 7 e 8 foi observada, de forma que: as variáveis de número 4, 7, 8, 12, 14, 21, 22, 33, 35, 36, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 50 e 53 apresentaram alguma relação com o grupo de variáveis mostrado na figura 7; as variáveis 5, 15, 17, 23, 30, 31, 34, 49, 51 e 54 apresentaram alguma relação com o grupo de variáveis mostrado na figura 8.

CONCLUSÕES

O número de portadores de DM apresenta um aumento considerável em todo o mundo, conseqüentemente, o aumento do número de pessoas com complicações pela doença. O pé diabético é uma complicação prevenível que deve ser acompanhada, sistematicamente, pelo profissional enfermeiro.

O sistema proposto nesta pesquisa auxilia de forma não invasiva, na medida que apresenta o risco que o portador de DM encontra-se de desenvolver o pé diabético.

Pela divisão em dois grupos de risco, realizado pela RNA, mostrou-se que, com base no autocuidado realizado pelos participantes, em relação ao diabetes e com os pés, e a atual situação de saúde em que os mesmos se encontram, é possível prever o risco para o desenvolvimento do pé diabético e realizar um melhor acompanhamento daqueles mais susceptíveis à complicação. Os objetivos da pesquisa foram alcançados, pois foi criado um modelo matemático, utilizando RNA, para classificar qual o risco do paciente desenvolver o pé diabético, sendo encontrado um total de 40,8% com o alto risco de desenvolver o pé diabético, sendo considerados com dez ou mais características de risco presentes.

Pelas variáveis mais discriminantes apontadas pelo sistema mostra-se que é de fundamental importância acompanhar a situação em que o indivíduo diabético se encontra quanto a elas. Dentre algumas a perda de sensibilidade, sensação de dormência, formigamento, queimor, choque e pontada em pernas e pés, dor em pernas e pés, e pés quentes e avermelhados, foram consideradas as características mais relevantes para a divisão dos grupos de risco.

Do ponto de vista de aplicabilidade do método proposto, cumpre ressaltar que o mesmo apresenta reduzida complexidade computacional na sua fase operacional e, portanto, pode ser implementado em um computador com configurações básicas nas Unidades Básicas de Saúde. Assim, os portadores de diabetes podem ser cadastrados no sistema, de forma que as informações coletadas, via questionário, são, então, apresentadas ao método proposto automaticamente. Como resultado, o método apresentará a classificação do grau de risco do diabético de desenvolver o pé diabético.

O questionário pode ser preenchido por um profissional treinado para a função, como um agente de saúde em visitas domiciliares ou em sala de espera, sendo possível o cadastro de todos os diabéticos, o que auxiliará ainda mais o enfermeiro. Os dados são, portanto, armazenados e podem ser atualizados, periodicamente, para um melhor acompanhamento e para uma atenção mais sistematizada a estes indivíduos. Com isso, poder-se-á verificar se um diabético migrará do grupo de alto risco para o de baixo risco após o acompanhamento com o enfermeiro e a equipe de saúde.

É importante ressaltar que as limitações do método proposto estão relacionadas à confiabilidade das respostas dos participantes e o sistema de classificação de risco funciona, baseado nas respostas das perguntas do questionário proposto, não sendo realizado nenhum exame específico prévio. Com base nisto, é importante que as perguntas sejam feitas de maneira clara e não tendenciosa para que se tenham respostas verídicas do portador de DM processado ao método proposto.

Por outro lado, o fato do método utilizar uma rede SOM, para processar as informações e dar a resposta final torna sua capacidade de generalização alta, portanto, mesmo que o participante responda algumas das questões não condizentes com sua realidade, a probabilidade de que o método generalize e acerte a classificação do risco é alta.

Vale, ainda, destacar como pontos positivos a possibilidade de acompanhar todos os portadores de diabetes cadastrados, em uma unidade de saúde, por meio do preenchimento do questionário proposto, e de melhorar o atendimento àqueles que representam maior risco de desenvolver o pé diabético. Também a facilidade de instalar o método em um computador de uma unidade de saúde e de manuseá-lo após a coleta das informações.

Como proposta de continuidade deste trabalho, espera-se aplicar o método, proposto nesta pesquisa, em Unidades Básicas de Saúde e acompanhar os grupos de portadores de DM para verificar a efetividade do mesmo na redução do número de casos de pé diabético. Para isto, pode-se realizar a capacitação dos profissionais enfermeiros que atuam junto a esta clientela, buscando aprimorar e divulgar o funcionamento do sistema de classificação e realizar o rastreamento dos portadores de DM que participaram da pesquisa.

Com o aprimoramento deste trabalho espera-se criar um *software* que implemente o método proposto e funcione em um computador simples, podendo ser instalado por um *pendrive*, por exemplo.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. S. A fisiologia da obesidade: bases genéticas, ambientais e sua relação com o diabetes. **ComCiência**, n.145, Campinas, Fev/2013.

ALMEIDA, A. A. L; BONFANTE, H. L. M; MOREIRA, R. O, et al. **Perfil epidemiológico do Diabetes Mellitus auto-referido em uma zona urbana de Juiz de Fora, Minas Gerais**. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, 1999; v. 43, p. 199-204.

AMARAL, A. S; TAVARES, D. M. S. Cuidados com os pés: conhecimento entre pessoas com diabetes mellitus. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v.11, n.4, p.801-810, 2009.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Standards of medical care in diabetes. **Diabetes Care**, Alexandria, v.32, p.13-57, 2009.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Diagnosis and classification of Diabetes Mellitus. **Diabetes Care**, New York, v. 33, p. S62-S69, 2011.

ARAÚJO, M. M; ALENCAR, A. M. P. G. Pés de risco para o desenvolvimento de ulcerações e amputações em diabéticos. **Revista Rene**, v. 10, n. 2, p. 19- 28, abr./jun, 2009.

BARRETO, J. M. **Inteligência Artificial no Limiar do Século XXI**. 3ª Edição. Florianópolis: Duplic, 2001.

BASSANEZI, Rodney. **Modelagem Matemática**. Blumenau: Dynamis, 1994.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. Campinas: Contexto, 2002.

BARBOSA, J. C. Modelagem e Modelos Matemáticos na Educação Científica. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.2, p.69-85, jul. 2009.

BEZERRA, N. M. C; MOREIRA, T. M. M; THERRIEN, S. M. N; ALMEIDA, M. I. Consulta de enfermagem ao diabético no Programa Saúde da Família: percepção do enfermeiro e do usuário. **Revista Rene**, v. 9, n. 1, p. 86-95, 2008.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Qualidade de Ensino de Matemática na Engenharia: uma proposta metodológica e curricular**. Florianópolis: UFESC, 1997. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.

BORBA, M.; SKOVSMOSE, O. The ideology of certainty in mathematics education. **For the learning of mathematics**, v. 17, n. 3, p. 17-23, 1997.

BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. P. L. F; LUDERMIR, T. B. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 2007.

BRASIL. Ministério da saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução n.466/12, versão 2012**. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas em seres humanos. Brasília: 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diabetes Mellitus**. Cadernos de Atenção Básica n.º 16, Série A. Normas e Manuais Técnicos. Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política nacional de avaliação de desempenho do SUS**. Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde do Brasil. **Vigitel 2008**: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/VIGITEL2008_web.pdf.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa. **Vigitel-Brasil 2011**: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Mortalidade por doenças crônicas no Brasil: situação em 2010 e tendências de 1991 a 2010**. Secretaria de Vigilância em Saúde. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Atenção a Saúde do Adulto**: Conteúdo técnico da linha guia de hipertensão arterial sistêmica, diabetes mellitus e doença renal crônica. 3ª edição. Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

BOSI, P.L. et al. Prevalência de diabetes mellitos e tolerância à glicose diminuída na população urbana de 30 a 79 anos da cidade de São Carlos, São Paulo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia Metabologia**, v. 53, n. 6, p. 726-32, 2009.

CAIAFA, J. S; CASTRO, A. A; FIDELIS, C et al. Atenção integral ao portador de pé diabético. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 10, n.4, Porto Alegre, 2011.

CASCÃO, L. V. C. Modelos de Inteligência Computacional para apoio a triagem de pacientes e diagnóstico clínico de tuberculose pulmonar. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

CASTRO, C. L. N; KNACKFUSS, I. G. Pé diabético. In: OLIVEIRA, J. E. P; MILECH, A. **Diabetes mellitus** – clínica, diagnóstico e tratamento multidisciplinar. São Paulo: Atheneu, cap. 23, p.281-98, 2004.

COLAÇO, T. M et al. Análise do consumo alimentar e antropométrico de mulheres com diabetes mellitus tipo 2 atendidas no ambulatório de nutrição de uma Universidade de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, São Paulo v.4, n.21, p.153-164 Maio/Jun. 2010.

COSSON, I. C. O; OLIVEIRA, F. N; ADAN, L. F. Avaliação do conhecimento de medidas preventivas do pé diabético em pacientes de Rio Branco, Acre. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 49, n. 4, p. 548-556, 2005.

COSTA, F. O; MOTTA, L. C. S; NOGUEIRA, J. L. T. Uma abordagem baseada em Redes Neurais Artificiais para o auxílio ao diagnóstico de doenças meningocócicas. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 2, n. 1, p. 79-88, Passo Fundo, mar. 2010

CUNHA, G. B; MOURA, J. F. L; NAVAES, E. L. M; ANDRADE, A. O, et al. A utilização de uma rede neural artificial para previsão da incidência da malária no Município de Cantá, Estado de Roraima. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 43, n. 5, p. 567-570, set-out de 2010.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação matemática: da teoria à prática**. Campinas: Papirus, 1996, 121p.

DUDA, F. O; HART, P. E; STORK, D. G. Pattern Classification. 2 edição. Wiley-Interscience Publication, 2000.

FARIA, H. T. G et al. Adesão ao tratamento em diabetes mellitus em unidades da Estratégia Saúde da Família. **Revista da Escola de Enfermagem da USP** [online]. v.48, n.2,p.257-263, 2014.

FARIA, H. T. G et al. Qualidade de vida de pacientes com diabetes mellitus antes e após participação em programa educativo. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v.47, n.2, p.348-354, 2013.

FERNEDA, E. Redes neurais e sua aplicação em sistemas de recuperação de informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 25-30, jan./abr, 2006.

FERREIRA, A.C.B.H; CHAVES, E.C; ROSSI, V.E.C; FERREIRA, D.D. Análise quantitativa do conhecimento do paciente diabético sobre o auto cuidado como prevenção do pé diabético. **XXIV Congresso de Iniciação Científica da UFLA** (resumo apresentado na forma de pôster), 2011.

FIDELIS, L. C; MOREIRA, O. C; TEODORO, B. G, et al. **Prevalência de Diabetes Mellitus no Município de Teixeira-MG**. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, 2009; v. 14, p. 2-5.

FUNNELL, M.M. et al. National standards for diabetes self management education. **Diabetes Care**, Alexandria, v.31, p.87-94, 2008. Supplement 1.

GAZZETA, M. **A Modelagem como Estratégia de Aprendizagem Matemática em Cursos de Aperfeiçoamento de Professores**. Rio Claro, 1988. Dissertação de Mestrado, UNESP.

GAERTNER, Rosinete. **Modelação Matemática no 3º Grau – uma estratégia de ensino-aprendizagem de matemática no curso de administração de empresa**. Blumenau, 1994. Dissertação de Mestrado, Universidade Regional de Blumenau.

GRECA, I. M.; SANTOS, F. M. T. Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da Física e da Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, 2005.

GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO - GTIPB. **Consenso Internacional sobre Pé Diabético**. Brasília: Secretaria do Estado do Distrito Federal; 2001.

HAIR, J. F; TATHAM, R. L; ANDERSON, R. E; BLACK, W. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman; 2005. Técnicas emergentes em análise multivariada; cap.12, p.545-550, 2005.

HAYKIN, S. **Redes neurais: princípios e prática**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

HAYKIN, S. *Neural networks and Learning Machines*, 3 ed., Prentice Hall, 2008.

HONÓRIO, A. C. B; CHAVES, E. C. **Conhecimento dos pacientes diabéticos a respeito do autocuidado como prevenção do pé diabético**. 2009. p.68. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Faculdade de Enfermagem de Passos, MG, UEMG, 2009.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION – IDF. Guia global para La diabetes tipo 2 – **Clinica IGuidelinesTask Force Brussel**: Federación Internacional de Diabetes, 2006.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION - IDF. **Diabetes atlas update 2012: Regional & Country Factsheets**. Disponível em: <<http://www.idf.org/diabetes-atlas-update-2012-regional-countryfactsheets>>.

IAIONE, F. Proposta e Implementação de Metodologia para detecção de hipoglicemia baseada na análise e classificação do eletroencefalograma. Tese de Doutorado. Tese apresentada ao programa de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.

JABLONKA, E. (Ed.) *Mathematisation and demathematisation: social, philosophical and educational ramifications*. Rotterdam: Sense Publishers, p. 1-18, 2007.

LARANJEIRA, R et all. I Levantamento Nacional sobre os padrões de consumo de álcool na população brasileira. **Secretaria Nacional Antidrogas**. Brasília, DF, 2007.

KENNETH, N. A. **Mosby Dicionário de Enfermagem**. Editora Roca. Segunda Edição, 1132 p, 2000.

LIMA-COSTA, M. F; PEIXOTO, S. V; FIRMO, J. O. A, et al. **Validade da diabetes auto-referido e seus determinantes**: evidências do projeto Bambuí. Revista de Saúde Pública, ; v. 41, n. 6, p. 947-953, 2007.

LIMA, M. H. M; ARAUJO, E. P. Diabetes Mellitus e o Processo de Cicatrização Cutânea. **Cogitare Enfermagem**, v.18, p.170-172, jan-mar2013.

MAIDANTCHIK, C. L. L.; SEIXAS, J. M. DE; KRITSKI, A. L; MELLO, F. C. Q; BRAGA, R.T.V; ANTUNES, P. H. S; SOUZA FILHO, J. B. O. **Neuraltb Web System Supportto the Smear Negative Pulmonary Tuberculosis is Diagnosis**. In: 9th International Conference on Enterprise Information Systems, Funchal, Madeira. p. 198-203, 2007.

MARQUES, M. B. et al. Avaliação da competência de idosos diabéticos para o autocuidado. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 47, n.2, p.415-420, 2013.

MATOSINHO, M. M. S; SILVA, D. M. G. V. **Itinerário terapêutico do adolescente com diabetes mellitus tipo 1 e seus familiares**. Revista Latino-Americana de Enfermagem. v. 15, n. 6, p. 1113-19, nov – dez 2007.

MESOMPI; 1999. **Introdução as Redes Neurais**. Rio de Janeiro. Disponível em <http://mesompi.cat.cbpf.br/naj/redesneurais.pdf> . Acessado em 01 de julho de 2013.

MELLO, M. B. Déficit de autocuidado vivenciados por famílias de crianças e adolescentes com diabetes mellitus tipo 1 [**dissertação**]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Enfermagem; 2006.

MIRANZI, S. S. C. et al. Qualidade de vida de indivíduos com diabetes mellitus e hipertensão acompanhados por uma equipe de saúde da família. **Texto Contexto de Enfermagem**, v. 17, n. 4, p. 672-79, 2008.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais. **Atenção a saúde do adulto**: hipertensão e diabetes. Saúde em Casa. 1º edição. Belo Horizonte: SAS/MG, 198p, 2006.

MORAES, S. A. et al. Prevalência de diabetes mellitus e identificação de fatores associados em adultos residentes em área urbana de Ribeirão Preto, São Paulo. Brasil, 2006: Projeto OBEDIARP. **Cadernos de Saúde Publica**, v. 26, n. 5, p. 929-41, mai, 2010.

PEREIRA, F. J. R; CORREIA, A. A; SILVA, C. C; NETO, E. A. L, et al. Condições de Acesso às Pessoas com Deficiência em Instituições de Ensino Enfermagem: Utilização de Redes Neurais Artificiais como Suporte à Decisão. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 16, n. 2, p. 143-148, 2012.

PEREIRA, M. C. V. Avaliação de técnicas de pré-processamento de sinais do EEG para detecção de eventos epileptogênicos utilizando Redes Neurais Artificiais. Universidade Federal de Santa Catarina. **Tese de Doutorado**. Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica. Florianópolis, 2003.

RAZZOUK, D.; SHIRAKAWA, I.; MARI, J. J. Sistemas inteligentes no diagnóstico da esquizofrenia. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 22, p. 35-37, 2000.

ROCHA, R. M; ZANETTI, M. L; SANTOS, M. A. Comportamento e conhecimento: fundamentos para prevenção do pé diabético. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 22, n.1, p.17-23, 2009.

RODRÍGUEZ, P et all. Cuidado com os pés diabéticos antes e após intervenção educativa. *Revista Eletrônica Trimestral de Enfermagem*, n.29, p.53-62, Enero, 2013.

ROGLIC, G.; UNWIN, N. Global mortality attribut able to diabetes: time for arelistic estimate. **Diabetes Voice**, v. 50, p. 33-34, 2005.

ROSAS, M. A; BEZERRA, A. F. B; NETO, P. J. D. Uso das redes neurais artificiais na aplicação de metodologia para alocação de recursos da saúde.**Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 1, p. 128-136, 2013.

_____. **Saúde Brasil 2010**: uma análise da situação de saúde e da agenda nacional e internacional de prioridades em saúde. Brasília, 2011.

SACCO, I; NOGUEIRA, G. C; BACARIN, T. A; CASAROTTO, R; TOZZI, F. L. Alteração do arco longitudinal medial da neuropatia periférica diabética. **Acta Ortopédica Brasileira**, v.17, n.1, p.6-13, 2009.

SANTOS, A. M; PEREIRA, B. B; SEIXAS, J. M; KRITSKI, A. L. “Árvore de Classificação e Redes Neurais Artificiais: Uma Aplicação à Predição de Tuberculose Pulmonar”. **VI Congresso Brasileiro de Redes Neurais**, p.427–432, Sao Paulo - SP – Brasil, 2003.

SANTOS, A.M; SEIXAS, J.M; PEREIRA, B.B; MEDRONHO, R.A. Usando Redes Neurais Artificiais e Regressão Logística na Predição da Hepatite A. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 8, n. 2, p. 117-126, 2005.

SANTOS, A.J. ; ROSSI, V. E. C; NASCIMENTO, E. Práticas utilizadas no uso de insulina em domicílio. **Ciência et Praxis**, v. 3, p. 43-46, 2010.

SANTOS, C.S; PEREIRA, L.C; ROSSI, V. E. C; MAIA, M. A. C; MOURA, J. P. Grau de conhecimento e medidas de autocuidado adotadas por usuários de uma unidade

de saúde da família em relação ao pé diabético. **Ciência et Praxis**, v. 3, n. 5, p. 47-50, 2010.

SARTORELLI, D. S; FRANCO, L. J. Tendências do diabetes mellitus no Brasil: o papel da transição nutricional. **Cad. Saúde Pública** , Rio de Janeiro 2009.

SEIXAS, J. M; CALÔBA, L. P; DELPINO, I. RelevanceCriteria For VariableSelection In Classifier Design. In: **International Conference on Engineering Applications of Neural Networks**, 2006, Londres, Inglaterra, p. 451-454, 2006.

SEUS, T. L. C. Autorrelato de diabetes e atividade física no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v.17, n.6, p.520-1, dez, 2012.

SILVA, D.S; LATERZA, M.Z; MOREIRA, O.C; et al. Prevalência de diabetes mellitus em indivíduos atendidos pela estratégia saúde da família no município de Ubá-MG. **Revista brasileira de atividade física e saúde**. Diabetes e a Estratégia Saúde da Família. Pelotas, RS. Junho de 2012.

SILVA, L. H. A; CARMONA, E. V; BECK, A. R. M; LIMA, M. H. M; ARAÚJO, E. P. Nursing diagnoses in diabetic patient medical charts - a descriptive research. **Online Brazilian Journal of Nursing**, v.12, n.1, 2013.

SOARES, A. L. et al. Alterações do sistema hemostático nos pacientes com diabetes melito tipo 2. **Revista Brasileira de Hematologia E Hemoterapia**. São Paulo, v. 32, n. 6, p. 482-488, ago. 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes. **Tratamento e acompanhamento do diabetes mellitus**. Rio de Janeiro: Diagraphic, 2007. 168p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes**. São Paulo. São Paulo: SBD, 2008.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes. Versão atualizada**. 2006.Rio de Janeiro: Diagraphic, 2005. 140p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes**. São Paulo, 2011, 340p.

TAFNER, M. A.; XEREZ, M.; RODRIGUES FILHO, I. W. **Redes Neurais: Introdução e Princípios da Neurocomputação**. Blumenau: Editora da FURB, 1996.

TORRES, H.C; FRANCO, L.J; STRADIOTO, M. A; HORTALE, V. A; SCHALL, V. T. Avaliação estratégica de educação em grupo e individual no programa educativo em diabetes. **Revista de Saúde Pública**, 2010.

VIRGINI, C. E; BOUSKELA, M. E. Pé diabético e doença vascular:entre o conhecimento acadêmico e a realidade clínica.**Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.52, n.7, p.1073-1075,2008.

XAVIER, A. T. F; BITTA, D. B; ATAÍDE, M. B. C. Crenças no autocuidado em diabetes - implicações para a prática. **Texto & Contexto Enfermagem**, v.18, n.1, p.124-130, 2009.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENFERMAGEM
MESTRADO EM ENFERMAGEM**

APÊNDICE A

DADOS GERAIS	
Data da coleta de dados: ___/___/___	
1-Iniciais: _____ 2-Idade:_____ 3-Anos de estudo:_____ 4- Sexo: F () M ()	
5-Profissão/Ocupação:_____ 6-Renda mensal:_____ 7-Estado civil:_____	
8-Valor da última glicemia: _____ jejum () após alimentar ()	
9-Tempo de diagnóstico de diabetes: _____ 10-Tipo de diabetes: 1 () 2 () gestacional ()	
11- IMC:_____ (Peso_____ Altura_____)	
12- Tipo de tratamento: Medicamento oral () Insulina () Dieta () Nenhum ()	
CONDIÇÕES/CUIDADOS DE SAÚDE E CUIDADOS/HÁBITOS COM OS PÉS	
13- Você faz controle da alimentação?	() Sim () Não () As vezes
14- Você faz acompanhamento/controla a glicemia capilar?	() Sim () Não
15- Você pratica alguma atividade física?	() Sim () Não
Se SIM quantas vezes por semana?	
1-As vezes, quando da tempo ()	
2-No mínimo 3 vezes por semana, por 30 minutos pelo menos ()	
3-Todos os dias, regularmente ()	
16- Você é fumante?	() Sim () Não
Se SIM, quantos cigarros fuma por semana?_____	
17- Você toma bebida alcoólica?	() Sim () Não
Se SIM, quantas vezes por semana?_____	
18- Você toma remédio para pressão alta?	() Sim () Não
19- Você tem algum problema de circulação nas pernas?	() Sim () Não

20- Você já sentiu alguma vez perda de sensibilidade nos pés?	()Sim ()Não	
21- Você tem/teve bolha nos pés?	()Sim ()Não	
22- Você tem/teve rachadura nos pés?	()Sim ()Não	
23- Você tem/teve Micose/frieira nos pés?	()Sim ()Não	
24- Você sente formigamento nas pernas e pés?	()Sim ()Não	
25- Você sente dormência nas pernas e pés?	()Sim ()Não	
26- Você sente queimação nas pernas e pés?	()Sim ()Não	
27- Você sente choques nas pernas e pés?	()Sim ()Não	
28- Você sente dor nas pernas e pés?	()Sim ()Não	
29- Você sente pontada nas pernas e pés?	()Sim ()Não	
30- Você já percebeu alguma diferença nos ossos dos pés?	()Sim ()Não	
31- Você tem joanete?	()Sim ()Não	
32- Você percebe se os pés ficam quentes e avermelhados?	()Sim ()Não	
33- Você percebe se os pés ficam inchados?	()Sim ()Não	
34- Você tem dificuldade para enxergar, ler?	()Sim ()Não	
35- Você pratica atividade intensa como andar por muito tempo ou ficar de pé por muito tempo?	()Sim ()Não	
36- Você tem o hábito de examinar os pés?	()Sim ()Não	
Se SIM, com que frequência:		
1-Todos os dias ()	3-Uma vez ao mês ()	5-Uma vez ao ano ()
2-Uma vez por semana ()	4-A cada seis meses ()	
37- Como suas unhas são cortadas?		
1- rente ao dedo quadrada (reta) ()	3- não rente ao dedo redonda (cortando os cantos) ()	
2- rente ao dedo redonda (cortando os cantos) ()	4- não rente ao dedo quadrada (reta) ()	
38- Você possui o hábito de retirar as cutículas dos pés?	() sim () não	
39-Você tem/teve unhas dos pés encravadas?	()sim ()não	
40- Você tem o hábito de lavar os pés?	() sim () não	
Se sim, usa água e sabão e esfrega?	() sim () não	

41- Você costuma enxugar entre os dedos todas as vezes que os pés ficam molhados?			
() sim () não			
42- Você costuma passar creme hidratante nos pés? () sim () não			
Se SIM, em qual local:	1-Em todo o pé (incluindo entre os dedos) ()		
2-Em cima e na sola do pé ()	3-Somente no calcanhar ()		
43- Você tem calos e/ou já teve? () sim () não			
Se teve ou tem, o que você costuma usar para remover calos?			
1- lixa de papel e creme hidratante ()	3- pedra-ume ou pedra-pomes e creme hidratante ()		
2- lixa de metal e creme hidratante ()	4- pedra normal e creme hidratante ()		
5- substância química (calicida) ()	6-Não remove os calos ()	7-Corta os calos ()	
44- Você usa ou já usou bolsa de água quente nos pés, e/ou mergulhou seus pés em água quente?			
() sim () não			
45-Que tipo de calçado você costuma usar?			
1-Aberto ()	2-Aberto e fechado ()	3-Fechado ()	
46-Você verifica o calçado por dentro antes de usa-lo? ()sim ()não			
47- Em relação ao material do calçado, qual você mais usa?			
1-Pano ()	2-Couro ()	3-Couro sintético ()	4-Borracha ()
48- Como é o aspecto interno do seu calçado?			
1-Sem costura ()	2-Com costura ()	3-Sem e com costura ()	
49- Você anda descalço?			
1-Nunca fica descalço ()	2-Às vezes ()	3-Só em casa ()	
50- Qual tipo de meia você prefere usar?			
1-Algodão ()	2-Lã ()	3-Fio sintético ()	4-Não usa meia ()
51- A que horas você costuma sair para comprar sapatos novos?			
1-Pela manhã ()	2-Pela tarde ()	3-Qualquer horário ()	
52-Em qual posição você costuma ficar para assistir TV?			
1- com os pés para baixo ()	2- com as pernas cruzadas ()		
3- com as pernas elevadas ()	4- fica deitado ()		

53- Se você percebe alguma alteração nos pés, qual é seu comportamento?	
1- procura médico/enfermeiro ()	2- usa medicação (pomada, creme) ()
3- coloca os pés para cima ()	4- não faz nada, espera a evolução ()
54-Você tem/teve alguma ferida e/ou machucado nos pés? ()sim ()não	
55-Presença de amputação? ()sim ()não	



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENFERMAGEM
MESTRADO EM ENFERMAGEM**

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidada (o) a participar, como voluntária (o), da pesquisa “Identificação do risco de desenvolver o pé diabético: uma tecnologia para o cuidado de enfermagem”. O objetivo geral deste estudo é elaborar, aplicar e analisar a efetividade do modelo matemático de identificação do risco para o desenvolvimento do pé diabético. Para participar desta pesquisa você deverá responder um questionário, com perguntas relacionadas com seu auto cuidado em relação ao diabetes e aos cuidados com os pés. Este questionário tem como referencia básica a linha guia do Ministério da Saúde para a atenção à saúde do adulto: nos casos de hipertensão e diabetes. Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecida (o) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar, como também retirar seu consentimento a qualquer momento o que não acarretará qualquer penalidade. Será garantido o seu anonimato em qualquer publicação resultante desta pesquisa. Este estudo apresenta risco mínimo. Você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos produzidos pela pesquisa. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora por um período de 5 anos e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pela pesquisadora e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____, fui informada (o) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20____.

Pesquisadora

_____ Sujeito de Pesquisa

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:
CEP- COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – UFJF - PRÓ-REITORIA DE PESQUISA / CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA UFJF
JUIZ DE FORA (MG) - CEP: 36036-900 - FONE: (32) 2102-3788 / E-MAIL: cep.propesq@ufjf.edu.br

PESQUISADORA RESPONSÁVEL:

BETÂNIA MARIA FERNANDES

ENDEREÇO: FACULDADE DE ENFERMAGEM/ CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA UFJF

JUIZ DE FORA (MG) - CEP: 36036-900

FONE: (32) 2102 3297 / E-MAIL: betaniafernandes@uol.com.br



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENFERMAGEM
MESTRADO EM ENFERMAGEM**

APÊNDICE C

CARTA INFORMATIVA À INSTITUIÇÃO

Ilma Sra. Dra. Célia Maria Novaes Pereira

Solicito de Vossa Senhoria autorização para a realização e divulgação da pesquisa: “Identificação do risco de desenvolver o pé diabético: uma tecnologia para o cuidado de enfermagem” que será desenvolvida por Ana Cláudia Barbosa Honório Ferreira, discente do Programa de Pós-graduação, Mestrado em Enfermagem da Universidade Federal de Juiz de Fora, sob a orientação da Profa Dra Betânia Maria Fernandes.

Os objetivos deste estudo são: elaborar, aplicar e analisar a efetividade de um modelo matemático de identificação do grau de risco para o desenvolvimento do pé diabético.

Informo, ainda, que o nome da instituição não será citado na divulgação de resultados para fins exclusivamente científicos. Será garantida a ética em relação aos sujeitos envolvidos seguindo os preceitos da resolução 196/96, versão 2012 do Ministério da Saúde relacionada às Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa envolvendo seres humanos.

Desde já, coloco-me a disposição para maiores esclarecimentos.

Juiz de Fora, ___/___/___.

Ana Cláudia B. H. Ferreira
Discente do PPG- Mestrado em Enfermagem da UFJF

Profa. Dra BETÂNIA MARIA FERNANDES
Orientadora



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENFERMAGEM
MESTRADO EM ENFERMAGEM**

APÊNDICE D

AUTORIZAÇÃO PARA COLETA DE DADOS

Declaro minha anuência para os solicitantes procederem à coleta de dados para a pesquisa provisoriamente intitulada “ Identificação do risco de desenvolver o pé diabético: uma tecnologia para o cuidado de enfermagem”, que será realizada pela enfermeira mestranda em Enfermagem da Faculdade de Enfermagem da Universidade Federal de Juiz de Fora: Ana Cláudia Barbosa Honório Ferreira, sob orientação da ProfaDra. Betânia Maria Fernandes. Estou ciente dos objetivos da mesma bem como dos procedimentos e meios para sua realização, tendo garantia do sigilo e anonimato e, também, da não ocorrência de qualquer prejuízo ou dano à instituição ou aos sujeitos da pesquisa.

Juiz de Fora, ___/___/___

Dra. Célia Maria Novaes Pereira
Presidente da Associação de Diabéticos de Juiz de Fora



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

**FACULDADE DE ENFERMAGEM
MESTRADO EM ENFERMAGEM**

APÊNDICE E

DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA

Na qualidade de Presidente da Associação de Diabéticos de Juiz de Fora, AUTORIZO a realização da pesquisa cujo título provisório é: “Identificação do risco de desenvolver o pé diabético: uma tecnologia para o cuidado de enfermagem” a ser conduzida sob a responsabilidade da pesquisadora Prof^a Dr^a Betânia Maria Fernandes e mestranda Ana Cláudia Barbosa Honório Ferreira. DECLARO que a instituição apresenta a infraestrutura necessária à realização da pesquisa.

Juiz de Fora, ___/___/___.

Dra. Célia Maria Novaes Pereira
Presidente da Associação de Diabéticos de Juiz de Fora