



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**  
Centro Biomédico  
Instituto de Medicina Social



José Nilson Araújo Bezerra

**Planejamento e gestão da atenção a pessoas com “Pé Diabético” através de um sistema de informações geográficas e de um aplicativo para dispositivos móveis em uma Unidade de Saúde da Família de Manaus, Amazonas**

Rio de Janeiro

2018

José Nilson Araújo Bezerra

**Planejamento e gestão da atenção a pessoas com “Pé Diabético” através de um sistema de informações geográficas e de um aplicativo para dispositivos móveis em uma Unidade de Saúde da Família de Manaus, Amazonas**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Interinstitucional em Saúde Coletiva entre a Universidade do Estado do Amazonas e a Universidade do Estado do Rio de Janeiro, como pré-requisito para obtenção do título de Doutor em Saúde Coletiva, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Política, Planejamento e Administração em Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Cid Manso de Mello Vianna

Rio de Janeiro

2018

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/CB/C

B574 Bezerra, José Nilson Araújo

Planejamento e gestão da atenção a pessoas com “Pé diabético” através de um sistema de informações geográficas e de um aplicativo para dispositivos móveis em uma Unidade de Saúde da Família de Manaus, Amazonas / José Nilson Araújo Bezerra – 2018.

102 f.

Orientador: Cid Manso de Mello Vianna

Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Medicina Social e Universidade do Estado do Amazonas.

1. Diabetes Mellitus – Teses. 2. Pé diabético – Teses. 3. Mapeamento geográfico – Teses. 3. Administração de serviços de saúde – Teses. 4. Gestão em saúde – Teses. 5. Aplicativos móveis – Utilização - Teses. 6. Atenção primária à saúde– Teses. I. Vianna, Cid Manso de Mello. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Medicina Social. III. Universidade do Estado do Amazonas. IV. Título.

CDU 616.379-008.64

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

José Nilson Araújo Bezerra

**Planejamento e gestão da atenção a pessoas com “Pé Diabético” através de um sistema de informações geográficas e de um aplicativo para dispositivos móveis em uma Unidade de Saúde da Família de Manaus, Amazonas**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Interinstitucional em Saúde Coletiva entre a Universidade do Estado do Amazonas e a Universidade do Estado do Rio de Janeiro, como pré-requisito para obtenção do título de Doutor em Saúde Coletiva, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 24 de agosto de 2018.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Cid Manso de Mello Vianna (Orientador)

Instituto de Medicina Social – UERJ

---

Prof. Dr. Fabiano Saldanha Gomes de Oliveira

Instituto de Medicina Social – UERJ

---

Prof. Dr. Cleinaldo de Almeida Costa

Universidade do Estado do Amazonas

---

Profa. Dra. Mônica Antar Gamba

Universidade Federal de São Paulo

---

Prof. Dr. Gerson Nunes da Cunha

Instituto Superior de Tecnologia da Fundação de Apoio à Escola

Técnica do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2018

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Manoel Bezerra e Luíza Bezerra por terem forjado a minha base de ser humano e por me mostrarem através do exemplo, por terem investido todo o seu tempo e energia para que tivesse oportunidade de estudar e por terem me mostrado o melhor caminho a seguir; à minha esposa Leilianne Bomfim, pela paciência e dedicação durante todo o período do doutorado e por ter suportado as minhas ausências com extrema dignidade; aos meus irmãos, amigos e companheiros para a vida inteira e grandes incentivadores do meu trabalho; aos meus filhos Thiago Bezerra e Ian Bezerra, pelo amor e apoio, mesmo nas minhas ausências; aos meus filhos Lorenzo Bezerra e Valentina Bezerra, luzes na minha vida, fontes inesgotáveis de inspiração. Meus filhos são luzes sempre acesas na minha vida, que me fazem lembrar diariamente que o amor e as pessoas que amamos são as coisas que realmente importam; às pessoas com diabetes e pé diabético, com suas angústias, seus sofrimentos, suas histórias e suas lições de vida. Elas foram o verdadeiro motivo da existência desse trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Manoel Bezerra e Luíza Bezerra, Mestres para a vida inteira, que sempre acreditaram que o estudo é a melhor maneira de transformarmos a nossa vida e a vida das pessoas que amamos; que jamais mediram esforços para que eu recebesse o melhor possível em todos os momentos da minha formação; que sempre apostaram nos meus sonhos e sempre participaram deles; que jamais deixaram de acreditar que eu teria o poder para transformar vidas e aliviar dores e sofrimentos; que sempre foram a fonte onde eu buscava modelos e inspiração para me tornar uma pessoa melhor; que me mostraram desde cedo o valor do trabalho duro; que me mostraram com todo o seu amor e a sua extrema dedicação, que a família é a coisa mais importante que temos na vida; que, através do exemplo diário me ensinaram sobre integridade, honra, sabedoria e generosidade.

À minha esposa Leilianne Bomfim, pela extrema dedicação em preparar tudo em casa para que eu tivesse a máxima tranquilidade para produzir de forma eficiente; por todos os momentos em que suportou as minhas ausências; por todos os momentos em que me emprestou o ombro nos momentos difíceis pelos quais passamos ao longo dessa caminhada; por jamais deixar de acreditar no meu sonho pessoal de mudar a realidade das pessoas que sofrem com diabetes e pé diabético e por ter passado a sonhá-lo junto comigo; por ter me dado dois dos mais lindos presentes que um homem pode receber; por ter me mostrado que o amor supera qualquer barreira e resiste a qualquer tempestade.

Ao meu orientador, o professor Dr. Cid Manso Mello Vianna, pelas oportunidades de aprendizado que me proporcionou no Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, pela dedicação, paciência, orientações produtivas, ensinamentos e objetividade. Ele me ensinou que a construção de um trabalho científico pode ser uma atividade prazerosa, leve e divertida. Ele foi o grande responsável por, logo no começo do curso, tirar dos meus ombros o peso desnecessário que eu havia dado a esse trabalho. Certamente, a sua intervenção naquele momento foi essencial para que eu tivesse a tranquilidade necessária para realizar essa pesquisa. Mais que um orientador, ele foi um grande incentivador / desafiador para extrair o melhor de mim.

Aos professor Dr. Fabiano Gomes e professor Dr. Gerson Nunes, pela maravilhosa acolhida no Laboratório de Bioestatística e Matemática Aplicada à Saúde, do Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e pelos ensinamentos e paciência quando me guiaram pelos novos caminhos da informática na saúde. Vocês foram

grandes companheiros durante todo o período do meu estágio de doutorado, foram parte da minha família e me ajudaram a tornar mais leve a distância dos meus familiares.

Aos demais colegas, incríveis companheiros que conheci no supracitado laboratório, por todo apoio, discussões fundamentais e dicas valiosas que me deram ao longo dessa jornada.

À professora Dra. Roseni Pinheiro, coordenadora deste doutorado, pelos conselhos, ensinamentos, parceria, companheirismo, amizade e luta em defesa do curso.

A todos os professores do Doutorado em Saúde Coletiva da Universidade do Estado do Rio de Janeiro por me auxiliarem nessa jornada de transformação profissional.

Ao professor Darlisom Souza, ex-diretor da Escola Superior de Ciências da Saúde da Universidade do Estado do Amazonas, pela amizade, pelos conselhos, incentivos constantes e por acreditar que esse trabalho seria possível antes mesmo de ele ser iniciado.

À Secretaria Acadêmica do Doutorado em Saúde Coletiva, em especial na pessoa do secretário Lucas Cabral, companheiro de inestimável valor, sempre pronto a ajudar em todas as situações em que foi solicitado. Um excelente profissional, além de ótimo ser humano. Uma verdadeira joia do Instituto de Medicina Social da UERJ.

Ao Magnífico Reitor da Universidade do Estado do Amazonas, Cleinaldo de Almeida Costa, pela preocupação constante e defesa intransigente da formação dos seus professores e pela luta para mudar a realidade das pessoas que sofrem com pé diabético no Amazonas.

Aos meus alunos e ex-alunos, fontes de constante inspiração e motivação para que eu buscasse me tornar o melhor profissional que pudesse ser.

Aos Agentes Comunitários de Saúde do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata, em especial à Maria Augusta Soares, pelo interesse e ajuda na busca pelas informações necessárias à construção desse trabalho.

A todas as pessoas com diabetes e pé diabético que, como eu, sonham com um sistema de saúde de qualidade para enfrentar esses graves problemas de saúde pública.

A todas as pessoas que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

“Doutor, rico come caviar... pobre come o que vier... eu não tenho o que comer em casa, eu passo fome, como posso escolher o que comer? Doutor, se o senhor quiser saber quem são os seus amigos, dê uma festa... mas se o senhor quiser saber quem são os seus verdadeiros amigos, adoça”.

*Mensagem de um paciente com pé diabético justificando a sua dificuldade em fazer dieta por causa das suas dificuldades financeiras*



## RESUMO

BEZERRA, José Nilson Araújo. **Planejamento e Gestão da atenção a pessoas com “Pé Diabético” através de um Sistema de Informações Geográficas e de um aplicativo para dispositivos móveis em uma Unidade de Saúde da Família de Manaus, Amazonas.** 2018. 102 f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) – Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

O objetivo desse estudo foi desenvolver uma proposta para o planejamento e gestão da atenção ao Pé Diabético através de um Sistema de Gerenciamento de Informações Geográficas, em Manaus, Amazonas. Realizou-se estudo descritivo que teve como propósito o desenvolvimento experimental de um aplicativo, com a finalidade de gerir a atenção a pessoas com diabetes e pé diabético. Foram formuladas perguntas prévias para embasar o trabalho com o Sistema de Informações Geográficas. O desenvolvimento ocorreu em 4 fases: georreferenciamento do bairro, elaboração de banco de dados para avaliação e estratificação de risco de pessoas com diabetes e pé diabético, construção de mapas dinâmicos da área de cobertura das equipes de saúde da família e desenvolvimento de um protótipo de aplicativo para gerenciamento das informações desses pacientes. O estudo estimou uma população de 11.041 pessoas distribuídas em 3.135 famílias para o bairro estudado. Foram identificadas 374 pessoas com diagnóstico de diabetes sob a responsabilidade do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata: 3,98% das pessoas com idades a partir de 15 anos. O bairro foi georreferenciado com base nas três áreas de cobertura das equipes de saúde da família, que totalizam 21 microáreas. Foram georreferenciadas todas as unidades de Saúde que realizam atendimentos a pessoas com diabetes em nível ambulatorial e hospitalar na cidade de Manaus. O banco de dados está constituído pelos módulos de cadastramento do domicílio, cadastramento individual, avaliação clínica geral, classificação de risco, exame físico, avaliação neurológica, avaliação vascular, índice tornozelo-braço, classificação do pé diabético, medicações em uso, avaliação laboratorial, exames complementares, avaliação de feridas, classificação do Texas e gravidade da infecção e quadro de condutas. O aplicativo foi desenvolvido a partir dos módulos do banco de dados da plataforma PowerApps. O estudo concluiu que o *Diabetic Foot System* combinado a um GIS tem potencial para se tornar uma eficiente ferramenta de planejamento e gestão da atenção a pessoas com diabetes e pé diabético.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus. Pé Diabético. Estomaterapia. Georreferenciamento. Planejamento.

## ABSTRACT

BEZERRA, José Nilson Araújo. **Planning and management of care for people with "Diabetic Foot" through a Geographic Information System and an application for the use of mobile devices in a Family Health Unit in Manaus, Amazonas.** 2018. 102 f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) – Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

The objective of this study was to develop a proposal for Planning and Management of Attention to Diabetic Foot through a Geographic Information Management System, in Manaus, Amazonas. A descriptive study was carried out, whose purpose was the experimental development of an application, to manage the attention of people with diabetes and diabetic foot. Previous questions were asked to support the work with the Geographic Information System. The development took place in four phases: geo-referencing of the neighborhood, elaboration of the database for evaluation and risk stratification of people with diabetes and diabetic foot, construction of dynamic maps of the coverage area of the family health teams and development of a prototype of an application for managing the information of these patients. The study estimated a population of 11,041 people distributed in 3,135 families to the studied neighborhood. A total of 374 people diagnosed with diabetes under the responsibility of the Vila da Prata Family Health Module were 3.98% of those aged 15 and over. The neighborhood was georeferenced based on the three coverage areas of the family health teams, which total 21 micro areas. All the health units that provide care for people with diabetes at an outpatient and hospital level in the city of Manaus were geo-referenced. The database is composed of the modules of household registration, individual registration, general clinical evaluation, risk classification, physical examination, neurological evaluation, vascular evaluation, ankle-brachial index, diabetic foot classification, medications in use, laboratory evaluation, complementary exams, wound evaluation, Texas classification and severity of infection and conduction framework. The application was developed from the database modules on the PowerApps platform. The study concluded that the Diabetic Foot System combined with ArcGIS has the potential to become an effective tool for planning and managing care for people with diabetes and diabetic foot.

Keywords: Diabetes Mellitus. Diabetic Foot. Stomatherapy. Georeferencing. Planning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Posicionamento do Estado do Amazonas e da cidade de Manaus, com relação ao Brasil e à América do Sul .....	28
Figura 2 - Posicionamento da cidade de Manaus com relação ao Estado do Amazonas .....	28
Figura 3 - Mapa do Estado do Amazonas com distribuição dos municípios e posicionamento da cidade de Manaus.....	29
Figura 4 - Zonas Geográficas e Administrativas da Cidade de Manaus – Amazonas.....	30
Figura 5 - Distribuição geral dos bairros de Manaus, com bairro Vila da Prata, Zona Oeste da Cidade, destacado .....	31
Figura 6 - Área de abrangência do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata – Zona Oeste de Manaus, Amazonas.....	44
Figura 7 - Área de abrangência da Equipe O-24 do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata, com detalhamento das microáreas – Zona Oeste de Manaus, Amazonas .....	45
Figura 8 - Área de abrangência da Equipe O-27 do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata, com detalhamento das microáreas – Zona Oeste de Manaus, Amazonas .....	46
Figura 9 - Área de abrangência da Equipe O-344 do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata, com detalhamento das microáreas – Zona Oeste de Manaus, Amazonas ...	47
Figura 10 - Unidades de Saúde que realizam atendimentos a pessoas com diabetes em nível ambulatorial e hospitalar. Manaus, Amazonas .....	48
Figura 11 - Tela principal do banco de dados e aplicativo para desktop, Pé Diabético .....	49
Figura 12 - Tela de Cadastramento do domicílio .....	49
Figura 13 - Tela de Cadastramento Individual .....	50
Figura 14 - Primeira Tela da Avaliação Clínica Geral .....	50
Figura 15 - Segunda Tela da Avaliação Clínica Geral .....	51
Figura 16 - Terceira Tela da Avaliação Clínica Geral.....	51
Figura 17 - Tela de Classificação de Risco e Periodicidade de Acompanhamento .....	52
Figura 18 - Tela de Consulta à Classificação de Risco .....	52
Figura 19 - Tela de consulta à periodicidade de acompanhamento com base no risco.....	53
Figura 20 - Tela de Exame Físico.....	53
Figura 21 - Tela de Avaliação Neurológica.....	54
Figura 22 - Tela de Avaliação Vascular .....	54

Figura 23 - Tela de registro e classificação do Índice Tornozelo-Braço.....	54
Figura 24 - Tela de Classificação do pé diabético com base na fisiopatologia.....	55
Figura 25 - Tela de registro de medicações em uso .....	56
Figura 26 - Tela de registro de Exames Laboratoriais.....	56
Figura 27 - Tela de registro de exames complementares .....	57
Figura 28 - Tela de avaliação da ferida em pessoas com pé diabético.....	57
Figura 29 - Tela de classificação da lesão no pé diabético, da Universidade do Texas e classificação da gravidade da infecção .....	58
Figura 30 - Tela de consulta à classificação de risco da Universidade do Texas.....	58
Figura 31 - Quadro de condutas frente a pacientes com pé diabético .....	59
Figura 32 - Tela da conduta 1 .....	60
Figura 33 - Tela da conduta 2.....	60
Figura 34 - Tela da conduta 3.....	61
Figura 35 - Tela da conduta 4.....	61
Figura 36 - Tela da conduta 5.....	62
Figura 37 - Tela da conduta 6.....	62
Figura 38 - Tela da conduta 7.....	63
Figura 39 - Tela da conduta 8.....	63
Figura 40 - Tela da conduta 9.....	64
Figura 41 - Tela da conduta 10.....	64
Figura 42 - Tela da conduta 11 .....	65
Figura 43 - Tela Detalhes do ambiente de construção da plataforma PowerApps.....	66
Figura 44 - Tela Compartilhar do ambiente de construção da plataforma PowerApps .....	67
Figura 45 - Tela Versões do ambiente de construção da plataforma PowerApps.....	67
Figura 46 - Tela Configurações do ambiente de construção da plataforma PowerApps .....	68
Figura 47 - Tela Análise (versão prévia), relatório de uso do ambiente de construção da plataforma PowerApps .....	68
Figura 48 - Tela Análise (versão prévia), relatório de desempenho do ambiente de construção da plataforma PowerApps.....	69
Figura 49 - Tempo para a primeira tela, entre o clique no ícone do aplicativo e a entrega do controle à primeira tela do aplicativo <i>Diabetic Foot System</i> .....	69
Figura 50 - Tela Principal e Tela de Módulos do aplicativo <i>Diabetic Foot System</i> .....	70
Figura 51 - Telas de Cadastramento Domiciliar – <i>Diabetic Foot System</i> .....	70
Figura 52 - Tela de Cadastro Individual – <i>Diabetic Foot System</i> .....	71

Figura 53 - Telas de Avaliação Clínica Geral – <i>Diabetic Foot System</i> .....	71
Figura 54 - Telas de Classificação de Risco e de Exame Físico – <i>Diabetic Foot System</i> .....	71
Figura 55 - Telas de Avaliação Neurológica e Telas 1 e 2 da Avaliação Vascular – <i>Diabetic Foot System</i> .....	72
Figura 56 - Tela 3 da Avaliação e Telas do Índice Tornozelo-Braço e Classificação do Pé Diabético com base na fisiopatologia – <i>Diabetic Foot System</i> .....	73
Figura 57 - Telas de Exames Laboratoriais – <i>Diabetic Foot System</i> .....	73
Figura 58 - Tela de Exames Complementares e Telas 1 e 2 da Avaliação de Feridas – <i>Diabetic Foot System</i> .....	74
Figura 59. Telas 3 e 4 da Avaliação de Feridas e Tela de Classificação pela Escala do Texas – <i>Diabetic Foot System</i> .....	74
Figura 60 - Telas do Quadro de Condutas – <i>Diabetic Foot System</i> .....	75
Figura 61 - Telas das Condutas 1, 2 e 3 – <i>Diabetic Foot System</i> .....	75
Figura 62 - Telas das Condutas 4, 5 e 6 – <i>Diabetic Foot System</i> .....	76
Figura 63 - Telas das Condutas 7, 8 e 9 – <i>Diabetic Foot System</i> .....	76
Figura 64 - Telas das Condutas 10 e 11 e Tela Final do Aplicativo <i>Diabetic Foot System</i> .....	77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição da população do bairro Vila da Prata, segundo o Censo Populacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2010. Manaus, Amazonas, 2018. ....	39
Tabela 2 - Distribuição da população do estado do Amazonas, por ano, segundo estimativas do IBGE. Manaus, Amazonas, 2018 .....	40
Tabela 3 - Distribuição da população da cidade de Manaus, por ano, segundo estimativas do IBGE. Manaus, Amazonas, 2018 .....	41
Tabela 4 - Distribuição estimada da população do bairro Vila da Prata .....	41
Tabela 5 - Distribuição da população do bairro Vila da Prata, conforme área de abrangência da Equipe de Saúde da Família O-24. Manaus, Amazonas, 2018.....	42
Tabela 6 - Distribuição da população do bairro Vila da Prata, conforme área de abrangência da Equipe de Saúde da Família O-27, em Manaus – Amazonas, 2018.....	42
Tabela 7 - Distribuição da população do bairro Vila da Prata, conforme área de abrangência da Equipe de Saúde da Família O-344. Manaus, Amazonas, 2018.....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACS	Agentes Comunitários de Saúde
AGL	Ácidos Graxos Livres
AIT	Ataque Isquêmico Transitório (AIT)
AP	Angina Pectoris
APS	Atenção Primária em Saúde
AVE	Acidente Vascular Encefálico
DAC	Doença Arterial Coronariana
DCV	Doença Cardiovascular
ED	Encefalopatia Diabética
ESF	Equipes de Saúde da Família
GIS	Sistema de Informações Geográficas
HbA1c	Hemoglobina Glicosilada
IAM	Infarto Agudo do Miocárdio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICC	Insuficiência Cardíaca Congestiva
IDF	International Diabetes Federation
IRC	Insuficiência Renal Crônica (IRC)
ITB	Índice Tornozelo Braço
MSFVP	Módulo de Saúde da Família Vila da Prata
MXD	Arquivos gerados a partir do ArcMAP
O-24	24 – Oeste vinte e Quatro
O-27	27 – Oeste vinte e sete
O-344	344 – Oeste trezentos e quarenta e quatro
PND	Polineuropatia Diabética
PPR	Pessoas por Residência
TPNi	Terapia por Pressão Negativa com Instilação (TPNi)
UBS	Unidade Básica de Saúde
USF	Unidade de Saúde da Família
VIGITEL	Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>1 DIABETES MELLITUS: MAGNITUDE, COMPLICAÇÕES ASSOCIADAS E ASPECTOS DA ABORDAGEM</b> .....	20
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	25
<b>2.1 Fases da pesquisa</b> .....	31
2.1.1 <u>Fase 1 – Georreferenciamento do Bairro Vila da Prata</u> .....	31
2.1.2 <u>Fase 2 – Elaboração do Banco de Dados</u> .....	35
2.1.3 <u>Fase 3 – Construção de Mapas Dinâmicos</u> .....	36
2.1.4 <u>Fase 4 – Desenvolvimento do Protótipo do Aplicativo</u> .....	377
<b>3 RESULTADOS</b> .....	399
3.1 <b>Distribuição da população geral e das pessoas com diabetes</b> .....	399
3.2 <b>Georreferenciamento</b> .....	433
3.3 <b>Banco de Dados</b> .....	488
3.4 <b>Desenvolvimento do aplicativo Diabetic Foot Sistem</b> .....	655
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	78
<b>CONCLUSÃO</b> .....	97
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	98



## INTRODUÇÃO

Não é sensato analisar magnitude da condição conhecida como “Pé Diabético”, sem uma abordagem profunda de sua raiz: o diabetes mellitus, um dos maiores problemas de saúde do planeta. Pessoas de todo o mundo estão sendo agredidas pela doença em maior ou menor grau, o que constitui uma ameaça real para a saúde individual e das populações. Urbanização rápida, crescente e desordenada, alimentação não saudável, sedentarismo, obesidade e falta de recursos para investimento em saúde vêm provocando aumento progressivo da incidência e prevalência da doença.

Os níveis elevados de glicose no sangue aumentam o risco de desenvolvimento de complicações microvasculares e macrovasculares. Outras complicações podem ocorrer, tais como doença da retina, nefropatia, doenças cardiovasculares, cerebrovasculares e neuropatia periférica, a principal causa de feridas nos pés de pessoas com diabetes, que pode levar a amputações de membros inferiores como consequência. Essa condição é conhecida como pé diabético (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017b), uma infecção, ulceração ou destruição de tecidos profundos do pé associadas à neuropatia e/ou doença arterial periférica, na extremidade inferior de pessoas com diabetes (GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO, 2001).

A prevalência do pé diabético e a frequência de amputações são bastante variáveis e dependem de particularidades regionais, como critérios diagnósticos, fatores socioeconômicos e relacionados à idade. Na Europa e na América do Norte a prevalência é de apenas 1%, número baixo se comparado aos 11% nos países em desenvolvimento (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017a). Nesses países as úlceras nos pés de pessoas com diabetes são bastante comuns. Aspectos como pobreza, higiene e saneamento inadequados, andar descalço, podem agravar os danos nos pés dessas pessoas. Nos países de baixa renda, além dos fatores citados, falta acesso a serviços de saúde de qualidade. Os fatores econômicos e geográficos podem impedir que as pessoas com a doença procurem tratamento para as feridas dos seus pés até que elas se tornem infectadas com gravidade (LAZZARINI; HURN; FERNANDO et al 2015).

A elevação global da pandemia de diabetes vem elevando a incidência e prevalência de úlceras e complicações nos pés de indivíduos com a doença. Mais da metade das feridas nessas pessoas serão infectadas e 20% delas trará amputação como consequência

(WU; DRIVER; WROBEL; ARMSTRONG, 2007). Quase 70% de todos os membros inferiores amputados são de pessoas com diabetes e cerca de 70% das pessoas que se submetem a uma amputação de membros inferiores morrem em até 5 anos após a perda do membro ou parte dele. Mais de 85% de todas as amputações são precedidas por uma úlcera e anualmente, 4 milhões de pessoas desenvolvem uma nova úlcera em pé diabético. Nos países desenvolvidos, até 4% das pessoas com diabetes têm uma úlcera e usam entre 12% e 15% dos recursos de saúde para o diabetes, enquanto nos países em desenvolvimento esses valores podem chegar a 40% (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017b).

Complicações como o pé diabético podem piorar a condição social dos indivíduos doentes porque os impedem de trabalhar. Não há outra forma de controlar o diabetes que não envolva a prevenção de suas complicações, o que só pode ser efetivado mediante identificação precoce da doença através da oferta de profissionais qualificados. Em geral, as principais complicações podem ser identificadas em seus primeiros estágios. Os gestores e profissionais podem ir mais longe, buscando não só identificar e controlar complicações que já existam, mas também promovendo abordagem eficiente para modificações no estilo de vida, em especial no que se refere à nutrição adequada e estímulo à prática regular de atividade física.

Todos os anos, mais de um milhão de pessoas com diabetes perdem um membro como consequência de sua condição, sendo a maioria das amputações precedidas por uma úlcera no pé. Os fatores de risco mais importantes para o desenvolvimento de úlceras são a neuropatia periférica, deformidades nos pés, pequenos traumas dos pés e doença vascular periférica (APELQVIST; BAKKER; VAN HOUTUM et al, 2008; INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2007). Outros fatores de risco incluem idade avançada, tempo de diagnóstico do diabetes, baixa escolaridade, sobrepeso/obesidade, dieta inadequada; inatividade física; controle metabólico inadequado; falta de cuidados específicos com os pés; e hipertensão arterial. Os doentes podem apresentar fatores de risco múltiplos que aumentam ainda mais o risco de complicações dos pés e de amputações (BOELL; RIBEIRO; SILVA, 2014).

Nesse trabalho, não se verificou prevalência de amputações por pé diabético no Brasil, nem estimativas nacionais de custos. Os dados são limitados a estudos específicos em determinadas regiões do país. No Amazonas, o único estudo encontrado sobre amputações em pessoas com pé diabético, foi realizado nos dois maiores hospitais de Manaus e revelou uma incidência de 54% de amputações em pacientes internados. Destes, 68,5% ganhavam até um salário mínimo e 97% deles até dois salários mínimos (COSTA, 2010).

O alto número de amputações que ocorreram nesses hospitais revela a extrema fragilidade da atenção básica de Manaus na condução dos indivíduos com essa condição. O estudo revelou grande comprometimento desses pacientes na admissão, tornando a amputação, muitas vezes, a única possibilidade para a manutenção da vida dessas pessoas.

Não há na cidade de Manaus uma rede adequada de atenção aos indivíduos com pé diabético. Muitos desses doentes não recebem o atendimento recomendado nacional e internacionalmente e não há um sistema de atenção que interrompa o ciclo de sofrimento dessas pessoas. O tema já foi motivo de vários alertas no Conselho Municipal de Saúde, onde reiteradamente o tema é abordado.

A proposta de criação de um Sistema de Informações Geográficas (GIS) para o Planejamento e Gestão da Atenção ao Pé Diabético, vem diretamente ao encontro da necessidade de modificação do quadro atual de atenção a essa grave condição. Os consultórios ou mesmo unidades especializadas não serão suficientes para confrontar o problema, sem planejamento e gestão adequados. Todos os profissionais da atenção básica precisam estar envolvidos nesse enfrentamento, mas não adianta repetir ações que não funcionam.

Semelhante ao que ocorre com outras enfermidades, a condição conhecida como pé diabético também é afetada pelo processo de urbanização caótico das grandes cidades, por falta de condições mínimas de moradia e saneamento, questões culturais e sociais, além de problemas relacionados ao acesso a profissionais e serviços de saúde. Todos esses aspectos foram considerados no planejamento da proposta.

Algumas reflexões embasaram a presente tese: até que ponto uma ferramenta de geoprocessamento pode auxiliar no gerenciamento da atenção às pessoas com pé diabético? Como estão distribuídas as pessoas com diabetes e pé diabético? Como um GIS pode melhorar a atenção aos pacientes com essa condição? O acesso aos serviços e aos especialistas pode ser melhorado através de um GIS? É possível que a gestão da atenção às pessoas com diabetes e pé diabético funcione de maneira eficiente e que a prevenção de amputações nesses indivíduos se torne mais efetiva?

O objetivo desse trabalho foi o de desenvolver uma proposta de Planejamento e Gestão da Atenção ao Pé Diabético através de um Sistema de Gerenciamento de Informações Geográficas, em Manaus, Amazonas. Pretendeu-se: Georreferenciar a área de abrangência do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata, preparando-o para receber informações de saúde; Desenvolver um banco de dados para avaliação e estratificação de risco de pessoas com diabetes e pé diabético, que forneça relacionamentos, revele tendências clínicas e permita

comparações temporais e espaciais; Construir mapas dinâmicos da área de cobertura das equipes de saúde da família preparados para identificarem pacientes com maior risco de amputação; Desenvolver um aplicativo para gerenciamento das informações de pacientes diabéticos que possa ser acessado pelos diversos dispositivos digitais, que permita interação com os dados, executasse análise espacial e permita o compartilhamento de resultados.

## 1 DIABETES MELLITUS: MAGNITUDE, COMPLICAÇÕES ASSOCIADAS E ASPECTOS DA ABORDAGEM

A cada 8 segundos uma pessoa morre por diabetes em algum lugar do mundo. Em 2017, foram aproximadamente 4 milhões de mortes (10,7% da mortalidade mundial por qualquer causa), metade delas em indivíduos com menos de 60 anos, em pleno período produtivo. Esse número de óbitos supera o de mortes por doenças infecciosas (1,1 milhões de mortes por HIV/AIDS (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2017), 1,8 milhões por tuberculose (YOU; HENNEBERG, 2016) e 0,4 milhões por malária (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2017)). São quase 500 milhões de pessoas acometidas pela doença, com um imenso impacto nos custos de saúde para países com renda baixa e média, que arcam com aproximadamente 80% dos gastos mundiais com diabetes. A doença não provoca crise apenas nos sistemas de saúde, ela representa uma tragédia mundial que provoca intenso sofrimento nos doentes e suas famílias (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017a).

Os gastos com diabetes representam 12% do total de despesas com saúde no mundo e permanecem aumentando, por causa do tratamento da doença e suas complicações, que representam a maior parte dos gastos totais. O crescimento da população causará um impacto financeiro ainda maior junto aos países de renda baixa e média, conseqüente à urbanização e estilo de vida pouco ou nada saudáveis (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2014).

Em 2015, uma em cada onze pessoas com idades entre 20 e 79 anos, no mundo, era diabética<sup>1</sup> e uma em cada duas não sabia da doença. Isso representava 193 milhões de pessoas sem diagnóstico, implicando em maior risco de complicações. Um em cada 15 adultos tem alteração na tolerância à glicose e essas pessoas têm uma chance aumentada de serem os diabéticos do futuro. Em 2040, uma em cada dez pessoas terá diabetes. A prevalência mundial aumentará dos 8,8% de 2015 (415 milhões de casos) para 10,1% em 2035 (591,9 milhões de casos) e para 10,4% em 2040 (642 milhões de pessoas) (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2015). Na América do Sul e Central, a prevalência de 8,0% (26 milhões de casos) em 2017, aumentará para 10,1 em 2045 (42,3 milhões de casos). Aproximadamente 10,4 milhões de pessoas (40% do total estimado de casos) estavam sem diagnóstico e não há estimativa para 2045 (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017a).

---

<sup>1</sup> Em 2014, era uma em cada doze pessoas, significando uma taxa de crescimento de 9% em apenas um ano.

O Brasil é o quarto país em número de pessoas vivendo com a doença (12,5 milhões), atrás apenas da China (114,4 milhões), da Índia (72,9 milhões) e dos Estados Unidos (30,2 milhões). Em 2045, o país terá 20,3 milhões de casos e passará à quinta posição, superado pelo México, que terá 21,8 milhões de casos (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017a). O Brasil é o quinto país em número de casos sem diagnóstico. Estima-se que 46% das pessoas com diabetes (5,7 milhões de pessoas) não saibam que têm a doença (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017a).

A intolerância à glicose é outro problema. Foram estimados 14,6 milhões de casos em 2017 e espera-se um aumento para 20,7 milhões em 2045 (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017a). Em Manaus, a prevalência foi de 5,6%, com variação de 5,3% entre os homens e 5,8% entre as mulheres. A pesquisa confirma um acréscimo de 0,28 ponto percentual na frequência de diagnóstico no período compreendido entre 2012 e 2016. A frequência máxima da doença foi encontrada entre os indivíduos com até oito anos de escolaridade (BRASIL, 2017a). A prática regular de atividade física pode ser um importante aliado no enfrentamento dessa condição.

A recomendação de atividade física é importante porque o número de pessoas com diabetes aumentou 61,8% na última década e há uma grande relação entre a doença e o excesso de peso, que quase dobrou no mesmo período, passando de 26,3% para 42,6% da população. Mais da metade da população brasileira está com peso acima do recomendado e cerca de 18% dos indivíduos estão obesos, um aumento de 60% na década compreendida entre 2006 e 2016. A cidade de Manaus tem 56,3% de pessoas com excesso de peso, a prevalência duplica a partir dos 25 anos e piora entre os indivíduos com menor escolaridade. Nessas pessoas, a incidência de diabetes é quase 300% maior (BRASIL, 2017a).

A obesidade é uma das principais causas de aumento da resistência à ação da insulina. O tecido adiposo central intra-abdominal é metabolicamente ativo e libera grandes quantidades de Ácidos Graxos Livres (AGL). Há evidências de que os AGL estão diretamente conectados entre obesidade, resistência à insulina e diabetes tipo 2. Na maioria dos indivíduos obesos, os AGL são elevados e esses níveis de elevações fisiológicas inibem a absorção de glicose estimulada pela insulina no músculo (DELARUE; MAGNAN, 2007). Em 2016, a cidade de Manaus foi a capital com maior frequência de obesidade entre adultos (variação de 17,3% a 22,7%, entre mulheres e homens, respectivamente). Os números estão acima da média nacional para todas as capitais. A situação é bastante preocupante, principalmente considerando-se o aumento médio de 0,2 pontos percentuais no diagnóstico médico

relacionado ao diabetes entre 2008 e 2016 (BRASIL, 2017a). Esses aumentos podem ter importante relação com o papel dos ácidos graxos no organismo.

Os ácidos graxos competem com a glicose como fonte de combustível para oxidação nos tecidos periféricos, como os músculos. A obesidade central, portanto, pode influenciar a sensibilidade à ação da insulina no fígado, afetando a neoglicogênese e o metabolismo lipídico hepático. A atividade física é outro determinante importante de sensibilidade à insulina, aumentando-a. Indivíduos sedentários apresentam mais resistência à insulina quando comparados com pessoas ativas com o mesmo nível de obesidade. Além disso, a atividade física permite aumento da absorção da glicose muscular que não depende de insulina, reduzindo a demanda no pâncreas e conseqüentemente a produção de insulina pelas células Beta ( $\beta$ ) (FRIER; HELLER; MCCRIMMON, 2014).

O enfrentamento do excesso de peso e obesidade deve, portanto, fazer parte das ações dos serviços de saúde, mas a abordagem deve ser coletiva, de base populacional. É imperativo que as pessoas tenham consciência das complicações, porque a maioria dos indivíduos com diabetes desconhece a doença (ULLAH et al., 2015). Há uma associação direta entre diabetes mellitus e redução de 10% a 30% na expectativa de vida de indivíduos doentes, quando comparados a pessoas sem a doença. Essa redução ocorre como resultado principalmente das complicações associadas à diabetes e à mortalidade precoce, conseqüente a elas (RIZA et al., 2014; ROY; LLOYD, 2012).

As complicações que ocorrem nas pessoas com diabetes podem agudas ou crônicas, microvasculares ou macrovasculares. As complicações agudas, apresentam-se sob a forma de cetoacidose diabética, estado hiperosmolar de hiperglicemia, coma diabético por hipoglicemia, infecções respiratórias e doenças periodontais. As complicações crônicas microvasculares podem se apresentar sob a forma de doença renal, neuropatia sensorial, neuropatia motora, neuropatia autonômica e retinopatia diabética. As complicações crônicas macrovasculares incluem a Doença Arterial Coronariana (DAC) que pode aumentar a incidência de Angina Pectoris (AP) ou IAM e Doença Vascular Periférica (DVP) que favorece o aparecimento de claudicação intermitente e aumento de doenças cerebrovasculares como AVE e Ataque Isquêmico Transitório (AIT), Encefalopatia Diabética (ED) e Pé Diabético (Ullah et al., 2015, INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2016).

A educação da população pode ser importante para prevenção das complicações agudas e crônicas e do risco cardiovascular e renal nos indivíduos com a doença. A probabilidade de uma pessoa com diabetes desenvolver doença cardiovascular é de duas a três vezes maior que nos não diabéticos. A incidência de doença renal terminal é até dez vezes

maior nos doentes de diabetes. A atenção ao diabetes e ao pé diabético necessita de um plano de ação multidimensional para que forneça resultados efetivos. Os doentes devem estar empoderados para tomar decisões sobre a sua dieta, exercício, peso, controle da pressão arterial, monitorização regular da glicemia, uso de medicações e tratamento das complicações identificadas. Indivíduos com conhecimento sobre a doença e suas complicações, têm capacidade aumentada de lidar melhor com a patologia e de se adaptar a ela, enquanto pessoas cujo nível de conhecimento é considerado baixo sobre a doença, têm taxas mais altas de hospitalização (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017a; ULLAH et al., 2015).

Outra complicação comum é a retinopatia, que afeta aproximadamente um terço das pessoas com diabetes e é a principal causa de cegueira em adultos em idade produtiva. Ela ocorre como resultado da agressão direta promovida pelos altos níveis crônicos de glicose sanguínea, que lesam os capilares da retina e promovem vazamento e bloqueio capilar. O espectro da doença inclui a Retinopatia Diabética, o Edema Macular Diabético, catarata, glaucoma, perda da habilidade para ajustar o foco e diplopia (visão dupla). Essas complicações levam a um sério comprometimento da visão, podendo levar à cegueira. A retinopatia é a principal causa de perda de visão em adultos em idade produtiva. Uma em cada três pessoas com diabetes tem algum grau de retinopatia e um em cada dez desenvolverão alguma modalidade da doença, o que implicará em risco aumentado para perda total da visão (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017a). A retinopatia diabética é outra complicação associada ao risco de amputações.

A prevalência global de retinopatia diabética é de aproximadamente 34,6% e aumenta progressivamente com a duração do diabetes e o pior controle glicêmico e da pressão arterial. Além disso, as taxas são maiores em pessoas com diabetes tipo 1. Essa complicação é uma das causas mais comuns de cegueira em adultos entre 30 e 65 anos de idade nos países desenvolvidos. A maioria dos indivíduos com diabetes terá algum grau de retinopatia diabética após 20 anos da doença. Pessoas com baixo nível socioeconômico e diabetes tipo 1 têm risco aumentado de desenvolver a doença (YAU et al., 2012).

Semelhante ao que ocorre com outras complicações, a insuficiência renal crônica está associada a um grande impacto adicional nas despesas de saúde para pessoas com diabetes. Dependendo da gravidade, os custos podem ser amplificados. O tratamento com medicação oral e dieta para um homem branco, com diabetes tipo 2, após 15 anos de diagnóstico, mas que não teve complicações ou comorbidades, custa em média 2.465 dólares anualmente. Esses valores chegam a ser de 10% a 50% maiores para mulheres com o mesmo tempo de



diagnóstico ou antes disso para as tabagistas, que estavam sendo tratadas com insulina e que apresentavam várias outras complicações. Doença Coronariana, Insuficiência Cardíaca Congestiva (ICC), hemiplegia e amputação foram associadas a custos entre 70% e 150% maiores. Para os indivíduos com doença renal terminal tratados com diálise, os valores foram amplificados em 300%, enquanto os indivíduos com doença renal terminal que necessitaram de transplante exigiram gastos 500% maiores (LI et al., 2013).

## 2 METODOLOGIA

Trata-se de estudo descritivo que teve como propósito o desenvolvimento experimental de um aplicativo para o planejamento e gestão da atenção a pessoas com pé diabético, integrado a um Sistema de Informações Geográficas (GIS), em Manaus, Amazonas.

O GIS permite a transformação de tabelas independentes em dados geográficos graças aos atributos de localização (ESRI, 2014, 2015). Neste trabalho, os atributos de localização estão relacionados à plotagem de coordenadas das residências dos indivíduos com diabetes e pé diabético. O georreferenciamento através das coordenadas geográficas das residências ampara a possibilidade de utilização dos recursos de análises espaciais, importante característica de uma plataforma GIS. Esse recurso permite que os dados coletados sejam transformados em informações que podem revelar padrões, avaliar tendências e auxiliar na tomada de decisões. A utilização das ferramentas de análise espacial, somadas a outras ferramentas desse tipo de sistema, permite respostas rápidas a perguntas clínicas segundo características geográficas, para execução e organização de diagnósticos comunitários precisos.

As perguntas clínicas foram essenciais nesse trabalho com um GIS. E elas foram formuladas previamente para cobrir o maior número possível de possibilidades. As respostas a essas questões foram estruturadas através de múltiplas camadas, empilhando-as, de forma que possibilitassem análises independentes.

O conceito de trabalho com camadas é uma das bases de um GIS. Elas são recursos de dados disponíveis e são como contêineres para qualquer fonte de dados, que podem ser adicionados ao objeto do mapa como objetos de camadas, formando uma pilha delas. Elas podem ser classificadas funcionalmente como de mapas base, funcionais e de gráficos. As de mapas base ou simplesmente basemaps, são camadas que utilizam um mapa de referência como fundo a partir do qual serão construídas todas as outras camadas. Geralmente são imagens de satélite, mapas topográficos ou de ruas e, portanto, são recursos estáticos, não permitindo interação com eles. As funcionais exibem todas as mudanças recentes e são de natureza dinâmica, em oposição à natureza estática das basemaps. Essas permitem interação de várias maneiras, incluindo seleção de recursos, recuperação de atributos e definição de geometria, realização de consultas nos dados, aplicação de renderização, incluindo aplicação de símbolos diferentes, cores, largura, dentre outros. As de gráficos são as que apresentam a maior versatilidade em termos de operações, permitindo que sejam adicionados tantos dados

quantos forem necessários ao projeto (VIJAYARAGHAVAN; DHANAPAL, 2016). As de gráficos são as principais camadas utilizadas neste projeto e foram a base para criação dos mapas.

Por ser a principal plataforma para desenvolvimento de aplicativos GIS para web, o GIS permite uma série de linguagens de programação incluindo JavaScript Flex e Silverlight. A linguagem Java é a preferida porque pode ser utilizada tanto em dispositivos móveis quanto através de um navegador e por trabalharem com objetos, que são estruturas complexas capazes de agregar múltiplos valores de dados e ações em uma única estrutura. Os objetos são compostos de dados e ações. Neste projeto, aspectos como extensão do mapa e gráficos a ele associados, fazem parte das ações dos objetos, chamadas de métodos. Métodos são ações que um mapa pode executar, como adicionar uma camada, definir uma extensão ou obter uma escala. Esses processos com objetos facilitam o lançamento de gráficos, como pontos, linhas ou polígonos, que podem ser desenhados em cima do mapa em uma nova camada, totalmente independente das camadas anteriores. Essas foram as ferramentas utilizadas para preparar o geodatabase *Diabetic Foot System* para receber os dados do aplicativo *Diabetic Foot System*. Cada ponto gerado a partir das coordenadas nas residências dos pacientes são compostos por até quatro objetos, incluindo geometria do gráfico e a simbologia associada a ele, atributos que o descrevem e um modelo de informação que define o formato da janela de informações que será mostrada quando um gráfico for clicado. Embora isso seja possível, nem sempre é necessário (PIMPLER, 2014).

Criar mapas é uma arte que antes exigia vários anos de estudo para o seu aprendizado. Atualmente, esse trabalho pode ser facilitado pelas ferramentas do GIS e todo o trabalho pode ser recompensado pela visualização das informações geoespaciais de interesse. O ArcMap, o principal componente da plataforma ArcGIS, permite a criação de mapas de forma rápida e precisa. Ele permite a manipulação automática de todos os componentes dos mapas criados, incluindo a janela do mapa, as camadas, a legenda e todos os elementos de texto, o acelera a criação, tornando-a mais simples. Além disso, ele foi projetado para não apenas trabalhar com dados, mas também para interagir diretamente com arquivos MXD e as camadas neles contidas. Os arquivos MXD são arquivos de mapas que foram gerados a partir do ArcMap (TOMS; BEIRNE, 2017). Essa foi a ferramenta de escolha para construção dos vários blocos do projeto de georreferenciamento do bairro Vila da Prata e também para gerar mapas dinamicamente dimensionados e que podem ser construídos a partir das informações coletadas pelo *Diabetic Foot System*. A forma como o projeto foi organizado, abre múltiplas possibilidades para automação dos controles de mapas nas áreas de controle do Módulo de

Saúde da Família Vila da Prata (MSFVP), Unidade de Saúde da Família (USF) que foi a base do presente trabalho.

O estudo foi realizado no bairro Vila da Prata, na cidade de Manaus, criada em 1848 e situada na Região Norte do Brasil, ao lado da margem esquerda do Rio Negro. Sua extensão territorial é de 11.401.092 km<sup>2</sup>, representando 0,73% do território estadual. Localiza-se na Mesorregião Centro Amazonense e Microrregião de Manaus, limitando-se ao Norte pelas cidades de Presidente Figueiredo e Rio Preto da Eva; ao Sul, pelas cidades de Iranduba e Careiro da Várzea; a leste pela cidade de Itacoatiara e a Oeste pela cidade de Novo Airão (Figuras 1, 2 e 3).

Por causa da sua localização, Manaus tem um fuso horário diferente do resto do país, com uma hora a menos com relação à cidade de Brasília e quatro horas a menos com relação ao meridiano de Greenwich. Convive com uma rica diversidade de recursos naturais, incluindo cerca de 20% da reserva de água doce do mundo, um incrível banco genético e jazidas de minérios, gás e petróleo. Além disso, abriga o Polo Industrial de Manaus (PIM) constituído por mais de 600 empresas e responsável pela geração estimada de mais de meio milhão de empregos diretos e indiretos, graças à Zona Franca de Manaus - (ZFM), um modelo de desenvolvido para a região, criado pelo governo brasileiro (AMAZONAS, 2015).

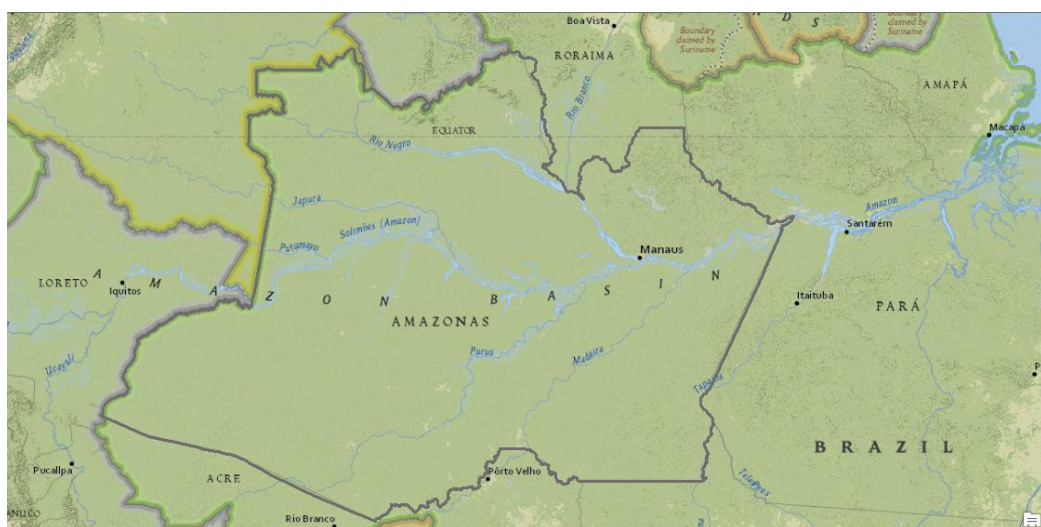
A cidade apresenta 26,3% de urbanização das vias públicas e 23,9% de arborização das vias públicas. Aproximadamente 62,4% das residências possuem esgotamento sanitário considerados adequados. A população pelo último censo (2010) foi de 1.802.104 pessoas, para uma densidade demográfica de 158,06 hab./km<sup>2</sup>. A população estimada para 2017 foi de 2.130.264 pessoas. Em 2015, o salário médio mensal dos trabalhadores formais foi de 3,1 salários mínimos, para uma taxa de ocupação de 26% e um percentual de 37,9% da população com rendimento nominal mensal per capita de até meio salário mínimo. A taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade foi de 94,2% no último censo. Em 2015, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita foi de 32.592,94 reais, para um Índice de Desenvolvimento Humano de 0,737. A mortalidade infantil foi de 13,8 óbitos por mil nascidos vivos em 2014. Manaus conta com 363 estabelecimentos de saúde (IBGE, 2018).

Figura 1 - Posicionamento do Estado do Amazonas e da cidade de Manaus, com relação ao Brasil e à América do Sul



Fonte: ArcGIS online

Figura 2 - Posicionamento da cidade de Manaus com relação ao Estado do Amazonas



Fonte: ArcGIS online

Figura 3 - Mapa do Estado do Amazonas com distribuição dos municípios e posicionamento da cidade de Manaus



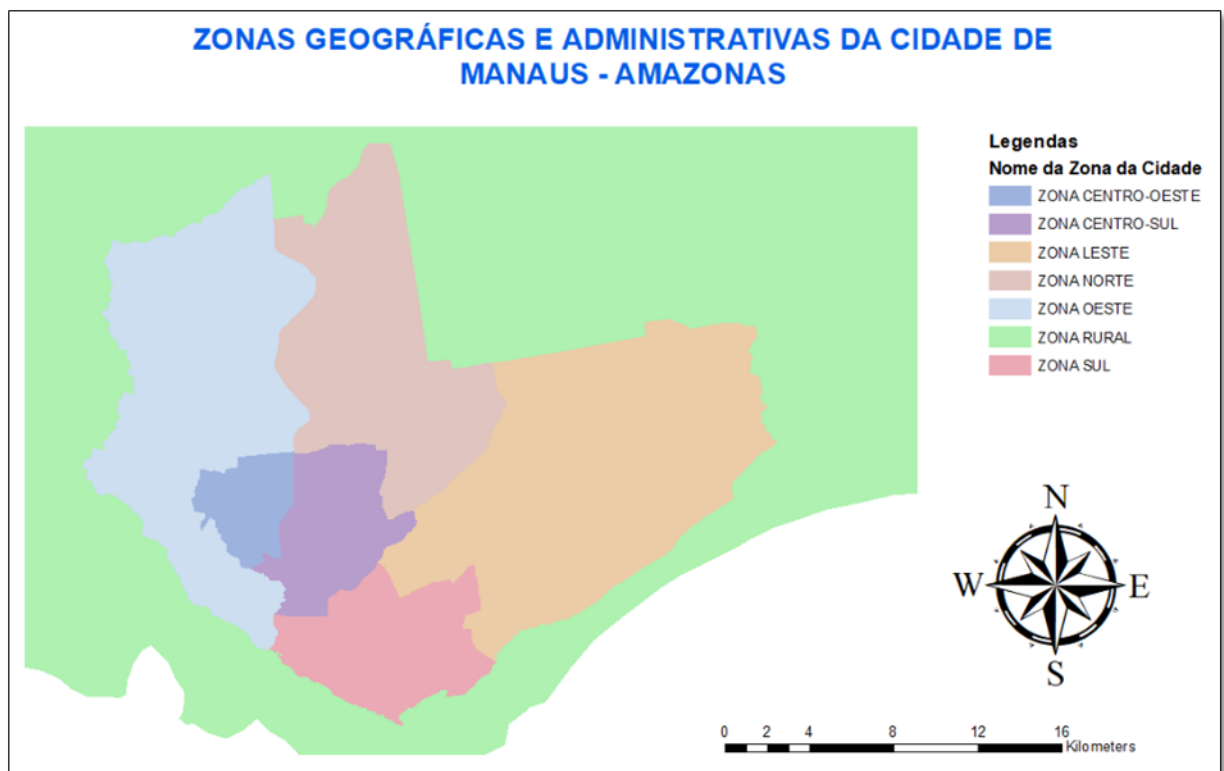
Fonte: ArcGIS online, IBGE

O bairro Vila da Prata, está localizado na Zona Oeste de Manaus (Figuras 4 e 5) e a sua população no último censo (2010) foi de 11.041 pessoas, sendo 5.315 homens e 5.726 mulheres (IBGE, 2018). O bairro foi escolhido como área base para o desenvolvimento da pesquisa porque está totalmente coberto com Equipes de Saúde da Família (ESF), através do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata (MSFVP). O módulo abriga três ESF (O-24, O-27 e O-344), cada uma delas compostas por um médico, um enfermeiro, dois técnicos de enfermagem e sete Agentes Comunitários de Saúde (ACS) (Figura 6). A letra “O” que precede o número das equipes refere-se à Zona Oeste. O MSFVP realiza ações voltadas para:

- a) **Atenção à comunidade:** consultas médicas e de enfermagem na atenção básica; visitas domiciliares; atividades de promoção à saúde; acompanhamento de programas sociais (Bolsa Família, Leite do Meu Filho); identificação e manejo clínico de tuberculose, dengue, Zika, Chikungunya; atividades de vigilância nutricional e imunizações;
- b) **Atenção à saúde materno-infantil:** assistência ao pré-natal e puerpério; assistência ao recém-nascido; atividades relacionadas ao aleitamento materno; acompanhamento do crescimento e desenvolvimento infantil; assistência a doenças prevalentes na infância;

- c) **Atenção centrada no adolescente, adulto e idoso:** assistência ao planejamento familiar; prevenção de câncer de colo uterino e rastreamento precoce do câncer de mama; atividades relacionadas à prevenção e acompanhamento de pessoas com hipertensão arterial, diabetes, doenças sexualmente transmissíveis, HIV e hepatites virais; assistência a problemas ginecológicos e saúde do adolescente;
- d) **Atenção à saúde bucal:** assistência odontológica, escovação dental supervisionada, aplicação tópica de flúor e rastreamento de câncer bucal; Procedimentos de curativos, retirada de pontos, nebulizações, coleta de exames de prevenção de câncer de colo uterino, controle da pressão arterial e da glicemia capilar, administração de medicamentos e dispensação de medicamentos básicos.

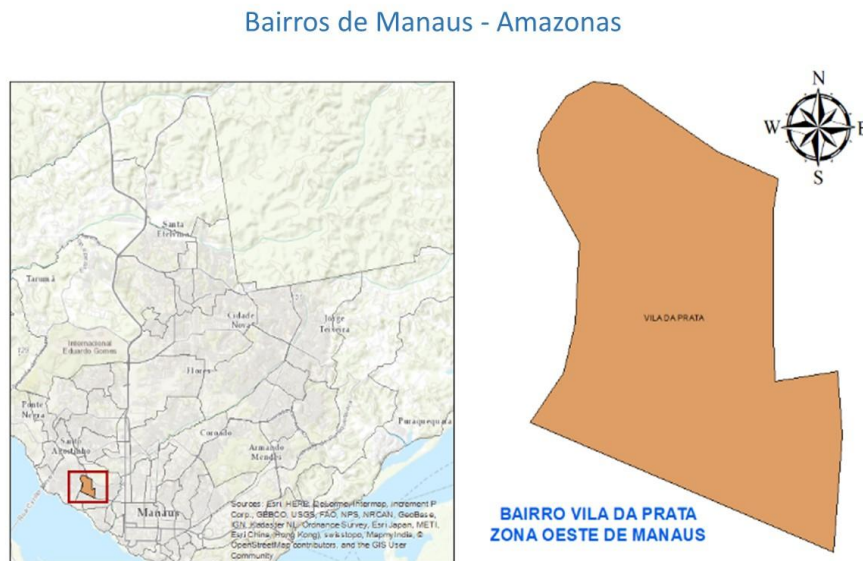
Figura 4 - Zonas Geográficas e Administrativas da Cidade de Manaus – Amazonas



Fonte: IBGE



Figura 5 - Distribuição geral dos bairros de Manaus, com bairro Vila da Prata, Zona Oeste da Cidade, destacado



Fonte: ArcGIS online

## 2.1 Fases da pesquisa

O estudo foi realizado em 4 fases:

1. Georreferenciamento do bairro Vila da Prata, com base na área de abrangência do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata, com mapeamento de todas as unidades de atendimento especializado que estão teoricamente aptas a receberem pessoas com pé diabético;
2. Elaboração de um complexo banco de dados para avaliação e estratificação de risco de pessoas com diabetes e pé diabético, preparado para fornecer relacionamentos, revelar tendência clínicas e permitir comparações temporais e espaciais;
3. Construção de mapas dinâmicos da área de cobertura das equipes de saúde da família preparados para identificarem pacientes com maior risco de amputação;
4. Desenvolvimento de um protótipo de aplicativo para gerenciamento das informações de pacientes diabéticos do bairro Vila da Prata, que pode ser acessado pelos diversos dispositivos digitais, interage com os dados, executa análise espacial e permite o compartilhamento de resultados.

### 2.1.1. Fase 1 – Georreferenciamento do Bairro Vila da Prata



Todo o trabalho de georreferenciamento foi desenvolvido através da Plataforma ArcGIS®, composta pelo ArcGIS for Desktop, ArcGIS for server, Portal for ArcGIS, ArcGIS Online e ArcGIS for Mobile, preparada para analisar problemas complexos, implementar e compartilhar soluções territoriais que dão suporte a ferramentas de planejamento e gestão (ESRI, 2015).

A escolha dessa ferramenta foi baseada no fato dela admitir um controle abrangente e eficaz de toda dinâmica de atenção à saúde, proporcionando melhores condições de abordagem e manejo dos pacientes com maior risco de sofrerem amputações. Ele permite "visualizar, perguntar, analisar e interpretar os dados para entender os relacionamentos, padrões e tendências". A plataforma permite que os profissionais utilizem mapas e dados disponíveis online juntamente com os dados geográficos por eles gerados, para criar produtos de informações, que podem ser acessados por aplicativos através de notebooks, desktops, smartphones ou tablets (ESRI, 2014, 2015).

Outro aspecto foi essencial para definir o ArcGIS como plataforma de escolha para gerenciamento das informações da pesquisa: o fato dele atender aos cinco padrões de um Sistema de Informações Geográficas: consciência operacional, planejamento e análise, gerenciamento de ativos, coleta de dados em campo e compromisso público.

A consciência operacional permite o monitoramento e acompanhamento das ações desenvolvidas junto às pessoas com diabetes e pé diabético. O planejamento e análise facilita a geração de novas informações através dos relacionamentos entre os dados coletados, de forma a mostrar padrões dinâmicos de tempo, de demografia, de localizações e de situações clínicas. Com isso, será possível realizar a projeção de análises de eventos nos territórios, otimização de resultados e modelagem preditiva de desfechos clínicos com base em parâmetros preestabelecidos. O gerenciamento de ativos pode ser utilizado para acompanhamento de recursos em tempo real, o que pode ser feito através da simbolização dos mapas das áreas e microáreas. A coleta de dados em campo é fundamental porque as equipes de saúde da família podem visualizar informações e mapas atuais com base nos registros, o que facilitará a melhor tomada de decisão. Ao mesmo tempo, é possível que as equipes relatem problemas e atualizem registros dos pacientes. O compromisso público permite a criação de sites e aplicativos web que permitem a interação com os usuários, sejam eles pessoas com diabetes e pé diabético ou seus familiares e cuidadores (ESRI, 2015).

Muitas outras vantagens levaram à escolha desse instrumento: disponibilização de mapas de modo organizado e compreensível, que permitem visualização, questionamentos, análises e interpretação de dados; possibilita que usuários descubram, utilizem, criem e

compartilhem mapas e informações que adicionam valor; permite mapeamento, análise, gestão de dados e colaboração através de uma organização; possibilita relacionamentos espaciais e determinação de como os mapas podem afetar a organização; estabelece uma consciência operacional; é uma excelente ferramenta de planejamento e análise, que permite o gerenciamento de ativos, integrando muitos sistemas e permitindo rastreamento de performance de recursos; provê coleta de dados para o campo e a partir dele para qualquer dispositivo, permitindo que as pessoas do campo visualizem e alterem informações e mapas atuais, em tempo real, economizando tempo e tomando as melhores decisões; permite interação com o público alvo do trabalho desenvolvido, a partir da criação de sites que mostram como os recursos estão alocados (ESRI, 2014).

O primeiro passo da primeira fase foi investigar nas bases de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), se existia um shape file com os bairros de Manaus, que permitisse o destaque do bairro Vila da Prata. O bairro foi georreferenciado, tendo como base inicial os *shapefiles*<sup>2</sup> disponíveis para download na base de dados do IBGE. Os *shapefiles* foram preparados para identificar por coordenadas, através de pontos, linhas e polígonos, o Módulo de Saúde da Família Vila da Prata, as áreas das três equipes de saúde da família, as microáreas, as residências de cada um dos Agentes Comunitários de Saúde (ACS) e todas as residências onde haja pessoas com diabetes. O mapeamento através de coordenadas aumenta a precisão dos lançamentos. Isso permitiu a visualização objetiva das grandes áreas de cobertura de cada uma das equipes e de atuação de cada um dos ACS. A partir dessa construção, é possível responder a questões básicas sobre a distribuição das pessoas com diabetes no território, analisar e interpretar dados, a partir dos lançamentos, além de possibilitar a verificação de relacionamentos, padrões e tendências sociais, demográficas e clínicas.

Dois outros aspectos foram essenciais para a equipe de desenvolvimento: os *shapefiles* deveriam estar prontos para receber os lançamentos dos nossos próprios dados, gerando informações precisas sobre a área de abrangência do Módulo de Saúde Vila da Prata; e eles precisavam estar preparados para serem acessados nos mais diversos dispositivos eletrônicos, como celulares, tablets e equipamentos desktops.

Essa primeira fase foi projetada para aumentar a precisão das informações lançadas e facilitar a tomada de decisão. Em seguida, foram elaboradas perguntas geográficas que embasaram a sequência do trabalho e que envolviam questões relacionadas:

---

<sup>2</sup> Arquivo de dados geoespaciais em formato vetorizado para uso em Sistemas de Informações Geográficas.

- a) **ao domicílio:** como estão distribuídos os indivíduos com diabetes no bairro Vila da Prata? Quais são as condições de moradia, abastecimento e tratamento de água, escoamento dos dejetos e destino do lixo? Há animais na residência? Há características da residência que colocam em risco o indivíduo diabético?
- b) **ao indivíduo e sua família:** como estão distribuídos os indivíduos com diabetes com base na etnia, escolaridade, estado civil, número de filhos, renda familiar, profissão/ocupação, condição de trabalho atual? Quantas pessoas moram na residência e quantas contribuem para a renda familiar? O indivíduo possui plano de saúde?
- c) **à avaliação clínica geral:** como estão distribuídos os indivíduos com diabetes com base no tipo de diabetes dessas pessoas? Como esses indivíduos estão distribuídos pelo IMC e classificação do peso? Como estão distribuídos esses indivíduos pela classificação da pressão arterial, pela estratificação de risco, tempo de diagnóstico, conhecimento sobre a doença, exame clínico dos pés por profissional de saúde e autoexame regular, presença de dor, classificação do pé, fatores de risco para o desenvolvimento de úlceras e amputações, história de complicações microvasculares e macrovasculares, limitação da mobilidade articular, cuidados de higiene, proteção aos pés, mobilidade e presença de incontinência?
- d) **à classificação de risco e periodicidade de acompanhamento:** como estão classificadas as pessoas com diabetes e como deve ser estratificada a periodicidade de acompanhamento delas?
- e) **ao exame físico:** como estão classificadas as pessoas com diabetes, com base na plantigrafia, presença de deformidades anatômicas, hidratação, coloração e temperatura da pele, distribuição dos pelos, avaliação do corte e integridade das unhas?
- f) **à avaliação neurológica:** como estão distribuídas as pessoas com diabetes, com base na sensibilidade tátil, térmica, vibratória, dolorosa e de acordo com o reflexo de Aquileu?
- g) **à avaliação vascular:** como estão distribuídas as pessoas com diabetes, com base na presença dos pulsos pedioso e tibial posterior, isquemia crítica de membro, sinais de insuficiência venosa e infecção?
- h) **à Classificação do Índice Tornozelo-Braço (ITB):** como estão distribuídas as pessoas com diabetes, com base na classificação de risco do ITB?
- i) **à classificação do pé diabético com base na fisiopatologia:** como estão distribuídas as pessoas com diabetes, classificadas como doentes com pé neuropático, isquêmico ou neuroisquêmico?
- j) **à avaliação laboratorial de rotina:** como estão distribuídas as pessoas com diabetes, com base nos resultados de exames de Glicemia, Hemoglobina Glicosilada, Colesterol Total, HDL, LDL, Triglicérides, Creatinina Sérica, Urina Tipo 1, Microalbuminúria e relação Albumina/Creatinina?
- k) **a exames complementares:** como estão distribuídas as pessoas com diabetes, com base nos resultados de exames de Eletrocardiograma, Ecocardiograma, Eletroencefalograma e Exame de Fundo de Olho?
- l) **à avaliação de ferida no pé:** como estão distribuídas as pessoas com diabetes, com base na presença de feridas nos pés, tempo de evolução, medidas

das lesões, presença de dor na ferida, tipos de tratamentos e tratamentos adjuvantes específicos?

m) **à classificação da ferida diabética da Universidade do Texas:** como estão distribuídas as pessoas com pé diabético de acordo com a classificação internacional proposta pela Universidade do Texas?

### 2.1.2. Fase 2 – Elaboração do Banco de Dados

Para responder às perguntas geográficas, foi elaborado um complexo banco de dados no Microsoft Access versão 2016. O pré-requisito básico para que houvesse interação com o ArcGIS é que ele fosse capaz de fornecer relacionamentos entre as mais diversas variáveis, para que revelasse tendências dentro das grandes áreas de cada uma das equipes do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata e permitisse múltiplas comparações temporais e espaciais.

Dentre as inúmeras possibilidades de análise, o banco de dados permite avaliação e estratificação de risco dos indivíduos com diagnóstico de diabetes. Com o mapeamento das residências a partir de coordenadas reais, os indivíduos poderão ser visualizados de acordo com essa classificação, conforme tenham maior ou menor risco de desenvolvimento de pé diabético e de amputação. O georreferenciamento permite comparações temporais da dinâmica de distribuição de todos os pacientes diabéticos do bairro, inclusive de incidência e prevalência a partir da construção de uma série histórica.

O banco de dados está composto por 16 telas e 15 módulos de avaliação baseados nos principais documentos de recomendações, consensos e diretrizes nacionais e internacionais, nos principais manuais técnicos do Ministério da Saúde e nos atlas e consensos da International Diabetes Federation (IDF) (Federação Internacional de Diabetes) sobre pé diabético, acrescidos das evidências científicas de ensaios clínicos randomizados. São eles:

- a) **Módulo 1 - Cadastramento do Domicílio:** condições de moradia, tipo de domicílio, número de cômodos e de moradores, disponibilidade de energia elétrica, material predominante da construção, abastecimento de água, tratamento de água para consumo, escoamento de dejetos, destino do lixo, presença de animais no domicílio e número de famílias cadastradas no código da residência.
- b) **Módulo 2 - Cadastramento Individual:** dados pessoais, filiação, contato, escolaridade, estado civil, características de risco da residência, renda familiar, condição de trabalho atual, pessoas que contribuem com a renda familiar, participação em grupos e plano privado de saúde.

- c) **Módulo 3** - Avaliação Clínica Geral: com classificação do diabetes e da pressão arterial, dados antropométricos, estratificação do risco metabólico segundo Índice de Massa Corporal e Circunferência Abdominal, condições de risco, estratificação de risco para o diabetes, conhecimento da doença, autocuidado, avaliação do desgaste do calçado, avaliação, quantificação e classificação da dor, classificação do pé, últimas avaliações clínicas, fatores de risco para o desenvolvimento de úlceras e amputação, história de complicações macrovasculares e microvasculares, limitação da mobilidade articular, acuidade visual, mobilidade e continência.
- d) **Módulo 4** - Classificação de Risco e Periodicidade de Acompanhamento.
- e) **Módulo 5** - Exame Físico: plantigrafia, deformidades anatômicas, avaliação da hidratação e coloração da pele e da distribuição de pêlos, avaliação das unhas.
- f) **Módulo 6** - Avaliação Neurológica.
- g) **Módulo 7** - Avaliação Vascular.
- h) **Módulo 8** - Índice Tornozelo / Braço (ITB).
- i) **Módulo 9** - Classificação do pé diabético com base na fisiopatologia.
- j) **Módulo 10** - Medicações em uso.
- k) **Módulo 11** - Avaliação Laboratorial de Rotina.
- l) **Módulo 12** - Exames Complementares.
- m) **Módulo 13** - Avaliação de Ferida em Pé Diabético: número de feridas e etiologia, localização, tempo de evolução e tratamentos realizados, classificação da ferida diabética da Universidade do Texas, classificação da gravidade da infecção, medidas da ferida, do tornozelo e da panturrilha, avaliação de dor na ferida, tratamentos implementados, tratamentos adjuvantes específicos e outros tratamentos adjuvantes.
- n) **Módulo 14** - Classificação da ferida diabética da Universidade do Texas.
- o) **Módulo 15** - Quadro de Conduitas frente a Pacientes com Pé Diabético.

### 2.1.3. Fase 3 – Construção de Mapas Dinâmicos

Após a elaboração do banco de dados, foram criados vários mapas dinâmicos que destacam as áreas de coberturas das três equipes do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata, com suas respectivas microáreas e que foram pensados para identificarem os indivíduos com maior risco de amputação, além de outras particularidades clínicas e epidemiológicas que podem ser verificadas a partir da alimentação do banco de dados. Nesses mapas é possível visualizar todos os limites do bairro, os limites de cada uma das três grandes áreas de abrangência e de todas as vinte e uma microáreas de cada um dos ACS.

Os mapas estão preparados para receberem a simbolização de todas as residências de cada uma das 312 pessoas com diabetes residentes no bairro Vila da Prata. É possível realizar comparações entre as áreas de coberturas das três equipes e de cada uma das microáreas. Os

metadados, a referência territorial, as escalas apropriadas e os atributos necessários para organização da análise espacial foram definidos para que deem respostas precisas a partir de uma análise visual simplificada. Considerando que as unidades de atendimento especializado distribuídas na cidade de Manaus e que são referências para os pacientes, foram mapeadas, o encaminhamento desses usuários pode ser analisado a partir de simulações realizadas com base na distribuição geográfica de suas residências, otimizando os recursos de saúde e dos próprios usuários.

#### 2.1.4. Fase 4 – Desenvolvimento do Protótipo do Aplicativo

Para que o ArcGIS trabalhe com eficiência neste projeto, ele precisa ser alimentado com dados das três equipes de saúde da família do MSFVP. Para que essa condição fosse satisfeita, ao mesmo tempo em que as áreas de abrangência das equipes de saúde da família eram georreferenciadas, foi elaborado um protótipo de aplicativo, que teve como principal finalidade a coleta de dados para alimentação do ArcGIS. A escolha para execução desse objetivo foi o PowerApps, da Microsoft e o desenvolvimento foi realizado alternando a plataforma PowerApps versão web e o PowerApps Studio, versão para desktop. Essa alternância ocorria de acordo com a necessidade de programação, considerando que a edição via web pode ser realizada de qualquer lugar do mundo.

O PowerApps é uma ferramenta de construção de aplicativos que pode ser executada a partir de celulares (Android, IOS ou Windows Phone), tablets e desktops. Ele permite a geração de aplicativos a partir de listas do SharePoint, de banco de dados do Excel, do Dynamics 365, Microsoft Azure, One Drive, Dropbox, Salesforce, Gateway de Dados, SQL Server, APIs personalizadas, Slack, ou a personalização a partir da edição de modelos previamente desenvolvidos. Além disso, oferece a possibilidade de captura de novos dados, a partir do Common Data Service. Após a compilação do aplicativo, a publicação pode ser efetuada imediatamente na web ou nos mais diversos dispositivos móveis (<https://powerapps.microsoft.com/>).

Outros aspectos que justificaram a escolha do PowerApps foram a maneira com que ele se relaciona com a nuvem, a relativa facilidade para utilização do produto, a não obrigatoriedade de ser um programador desenvolvedor para criar aplicativos, a possibilidade

de utilização de fórmulas para estabelecimento de funcionalidades, o conceito de facilidade de compartilhamento e o belo visual da ferramenta (LEUNG, 2017).

A construção do aplicativo para dispositivos foi realizada tendo como base o banco de dados desenvolvido no Microsoft Access 2016. Por uma questão de *layout* e de funcionalidade, não foi utilizada a construção automática do aplicativo. Elegeu-se a construção do zero, passo a passo de cada um dos módulos do aplicativo.

Os 15 módulos iniciais do banco de dados do Access 2016, citados anteriormente, foram a base do planejamento para construção do aplicativo chamado de Diabetic Foot System. Todos os módulos foram mantidos no novo aplicativo, gerando um total de 44 telas na versão final do dispositivo.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Distribuição da população geral e das pessoas com diabetes

Considerando que o último censo populacional realizado pelo IBGE ocorreu em 2010 e que o Módulo de Saúde da Família Vila da Prata dispõe de dados atualizados sobre a população do bairro, essas informações foram utilizadas como referência para esse trabalho. A população do bairro Vila da Prata elevou-se de 11.041 pessoas (IBGE, 2018) para 12.334 pessoas (dados do MSFVP), uma elevação de 1.293 habitantes (11,71%). A população atual está distribuída em 3.135 famílias, aproximadamente o mesmo número de residências. A população total do bairro verificada no último censo está apresentada na tabela 1<sup>3</sup>.

Tabela 1 - Distribuição da população do bairro Vila da Prata, segundo o Censo Populacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2010. Manaus, Amazonas, 2018.

<b>Faixa etária</b>	<b>Homens</b>	<b>Mulheres</b>	<b>%</b>
0 - 14 anos	1.344	1.316	24
15 - 24 anos	1.028	1.122	19
25 - 34 anos	1.087	1.193	21
35 - 44 anos	777	794	14
45 - 54 anos	490	577	10
55 - 64 anos	338	414	7
65 - 74 anos	162	204	3
≥ 75 anos	89	106	2
<b>TOTAL</b>	<b>5.315</b>	<b>5.726</b>	<b>-</b>

Fonte: IBGE, 2013a

Para que a taxa de crescimento populacional do bairro tivesse um parâmetro de comparação, verificou-se ano a ano a estimativa populacional do IBGE, a partir do último

<sup>3</sup> Embora os dados do IBGE não façam parte dos resultados do presente trabalho, as tabelas 1, 2 e 3 foram aqui inseridas porque foram utilizadas como base para que a distribuição atual da população do bairro Vila da Prata fosse realizada.



censo de 2010, para o estado do Amazonas (Tabela 2) e a Cidade de Manaus (Tabela 3). As taxas de crescimento populacional foram calculadas para os mesmos anos.

Tabela 2 - Distribuição da população do estado do Amazonas, por ano, segundo estimativas do IBGE. Manaus, Amazonas, 2018

<b>Ano</b>	<b>População estimada</b>	<b>Número de pessoas acrescidas à população</b>	<b>Taxa de crescimento populacional</b>
2010	3.483.985	-	-
2011	3.538.387	54.402	1,56
2012	3.590.985	52.598	1,49
2013	3.807.921	216.936	6,04
2014	3.873.743	65.822	1,73
2015	3.938.336	64.593	1,67
2016	4.001.667	63.331	1,61
2017	4.063.614	61.947	1,55

Fonte: (IBGE, 2011, 2012, 2013a, 2013b, 2013c, 2014, 2015, 2016, 2017)

Com base no percentual da distribuição por faixa etária do Censo Populacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2010 e nas informações atuais do MSFVP, foi realizada uma estimativa para a população atual, por faixa etária, considerando que o módulo não dispunha dessa distribuição (Tabela 2).

Apesar de não terem informações sobre a distribuição por faixa etária atualizada, as equipes de saúde da família do MSFVP dispõem de dados atualizados sobre o número total de moradores, número de famílias e número de diabéticos. Essas informações foram adotadas como referência neste trabalho. As tabelas 3, 4 e 5, apresentam a distribuição da população do bairro Vila da Prata de acordo com o número de famílias e os diabéticos, por microárea de Agente Comunitário de Saúde (ACS), de acordo com as áreas de abrangências das Equipes de Saúde da Família (ESF) O-24, O-27 e O-344, respectivamente.

Tabela 3 - Distribuição da população da cidade de Manaus, por ano, segundo estimativas do IBGE. Manaus, Amazonas, 2018

<b>Ano</b>	<b>População Estimada</b>	<b>Número de pessoas acrescidas à população</b>	<b>Taxa de Crescimento populacional</b>
2010	1.802.014	-	-
2011	1.832.423	30.409	1,69
2012	1.861.838	29.415	1,61
2013	1.982.177	120.339	6,46
2014	2.020.301	38.124	1,92
2015	2.057.711	37.410	1,85
2016	2.094.391	36.680	1,78
2017	2.130.264	35.873	1,71

Fonte: (IBGE, 2011, 2012, 2013a, 2013b, 2013c, 2014, 2015, 2016, 2017)

Tabela 4 - Distribuição estimada da população do bairro Vila da Prata<sup>4</sup>

<b>Faixa etária</b>	<b>População estimada</b>
0 - 14 anos	2960
15 - 24 anos	2343
25 - 34 anos	2591
35 - 44 anos	1727
45 - 54 anos	1233
55 - 64 anos	863
65 - 74 anos	370
≥ 75 anos	247
<b>TOTAL</b>	<b>12334</b>

Fonte: estimativas do autor com base no censo IBGE, 2010

<sup>44</sup> A estimativa baseou-se na porcentagem de distribuição por faixa etária do Censo Populacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2010 e informações atuais do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata. Manaus, Amazonas, 2018

Verificou-se com base nas informações das equipes que há 374 pessoas com diagnóstico de diabetes que estão sob a responsabilidade da unidade, o que representa 3,98% das pessoas com idade a partir de 15 anos.

Tabela 5 - Distribuição da população do bairro Vila da Prata, conforme área de abrangência da Equipe de Saúde da Família O-24. Manaus, Amazonas, 2018

<b>Equipe o-344 microáreas</b>	<b>Número de famílias</b>	<b>População total</b>	<b>Número de pessoas com diabetes</b>
1	128	537	10
2	162	683	12
3	145	452	10
4	140	568	16
5	150	663	14
6	159	632	5
7	121	220	13
<b>TOTAL</b>	<b>1005</b>	<b>3755</b>	<b>80</b>

Fonte: MSFVP

Tabela 6 - Distribuição da população do bairro Vila da Prata, conforme área de abrangência da Equipe de Saúde da Família O-27, em Manaus – Amazonas, 2018

<b>Equipe o-344 microáreas</b>	<b>Número de famílias</b>	<b>População total</b>	<b>Número de pessoas com diabetes</b>
1	130	673	30
2	144	720	32
3	134	551	26
4	140	693	18
5	128	563	21
6	122	548	14
7	136	208	17
<b>TOTAL</b>	<b>934</b>	<b>3956</b>	<b>158</b>

Fonte: MSFVP

Tabela 7 - Distribuição da população do bairro Vila da Prata, conforme área de abrangência da Equipe de Saúde da Família O-344. Manaus, Amazonas, 2018

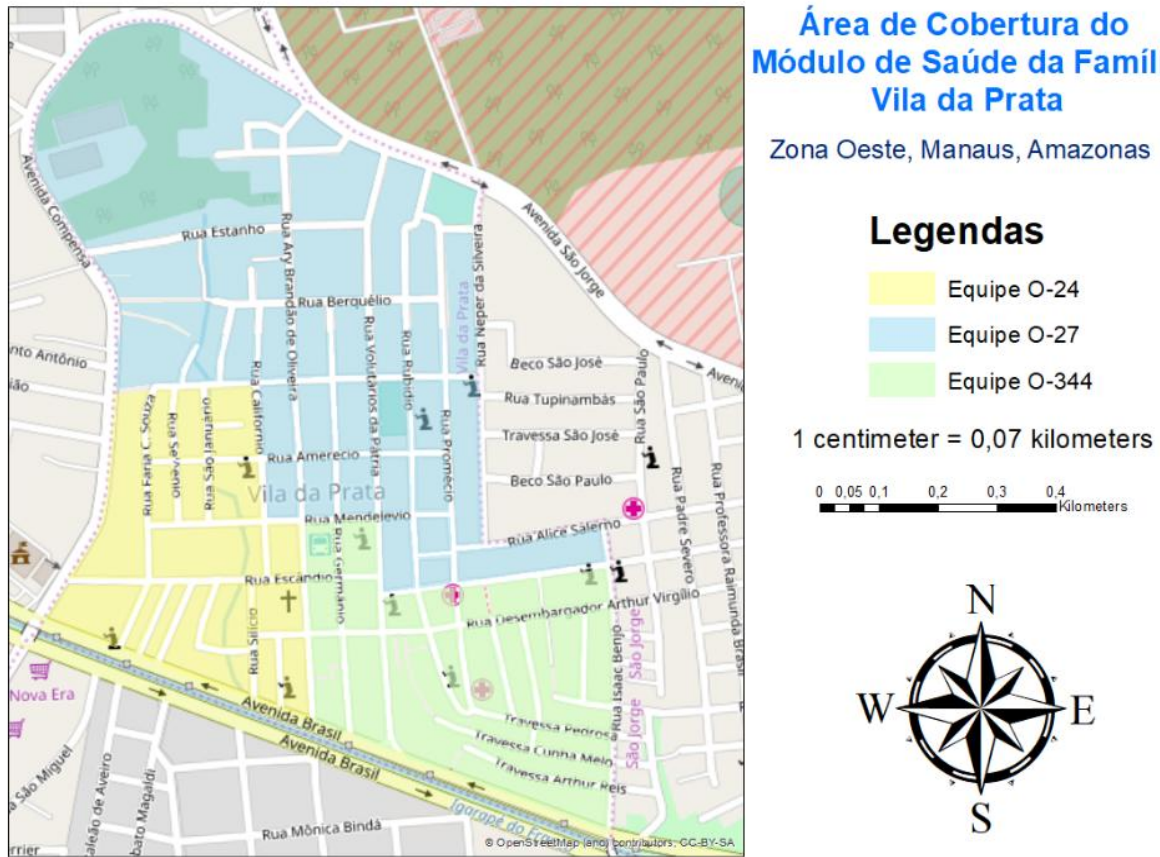
<b>Equipe o-344 microáreas</b>	<b>Número de famílias</b>	<b>População total</b>	<b>Número de pessoas com diabetes</b>
1	184	741	17
2	174	733	18
3	175	695	16
4	153	566	14
5	139	488	21
6	158	604	30
7	213	796	20
<b>TOTAL</b>	<b>1196</b>	<b>4623</b>	<b>136</b>

Fonte: MSFVP

### 3.2. Georrefereciamento e Construção dos Mapas Dinâmicos

A figura 6 mostra toda a área do bairro Vila da Prata, com a divisão das grandes áreas das três equipes de saúde da família do módulo. As figuras 7, 8 e 9, mostram as áreas de cobertura de cada uma das três equipes, com detalhamento das 7 microáreas de cada uma delas. A figura 10 apresenta uma visão geral da distribuição georreferenciada das unidades de saúde que realizam atendimento a pessoas com pé diabético, em nível ambulatorial e hospitalar.

Figura 6 - Área de abrangência do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata – Zona Oeste de Manaus, Amazonas



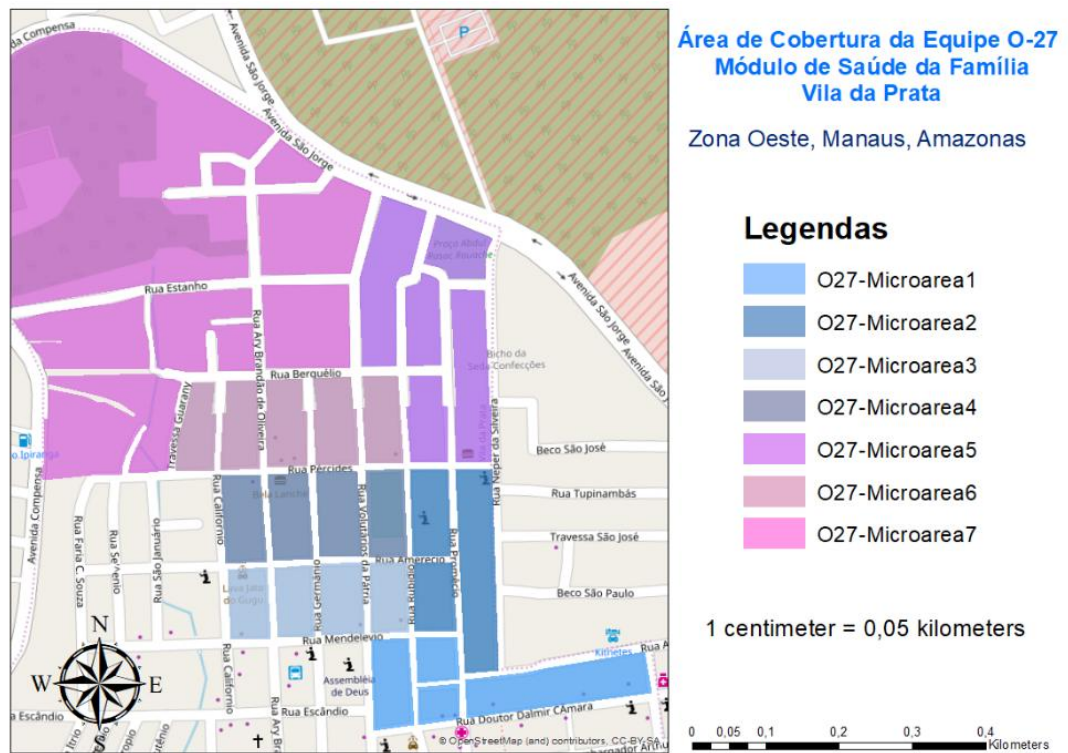
Fonte: MSFVP

Figura 7 - Área de abrangência da Equipe O-24 do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata, com detalhamento das microáreas – Zona Oeste de Manaus, Amazonas



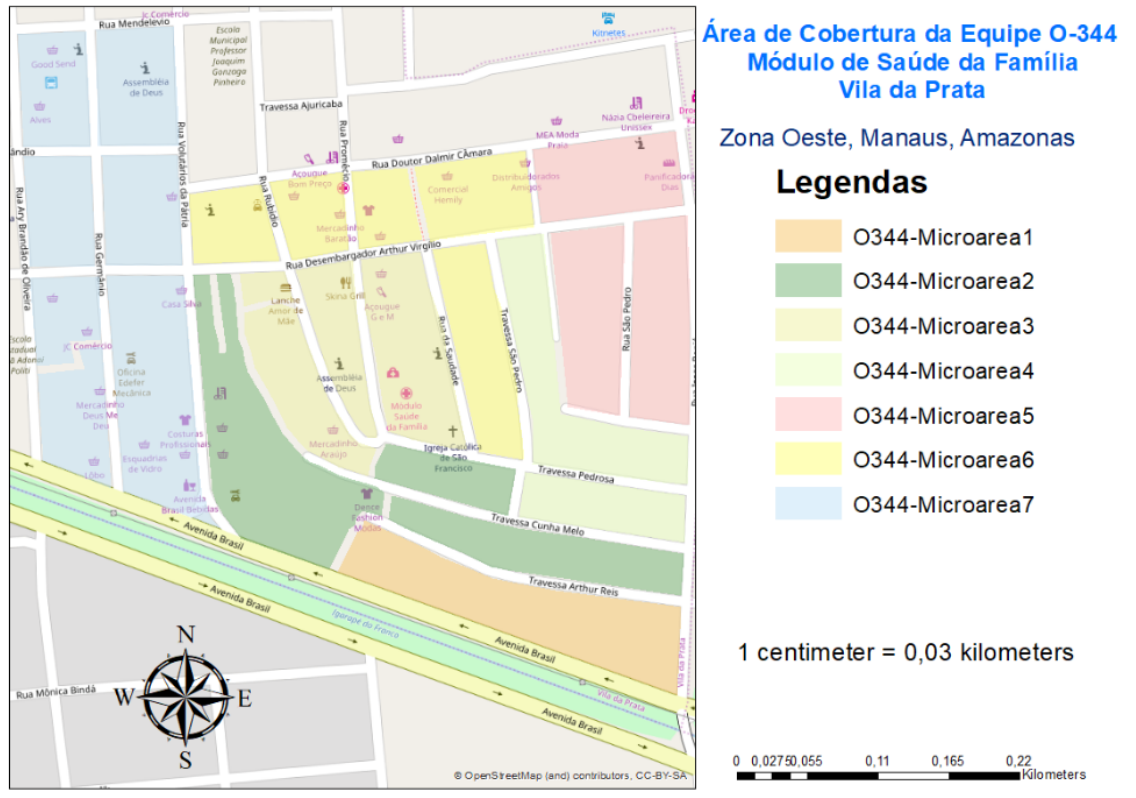
Fonte: MSFVP

Figura 8 - Área de abrangência da Equipe O-27 do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata, com detalhamento das microáreas – Zona Oeste de Manaus, Amazonas



Fonte: MSFVP

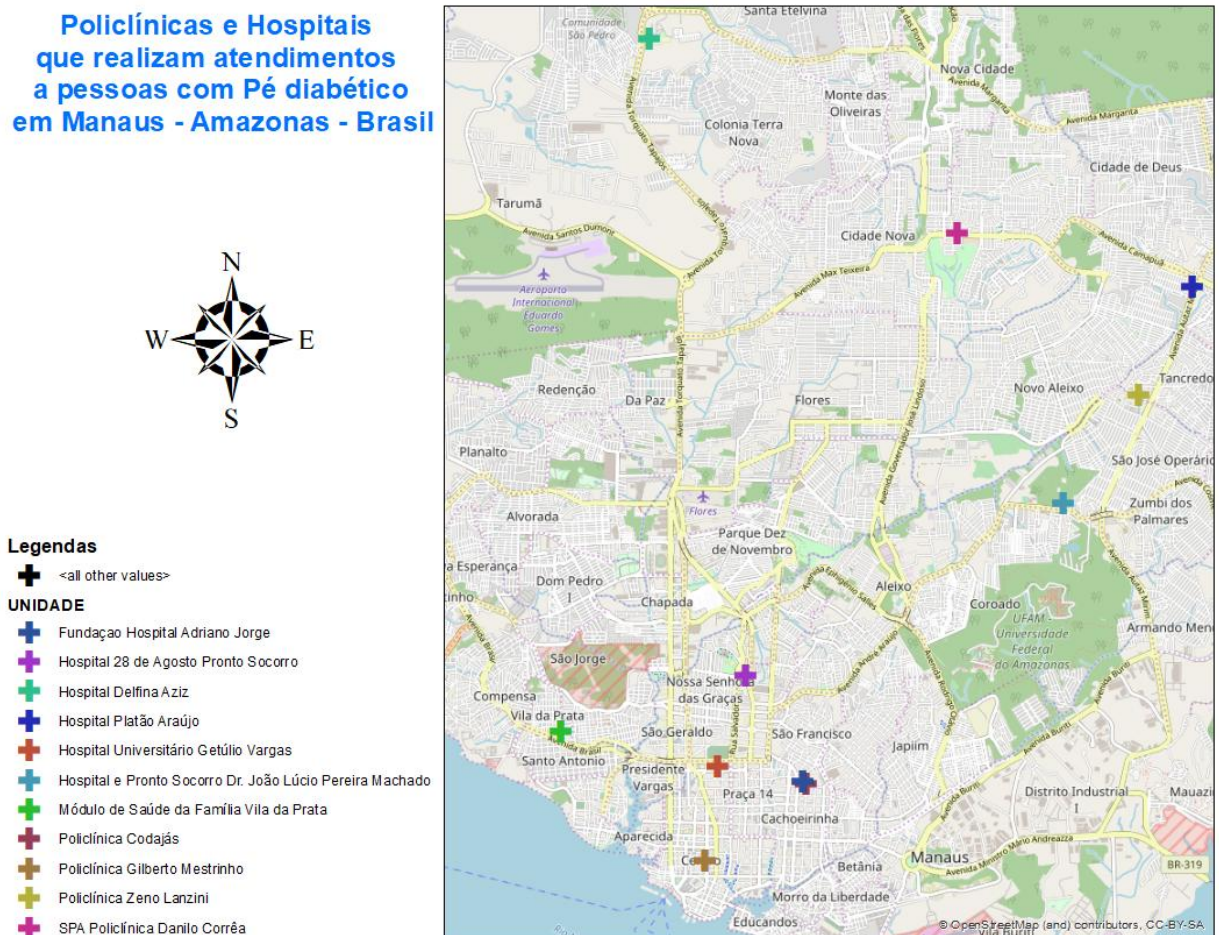
Figura 9 - Área de abrangência da Equipe O-344 do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata, com detalhamento das microáreas – Zona Oeste de Manaus, Amazonas



Fonte: MSFVP



Figura 10 - Unidades de Saúde que realizam atendimentos a pessoas com diabetes em nível ambulatorial e hospitalar. Manaus, Amazonas



Fonte: ArcGIS Online

### 3.3. Banco de Dados

Simultaneamente à busca de informações territoriais sobre o Módulo de Saúde da Família Vila da Prata e o georreferenciamento do território, foi construído o Banco de Dados que serviria de base para a construção do aplicativo de atenção ao pé diabético e para alimentar o ArcGIS. Por ser um aplicativo para Desktop, ele permite infinitas possibilidades de cruzamentos de dados e inúmeras análises de relacionamentos, permitindo identificar tendências clínicas e integrado ao ArcGIS, realizar comparações temporais e espaciais.

A figura 11 apresenta a tela principal do aplicativo do banco de dados e os módulos que o compõem. Por ser uma avaliação completa e complexa, ele foi pensado para ser alimentado a partir da integração com a rotina das equipes.

Figura 11 - Tela principal do banco de dados e aplicativo para desktop, Pé Diabético



Fonte: Diabetic Foot System

Figura 12 - Tela de Cadastramento do domicílio

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 13 - Tela de Cadastramento Individual

**Módulo 2: Cadastramento Individual**

Cartão Nacional de Saúde  Prontuário

Nome  Gênero

Data de Nascimento  Idade (anos)  Data de cadastramento

Raça / Cor  Nome da Mãe

Telefone  email

Escolaridade  Anos de estudo  Estado civil

Familiar responsável  Cuidador

Número de filhos  Características de risco da residência

Renda familiar em reais  Possui alguma atividade com renda

Profissão / Ocupação  Condição de trabalho atual

Número de pessoas na residência  Pessoas que contribuem para a renda familiar

Possui plano de saúde?

[Página principal](#)

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 14 - Primeira Tela da Avaliação Clínica Geral

**Módulo 3: Avaliação Clínica Geral**

Classificação do diabetes  Como se considera com relação ao seu peso?

Peso (Kg)  Estatura (m)  IMC  Circunferência abdominal (cm)

Pressão Arterial Sistólica (mmHg)  Pressão Arterial Diastólica

Classificação real do peso  Classificação da pressão arterial

Estratificação do risco metabólico segundo IMC e CA combinados

Doença Respiratória no Pulmão?  Se sim, qual?

Fuma?  Se sim, quantos cigarros por dia  Faz uso de álcool?

Faz uso de outras drogas?  Faz tratamento para hipertensão?

Tem ou teve câncer?  Tem doença cardíaca  Se sim, qual?

Teve ou tem doença nos rins?  Se sim, qual?

Tem ou teve tuberculose?  Tem ou teve hanseníase?

Teve alguma internação por diabetes nos últimos 12 meses?

[Continuar](#)

Registro: 1 de 1 | Sem Filtro | Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 15 - Segunda Tela da Avaliação Clínica Geral

Módulo 3: Avaliação Clínica Geral 2

### Módulo 3: Avaliação Clínica Geral

Teve diagnóstico de problema mental por profissional de saúde?  Está acamado?

Outras condições de saúde

Estratificação de risco para pessoas com diabetes

Tempo de diagnóstico da diabetes em anos  Conhecimento da doença

Já teve os pés examinados em alguma consulta desde o diagnóstico

Conhecimento sobre cuidados com os pés  Realiza autoexame regular dos pés

Se realiza autoexame, a descrição / demonstração é adequada?

Recebe apoio para realização de cuidados com os pés?

Avaliação do calçado

Avaliação do desgaste do calçado

Classificação da dor  Classificação do pé

[Voltar](#) [Continuar](#)

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 16 - Terceira Tela da Avaliação Clínica Geral

Módulo 3: Avaliação Clínica Geral 3

### Módulo 3: Avaliação Clínica Geral

Última avaliação da função renal

Última avaliação do fundo do olho

Última avaliação da hemoglobina glicosilada

Último valor de glicemia  Último valor da HbA1C

Última avaliação da Glicemia

Fatores de risco para o desenvolvimento de úlceras e amputação

História de complicações macro e microvasculares

Limitação da mobilidade articular  Cuidados de higiene

Proteção dos pés  Acuidade visual

Mobilidade

Presença de incontinência

[Voltar](#) [Página principal](#)

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 17 - Tela de Classificação de Risco e Periodicidade de Acompanhamento

Módulo 4: Classificação de risco

## Classificação de risco e Periodicidade de Acompanhamento

Classificação de risco

Periodicidade de acompanhamento

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 18 - Tela de Consulta à Classificação de Risco

Classificação de risco para pessoas com diabetes

## Classificação de risco para pessoas com diabetes

**Grau 0** Neuropatia ausente

**Grau 1** Neuropatia presente com ou sem deformidades (dedos em garra, dedos em martelo, proeminências em antepé, Artropatia de Charcot).

**Grau 2** Doença arterial periférica com ou sem neuropatia presente.

**Grau 3** História de úlcera e/ou amputação e/ou necessidade de by-pass em membros.

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 19 - Tela de consulta à periodicidade de acompanhamento com base no risco

**Periodicidade de acompanhamento com base no risco**

<b>Risco 0</b>	Anual, preferencialmente com médico ou enfermeiro da AB.
<b>Risco 1</b>	3 a 6 meses, com médico ou enfermeiro da AB.
<b>Risco 2</b>	2 a 3 meses, com médico e/ou enfermeiro da AB. Avaliar necessidade de encaminhamento para outro ponto de atenção.
<b>Risco 3</b>	1 a 2 meses, com médico e/ou enfermeiro da AB, ou equipe especializada (Estomaterapeuta / Cirurgião Vascular / Outros)

**Atenção:** Avaliação é dinâmica e qualquer alteração verificada que mude a classificação de risco, impõe redefinição da periodicidade de avaliação.

[Voltar](#)

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 20 - Tela de Exame Físico

**Exame Físico**

Plantimetria para identificação de pontos alterados de pressão: 3 áreas afetadas

Deformidades anatômicas: [ ]

Hidratação: Adequada Coloração da pele: Normal

Temperatura da pele: Normal Distribuição de pêlos: [ ]

Corte das unhas: [ ] Integridade da pele e unhas: [ ]

[Avaliação Neurológica](#) [Avaliação Vascular](#) [Índice Tornozelo / Braço \(ITB\)](#)

[Página principal](#)

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 21 - Tela de Avaliação Neurológica

Módulo 6: Avaliação Neurológica

### Avaliação Neurológica

**Lado Direito**

Sensibilidade tátil

Sensibilidade térmica

Sensibilidade vibratória

Sensibilidade dolorosa

Reflexo de Aquileu

**Lado Esquerdo**

Sensibilidade tátil

Sensibilidade térmica

Sensibilidade vibratória

Sensibilidade dolorosa

Reflexo de Aquileu

Exame Físico      Avaliação Vascular      Índice Tornozelo / Braço (ITB)

Página principal

Registro: 1 de 1      Sem Filtro      Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 22 - Tela de Avaliação Vascular

Módulo 7: Avaliação Vascular

### Avaliação Vascular

**Lado Direito**

Pulso Arterial Pedioso

Pulso Arterial Tibial Posterior

Isquemia Crítica de Membro

Sinais de Insuficiência Venosa

Sinais de Infecção

**Lado Esquerdo**

Pulso Arterial Pedioso

Pulso Arterial Tibial Posterior

Isquemia Crítica de Membro

Sinais de Insuficiência Venosa

Sinais de Infecção

Exame Físico      Avaliação Neurológica      Índice Tornozelo / Braço (ITB)

Página principal

Registro: 1 de 1      Sem Filtro      Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 23 - Tela de registro e classificação do Índice Tornozelo-Braço (ITB)

Módulo 8: Índice Tornozelo / Braço (ITB)

### Índice Tornozelo / Braço (ITB)

**Lado Direito**

PAS (mmHg) Artéria Pediosa

PAS (mmHg) Artéria Tibial Posterior

PAS (mmHg) Artéria Braquial

ITB

Classificação do ITB

**Lado Esquerdo**

PAS (mmHg) Artéria Pediosa

PAS (mmHg) Artéria Tibial Posterior

PAS (mmHg) Artéria Braquial

ITB

Classificação do ITB

Exame Físico
Avaliação Vascular
Avaliação Neurológica

Página principal

Registro: 1 de 1 | Sem Filtro | Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 24 - Tela de Classificação do pé diabético com base na fisiopatologia

Módulo 9: Classificação pé diabético com base na fisiologia

### Classificação do pé diabético com base na fisiopatologia

Temperatura do pé

Aspecto da pele do pé

Deformidade do pé

Sensibilidade

Pulsos pediais

Calosidades  Edema

Localização mais comum da úlcera (se houver)

Página principal

Registro: 1 de 1 | Sem Filtro | Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System



Figura 25 - Tela de registro de medicações em uso

Módulo 10: Medicações em uso

### Medicações em uso

Usuário

Medicação

Concentração (mg)

Tomadas / aplicações ao dia

[Página principal](#)

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 26 - Tela de registro de Exames Laboratoriais

Módulo 11: Avaliação Laboratorial

### Avaliação Laboratorial

Usuário  Glicemia de jejum (mg/dl)

Classificação da glicemia  HbA1C (%)  Classificação da HbA1C

Colesterol total (mg/dl)  Classificação do CT  HDL (mg/dl)

Classificação do HDL  LDL (mg/dl)  Classificação do LDL

Triglicerídeos (mg/dl)  Classificação dos TGC  Creatinina sérica (mg/dl)

Classificação da Creatinina  Urina tipo 1 sedimentos

Quantidade  Urina tipo 1 (p/c)  Classificação EAS

Cultura de Urina com Antibiograma  Microorganismo idt

Microalbuminúria  Classificação Microalbuminúria

Outros exames laboratoriais realizados

[Página principal](#)

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 27 - Tela de registro de exames complementares

Módulo 12: Exames Complementares

### Exames Complementares

Usuário

ECG  Descreva alteração ECG

Ecocardiograma  Descreva alteração Eco

EEG  Descreva alteração EEG

Exame de Fundo de Olho  Descreva alteração EFO

Outros exames

Outros achados importantes

[Página principal](#)

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 28 - Tela de avaliação da ferida em pessoas com pé diabético

Módulo 13: Avaliação de ferida em pé diabético

### Avaliação de ferida em pé diabético

Usuário

Número de feridas  Etiologia

PD Localização  PE Localização

Tempo de evolução

Tratamentos realizados

LD Medidas do Tornozelo (cm)  0 LE Medidas do Tornozelo (cm)  0

LD Panturrilha (cm)  0 LE Panturrilha (cm)  0

Presença de dor na ferida  Classificação da dor

Tratamento das feridas

Especificar, se outros tratamentos

Tratamentos adjuvantes específicos

Outros tratamentos adjuvantes

Fotografia autorizada?

[Página principal](#)

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 29 - Tela de classificação da lesão no pé diabético, da Universidade do Texas e classificação da gravidade da infecção

Módulo 15: Classificação do Texas e Gravidade da Infecção

### Classificação do Texas e Gravidade da Infecção

Usuário

Classificação da ferida diabética da Universidade do Texas

[Consultar Classificação do Texas](#)

Classificação da gravidade da infecção

[Página principal](#)

Registro: 1 de 1 | Sem Filtro | Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 30 - Tela de consulta à classificação de risco da Universidade do Texas

Classificação do Texas

### Classificação de risco para pessoas com diabetes

**GRAUS**

Estágios	0	I	II	III
<b>A</b> (Ausência de Infecção ou Isquemia)	Lesão pré ou pós-ulcerativa completamente epitelializada	Ferida superficial não envolvendo tendão, cápsula ou osso	Ferida com exposição de tendão ou cápsula	Ferida com exposição de osso ou articulação
<b>B</b>	Infecção	Infecção	Infecção	Infecção
<b>C</b>	Isquemia	Isquemia	Isquemia	Isquemia
<b>D</b>	Infecção e Isquemia	Infecção e Isquemia	Infecção e Isquemia	Infecção e Isquemia

[Voltar](#)

Registro: 1 de 1 | Sem Filtro | Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 31 - Quadro de condutas frente a pacientes com pé diabético

Quadro de condutas frente a pacientes com pé diabético

### Quadro de condutas frente a pacientes com pé diabético

1. Ausência de pulsos
2. Higiene inadequada
3. Calçados e/ou meias inadequadas
4. Desconhecimento sobre autoavaliação e autocuidado
5. Manejo de condições menores associadas a risco de complicações, como micoses interdigitais, unha encravada, infecções leves e moderadas, manejo da dor, entre outros; Avaliação periódica do Pé Diabético; Estratificação do risco; Orientação para o autocuidado com o pé.
6. Avaliação periódica indivíduos com maior risco de amputação, devido a deformidades e/ou diminuição da sensibilidade plantar.
7. Manejo de úlceras não complicadas (Estágio A, Grau 0 a 2).
8. Úlcera isquêmica ou neuroisquêmica (mista) (Estágio C); Úlcera sem resposta ao tratamento após quatro semanas; Úlcera com necrose ou gangrena.
9. Deformidades no pé com indicação de calçado especial.
10. Deformidades ósseas no pé com possível indicação cirúrgica; Artropatia de Charcot.
11. Úlcera profunda com suspeita de comprometimento ósseo ou de articulação (Grau 3); Febre ou condições sistêmicas desfavoráveis; Celulite (> 2 cm ao redor da úlcera); Isquemia crítica; Quando a pessoa não tem condições de realizar tratamento domiciliar adequado.

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2013; BRASIL, 2016.

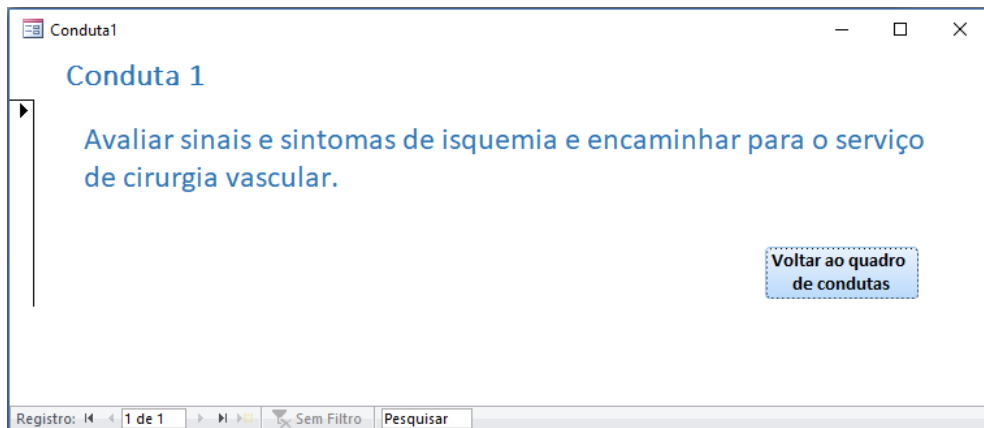
[Página principal](#)

Registro: 14 | 1 de 1 | Sem Filtro | Pesquisar

Fonte: Diabetic Foot System

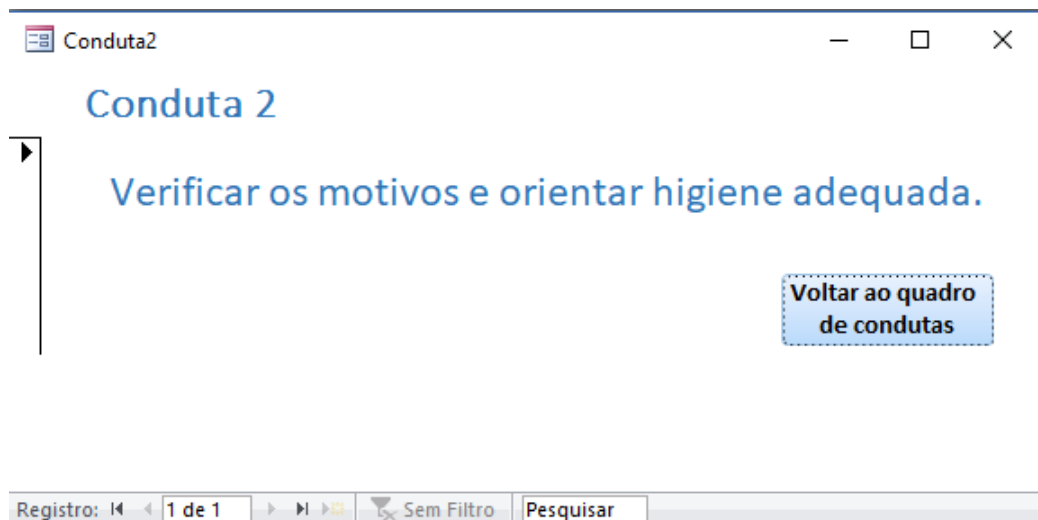
O aplicativo do banco de dados fornece a possibilidade de consulta para as principais situações que envolvem o atendimento a pessoas com pé diabético e sugere condutas objetivas com base nas recomendações do Ministério da Saúde. O estabelecimento de condutas pode ajudar a esclarecer dúvidas e dar mais segurança ao profissional que realiza o atendimento. Abaixo, as telas que resumem as condutas para as onze situações principais que podem ser encontradas diante de um atendimento a indivíduos com pé diabético (Telas 32 a 42).

Figura 32 - Tela da conduta 1



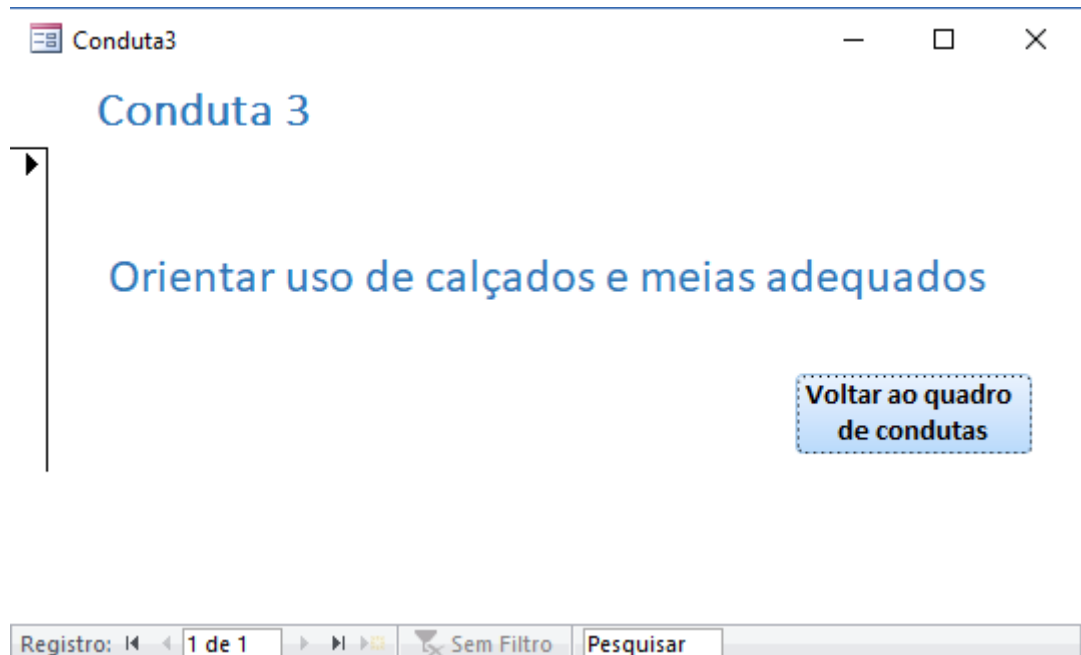
Fonte: Diabetic Foot System

Figura 33 - Tela da conduta 2



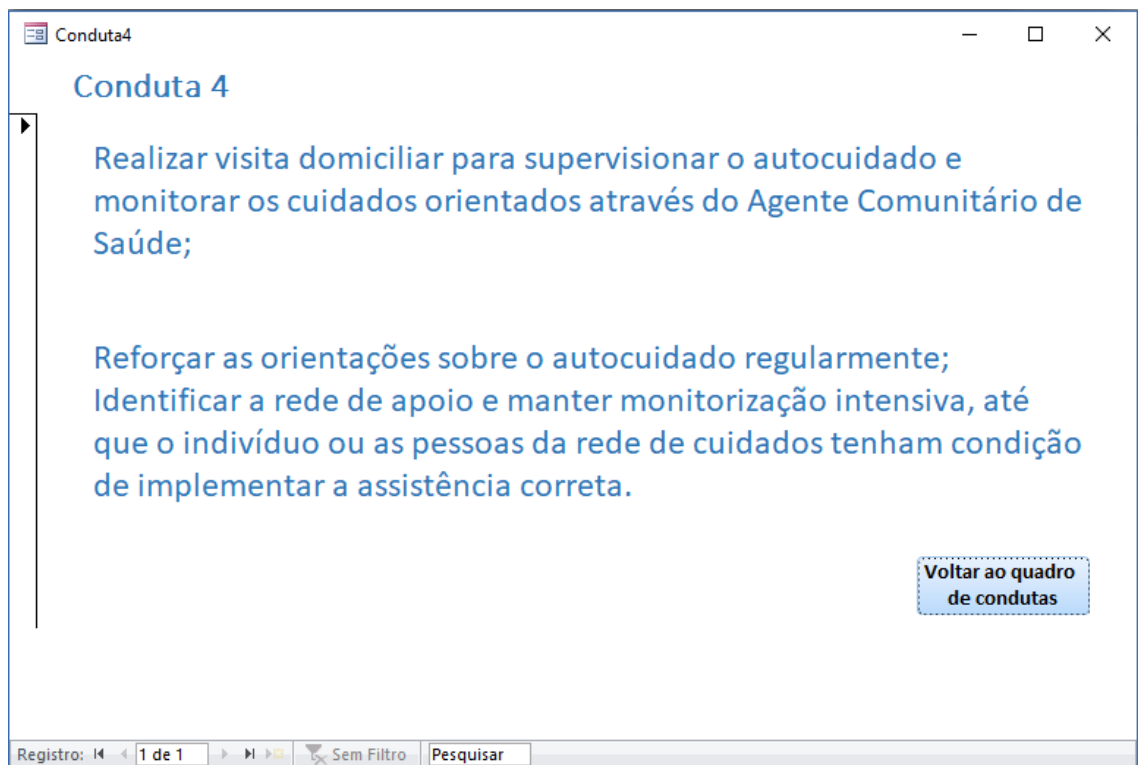
Fonte: Diabetic Foot System

Figura 34 - Tela da conduta 3



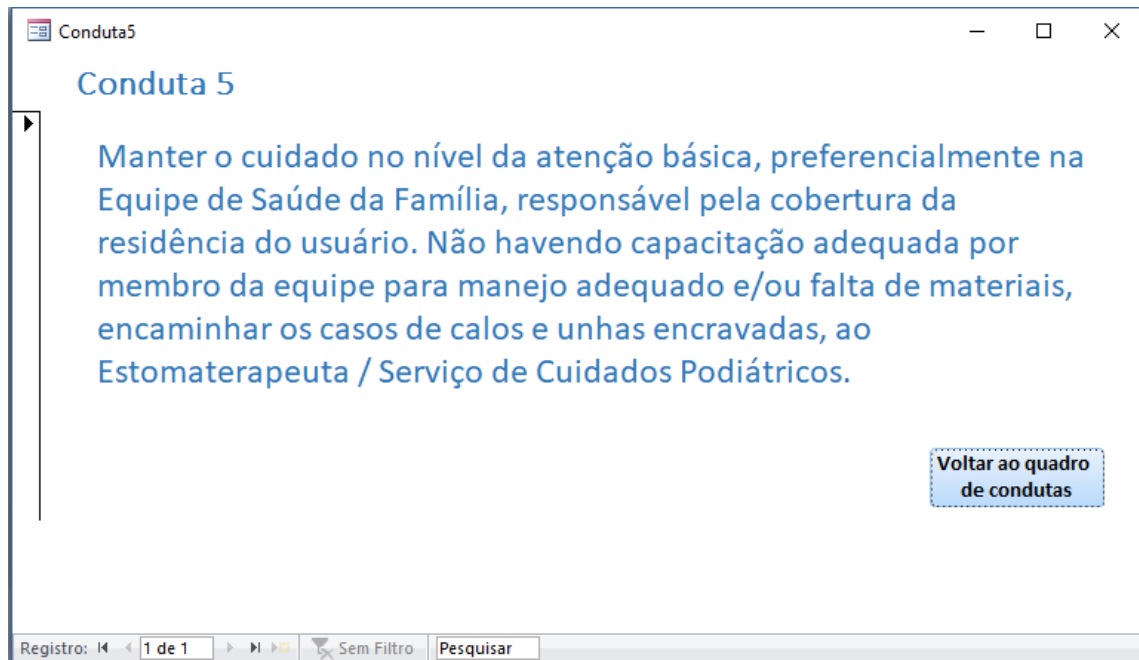
Fonte: Diabetic Foot System

Figura 35 - Tela da conduta 4



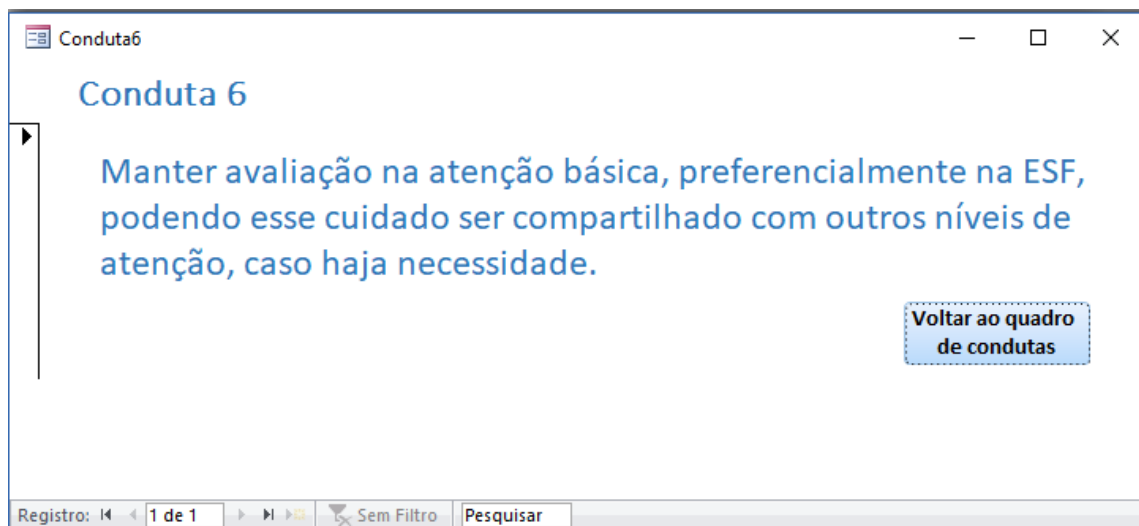
Fonte: Diabetic Foot System

Figura 36 - Tela da conduta 5



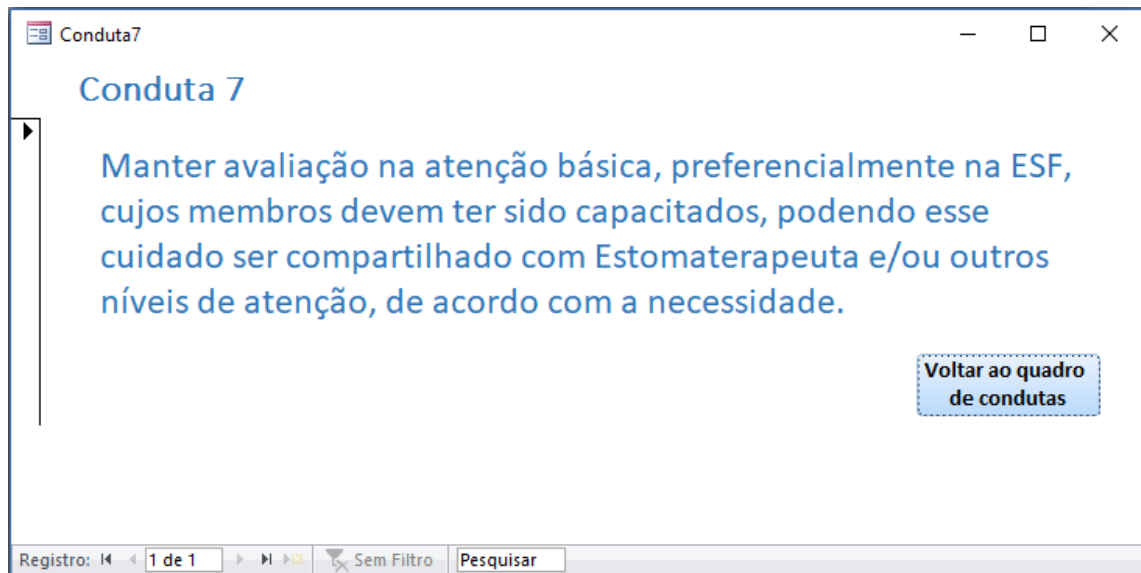
Fonte: Diabetic Foot System

Figura 37 - Tela da conduta 6



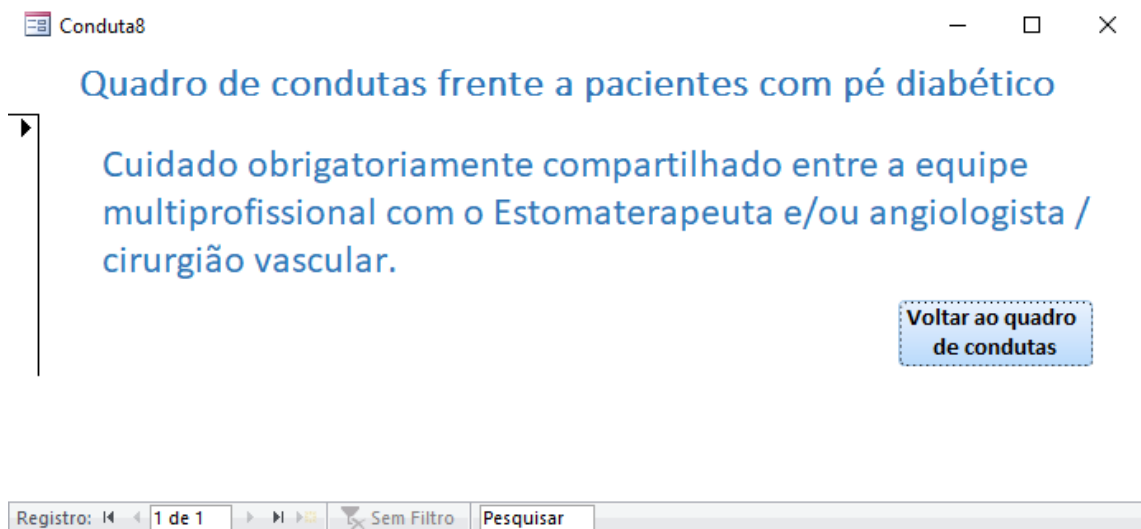
Fonte: Diabetic Foot System

Figura 38 - Tela da conduta 7



Fonte: Diabetic Foot System

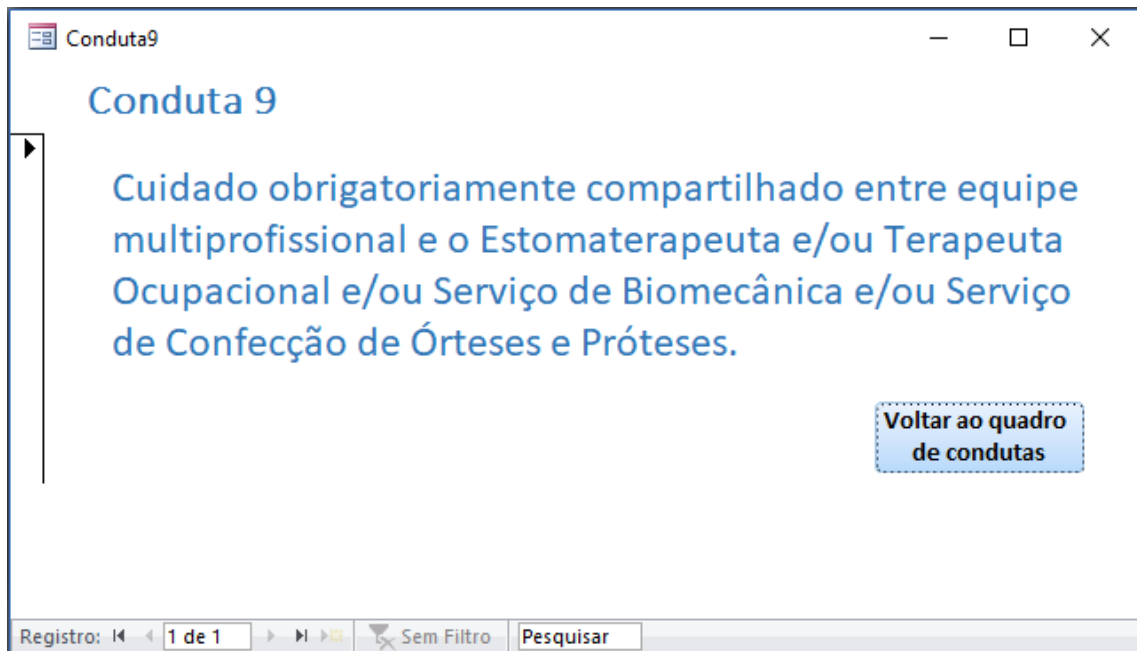
Figura 39 - Tela da conduta 8



Fonte: Diabetic Foot System

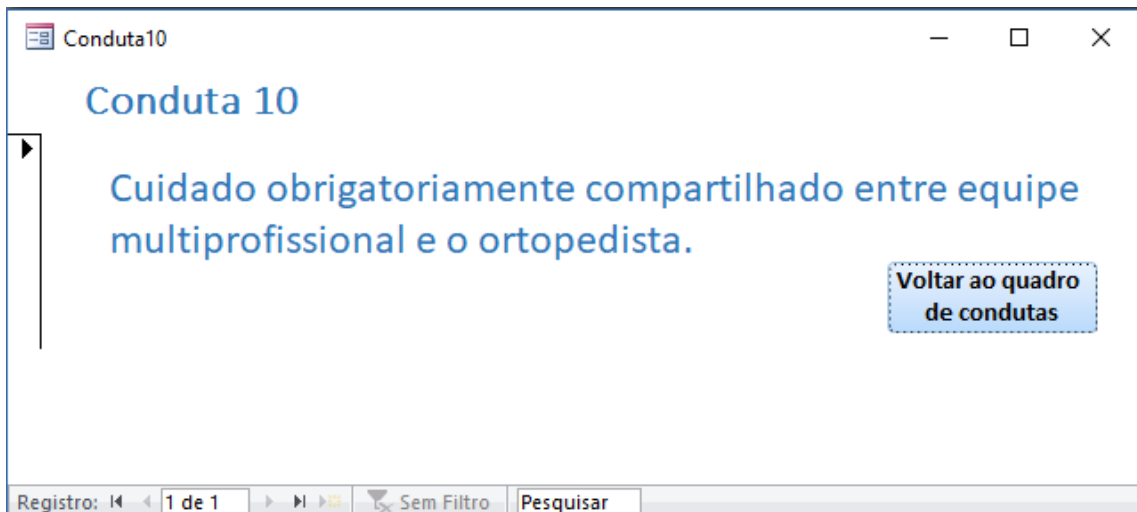


Figura 40 - Tela da conduta 9



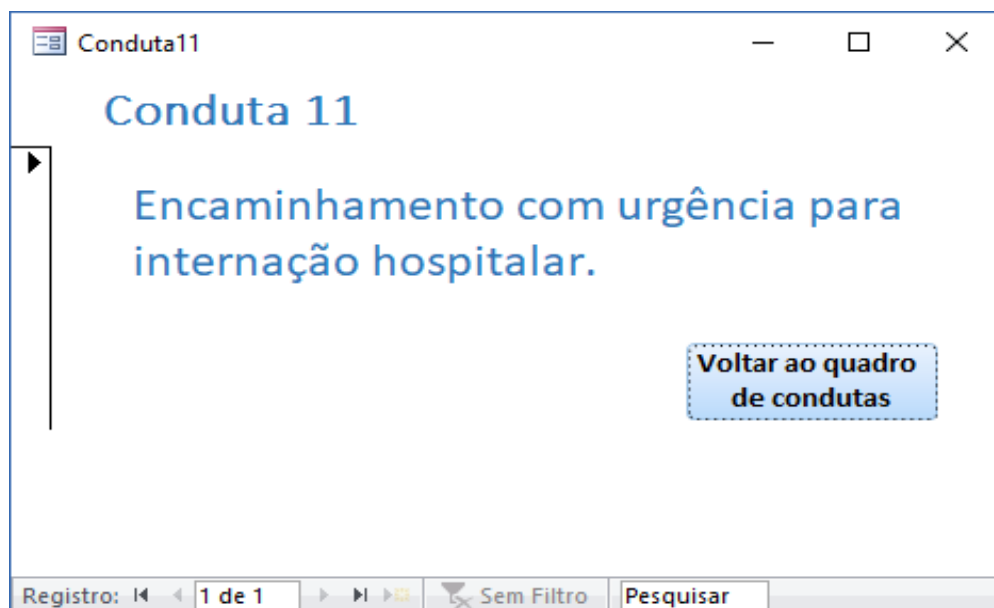
Fonte: Diabetic Foot System

Figura 41 - Tela da conduta 10



Fonte: Diabetic Foot System

Figura 42 - Tela da conduta 11



Fonte: Diabetic Foot System

### 3.4 Desenvolvimento do aplicativo Diabetic Foot System

Após a verificação dos testes com a primeira versão do banco de dados, foi realizada a construção do *Diabetic Foot System*, um aplicativo que tem por finalidade a avaliação completa de pessoas com diabetes, com foco em pé diabético, desenvolvido para utilização em dispositivos móveis, mas que também pode ser utilizado através de um dispositivo desktop, através do compartilhamento organizacional.

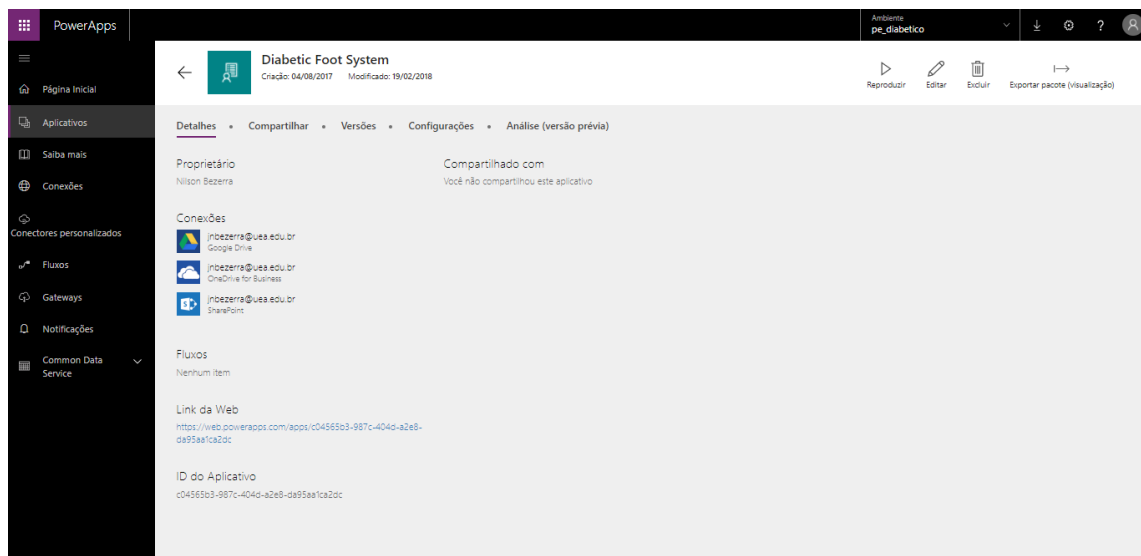
O ambiente gerado para hospedagem do aplicativo na plataforma PowerApps apresenta 5 telas principais. A primeira delas, detalhes, mostra o proprietário, as conexões, os fluxos, o link da web e o ID do aplicativo (Figura 43). A segunda tela, compartilhar, informa o número da versão atual publicada e permite o compartilhamento com outros membros da organização, além da lista de pessoas com quem o aplicativo está compartilhado e a permissão de utilização de cada uma delas (Figura 44). A terceira tela, versões, mostra todas as versões desenvolvidas, com detalhes de dia de hora da publicação, quem realizou a modificação e os números das versões. A versão atual é a de número 91, publicada no dia 16 de Fevereiro de 2018 as 23:12:11 (Figura 45). A quarta tela, configurações, apresenta o nome do aplicativo, as configurações para a versão, a descrição e as categorias em que ele se enquadra. Como são permitidas apenas duas categorias, ele foi enquadrado como análise e colaboração (Figura

46). Na quinta e última tela, Análise (versão prévia), é possível a visualização de diversos gráficos de uso e relatórios de desempenho, que permite a avaliação da capacidade de desempenho nos últimos 30 dias. Na opção de uso, é possível verificar os detalhes de distribuição por plataforma de dispositivos, lançamentos realizados diariamente, usuários ativos diariamente e usuários ativos por versão (Figura 47). Na opção de desempenho, as métricas de desempenho envolvem (Figura 48):

- a) **Tempo para a primeira tela:** refere-se ao tempo que entre o clique no ícone do aplicativo e a entrega do controle para a primeira tela. Não inclui o tempo que leva para carregar a primeira tela do aplicativo;
- b) **Tempo para a primeira tela sem conexão:** refere-se ao tempo entre o clique no ícone do aplicativo e a entrega do controle para a primeira tela, excluído o tempo gasto na página de configuração da conexão. Não inclui o tempo para carregamento da primeira tela do aplicativo;
- c) **Duração da sessão:** identifica a tempo que os usuários gastam no aplicativo;
- d) **Número de usuários por duração da sessão:** distribuição dos usuários por períodos de duração menores que 1 minuto, entre 1 e 5 minutos e maiores que 5 minutos.

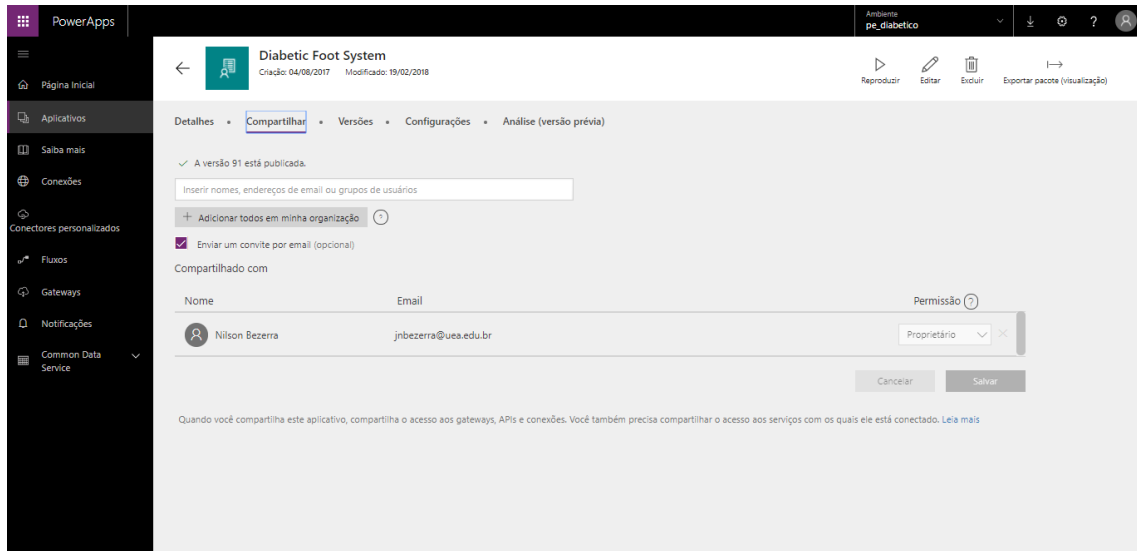
Os resultados do relatório podem ser baixados em um arquivo no formato .csv, com os dados de qualquer gráfico.

Figura 43 - Tela Detalhes do ambiente de construção da plataforma PowerApps



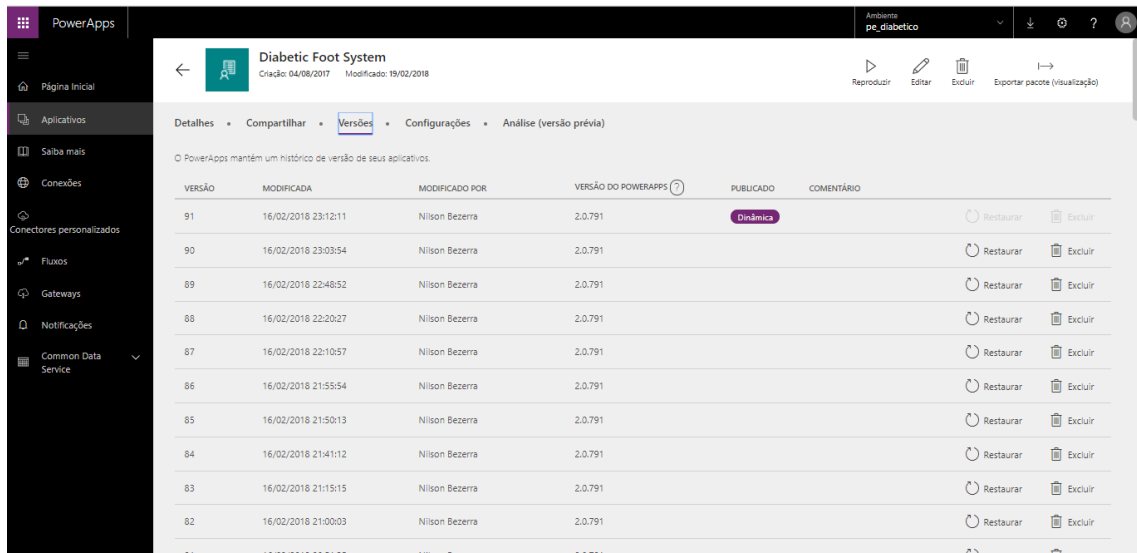
Fonte: Microsoft PowerApp

Figura 44 - Tela Compartilhar do ambiente de construção da plataforma PowerApps



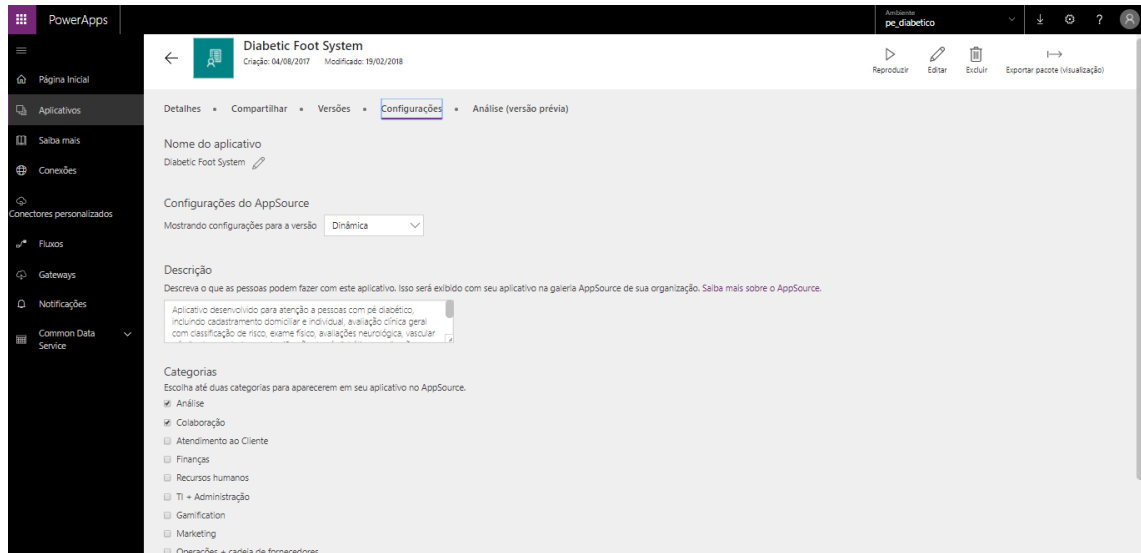
Fonte: Microsoft PowerApp

Figura 45 - Tela Versões do ambiente de construção da plataforma PowerApps



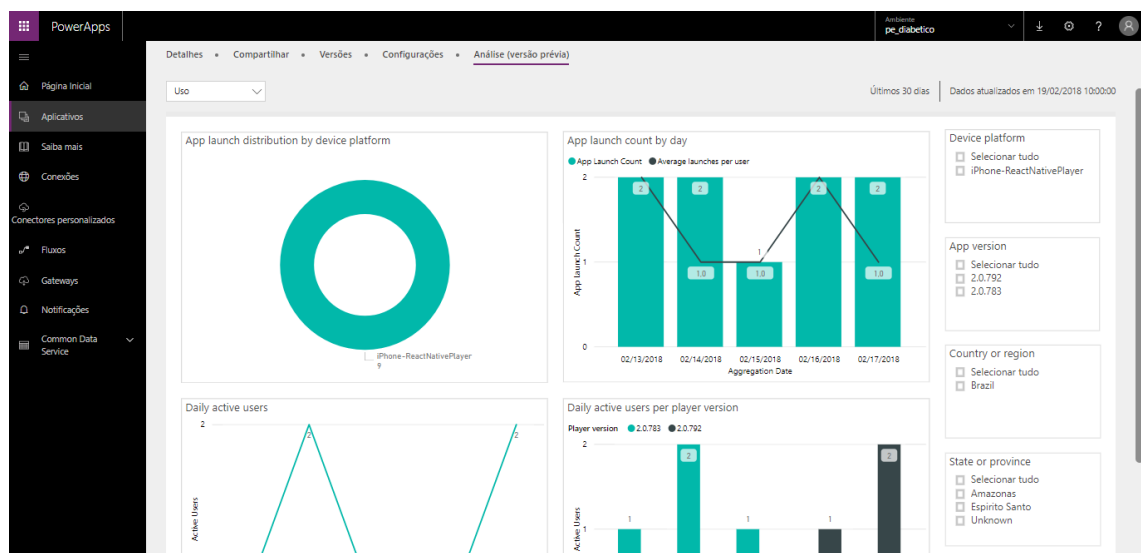
Fonte: Microsoft PowerApp

Figura 46 - Tela Configurações do ambiente de construção da plataforma PowerApps



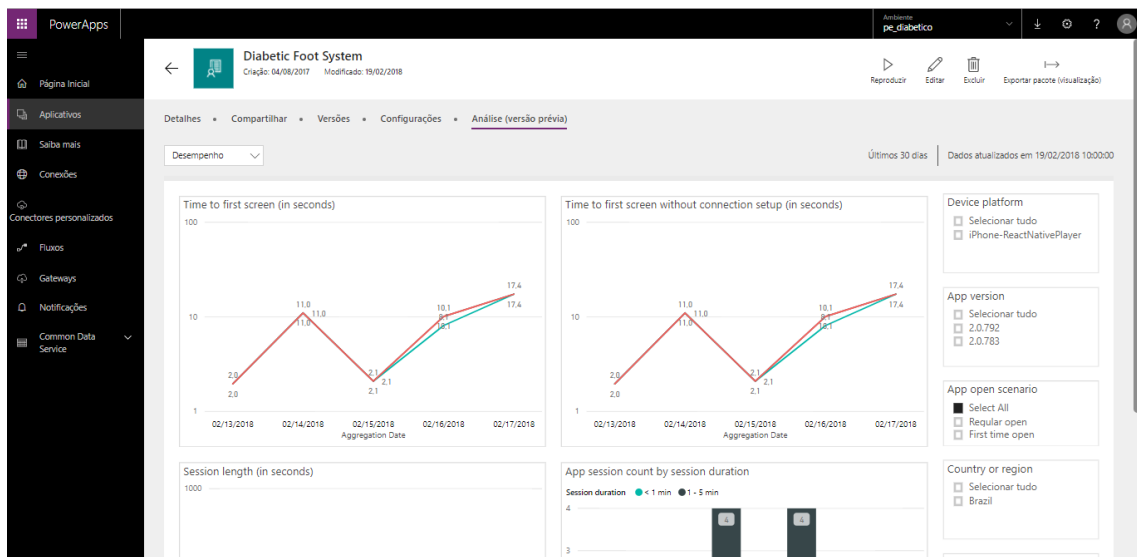
Fonte: Microsoft PowerApp

Figura 47 - Tela Análise (versão prévia), relatório de uso do ambiente de construção da plataforma PowerApps



Fonte: Microsoft PowerApp

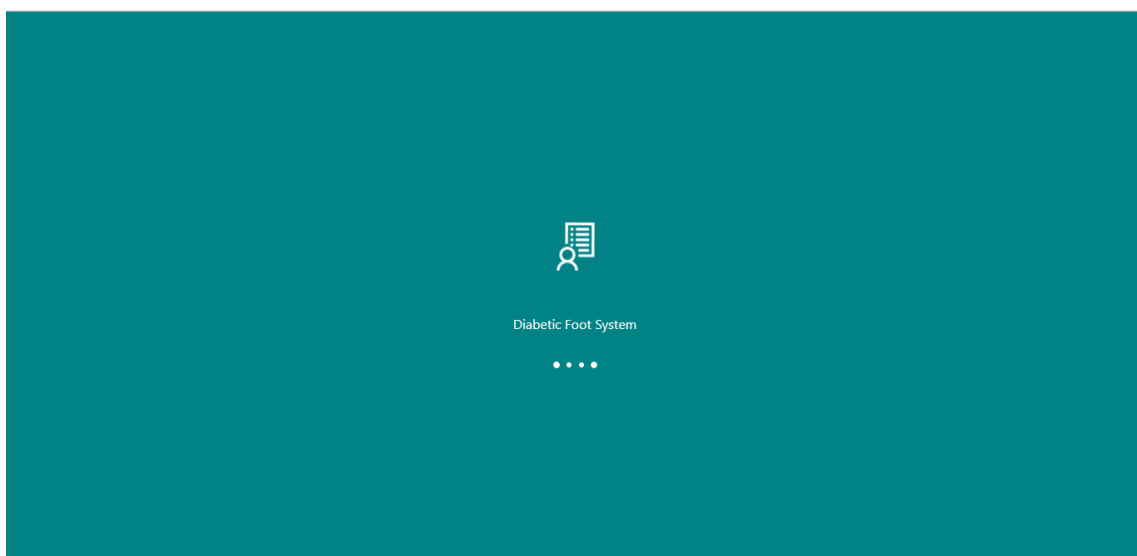
Figura 48 - Tela Análise (versão prévia), relatório de desempenho do ambiente de construção da plataforma PowerApps



Fonte: Microsoft PowerApp

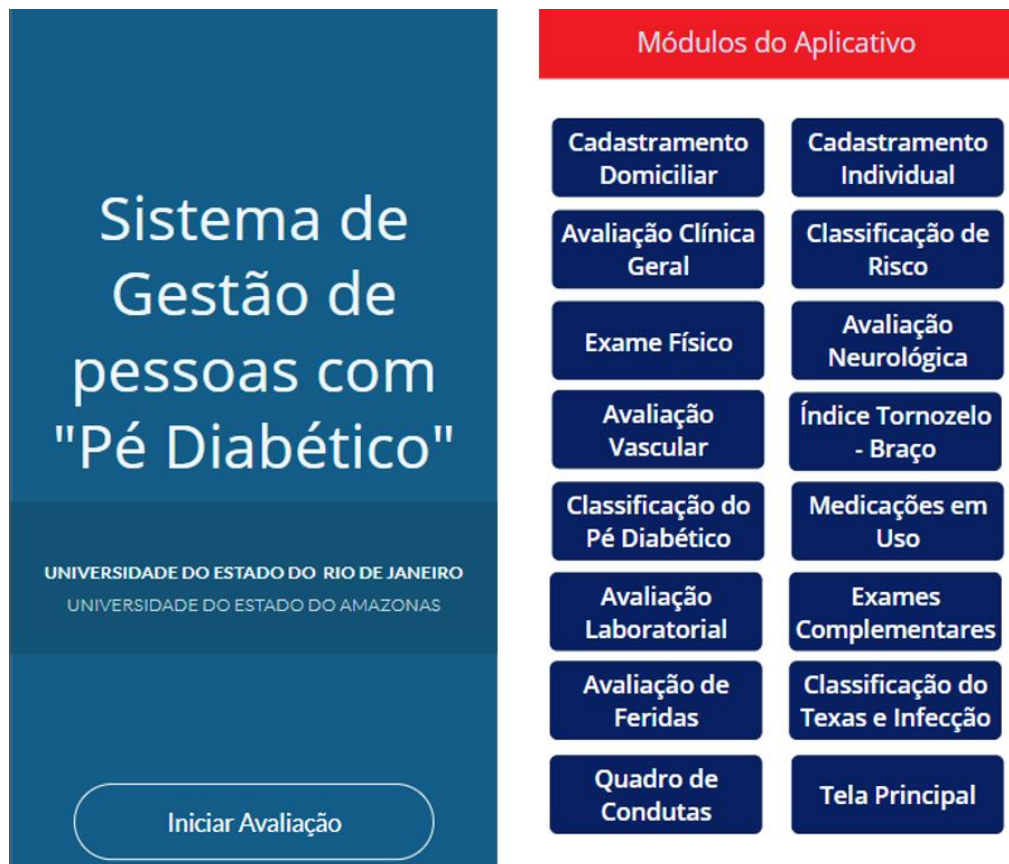
O dispositivo *Diabetic Foot System* pode ser acessado a partir do aplicativo PowerApps para as plataformas IOS, Android e Windows Phone. Ao ter seu ícone clicado, ele abre uma tela com o nome (Figura 49) para em seguida apresentar a tela principal. As figuras (50 a 64) apresentam as telas da aplicação.

Figura 49 - Tempo para a primeira tela, entre o clique no ícone do aplicativo e a entrega do controle à primeira tela do aplicativo *Diabetic Foot System*



Fonte: Diabetic Foot System

Figura 50 - Tela Principal e Tela de Módulos do aplicativo *Diabetic Foot System*



Fonte: Diabetic Foot System

Figura 51 - Telas de Cadastramento Domiciliar – *Diabetic Foot System*

The image displays two screenshots of the "Cadastramento Domiciliar" (Home Registration) form. The left screenshot shows the initial registration fields: "Código do domicílio" (with a placeholder "código do domicílio"), "Equipe" (with sub-fields "Equipe" and "Microárea"), "Prontuário Familiar" (with a placeholder "Prontuário Familiar"), "Rua / Av.:" (with a placeholder "Rua / Avenida"), "Número:" (with sub-fields "Número" and "Bairro"), "Complemento:" (with a placeholder "Complemento"), "Condições de Moradia:" (with a dropdown menu showing "Próprio"), "Tipo de Domicílio:" (with a dropdown menu showing "Casa"), "Número de cômodos" (with an input field), and "Número de moradores" (with an input field). At the bottom, there are "Voltar" and "Continue" buttons. The right screenshot shows the continuation of the form with utility and infrastructure details: "Disponibilidade de energia elétrica" (dropdown showing "Sim"), "Material predominante da construção" (dropdown showing "Alvenaria/Tijolo com revestimento"), "Abastecimento de água" (dropdown showing "Rede Pública"), "Tratamento da água p/ consumo" (dropdown showing "Filtrada"), "Escoamento dejetos:" (dropdown showing "Rede pública de esg"), "Destino do lixo" (dropdown showing "Coletado"), "Número de famílias cadastradas no código da residência" (with an input field), "Coordenadas da residência - Latitude" (with an input field), and "Coordenadas da residência - Longitude" (with an input field). It also features "Voltar" and "Continue" buttons at the bottom.

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 52 - Tela de Cadastro Individual – *Diabetic Foot System*

**Cadastro Individual**

CNS

Prontuário

Nome

Sexo

Data de Nascimento

Idade (anos)

Raça / cor

Nome da mãe

Telefone

email

**Cadastro Individual**

Escolaridade

Anos de Estudo  Estado Civil

Renda Familiar em reais

Possui alguma atividade com renda?

Profissão / Ocupação

Condição de trabalho atual

Número de pessoas na residência

Número de pessoas que contribuem para a renda familiar

Possui plano de saúde?

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 53 - Telas de Avaliação Clínica Geral – *Diabetic Foot System*

**Avaliação Clínica Geral**

A demonstração / descrição do autoexame é adequada?

Recebe apoio para a realização de cuidados com os pés?

Avaliação do calçado

Avaliação do desgaste do sapato

Classificação do pé direito

Classificação do pé esquerdo

**Avaliação Clínica Geral**

Última avaliação da função renal

Última avaliação do fundo do olho

Última avaliação da HbA1c

Última avaliação da glicemia

Último valor da glicemia (mg/dl)

Último valor da HbA1c

**Avaliação Clínica Geral**

Fatores de risco para o desenvolvimento de úlceras e amputações

História de ulceração

História de amputação menor (abaixo do tarso médio)

História de amputação maior (acima do tarso médio)

Limitação da mobilidade articular

Cuidados de higiene

Proteção dos pés

Acuidade visual

Mobilidade

Presença de incontinência

Fonte: Diabetic Foot System



Figura 54 - Telas de Classificação de Risco e de Exame Físico – *Diabetic Foot System*

Classificação de Risco	Exame Físico	Exame Físico
Fatores de risco para o desenvolvimento de úlceras e amputações Classificação de risco	Plantigrafia pé direito	Temperatura da pele pé direito
Grau 0	Normal	Normal
Grau 0: Neuropatia ausente	Plantigrafia pé esquerdo	Temperatura da pele pé esquerdo
Risco 1: Neuropatia presente com ou sem deformidades (dedos em garra, dedos em martelo, proeminências em antepé, Artropatia de Charcot).	Normal	Normal
Risco 2: Doença arterial periférica com ou sem neuropatia presente.	Deformidades anatômicas pé direito	Distribuição dos pelos pé direito
Risco 3: História de úlcera e/ou amputação e/ou necessidade de by-pass em membros.	Dedos em garra	Normal
Periodicidade de acompanhamento	Deformidades anatômicas pé esquerdo	Distribuição dos pelos pé esquerdo
Risco 0: anual	Dedos em garra	Normal
	Hidratação pé direito	Corte das unhas
	Adequada	Adequado
	Hidratação pé esquerdo	Integridade da pele e unhas pé direito
	Adequada	Quebradiças, atróficas
	Coloração da pele PD	Lesões esfoliativas
	Normal	Distrofias ungueais
	Coloração da pele PE	Calosidades
	Normal	Calosidades
Voltar	Voltar	Voltar
Continue	Continue	Continue

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 55 - Telas de Avaliação Neurológica e Telas 1 e 2 da Avaliação Vascular – *Diabetic Foot System*

Avaliação Neurológica	Avaliação Vascular	Avaliação Vascular
Sensibilidade tátil lado direito	Pulso Arterial Pedioso lado direito	Sinais de insuficiência venosa lado direito
Presente	Presente	Não
Sensibilidade tátil lado esquerdo	Pulso Arterial Pedioso lado esquerdo	Edema
Presente	Presente	Hiperpigmentação da pele
Sensibilidade térmica lado direito	Pulso Tibial Posterior lado direito	Dermatolipoesclerose
Presente	Presente	Eczema
Sensibilidade térmica lado esquerdo	Pulso Tibial Posterior lado esquerdo	Úlcera venosa
Presente	Presente	
Sensibilidade vibratória lado direito	Sinais de isquemia crítica de membro	Sinais de insuficiência venosa lado esquerdo
Presente	Sinais de isquemia crítica de membro	Não
Sensibilidade vibratória lado esquerdo	Não	Edema
Presente	Dor na perna em repouso	Hiperpigmentação da pele
Sensibilidade dolorosa lado direito	Atrofia muscular	Dermatolipoesclerose
Presente	Presença de feridas que não cicatrizam	Eczema
Sensibilidade dolorosa lado esquerdo		Úlcera venosa
Presente	Sinais de insuficiência venosa	
Reflexo de Aquileu	Sinais de infecção	
Presente		
Reflexo de Aquileu		
Presente		
Voltar	Voltar	Voltar
Continue	Continue	Continue

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 56 - Tela 3 da Avaliação e Telas do Índice Tornozelo-Braço e Classificação do Pé Diabético com base na fisiopatologia – *Diabetic Foot System*

### Avaliação Vascular

Sinais de infecção

Não

Presença de exsudato purulento

Dor

Rubor

Calor

Enduração / Edema

Sinais de infecção lado esquerdo

Não

Presença de exsudato purulento

Dor

Rubor

Calor

Enduração / Edema

Voltar
Continue

### Índice Tornozelo - Braço (ITB)

PAS (mmHg) Artéria Braquial lado direito

PAS (mmHg) Artéria Braquial lado esquerdo

PAS (mmHg) Artéria Pediosa lado direito

PAS (mmHg) Artéria Pediosa lado esquerdo

PAS (mmHg) Arteria Tibial Posterior LD

PAS (mmHg) Arteria Tibial Posterior LE

ITB lado direito

ITB lado esquerdo

Classificação do ITB lado direito

Classificação do ITB lado esquerdo

Voltar
Continue

### Classificação do Pé Diabético (Fisiopatologia)

Lado direito

Lado esquerdo

Sinal/Sintoma	Pé Neuropático	Pé Isquêmico
Coloração do pé	Coloração normal	Pálido com elevação ou cianótica com declive
Aspecto da pele do pé	Pele seca e fissurada	Pele fina e brilhante
Deformidade do pé	Dedo em garra, dedo em martelo, pé de Charcot ou outro	Deformidades ausentes
Sensibilidade	Diminuída, abolida ou alterada (parestésias)	Sensação dolorosa, aliviada quando as pernas estão pendentes
Pulsos pediais	Pulsos amplos e simétricos	Pulsos diminuídos ou ausentes
Calosidades	Presentes, especialmente na planta dos pés	Ausentes
Edema	Presente	Ausente
Localização mais comum da úlcera	1ª e 5ª metatarsos e calcâneo (posterior); redondas, com anel queratótico perilesivo; não dolorosas	Lateral-digital; sem anel queratótico; dolorosas

Voltar
Continue

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 57 - Telas de Exames Laboratoriais – *Diabetic Foot System*

### Exames Laboratoriais

Nome

Glicemia de jejum (mg/dl)

Classificação da Glicemia

Hemoglobina Glicosilada HbA1c

Classificação da HbA1c

Colesterol Total

Classificação do Colesterol Total

Colesterol HDL

Classificação do Colesterol HDL

Voltar
Continue

### Exames Laboratoriais

Colesterol LDL

Classificação do Colesterol LDL

Triglicerídeos

Classificação dos Triglicerídeos

Colesterol HDL

Classificação do Colesterol HDL

Creatinina

Classificação da Creatinina

Voltar
Continue

### Exames Laboratoriais

Urina tipo 1 - sedimentos

Quantidade de sedimentos

Piócitos por campo

Classificação do EAS

Cultura de Urina com Antibiograma

Microorganismo identificado

Microalbuminúria

Classificação da microalbuminúria

Outros exames laboratoriais realizados / outras observações

Voltar
Continue

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 58 - Tela de Exames Complementares e Telas 1 e 2 da Avaliação de Feridas – *Diabetic Foot System*

The figure displays three sequential screens from the Diabetic Foot System. The first screen, 'Exames Complementares', includes input fields for 'Nome' (Nome Completo), dropdown menus for 'Eletrocardiograma' (Normal), 'Ecocardiograma' (Normal), and 'Exame de Fundo de Olho' (Normal), and text input fields for 'Especifique alteração ou alterações do ECG', 'Especifique alteração ou alterações do ECO', 'Especifique alteração ou alterações do EEG', and 'Especifique alteração ou alterações do EFO'. There is also a large text area for 'Outros exames / outros achados importantes'. The second screen, 'Avaliação de Feridas', includes 'Nome' (Nome Completo), 'Número de feridas' (Entrada de texto), 'Etiologia principal' (Trauma), and localization fields for 'Pé direito' and 'Pé esquerdo', each with a list of anatomical regions: 'Região plantar, exceto dedos', 'Dorso, exceto dedos', 'Dedos (face dorsal)', and 'Dedos (face plantar)'. The third screen, 'Avaliação de Feridas', includes 'Tempo de evolução da lesão pé direito' and 'Tempo de evolução da lesão pé esquerdo' (both < 1 mês), 'Tratamentos anteriormente realizados' (Curativo simples com gaze e esparadrapo / ataduras), and measurement fields for 'Medida do tornozelo direito (cm)', 'Medida do tornozelo esquerdo (cm)', 'Medida da panturrilha direita (cm)', and 'Medida da panturrilha esquerda (cm)'. It also includes 'Presença de dor na ferida perna direita' and 'Presença de dor na ferida perna esquerda' (both Sim).

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 59. Telas 3 e 4 da Avaliação de Feridas e Tela de Classificação pela Escala do Texas – *Diabetic Foot System*

The figure displays three sequential screens from the Diabetic Foot System. The first screen, 'Avaliação de Feridas', includes 'Tratamento tópico instituído' (Curativo simples com gaze e esparadrapo / ataduras, Hidrocoloide, Hidrogel, Alginato de cálcio, Hidrofibra) and 'Tratamentos adjuvantes' (Laser, Ultrassom, Eletroterapia, Ozonioterapia, Terapia Larval, Oxigenoterapia Hiperbárica, Calçado Terapêutico). The second screen, 'Avaliação de Feridas', includes 'Classificação da ferida diabética da Universidade do Texas' (Estágio A - Grau 0) and 'Classificação da Gravidade da Infecção' (Não há infecção). The third screen, 'Escala do Texas', includes 'Estágios' (Estágio A: ausência de infecção ou isquemia, Estágio B: presença de infecção, Estágio C: presença de isquemia, Estágio D: presença de infecção e isquemia) and 'Graus' (Grau I: Lesão pré ou pós ulcerativa completamente epitelizada, Grau II: ferida superficial não envolvendo tendão, cápsula ou osso, Grau III: ferida com exposição de tendão ou cápsula, Grau IV: ferida com exposição de osso ou articulação).

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 60 - Telas do Quadro de Condutas – *Diabetic Foot System*

**Quadro de Condutas**

1. Ausência de pulsos
2. Higiene inadequada
3. Calçados e/ou meias inadequadas
4. Desconhecimento sobre autoavaliação e autocuidado
5. Manejo de condições menores associadas a risco de complicações, como micoses interdigitais, unha encravada, infecções leves e moderadas, manejo de dor, entre outros; avaliação periódica do Pé Diabético; estratificação do risco; orientação para o autocuidado com o pé.
6. Avaliação periódica de indivíduos com maior risco de amputação, devido a deformidades e/ou diminuição da sensibilidade plantar.
7. Manejo de úlceras não complicadas (estágio A, graus 0 a 2).

**Quadro de Condutas**

8. Úlcera isquêmica ou neuroisquêmica (mista) (Estágio C); úlcera sem resposta ao tratamento corretamente instituído, após quatro semanas; úlcera com necrose ou gangrena.
9. Deformidades no pé, com indicação de calçado especial.
10. Deformidades ósseas no pé com possível indicação cirúrgica; artropatia de Charcot.
11. Úlcera profunda com suspeita de comprometimento ósseo ou de articulação (Grau 3); febre ou condições sistêmicas desfavoráveis; celulite (> 2 cm ao redor da úlcera); isquemia crítica; quando a pessoa não tem condições de realizar tratamento domiciliar adequado.

Fonte: BRASIL, 2013; BRASIL, 2016.

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 61 - Telas das Condutas 1, 2 e 3 – *Diabetic Foot System*

**Conduta 1**

Avaliar sinais e sintomas de isquemia e encaminhar para o serviço de cirurgia vascular.

**Conduta 2**

Verificar os motivos e orientar higiene adequada.

**Conduta 3**

Orientar uso de calçados e meias adequados.

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 62 - Telas das Condutas 4, 5 e 6 – *Diabetic Foot System*

Conduta 4	Conduta 5	Conduta 6
<p>Realizar visita domiciliar para supervisionar o autocuidado e monitorar os cuidados orientados através do Agente Comunitário de Saúde;</p> <p>Reforçar as orientações sobre o autocuidado regularmente; identificar a rede de apoio e manter monitorização intensiva, até que o indivíduo ou as pessoas da rede de cuidados tenham condição de implementar a assistência correta.</p>	<p>Manter o cuidado no nível da atenção básica, preferencialmente na Equipe de Saúde da Família, responsável pela cobertura da área de residência do usuário. Não havendo qualificação adequada por membro da equipe para manejo adequado e/ou falta de materiais, encaminhar os casos de calos e unhas encravadas ao Estomaterapeuta / Serviço de Cuidados Podiátricos.</p>	<p>Manter avaliação na atenção básica, preferencialmente na Equipe de Saúde da Família, podendo esse cuidado ser compartilhado com outros níveis de atenção, caso haja necessidade.</p>
Voltar	Voltar	Voltar

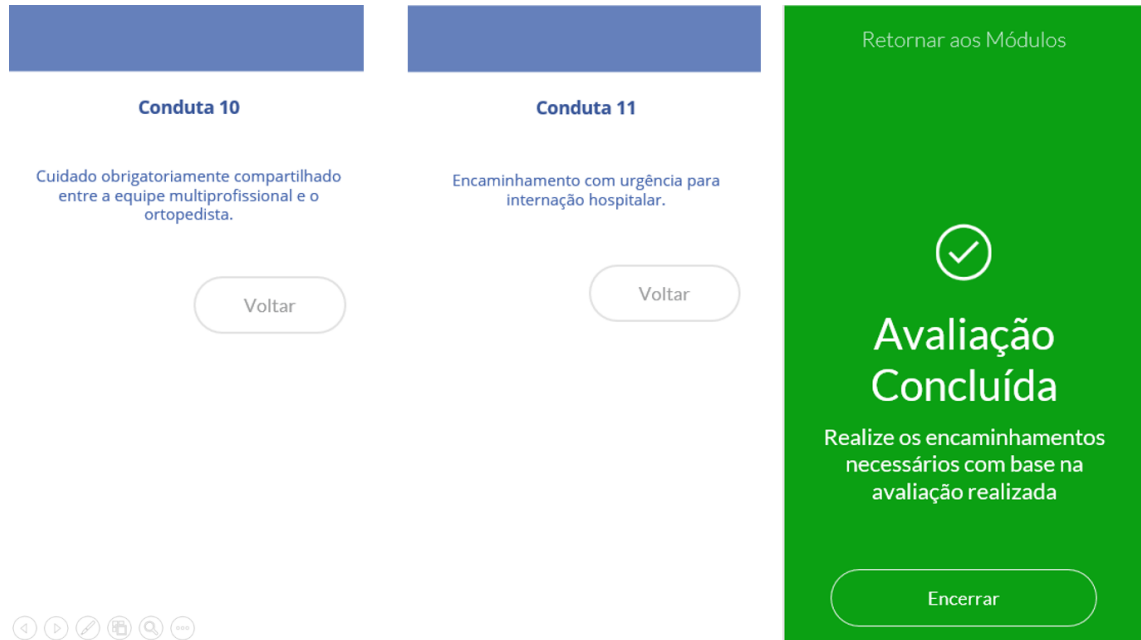
Fonte: Diabetic Foot System

Figura 63 - Telas das Condutas 7, 8 e 9 – *Diabetic Foot System*

Conduta 7	Conduta 8	Conduta 9
<p>Manter avaliação na atenção básica, preferencialmente na Equipe de Saúde da Família, cujos membros devem ter sido capacitados, podendo esse cuidado ser compartilhado com Estomaterapeuta e/ou outros níveis de atenção, de acordo com a necessidade.</p>	<p>Cuidado obrigatoriamente compartilhado entre a equipe multiprofissional com o Estomaterapeuta e/ou Angiologista / Cirurgião Vascular.</p>	<p>Cuidado obrigatoriamente compartilhado entre equipe multiprofissional e o Estomaterapeuta e/ou Terapeuta Ocupacional e/ou Serviço de Biomecânica e/ou Serviço de Confecção de Órteses e Próteses.</p>
Voltar	Voltar	Voltar

Fonte: Diabetic Foot System

Figura 64 - Telas das Condutas 10 e 11 e Tela Final do Aplicativo Diabetic Foot System



Fonte: Diabetic Foot System

#### 4 DISCUSSÃO

Este estudo foi conduzido para desenvolver uma proposta de Planejamento e Gestão da atenção a pessoas com “Pé Diabético” através de um Sistema de Informações Geográficas e de um aplicativo para dispositivos móveis na cidade de Manaus, Amazonas, visando estabelecer bases de uma proposta para orientação dos serviços de atenção ao pé diabético no bairro Vila da Prata. O projeto está voltado para a Atenção Primária em Saúde (APS) representada pelo Módulo de Saúde da Família Vila da Prata. Grandes esforços foram instituídos para apresentar um modelo de atenção baseado nas melhores evidências científicas disponíveis e que fosse ao mesmo tempo simples em sua aplicabilidade e potencialmente efetivo em seus resultados.

Surpreendentemente o diabetes permanece promovendo complicações normalmente evitáveis e muito comuns, apesar da maior oferta de serviços de saúde e do maior foco na assistência aos usuários com doenças crônicas. Urge que os serviços de saúde invistam em novas ferramentas de qualificação profissional para o cuidado aos indivíduos com diabetes e pé diabético, considerando o que há de melhor e mais atual em evidências clínicas (BRASIL, 2016a).

Aproximadamente 73,2% dos indivíduos com diabetes autoreferida receberam assistência médica para a doença nos 12 meses anteriores à pesquisa. Os resultados foram semelhantes em todas as grandes regiões. Cerca de 47,1% desses atendimentos foram realizados em uma Unidade Básica de Saúde (UBS), contra 29,9% de atendimentos realizados em consultórios particulares ou clínica privada. Paradoxalmente, o acesso dos doentes aos serviços de saúde não garante atendimento de qualidade e não é suficiente para prevenir complicações da doença, considerando que 5% dos usuários com menos de 10 anos de diagnóstico e 5,8% dos usuários com mais de 10 anos de diagnóstico, apresentam feridas nos pés (BRASIL, 2014b).

A abordagem do que deve efetivamente ser realizado na atenção a pessoas com diabetes e pé diabético está bem estabelecida. Qualquer profissional que se dedique ao mínimo ao tema, vai descobrir que desde o início dos anos 2000 não há diferenças significativas no tratamento de pessoas com pé diabético. As evidências estão consolidadas. Os alicerces de um tratamento eficiente estão estruturados. Todavia os caminhos percorridos anteriormente pelos sistemas de saúde de Manaus, nos âmbitos municipal e estadual, anteriormente, não conseguiram melhorar os desfechos negativos das amputações. Os autores

avaliam que o compromisso organizacional dos gestores mostrou-se até aqui, frágil, ineficiente e ineficaz. A organização de serviços especializados propostos pela Secretaria Municipal de Saúde de Manaus e pela Secretaria Estadual de Saúde do Amazonas ou não saíram do papel ou são ineficientes quanto aos resultados.

A abordagem preliminar e mais importante desse trabalho, que precede o enfoque nas amputações de pessoas com diabetes, refere-se às condições crônicas. O problema do indivíduo que foi ou será amputado, não começa com a ferida e não termina com a amputação do membro. Várias questões estão envolvidas nos diversos desfechos que devastam essas pessoas. Não é possível abordar a questão do pé diabético de forma efetiva, desconsiderando a o diabetes mellitus que o precede. O pé diabético não é uma condição que se desenvolve de um momento para outro. Necessita de condições prévias para se desenvolver e um longo tempo de duração do diabetes, sem controle adequado. Apesar de todas as complicações que envolvem macro e microcirculação no coração, cérebro, rins e membros inferiores, os pés são geralmente as primeiras estruturas agredidas. A proposta disponibilizada nesse trabalho transcende aos atendimentos a pessoas com a complicação conhecida como pé diabético. Ela é prévia à condição e tem como base a avaliação correta e o tratamento efetivo das pessoas com diabetes.

Para que o problema do pé diabético seja atacado de maneira eficiente, as ESF precisam organizar os seus processos de trabalho pensando no enfrentamento das doenças crônicas. A visão profissional precisa ser adaptada para essa nova maneira de atuação. Essas doenças não vão curar como ocorre com as doenças agudas. Elas vão acompanhar os indivíduos ao longo de suas vidas, que podem ser bastante abreviadas caso eles não recebam atendimentos adequados. Por sua vez, enfrentar as doenças crônicas, exige abordagem comunitária, porque as ações envolvendo toda uma comunidade, são mais efetivas no controle de doenças e redução de danos, quando comparadas a ações individuais. A estratificação de risco é fundamental para que as pessoas recebam atenção conforme os seus riscos e sua vulnerabilidade. Outras ações como o compartilhamento de cuidados e preparação para o autocuidado, instalação de cuidados preventivos de qualidade, inclusive para prevenção de utilização desnecessária de tecnologias, entre outras, devem ser incorporadas às práticas dos profissionais de saúde (BRASIL, 2014a).

Quatro grandes eixos consolidam a proposição desta pesquisa: Adscrição do Território com Cadastramento Domiciliar e Individual, Georreferenciamento Territorial através do ArcGIS, avaliação adequada de pessoas com diabetes através do aplicativo Diabetic Foot System e Identificação e Tratamento Precoce de Complicações.



A adscrição do território prevê a apropriação de uma área do território sob a responsabilidade das equipes de saúde da família, onde os profissionais de saúde conduzem suas práticas a partir da dinâmica da população. A pesquisa aproveita essa fase do trabalho que as equipes já desenvolvem rotineiramente.

O último censo do IBGE mostrou um relativo equilíbrio entre os gêneros, com 48,13% de homens. O crescimento de 1.293 habitantes, revelou uma taxa real de crescimento populacional de 11,71%, com uma média anual de 1,67%. A taxa de crescimento populacional dos últimos sete anos é inferior às taxas de crescimento populacional para o mesmo período, do estado do Amazonas (15,64%) e da cidade de Manaus (17,03%). A taxa média de crescimento populacional anual também é inferior às médias do estado do Amazonas e da cidade de Manaus, de 2,23% e 2,43% ao ano, respectivamente. Contudo, as estimativas do IBGE entre os anos de 2012 e 2013, aparecem superestimadas com 3,49 vezes a maior média entre as taxas de crescimento populacional entre 2011 e 2017 e 3,36 vezes a maior média entre as taxas de crescimento populacional para a cidade de Manaus. Ambas, as maiores médias, foram encontradas no ano de 2014. Ao se desconsiderar as estimativas de 2013 para o estado do Amazonas e para a cidade de Manaus, as médias de crescimento populacional passam a ser de 1,60 e 1,76, respectivamente, aproximando-se do que a pesquisa verificou no bairro Vila da Prata (IBGE, 2012; 2013a; 2013b; 2013c).

As populações estimadas dos municípios brasileiros incorporaram alterações de limites territoriais municipais ocorridas entre 1.5.2012 e 30.4.17, decorrentes de nova legislação que alterou os descritores de limites municipais e de ajustes cartográficos comunicados oficialmente ao IBGE pelos órgãos estaduais (IBGE, 2013c). O estado do Amazonas não aparece entre as unidades da federação que tiveram alterações de limites territoriais. Apesar disso, o trabalho adota as estimativas oficiais do IBGE<sup>5</sup>.

A densidade familiar do bairro Vila da Prata atual (fevereiro de 2018) é de 3,93 pessoas por residência (PPR), com variação de 3,73 PPR para a equipe O-24, 4,2 PPR para a equipe O-27 e 3,8 PPR para a equipe O-344. Não se encontraram informações de outros bairros ou da cidade de Manaus ou estado do Amazonas para comparação.

A média de famílias acompanhadas por ACS foi de 149,2, enquanto a média de pessoas acompanhadas por ACS foi de 587,33. Contudo, o número pode variar de 121 a 213

---

<sup>5</sup> De acordo com o IBGE a projeção das unidades da federação do país, por sexo e idade, foi realizada através do método das componentes demográficas, o que, segundo a instituição, representou um aprimoramento metodológico. O documento complementa que houve um ajuste dos totais populacionais dos municípios enumerados pelos Censos Demográficos de 2000 e 2010

famílias por ACS e o número de pessoas por ACS pode variar de 220 a 796. Muitos ACS trabalham com números muito próximos do limite máximo recomendado de 750 pessoas. Uma das microáreas já ultrapassa o número recomendado. O número excessivo de pessoas sob a responsabilidade dos ACS pode comprometer a lógica do planejamento do trabalho desses profissionais a partir das necessidades do território, no sentido de priorizar a população com maior vulnerabilidade e risco epidemiológico (BRASIL, 2017b).

Cada equipe de Saúde da Família (ESF) deve ser responsável por, no máximo, 4.000 pessoas, sendo a média recomendada de 3.000 pessoas, respeitando critérios de equidade para essa definição. Recomenda-se que o número de pessoas por equipe considere o grau de vulnerabilidade das famílias daquele território, sendo que, quanto maior o grau de vulnerabilidade, menor deverá ser a quantidade de pessoas por equipe (BRASIL, 2017b). Embora as equipes O-24 e O-27, com 3.755 pessoas e 3.956 pessoas respectivamente sejam responsáveis por um número de pessoas menor que o preconizado, estão acima do ideal recomendado. A equipe O-344 com 4.623 pessoas está muito acima do limite máximo de pessoas recomendado, o que pode comprometer de maneira decisiva as ações de atenção a pessoas com diabetes e pé diabético no bairro Vila da Prata. Considerando que o número de pessoas do bairro é superior a 12.000, a implantação de mais uma equipe é totalmente justificada.

O número de 374 pessoas com diabetes diagnosticadas e cadastradas pelas equipes do MSFVP, traduziu uma prevalência de 3,98% das pessoas com idade a partir de 15 anos. Essa prevalência é próxima à verificada pela última pesquisa de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL), de 4,9% para a cidade de Manaus, sendo 5,5% em homens e 4,4% em mulheres (BRASIL, 2017a). A prevalência é a menor do país e inferior à média nacional brasileira de 8,7%, mas também às médias das Américas do Sul e Central (7,6%), da América do Norte (11%), do Oriente Médio e do Norte da África (10,8%), do Sudeste Asiático (10,1%), do Pacífico Ocidental (8,6%) e da Europa (6,8%). Curiosamente, os números de Manaus são bastante próximos dos números da África, com prevalência de 4,4% (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017a).

Os números do diabetes apresentados para Manaus provavelmente não representam a realidade e possivelmente estão subestimados. Os números da cidade não se harmonizam com os números do Brasil, que é o terceiro país com maior número de crianças e adolescentes com diabetes tipo 1 em menores de 20 anos; o quarto país em número de adultos com diabetes; o quinto país com o maior número de pessoas com diabetes sem diagnóstico (5,7 milhões de pessoas – 46%); o quinto país com maior número de pessoas com alteração da tolerância à

glicose; quinto país com maior número de pessoas com diabetes maiores de 65 anos. O Brasil também teve a maior mortalidade para as Américas do Sul e Central, com 51,8% das 209.717 mortes (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017). A prevalência por microárea e equipes não foi verificada porque os dados por faixa etária não estavam atualizados e disponíveis.

O georreferenciamento territorial utilizou como base a Plataforma ArcGIS, que utiliza informações geográficas com a finalidade de aumentar a eficiência e oferecer suporte para a tomada das melhores decisões. Um dos pontos fortes da proposta desenvolvida é ela fornece a possibilidade de trabalhar com mapas impressos e também com mapas interativos online (ESRI, 2015). Essa possibilidade permite o gerenciamento de informações sobre os pacientes com diabetes e pé diabético no bairro Vila da Prata com facilidade. Graças a esse recurso, é possível a integração de todos os mapas de cada uma das três grandes áreas e de cada uma das vinte e uma microáreas. Essa integração permite análise e visualização de relacionamentos espaciais para auxiliar no diagnóstico de situação do pé diabético no bairro. Além disso é possível verificar onde estão cada uma das residências das pessoas com essa condição e as relações estabelecidas a partir das tabelas de atributos.

O ArcGIS permite o mapeamento e simbolização de qualquer dado de interesse dentro da área de abrangência das equipes do MSFVP. Com a simbolização das residências e/ou indivíduos com diabetes e pé diabético, é possível, a partir das tabelas de atributo, verificar o que mudou temporalmente em qualquer uma das vinte e uma microáreas ou em qualquer uma das três áreas das equipes. As comparações podem ser realizadas a cada mês, a cada trimestre ou a cada ano, de acordo com o interesse das equipes ou a critério das autoridades sanitárias. Isso permite a verificação de mudanças na incidência e prevalência do pé diabético, além da avaliação da dinâmica do comportamento do diabetes na área territorial do MSFVP. Os resultados das avaliações podem ser compartilhados entre os membros da organização para consulta em qualquer dispositivo eletrônico com acesso à internet.

O modelo desenvolvido através do Diabetic Foot System e do ArcGIS para o bairro Vila da Prata permite, uma vez alimentado o banco de dados, verificar como estão distribuídos os pacientes com diabetes e pé diabético no bairro Vila da Prata sob os mais diversos critérios, incluindo idade, tempo de diagnóstico, renda familiar, densidade familiar média, uso de medicações específicas, presença de doença de base, comorbidades e complicações, ACS e equipe responsável pelo acompanhamento, indivíduos hemodinamicamente instáveis que necessitam de avaliações mais intensivas, indivíduos com maior ou menor risco com base na classificação do Texas, indivíduos com ou sem úlceras e

indivíduos que já sofreram amputação, dentre outras inúmeras possibilidades. Cada uma dessas situações pode ser simbolizada para controle em uma única tela em qualquer dispositivo de acesso.

No caso dos pacientes com pé diabético é possível verificar diversos padrões: quantos são, onde estão, como estão distribuídos, estão concentrados em alguma área ou microárea, onde são atendidos, se estão próximos ou distantes de uma unidade de saúde, que tipo de atendimento recebem, que tipo de exames já realizaram, se estão sendo acompanhados por algum especialista, se estiveram internados nos últimos doze meses. Também é possível verificar se há um padrão social na distribuição deles ou se há graves situações de risco que possam aumentar o risco de amputação em um curto espaço de tempo. Enfim, em todas essas situações, o projeto oferece múltiplas possibilidades. Na verdade, qualquer coisa que seja pensada pelo profissional de saúde para melhorar a assistência desses pacientes, pode ser desenvolvido e controlado pelo Diabetic Foot System juntamente com o ArcGIS.

O acompanhamento temporal também é outra possibilidade na proposta desenvolvida para atenção aos pacientes com diabetes e pé diabético, incluindo a possibilidade de revelar tendências. O número de pacientes poderá ser acompanhado ao longo do tempo e evolução do quadro de cada um deles até o desfecho que pode ser o desenvolvimento de complicações, amputação e/ou morte. As alterações poderão ser acompanhadas ao longo de uma linha do tempo e visualizadas numa única tela. Ao longo do tempo poderão ser verificadas, por exemplo, associações entre estar ou não acompanhado adequadamente e aumento do risco de comorbidades, complicações e morte, mas também o que muda a partir do estabelecimento de um acompanhamento adequado. É possível o controle absoluto do índice de qualquer complicação, incluindo eventos maiores como Infarto Agudo do Miocárdio (IAM), Acidente Vascular Encefálico (AVE), Insuficiência Renal Crônica (IRC). Do ponto de vista da gestão, também é possível verificar a qualidade da assistência que esses indivíduos recebem.

Pensando em uma futura simulação, foi possível desenvolver um modelo de avaliação que respondesse a questões como:

- Quais são os pacientes com maior risco de desenvolverem úlceras nos pés e conseqüentemente, de serem amputados por essa condição?
- E se esses pacientes começarem a receber um atendimento adequado, as amputações e mortes seriam reduzidas a curto, médio e longo prazo?

Qualquer situação que envolva a dinâmica de pessoas com diabetes e pé diabético no bairro Vila da Prata pode ser compartilhada através de relatórios, gráficos, imagens, layouts de mapas impressos, séries de mapas, pacotes de serviços e aplicativos web (ESRI, 2015).

Gerar relatórios permitirá o acompanhamento dos casos de pé diabético numa linha do tempo e servirá para avaliar as modificações que ocorrerão ao longo dessa linha.

Como o ArcGIS trabalha com camadas de mapas, a partir dessas camadas é possível gerar novas visualizações e criar mapas a partir dos dados fornecidos. Os atributos fornecem inteligência para essas camadas e os relacionamentos preparados entre as tabelas de atributos permite que informações vinculadas ao georreferenciamento possam ser acessadas com facilidade para analisar os dados, identificar problemas e propor soluções (ESRI, 2014, 2015).

Os controles do geodatabase *Diabetic Foot System* podem ser realizados visualmente através da simbologia nos diversos mapas. As imagens são a base da maioria dos dados de um GIS e através delas é possível o gerenciamento espacial em uma área geográfica. As imagens podem ser processadas para gerar informações valiosas sobre como os seres humanos interagem com uma região. Com isso, é possível a cidadãos, governos, gestores, corporações e organizações em geral, compreender os padrões de status de consumo e mudança de recursos. As imagens simbolizadas geograficamente permitem que a tecnologia apoie uma ampla gama de aplicações, desde previsão do tempo, resposta a desastres, planejamento de inundações, planejamento urbano, monitoramento e mudanças. Se as imagens simbolizadas estiverem associadas a coordenadas geográficas, elas podem ser incorporadas em um GIS como uma camada e registradas com as outras camadas geográficas do GIS. Essa sobreposição é o conceito fundamental sobre o qual o GIS opera. A partir do momento em que as imagens são combinadas com outros dados GIS, elas deixam de ser apenas imagens e se tornam verdadeiras fontes de informações, que podem ser combinadas, comparadas, analisadas e classificadas (GREEN; CONGALTON; TUKMAN, 2017). Todos os conceitos de simbolização foram utilizados para construção do projeto de gestão da atenção ao pé diabético e o ArcGIS foi a base para que isso fosse possível.

O geodatabase *Diabetic Foot System* foi desenvolvido para funcionar colaborativamente. A geocolaboração é uma área emergente que tem como finalidade o estudo de informações geográficas e o desenvolvimento de tecnologias de comunicação, projetadas e adaptadas para suportar interações grupais. Essas interações podem se concentrar em tarefas de lançamento e exploração de dados, resolução de problemas, planejamento e tomada de decisões (SHEKHAR; XUN ZHOU; XIONG, 2017). Graças à possibilidade de colaboração, os diversos membros das equipes podem se comunicar uns com os outros para alcançar o objetivo de reduzir o número de amputações e mortes por pé diabético. O projeto pode ser estendido com facilidade para outros bairros e novas redes de comunicação podem

ser desenvolvidas para promover comunicação científica através de mapas e de ferramentas de visualização.

O Diabetic Foot System foi pensado para junto com o ArcGIS, servir de base para o gerenciamento adequado da população de pessoas com diabetes, em especial as que tenham risco aumentado para sofrerem amputações de membros inferiores. Ele consolida as principais recomendações científicas internacionais e considera as melhores opções de tratamento.

Os avanços conseguidos nas mais diversas modalidades de tratamento nos últimos anos, ajudaram a reduzir a mortalidade por todas as causas, o que aumentou a expectativa de vida das populações e a ocorrência de doenças crônico-degenerativas, incluindo o diabetes. Com um número cada vez maior de pessoas com a doença, aumentaram também as complicações, incluindo as úlceras de pé diabético. Nos últimos anos, embora as principais bases de tratamento tenham se mantido, houve uma grande evolução nas modalidades de tratamentos e novas peculiaridades de terapias tópicas avançadas foram desenvolvidas, ajudando a melhorar o gerenciamento do leito da ferida e proporcionando um ótimo ambiente para a cura. A tecnologia de curativos avançados desenvolveu formas de controlar o exsudato de feridas, promover o controle bacteriano e de outros micro-organismos infecciosos, mantendo microclima adequado e controlando a atividade de proteases no leito da lesão (FRANKLIN; AVE; HAVEN, 2018).

Apesar desses e de outros avanços promissores como os fatores de crescimento (BARRIENTOS et al., 2014), a Terapia por Pressão Negativa com Instilação (TPNi) (KIM et al., 2015), equivalentes de pele, produzidos através da bioengenharia de tecidos e a oxigenoterapia hiperbárica (WU; MARSTON; ARMSTRONG, 2010), os números em torno da doença mostram que a atenção individual não tem sido efetiva o suficiente para evitar complicações e amputações em pessoas com pé diabético. Esse foi um dos aspectos considerados na construção do Diabetic Foot System, que vai além da avaliação individual. Ao alimentar as bases do ArcGIS, ele possibilita múltiplas análises populacionais, mostrando as áreas de maior risco populacional que devem receber atenção diferenciada.

A proposta de gestão do pé diabético em Manaus tem como foco principal a atenção básica, para a qual estão voltados o aplicativo Diabetic Foot System e o georreferenciamento através do ArcGIS. Essa combinação poderá servir como base para direcionar as ações de atenção à diabetes e ao pé diabético, controlar fatores de risco individuais e populacionais, avaliar número e distribuição de amputações, gerenciar tratamentos e desfechos clínicos.

A sugestão inicial de cadastrar os domicílios, aproveita a ideia de apropriação do território, já consolidada através da Estratégia de Saúde da Família (ESF) e aproveita os dados

já coletados pelos Agentes Comunitários de Saúde. As condições de moradia e como se desenvolve a dinâmica familiar são fundamentais para que se possa identificar as situações de risco familiar. Além disso, o cadastramento de coordenadas de latitude e longitude, permite o georreferenciamento da residência como um ponto ou polígono no ArcGIS, permitindo lançamentos coletivos na área de abrangência que permitem toda a visualização da área numa única tela, de acordo com a variável que se deseja observar.

O módulo de cadastro domiciliar recolhe informações sobre as características socio sanitárias das residências georreferenciadas no bairro Vila da Prata e vinculadas a uma das equipes de Saúde da Família do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata. As informações coletadas nesse módulo do aplicativo são importantes porque fazem parte da composição de indicadores de monitoramento e avaliação da Atenção Básica e para as Redes de Atenção à Saúde (BRASIL, 2016b)

O bloco de condições de moradia é composto por campos que mapeiam as condições socio sanitárias do domicílio. Podem ser registradas informações sobre situação de moradia, localização, além de outras características do domicílio. O cadastramento dos domicílios e seu georreferenciamento permite a verificação da distribuição das famílias no território da área de abrangência. Quando somado à distribuição por gênero e faixa etária da população, o georreferenciamento pode se transformar numa ótima ferramenta de planejamento, gestão e de avaliação das mais diversas políticas de saúde estabelecidas nos territórios sob a responsabilidade do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata, mesmo que a prioridade inicial seja a atenção aos indivíduos com diabetes e pé diabético. As informações de georreferenciamento do território podem também servir de base para integrar outras áreas de interesse do município de Manaus, como educação, obras e assistência social, por exemplo, dentre outras. Um território controlado totalmente através do georreferenciamento pode ser analisado com mais objetividade e direcionar com mais facilidade a alocação de recursos e de serviços públicos.

As bases dessa proposta foram estabelecidas de acordo com a Política Nacional de Atenção Básica que estabelece a Atenção Básica como porta de entrada e centro de comunicação da Rede de Atenção à Saúde, além de ser a responsável pela coordenação do cuidado e ordenadora das ações e serviços que estão disponibilizados na rede. Além disso, prevê que as ações da atenção básica devem ser ofertadas integralmente de acordo com as necessidades e demandas do território, tomando como base os determinantes e condicionantes da saúde. A territorialização, o cadastramento domiciliar e individual e o georreferenciamento têm como base os princípios e diretrizes do Sistema Único de Saúde e da Rede de Atenção à

Saúde. São eles: **princípios:** universalidade, equidade e integralidade; **diretrizes:** regionalização e hierarquização, territorialização, população adscrita, cuidado centrado na pessoa, resolutividade, longitudinalidade do cuidado, coordenação do cuidado, ordenação da rede e participação da comunidade (BRASIL, 2017c).

Enquanto os profissionais das equipes de saúde da família trabalham com diagnósticos médico e de enfermagem individuais, o Diabetic Foot System pode facilitar o diagnóstico comunitário dos indivíduos com diabetes e pé diabético, a partir da sua integração com o ArcGIS através de múltiplas tabelas de atributos. As tabelas de atributos fornecem inteligência aos dados. O georreferenciamento de domicílios com acompanhamento em tempo real da dinâmica dos doentes nos territórios das equipes permitirá a identificação precoce de problemas e emissão imediata de alertas aos gestores, consolidando os diagnósticos comunitários. E considerando que as informações podem se alterar ao longo do tempo, o aplicativo permite atualização dos dados a qualquer momento.

O Diabetic Foot System trabalha com uma base territorial definida e com informações sobre agravos, fatores de risco e complicações estabelecidas nos indivíduos com diabetes e pé diabético. O sistema pode facilmente vincular as residências e/ou pessoas, de acordo com a modalidade de avaliação proposta pelos profissionais de saúde das equipes de saúde da família. Dados de incidência e prevalência, taxas, proporções e coeficientes, relacionados ao diabetes e pé diabético, incluindo informações de mortalidade, podem ser visualizadas em recortes temporais de plotagem no mapa do ArcGIS.

Outro detalhe importante é que todas essas informações também podem ser associadas a equipes de saúde da família e/ou agentes comunitários de saúde. Portanto, indicadores de saúde podem ser associados a pacientes e/ou residências e vinculados a cada uma das equipes do Módulo de Saúde da Família Vila da Prata. Isso permite a verificação da situação atual dos indivíduos com diabetes que tenham pé diabético e/ou fatores de risco para complicações precoces, comparando-os entre as grandes macroáreas e também entre as microáreas de cada área de abrangência e entre todas as microáreas do bairro e, conseqüentemente, fazer o acompanhamento longitudinal para que mudanças positivas ou negativas possam ser avaliadas ao longo do tempo.

Mesmo que em geral, os indicadores sejam construídos com base em números, o ArcGIS permite que eles possam ser simbolizados por meio de figuras que são plotadas em uma área territorial, facilitando a visualização imediata de toda área.

O sistema desenvolvido combinando o Diabetic Foot System e o ArcGIS aproveita as informações sobre localização de residências e de pessoas e as integra a informações



individuais de cada uma dessas pessoas (indivíduos com diabetes e pé diabético). A ideia é utilizar todo o poder disponibilizado pelos mais diversos dispositivos digitais para analisar problemas complexos, modelar potenciais soluções e compartilhar informações e resoluções. O ArcGIS trabalha essencialmente através de Sistemas de Informações Geográficas (GIS) e a sua plataforma permite a utilização de mapas disponíveis online juntamente com os próprios dados geográficos, para que os usuários criem produtos de informações. Esses novos produtos gerados podem ser executados através de vários dispositivos eletrônicos, como desktops, smartphones e tablets (ESRI, 2015).

Para que a proposta de gestão da atenção ao pé diabético no Vila da Prata se tornasse uma realidade, várias questões precisaram ser resolvidas previamente. A primeira delas tinha a ver com os dados que seriam necessários para a construção da proposta e o bairro precisou ser estudado em detalhes. Foi necessária uma abordagem sistemática, principalmente porque não foram identificadas propostas semelhantes que pudessem servir de modelo de desenvolvimento. Não se verificou nenhuma proposta que estivesse construída a partir de um aplicativo de celular e tablet para avaliação sociodemográfica e clínica, integrada ao ArcGIS.

Foi necessário definir a importância e utilidade da proposta e definir claramente o problema que seria atacado, ação fundamental para definição dos dados que serão coletados e que são a base da construção do aplicativo. Consolidado, o aplicativo está pronto para adquirir, avaliar e organizar todos os dados que forem coletados. Várias tabelas de atributos podem ser geradas a partir do aplicativo e as informações convertidas para o Sistema de Informações Geográficas do ArcGIS, gerando novas informações de saúde. Tudo isso só pode ocorrer a partir de dados quantitativos, porque o Sistema de Informações Geográficas é basicamente uma tecnologia quantitativa (SMITH et al., 2017).

O ArcGIS é extremamente poderoso graças às suas diversas ferramentas. Uma delas, em especial, está preparada para fornecer suporte às mudanças inesperadas, o que provavelmente ocorrerá num sistema de saúde, onde as informações sociodemográficas e clínicas mudam a todo momento. O ModelBuilder™ permite o “encapsulamento” de todo o fluxo de trabalho, convertendo-o para um modelo, nesse caso, uma ferramenta de geoprocessamento totalmente personalizada que funciona com um único clique. Um modelo assemelha-se a um fluxograma ou diagrama contendo os passos para a criação de um produto. Formas geométricas representam entradas, saídas e processos, com setas conectando-se às formas para mostrar a sequência de operações. Além de uma ajuda visual, um modelo é um motor, de modo que os conjuntos de dados e ferramentas são incorporados, sendo que ao se executá-lo, ele define toda uma cadeia de operações de geoprocessamento. Existem várias

razões para se construir um modelo de análise. Ele é um diagrama que torna o fluxo de trabalho inteiro, transparente, permitindo revelar problemas e fragilidades. Um modelo armazena e documenta o fluxo de trabalho, tornando desnecessárias anotações sobre o que foi realizado e porquê. Modelos são flexíveis e podem ser compartilhados, permitindo atividade colaborativa. E finalmente, modelos são rápidos (SMITH et al., 2017).

O cadastramento individual complementa as informações sociais do indivíduo. A questão social está fortemente associada à diabetes. Indivíduos com baixo nível socioeconômico e de escolaridade vão adoecer mais cedo, mais frequentemente e vão morrer mais precocemente que as pessoas com melhores condições sociais e mais alta escolaridade. Em adição, o estado de estar doente pode piorar ainda mais a situação social do indivíduo com diabetes, porque ela é a décima maior causa de incapacidade em todo o mundo. Uma pessoa com diabetes não diagnosticada ou mal conduzida e mal controlada, pode apresentar sérias complicações que podem levar à cegueira, doença renal crônica e amputações de membros inferiores (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017b)

A partir da avaliação completa no Diabetic Foot System, o principal foco das equipes deve ser a identificação de complicações agudas e crônicas. Para cumprir essa finalidade, um dos principais módulos do aplicativo Diabetes Foot System é o de avaliação clínica, complementado pelos módulos de Exame Físico, Avaliação Neurológica, Avaliação Vascular e Índice Tornozelo-Braço (ITB), além do módulo de Avaliação da Feridas, todos pensados para servirem de base para avaliação dos principais aspectos que comprometem a saúde e a qualidade de vida das pessoas com diabetes.

Na primeira tela desse módulo de Avaliação Clínica Geral é possível a abordagem de aspectos relativos à classificação do diabetes, medidas antropométricas, pressão arterial e sua classificação, além da estratificação do risco metabólico e cardiovascular combinados. A finalidade é que o profissional de saúde esteja alerta às alterações que podem aumentar o risco cardiovascular, principalmente porque esses indivíduos têm esse risco aumentado. As informações de risco cardiovascular dessa primeira tela são complementadas pelas demais telas de avaliação.

O Módulo de Exame Físico inicia-se com a realização da plantigrafia, que é a impressão plantar dos indivíduos com diabetes, com a finalidade de identificar pontos alterados de pressão, principal causa de calosidades e de futuras úlceras nos pés dessas pessoas. Além disso, os profissionais são direcionados a procurarem identificar deformidades anatômicas que também podem promover pontos alterados de pressão que também aumentam o risco de desenvolvimento de lesões nos pés e nos dedos. Presença de dedos em martelo,

valgismo, joanetes e a grave Artropatia de Charcot, alertam para um alto risco nesses indivíduos. Outros aspectos como hidratação dos pés, coloração, temperatura, distribuição dos pêlos, integridade das unhas e o seu corte, também compõem a avaliação global das pessoas com pé diabético.

O módulo de Avaliação Neurológica que testa Sensibilidade Tátil, Sensibilidade Térmica, Sensibilidade Vibratória, Sensibilidade Dolorosa e o Reflexo de Aquileu, tem como principal finalidade a identificação de pessoas com Polineuropatia Diabética (PND), principal causa de amputação de membros inferiores em pessoas com diabetes. A abordagem da neuropatia será retomada nos parágrafos subsequentes (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2017; BUS; VAN NETTEN; LAVERY et al, 2016; PEDROSA, 2015; PHAM; ARMSTRONG; HARVEY et al, 2000)

O Módulo de Avaliação Vascular tem como finalidade principal o rastreamento da Doença Arterial Periférica, através da palpação dos Pulsos Arteriais Pediosos e Tibiais Posteriores e da pesquisa de sinais de isquemia crítica de membros, sinais de insuficiência venosa e sinais de infecção. Esse módulo é complementado pelo Módulo de Índice Tornozelo – Braço, uma das principais ferramentas isoladas de classificação de risco de amputação (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2017; BUS; VAN NETTEN; LAVERY et al, 2016).

Essas avaliações vasculares são extremamente importantes porque o pé diabético pode trazer muitas complicações e mortes. Adicionalmente, muitos indivíduos com diabetes vão morrer como resultado de Doença Cardiovascular (DCV). A DCV é uma das principais causas de morte e deficiência nos doentes de diabetes. A patologia afeta os vasos sanguíneos que fornecem sangue para o cérebro, resultando em doença cerebrovascular, doença arterial cerebral, hemorragia intracerebral e infarto cerebral; afeta os vasos que fornecem sangue para o coração, resultando em doença cardíaca isquêmica, doença cardíaca aterosclerótica, doença cardíaca coronária, angina do peito, ataque cardíaco (infarto agudo do miocárdio) e morte coronária repentina; afeta os vasos que fornecem sangue para os pés, resultando em doença arterial de extremidade inferior, isquemia ameaçadora de membros, claudicação intermitente e isquemia crítica de membro (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2016).

Nas pessoas com diabetes, além do risco aumentado de DCV, esses eventos críticos acontecem mais prematuramente, quando comparados a pessoas sem a doença. O risco também aumenta com a idade. Apesar da alarmante perspectiva de crescimento para as DCV, considerando as previsões de aumento do diabetes, o foco na prevenção dessas doenças em populações de risco pode reduzir a mortalidade e os altos custos envolvidos nos infartos

agudos e acidentes vasculares encefálicos. Nesses grupos populacionais a DCV pode ser reduzida a partir de um controle efetivo da glicemia, pressão arterial e colesterol total, abandono do tabagismo, alimentação saudável e aumento da atividade física. As mortes relacionadas à diabetes e DCV podem chegar a 80% do total em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento e a tendência é de manutenção do domínio da mortalidade por essas doenças até 2030, quando elas serão responsáveis por mais de três quartos das mortes no mundo (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2016). O Diabetic Foot System fornece as informações necessárias para implementação das atividades de acompanhamento e controle de indivíduos com diabetes e em risco de desenvolver DCV ou com a doença já instalada.

Em contrapartida, é imperioso salientar que o aplicativo Diabetic Foot System é apenas uma ferramenta para auxiliar no acompanhamento dos indivíduos com diabetes e risco aumentado de DCV e amputações. Cabe aos gestores a promoção de treinamentos específicos e regulares, de alta qualidade, e aos profissionais manterem-se qualificados para realizar esses acompanhamentos em alto nível.

Embora o aplicativo tenha módulo de acompanhamento para condições preexistentes, ele foi desenvolvido para ser utilizado com foco na prevenção. Essa modalidade de acompanhamento de eventos cardiovasculares em populações de alto risco pode reduzir a mortalidade e a carga econômica associada ao atendimento de pessoas que sofreram IAM e AVE. Acompanhamento de longo prazo (17 anos de seguimento), com tratamento intensivo em detrimento ao convencional, pode reduzir o risco de qualquer evento cardiovascular em 42% e o risco de IAM não fatal, AVE ou morte por DCV em 57%, para pessoas com diabetes tipo 1. A redução da taxa de glicose sanguínea e da hemoglobina glicosilada foram associadas à maioria dos efeitos positivos sobre a redução do risco cardiovascular, enquanto a microalbuminúria e a albuminúria foram associadas a um aumento significativo de DCV (NATHAN; CLEARY; BACKLUND et al, 2005). Todos esses controles receberam atenção especial no Diabetic Foot System.

As pessoas com diabetes tipo 2 e com microalbuminúria também podem ser beneficiadas pelo acompanhamento de longo prazo, a partir da intensificação de intervenções múltiplas como controle rigoroso da glicemia, uso de betabloqueadores do sistema renina – angiotensina, de aspirina e dos agentes hipoglicemiantes. O acompanhamento intensivo de longo prazo (13 anos de seguimento) de pacientes em risco, com diabetes tipo 2, com múltiplas combinações de drogas e as modificações no estilo de vida, foram associados a

efeitos benéficos nas complicações vasculares e na redução da mortalidade por qualquer causa (GAEDE et al., 2008).

Todos os indivíduos diagnosticados com diabetes devem realizar triagem anual para retinopatia através do exame de fundo de olho, parte componente do Diabetic Foot System. O rastreamento justifica-se porque a retinopatia diabética é uma complicação assintomática e quando descoberta em estágios iniciais, permite um tratamento mais eficiente. Essa triagem é ainda mais importante nos indivíduos com fatores de risco instituídos. A exemplo do que ocorre com outras complicações do diabetes, manter o controle efetivo da Hemoglobina Glicosilada (HbA1c) e uma pressão arterial menor que 130 x 80 mmHg, é fundamental para evitar o aparecimento da doença ou retardar a progressão quando estabelecida (Frier; Fisher, 2014). O bom controle metabólico, principal intervenção para evitar a doença, pode reduzir o seu aparecimento em até 76% e a sua progressão em 54% (DEAN, 2012).

Outra complicação que pode ser rastreada através do Diabetic Foot System é a Doença Renal. Mais de 80% dos casos de Doença Renal Terminal são causados por diabetes, hipertensão ou por uma combinação de ambas. A proporção estimada apenas para o diabetes varia de 12% a 55%, chegando a ser até dez vezes maior do que nas pessoas sem a doença (ODENIGBO; OGUEJIOFOR; ONWUBUYA; ONWUKWE et al., 2014). Aproximadamente 20% das pessoas com diabetes no Reino Unido e 40% dos diabéticos dos Estados Unidos desenvolverão insuficiência renal crônica (DEAN, 2012)

Desde o início dos anos 2000, vários testes diagnósticos e opções de tratamento foram propostos para prevenção e controle de complicações em pés de pessoas com diabetes. O Diabetic Foot System aprimorou as propostas de acompanhamento dessas pessoas, com base no que há de mais atual em testes de avaliação e tratamentos para essa condição. A experiência clínica também foi considerada no sentido de preparar o aplicativo para o manuseio pelos não especialistas.

Publicações de atualização recentes recomendam inspeção visual, verificação da temperatura da pele, exame dos calçados, exames de marcha, avaliação neurológica e vascular e educação contínua das pessoas com pé diabético. Calosidades devem ser removidas e os pontos de pressão aumentada no pé devem ser adequadamente abordados para uma descarga apropriada. O cuidado preventivo sempre deve ser a base de qualquer abordagem a pessoas com pé diabético para evitar o rompimento do tecido. Para as lesões abertas o tratamento deve seguir as diretrizes internacionais, com a promoção de abordagem adequada e a terapia tópica avançada. A identificação precoce de quadros de infecção deve ser priorizada. As úlceras de difícil cicatrização devem ser submetidas a um desbridamento. Em outras situações pode ser

necessário o enxerto de pele ou amputação. A abordagem de indivíduos com pré-ulcerações pode reduzir o risco de úlceras mais graves enquanto as úlceras ativas devem ser avaliadas por uma equipe de especialistas. Em muitos casos, o cuidado avançado deve ser imediatamente instituído, tanto para o paciente quanto para o leito da ferida (FRANKLIN; AVE; HAVEN, 2018; INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017b; BUS; VAN NETTEN; LAVERY et al, 2016).

O Diabetic Foot System está preparado para recolher todas essas importantes informações através do Módulo de Avaliação de Feridas que também pode ser integrado ao ArcGIS através de tabelas de atributos com informações individuais e específicas de cada um dos pacientes que forem lançados no sistema.

O Módulo de Avaliação de Feridas coleta dados sobre o número de feridas e etiologia, localização, tempo de evolução e tratamentos anteriormente instituídos, medidas do tornozelo para identificação de edema e verificação de assimetrias, medidas das panturrilhas e identificação de dor na ferida. Propõe ainda o registro dos tratamentos tópicos e tratamentos adjuvantes instituídos, além de outros controles relacionados ao estilo de vida. Esses aspectos são fundamentais para que as pessoas com pé diabético sejam protegidas pelo sistema de saúde.

Os indivíduos com pé diabético precisam que essa proteção do sistema de saúde seja efetiva, porque do contrário, apresentarão severas complicações que podem levar a amputações e mortalidade precoce em pleno período produtivo, piorando a situação econômica dos municípios. Essa proteção deve ser ainda mais efetiva para indivíduos com baixo nível socioeconômico e de escolaridade, nos quais o desenvolvimento de úlceras nos pés e amputações são bastante comuns. Fatores como pobreza, falta de saneamento básico, condições precárias de higiene e andar descalço podem agravar os danos ao pé diabético. A baixa renda pode dificultar o acesso a cuidados de saúde adequados, impedindo pessoas com úlceras diabéticas de procurarem atendimento até que elas estejam gravemente infectadas (LAZZARINI et al., 2015). O Diabetic Foot System pode estratificar os indivíduos com maior risco de amputação, com base nos aspectos sociais, como condições de renda, escolaridade, conhecimento da doença e preparo para o autocuidado, mas também com base em aspectos clínicos, de comorbidades e de complicações.

É importante repetir a imperiosa necessidade de qualificação dos profissionais para atendimento de pessoas com diabetes para que as complicações sejam identificadas precoce e oportunamente. O Diabetic Foot System foi preparado para que os profissionais tenham

acesso aos aspectos essenciais de avaliação. No entanto, se os profissionais não estiverem satisfatoriamente qualificados, a assistência a essas pessoas será comprometida.

A falta de treinamento dos profissionais pode ser um fator complicador para uma abordagem efetiva de pessoas com pé diabético. Apenas 25% dos indivíduos com diabetes relatam voluntariamente sintomas de neuropatia, apesar de mais da metade deles terem neuropatia identificada através de testes simples, como avaliação do Reflexo de Aquileu, teste de percepção de vibração com o diapasão de 128 hertz ou teste com monofilamentos. Entretanto, menos de 30% dos médicos reconhece sinais de neuropatia periférica diabética, mesmo quando os pacientes são sintomáticos. Os testes com monofilamentos podem chegar a detectar o dobro de prevalência de neuropatia identificadas pelos médicos, que subestimam a neuropatia em muitos pacientes com diabetes tipo 2 que estão sob seus cuidados (HERMAN; KENNEDY, 2005). A falha em detectar a neuropatia em pessoas com diabetes implica na ausência de intervenções oportunas para intervenção precoce e redução de desfechos adversos.

A maior morbidade associada à neuropatia somática é o desenvolvimento de úlcera no pé, que precede a gangrena e a perda do membro. A neuropatia aumenta o risco de uma pessoa com diabetes ser amputada em 1,7 vezes. Caso haja deformidades associadas, que em si são consequência da neuropatia, o risco de amputação aumenta 12 vezes. Caso haja antecedentes de ulceração, o risco de amputação aumenta 36 vezes (ARMSTRONG; LAVERY; HARKLESS, 1998). O módulo de Avaliação Neurológica do Diabetic Foot System está preparado para o rastreamento de neuropatias e pode identificar com facilidade os indivíduos com essa complicação.

Apesar da neuropatia diabética ter uma prevalência variável entre 10 e 100%, dependendo dos critérios e métodos utilizados para definição e de estar associada a 87% dos casos de amputação em pessoas com diabetes (VINIK; MEHRABYAN, 2004), de ser a principal causa de hospitalizações em indivíduos diabéticos, somando mais internações que todas as outras complicações do diabetes combinadas (BROWNLEE et al., 2016), os gestores e seus sistemas de saúde não têm preparado adequadamente os seus profissionais para enfrentar esse desafio e a cidade de Manaus é um desses desagradáveis exemplos. Infelizmente parece não estar claro para os gestores que graças às mudanças no comportamento humano e estilo de vida, o diabetes teve incidência aumentada em todo o mundo e que o desafio atual de enfrentamento exige novas estratégias.

A cada 7 segundos alguma pessoa morrerá em algum lugar do mundo por complicações evitáveis relacionadas ao diabetes, incluindo as complicações do pé, mesmo

quando se sabe que a ulceração do pé continua sendo a principal causa de internações hospitalares em países ocidentais; mesmo quando se sabe que muitas pessoas morrerão prematuramente, apesar de as evidências mostrarem que o diagnóstico precoce do diabetes e de suas complicações realizados por profissionais conscientes, combinados com apoio ao autocuidado e tratamento adequado, podem reduzir a magnitude do problema (PHILLIPS; MEHL, 2015).

A baixa efetividade pela falta de atenção dos profissionais com as pessoas doentes de pé diabético, pode estar associada à falta de preparo para abordagem dessas pessoas ou mesmo desinteresse. Com isso, perde-se a oportunidade de se interromper a progressão da doença e suas complicações, que são bastante complexas para tratar e que causam grandes impactos financeiros sobre o sistema de saúde. A necessidade cada vez maior de cuidados para pessoas com pé diabético e o aumento dos custos associados ao tratamento, pode causar um forte impacto financeiro sobre os sistemas de saúde (FRANKLIN; AVE; HAVEN, 2018), em especial quando os pacientes apresentam complicações, como infecções de feridas, por exemplo.

O risco de desenvolvimento de uma infecção pode ser 2.193 vezes maior em pessoas que desenvolveram pé diabético, quando comparados aos indivíduos diabéticos sem ferida. A infecção pode estar envolvida em até 71,7% das internações (LAVERY et al., 2006), aumentando significativamente os custos. As infecções de feridas em pé diabético chegam a ser a segunda categoria mais prevalente nos gastos com saúde e também a segunda maior causa de gastos com saúde, com variação de 6,2 a 18,7 bilhões de dólares. Os custos podem ser ainda mais elevados se realizados em ambiente hospitalar (NUSSBAUM; CARTER; FIFE et al., 2017).

A base para a correta abordagem de pessoas com pé diabético deve priorizar o diagnóstico precoce da infecção de úlceras, porque a infecção pode aumentar o risco de hospitalização em 55,7 vezes e o risco de amputação em 154,5 vezes (LAVERY et al., 2006).

Esta pesquisa pode ser utilizada para dar suporte às ações de atenção aos indivíduos com diabetes e pé diabético em Manaus. O bairro Vila da Prata foi utilizado como referência para a proposta que pode ser estendida para os outros bairros e toda a cidade. O bairro em toda sua extensão, as grandes áreas das três Equipes de Saúde da Família do MSFVP e todas as vinte e uma microáreas foram georreferenciadas e simbolizadas. Novos mapas foram criados e o geodatabase Diabetic Foot System foi preparado para desenvolver outros tantos à medida que o aplicativo Diabetic Foot System receber alimentação com os dados dos pacientes e a vinculação das tabelas de atributos. Os novos mapas gerados poderão ser



compartilhados como aplicativos acessáveis de dispositivos móveis ou através de um navegador, sem necessidade de instalação de quaisquer programas ou aplicativos.

Um novo modelo de gestão da atenção ao pé diabético foi proposto, considerado pelo autor como uma possibilidade de que a tragédia relacionada ao pé diabético tenha sua história futura, modificada. Embora este trabalho tenha sido implementado em condições simuladas, ele fornece a viabilidade necessária para ser testado em um ambiente clínico.

## CONCLUSÃO

O Diabetic Foot System em associação a uma plataforma GIS tem potencial para se tornar uma eficiente ferramenta de planejamento e gestão da atenção a pessoas com diabetes e pé diabético no bairro Vila da Prata, na cidade de Manaus – Amazonas. A força do modelo está baseada no georreferenciamento territorial, na Estratégia de Saúde da Família, na proposição de uma avaliação completa de pessoas com diabetes e pé diabético e por ter suas bases alicerçadas nas principais recomendações, evidências científicas e melhores práticas internacionais. Radicado em dispositivos móveis que possibilitam controle dados em tempo real, o foco é a identificação, tratamento precoce de complicações e estratificação de fatores de risco para amputações.

## REFERÊNCIAS

- AMAZONAS. **Perfil da Região Metropolitana de Manaus 2015**. Manaus: Governo do Estado do Amazonas, 2015. 183 p.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Classification and Diagnosis of Diabetes. **Diabetes Care**, v. 40, n. 1, p. 11-24, 2017.
- APELQVIST, J.; BAKKER, K.; VAN HOUTUM, W. H. et al. Practical guidelines on the management and prevention of the diabetic foot. **Diabetes/metabolism Research and Reviews**, v. 24, n. 1: p.181-7, 2008.
- ARMSTRONG, D. G.; LAVERY, L. A.; HARKLESS, L. B. Validation of a Diabetic Wound Classification System: The contribution of depth, infection, and ischemia to risk of amputation. **Diabetes Care**, v. 21, n. 5, p. 855–859, 1998.
- BARRIENTOS, S. et al. Clinical Application of Growth Factors and Cytokines in Wound Healing. **Wound Repair and Regeneration**, v. 22, n. 5, p. 569–578, 2014.
- BOELL, J. E. W.; RIBEIRO, R. M.; SILVA, D. M. G. V. da. Fatores de risco para o desencadeamento do pé diabético. **Rev. Eletr. Enf.**, v. 16, n. 2, p. 386–393, 2014.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014a.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013: Percepção do estado de saúde, estilo de vida e doenças crônicas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014b.
- BRASIL. **Manual do Pé Diabético: Estratégias para o Cuidado da Pessoa com Doença Crônica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2016a.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **e-SUS Atenção Básica: Manual do Sistema com Coleta de Dados Simplificada : CDS – Versão 2.1** [recurso eletrônico]. Brasília: Ministério da Saúde, 2016b.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigitel Brasil 2016**. Brasília: Ministério da Saúde, 2017a. Disponível em:  
<http://portal.arquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/abril/17/Vigitel.pdf>
- BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria 2.436/2017**. Brasília: Ministério da Saúde, 2017b.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Política Nacional de Atenção Básica. **Diário Oficial da União - DOU**, p. 7042, 2017c.
- BROWNLEE, M. et al. Complications of Diabetes Mellitus. In: **Textbook of Endocrinology**. 13th. ed. Philadelphia: Elsevier, 2016. p. 1484–1581.

- BUS, S. A.; VAN NETTEN, J. J.; LAVERY, L. A. et al. IWGDF guidance on the prevention of foot ulcers in at-risk patients with diabetes. *Diabetes Metab Res Rev.*, n. 32 (Suppl 1), 2016, p. 16-24.
- COSTA, C. A. Complicações Vasculares no Diabetes Mellitus tipo 2. **III Simpósio de Estomaterapia do Amazonas**, 2010.
- DEAN, J. Organising care for people with diabetes and renal disease. **Journal of Renal Care**, v. 38, n. SUPPL. 1, p. 23–29, 2012.
- DELARUE, J.; MAGNAN, C. Free fatty acids and insulin resistance. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, v. 10, n. 2, p. 142–148, 2007.
- ESRI. **ArcGIS® 1: Introdução ao GIS Versão 10.3**. New York: Esri Press, 2015.
- ESRI. **ArcGIS® 2: Fluxos de Trabalhos Essenciais – Versão 10.3**. New York: Esri Press, 2014.
- FRANKLIN, R.; AVE, H.; HAVEN, N. Updating the Diabetic Foot Treatment Algorithm: Recommendations on Treatment Using Advanced Medicine and Therapies. **Wounds**, v.30, n. 2: 29-35, 2018.
- FRIER, B. M.; HELLER, S. R.; MCCRIMMON, R.J.. Hypoglycemia in Clinical Diabetes. Third Edition. Wiley-Blackwell, 2014. 400p.
- GAEDE, P. et al. Effect of a Multifactorial Intervention on Mortality in Type 2 Diabetes. **New England Journal of Medicine**, v. 358, p. 590–591, 2008.
- GREEN, K.; CONGALTON, R. G.; TUKMAN, M. **Imagery and GIS: Best Practices for Extracting Information from Imagery**. New York: Esri Press, 2017.
- GRUPO DE TRABALHO INTERNACIONAL SOBRE PÉ DIABÉTICO. **Consenso Internacional sobre Pé Diabético**. Brasília: Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal, 2001.
- HERMAN, W. H.; KENNEDY, L. Underdiagnosis of peripheral neuropathy in type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v. 28, n. 6, p. 1480–1481, 2005.
- IBGE. **Estimativas da população residente nos municípios e para as unidades da federação brasileiras com data de referência em 1º de julho de 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/natal/pesquisa/38/46996>
- IBGE. **Estimativas da população residente nos municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1o de julho de 2012**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/natal/pesquisa/38/46996>
- IBGE. **Atlas do Censo Demográfico de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013a.
- IBGE. **Retificação nas estimativas das populações municipais divulgadas em 29 de agosto de 2013**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013b.

IBGE. **Estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1o de Julho de 2013**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013c.

IBGE. **Estimativa de População Residente no Brasil e Unidades da Federação com Data de Referência em 1 de Julho de 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2014/estimativa\\_dou\\_2014.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2014/estimativa_dou_2014.pdf)

IBGE. **Estimativa de População Residente no Brasil e Unidades da Federação com Data de Referência em 1 de Julho de 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2014/estimativa\\_dou\\_2014.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2014/estimativa_dou_2014.pdf)

IBGE. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1o de Julho de 2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

IBGE. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1o de Julho de 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IBGE. **Brasil em Síntese. Amazonas. Manaus. Panorama**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manaus/panorama>. Acesso em: 10.1.18.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **International Consensus on the Diabetic Foot & Practical Guidelines on the management and prevention of the diabetic foot**. International Working Group on the Diabetic Foot, 2007.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas: 2014 Update**. 6th Ed. Disponível em [www.idf.org/sites/default/files/DA-regional-factsheets-2014\\_FINAL.pdf](http://www.idf.org/sites/default/files/DA-regional-factsheets-2014_FINAL.pdf). Acesso em: 8.12.14.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **Diabetes Atlas de la FID: Séptima Edición**, 2015. 144 p. Disponível em: <http://www.diabetesatlas.org/component/attachments/?task=download&id=78>. Acesso em: 22.2.2018.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **Diabetes Atlas de la FID: Octava edición 2017a**. 148 p. Disponível em: [http://diabetesatlas.org/IDF\\_Diabetes\\_Atlas\\_8e\\_interactive\\_ES/](http://diabetesatlas.org/IDF_Diabetes_Atlas_8e_interactive_ES/). Acesso em: 22.2.2018.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Clinical Practice Recommendation on the Diabetic Foot - 2017: A guide for health care professionals**. International Diabetes Federation, 2017b. 70p. Disponível em: <https://www.idf.org/component/attachments/?task=download&id=1152>. Acesso em: 22.2.2018.

KIM, P. J. et al. Negative Pressure Wound Therapy With Instillation: Review of Evidence and Recommendations. **Wounds: a compendium of clinical research and practice**, v. 27, n. 12, p. 2–19, 2015.

LAVERY, L. A. et al. Risk factors for foot infections in individuals with diabetes. **Diabetes Care**, v. 29, n. 6, p. 1288–1293, 2006.

LAZZARINI, P. A.; HUM, S. E.; FERNANDO, M. E. et al. Prevalence of foot disease and risk factors in general inpatient populations: A systematic review and meta-analysis. **BMJ Open**, v. 5, n. 11, p. 1–16, 2015.

LEUNG, T. *Beginning PowerApps: The Non-Developers Guide to Building Business Mobile Applications*. United Kingdom: Arpress, 2017. 383p.

LI, R. et al. Medical costs associated with type 2 diabetes complications and comorbidities. **The American journal of managed care**, v. 19, n. 5, p. 421–30, 2013.

NATHAN, D. M.; CLEARY, P. A.; BACKLUND, J. Y. et al. Intensive Diabetes Treatment and Cardiovascular Disease in Patients with Type 1 Diabetes. **New England Journal of Medicine**, v. 353, n. 25, p. 2643–2653, 2005.

NUSSBAUM, S. R.; CARTER, M. J.; FIFE, C. E. et al. An Economic Evaluation of the Impact, Cost, and Medicare Policy Implications of Chronic Nonhealing Wounds. **Value in Health**, v. 21, n. 1, p. 27–32, 2017.

ODENIGBO, C.; OGUEJIOFOR, O.; ONWUBUYA, E.; ONWUKWE, C. et al. The prevalence of chronic kidney disease in apparently healthy retired subjects in asaba, Nigeria. **Annals Of Medical And Health Sciences Research**, v. 4, n. 2, p. 128–132, 2014.

PHILLIPS, A.; MEHL, A. A. Diabetes mellitus and the increased risk of foot injuries. **Journal of Wound Care**, v. 24, n. 5, (Suppl 2):4-7, 2015.

PEDROSA, H. C. Neuropatia diabética. [S.l.]: Sociedade Brasileira de Diabetes; 2014-15. [acesso em 8 set 2018]. Disponível em:  
<https://www.diabetes.org.br/ebook/component/k2/item/39-neuropatia-diabetica-periferica>.

PHAM, H.; ARMSTRONG, D. G.; HARVEY, C. et al. Screening techniques to identify people at high risk for diabetic foot ulceration: a prospective multicenter trial. *Diabetes Care*, n. 23, v. 5, 2000, p. 606-11.

PIMPLER, E. **Building Web and Mobile ArcGIS Server Applications with JavaScript: Master the ArcGIS API for JavaScript, and build exciting, custom web and mobile GIS applications with the ArcGIS Server**. Birmingham: Packt Publishing, 2014.

RIZA, A. L. et al. Clinical management of concurrent diabetes and tuberculosis and the implications for patient services. **The Lancet Diabetes and Endocrinology**, v. 2, n. 9, p. 740–753, 2014.

ROY, T.; LLOYD, C. E. Epidemiology of depression and diabetes: A systematic review. **Journal of Affective Disorders**, v. 142, n. SUPPL., p. S8–S21, 2012.

SHEKHAR, S.; XUN ZHOU; XIONG, H. **Encyclopedia of GIS**. Second ed. Gewerbestrasse: Springer, 2017.

SMITH, D. et al. **Understanding GIS: An ArcGIS Pro Project Workbook**. Third ed. New York: Esri Press, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018. São Paulo: Clannad, 2017.

TOMS, S.; BEIRNE, D. O. **ArcPy and ArcGIS: Automating ArcGIS for Desktop and ArcGIS Online with Python**. Second ed. Birmingham: Packt Publishing, 2017.

ULLAH, F. et al. Knowledge of Diabetic Complications in Patients With Diabetes Mellitus. **Journal of Ayub Medical College**, v. 27, n. 2, p. 360–3, 2015.

VIJAYARAGHAVAN, J.; DHANAPAL, Y. **ArcGIS for Javascript Developers by Example: A practical guide to get you creating powerful mapping applications using the rich set of features provided by the ArcGIS JavaScript API**. Birmingham: Packt Publishing, 2016.

VINIK, A. I.; MEHRABYAN, A. Diabetic neuropathies. **Med Clin N Am**, v. 88, p. 947–999, 2004.

WU, S. C.; DRIVER, V. R.; WROBEL, J. S.; ARMSTRONG, D. C.. Foot ulcers in the diabetic patient, prevention and treatment. **Vascular Health and Risk Management**, v. 3, n. 1, p. 65-76, 2007.

WU, S. C.; MARSTON, W.; ARMSTRONG, D. G. Wound care: The role of advanced wound healing technologies. **Journal of Vascular Surgery**, v. 52, n. 3 SUPPL., p. 59S–66S, 2010.

YAU, J. W. Y. et al. Global Prevalence and Major Risk Factors of Diabetic Retinopathy. **Diabetes Care**, v. 35, n. 3, p. 556–564, 2012.

YOU, W. P.; HENNEBERG, M. Type 1 diabetes prevalence increasing globally and regionally: the role of natural selection and life expectancy at birth. **BMJ Open Diabetes Res Amp Care**, v. 4, 2016.