

PROJETO WEBDENGUE: EVOLUÇÃO E RECURSOS PARA IMPLANTAÇÃO

Marcos Negreiros (UECE), Nelson Maculan (UFRJ), Adilson Xavier (UFRJ)

RESUMO

Este relatório técnico apresenta a evolução das ações realizadas ao longo de 18 anos para a construção e implantação do Framework Computacional WebDengue no Brasil, desde sua concepção em 2002 até meados de 2020. Na evolução, apresenta-se as principais dificuldades nas tentativas de negociação com diversos municípios brasileiros (Fortaleza, Rio de Janeiro, Manaus, Brasília e outras) e o aprendizado obtido, onde foram levadas as mensagens sobre o funcionamento do Framework. Explora-se também as ações individuais de alguns estados como Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro, São Paulo e outros que individualmente tentam ou mesmo estão fazendo o acompanhamento da evolução da Dengue de algum modo através da TI, com a base tecnológica desenvolvida para o Webdengue ou mesmo por ação individual original. Finaliza-se o relatório apresentando a nova ferramenta incorporada ao Framework, um Datawarehouse com motores de decisão para geração de previsão de agrupamentos de casos de Dengue da próxima semana epidemiológica, uma poderosa arma para os gestores da saúde epidemiológica.

Palavras Chaves: SAD para Saúde, Controle Epidemiológico, Logística da Dengue.

REVISADO EM DEZEMBRO/2020

1. INTRODUÇÃO

O projeto Webdengue tem sido uma importante e contínua missão de vida abraçada por um grupo de pesquisadores brasileiros, para atender à humanidade na prevenção, controle e combate a doenças provocadas por Arboviroses (Dengue, Chikungunya, Zica e outras) através de uma solução capaz de unir os melhores recursos computacionais provenientes de modelos da Pesquisa Operacional, Modelos Ambientais usando Geoprocessamento, modelos integrados de Engenharia de Software, Bancos de Dados e Redes de Computadores, assim como e principalmente modelos Epidemiológicos.

Este projeto foi financiado em sua maioria pelo Governo Brasileiro (através de bolsas de estudo e projetos multi-institucionais locais, nacionais e internacionais) e com desenvolvimento e sustentação da iniciativa privada ao longo de 17 anos. Tal iniciativa respaldou soluções brasileiras atualmente em uso, assim como o interesse internacional de mais de 9mil pesquisadores, desde a publicação de artigos técnicos completos em nível nacional e internacional sobre este trabalho em 2009 e 2010.

A dengue tem sido objeto de grande preocupação mundial, uma vez que se trata de uma doença ressurgente provocada pela transmissão dos vírus Den 1, Den 2, Den 3, Den 4 através dos mosquitos *Aedes aegypt* e *Aedes albopictus*, que assolam toda a região tropical do mundo, compreendendo mais de 1.8 bilhões de pessoas passíveis de serem infectadas.

Uma vez que até hoje não há vacina efetiva para a Dengue, a complexidade do processo de prevenção e controle da doença é muito grande, envolvendo somente no Brasil gastos superiores a 1.6 bilhões de reais anuais. Tais recursos poderiam ser melhor empregados se a logística da dengue fosse mais efetiva, e utilizasse os recursos da Pesquisa Operacional e os mais novos recursos computacionais na direção da supressão da rápida expansão da doença.

O projeto Webdengue busca tratar tal complexidade, considerando os elementos primordiais da prevenção e controle efetivo da doença, nas suas mais diversas frentes. Ao longo de anos, os pesquisadores do projeto se envolveram diretamente com o problema, frequentando os centros de zoonoses, conhecendo o dia a dia dos agentes sanitaristas e suas necessidades, acompanhando o dia a dia dos médicos epidemiologistas, acompanhando o pessoal da gestão da doença nas secretarias municipais, estaduais e federais. Um esforço enorme, com uma disposição principia de salvar importantes vidas humanas do terrível vírus.

Este trabalho resume as ações desenvolvidas neste projeto, indicando historicamente o que fora desenvolvido ao longo das diversas etapas de sua realização na seção 2, assim como as fases de sua implantação na seção 3.

2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO WEBDENGUE

Em 1996, o prof Marcos Negreiros desenvolveu em sua tese de Doutorado, defendida no PESC-UFRJ antiga COPPE-Sistemas sob a orientação do prof Nelson Maculan, um conjunto de aplicações na área de Pesquisa Operacional relacionadas ao problema logístico de roteamento em arcos. Entre as aplicações estava elencado o problema de controle epidemiológico da Dengue, que à época usava-se veículos fumacês regularmente nos períodos pré-epidêmicos e epidêmicos de Dengue. Relatou-se ali, os desdobramentos necessários e a complexidade do problema, assim como a necessidade eminente de soluções de Otimização Combinatória para mitigar o problema e reduzir os enormes custos operacionais da logística empreendida no controle do mosquito.

Mais tarde, durante as epidemias de dengue de 2002 e 2003 em Fortaleza, a equipe de pesquisadores da UECE e UFRJ composta pelos professores Marcos Negreiros (UECE), Airton Xavier (UFC-UECE), José Wellington Lima (UECE), Nelson Maculan (UFRJ) e Adilson Xavier (UFRJ) juntamente à equipe de bolsistas do LCC-UECE, LABOTIM (UFRJ), estagiários e analistas da GRAPHVS Consultoria Ltda, resolveram

juntar esforços para desenvolver um projeto computacional de apoio a decisão para a prevenção e combate à Dengue.

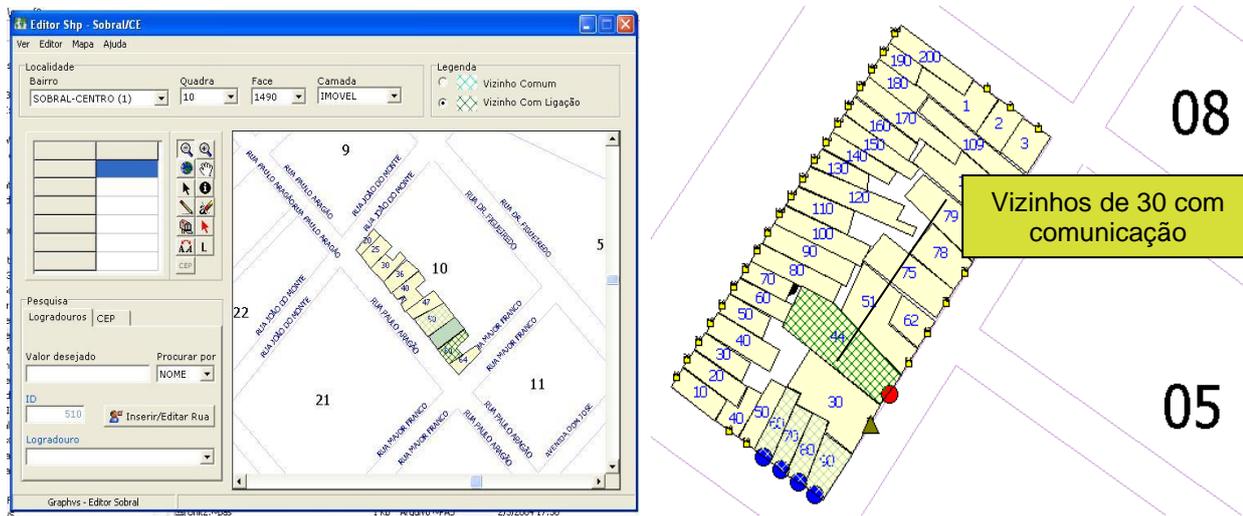


FIGURA 1: Editor de produção paralela de mapas digitais especializado na identificação de situações peculiares em campo – Sobral/CE.

Nesta direção, buscou-se apoio para a execução do projeto junto aos órgãos de fomento (FUNCAP, CAPES e CNPq), assim como a outras instituições públicas, tendo a equipe encontrado na cidade de Sobral/CE seu primeiro suporte, com o então secretário de Saúde do município, Dr Odorico Andrade. O desafio foi iniciar o projeto também com os recursos da GRAPHVS Consultoria em Geoprocessamento, onde recentemente havia adquirido o primeiro geoprocessador ESRI (MapObjets – biblioteca para tratamento e georreferenciamento de objetos geográficos; ArcIMS – Geoprocessador para web) com recursos da FUNCAP e próprios da empresa.

Com bolsas de apoio tecnológico para três alunos e um analista, foi desenvolvido um editor de mapas, GeoGRAPHVS, que permitiu à cidade organizar a infraestrutura de mapas digitais com quadras, ruas, e toda a base de mapeamento da cidade, assim como armazenar os casos e focos de dengue da cidade referentes ao ano de 2004.

O Geoprocessador permitiu a digitalização de lotes residenciais, os quais identificavam peculiaridades que facilitavam a movimentação de Aedes nas quadras da cidade, entre

residências vizinhas comunicantes (que tinham passagem entre si). Em Sobral/CE, por exemplo, muitas quadras possuíam áreas não ocupadas que eram usadas como banheiro ao ar livre no passado. Tais áreas eram criadouros naturais de *Aedes*, e não se sabia por que não se conseguia eliminar os focos do mosquito, FIGURA 1.

Com os primeiros resultados do projeto, o grupo, agora com a coordenação do prof Marcos Negreiros, obteve apoio da CAPES/COFECUB-FR em um projeto de quatro anos, onde se juntou às equipes da Université de Avignon e à Universidade Federal do Ceará, assim como obteve apoio da FUNCAP no programa Empresas Competitivas para a GRAPHVS Consultoria que financiou infraestrutura básica para a empresa, do CNPq no RHAIE-Inovação com bolsas para os alunos de IC-UECE, e por fim do programa ALFA-EURO onde diversas universidades da América Latina (UECE, UFC, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE), Universidade de Montivideo, Universidade do Chile e Universidade de Concepción) e Europa (Université de Avignon, Universidade Libre de Bruxelas e Università de Bologna) se juntaram para formar mestres e doutores em Pesquisa Operacional, com o apoio da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Toda a equipe de pesquisadores se juntou ao esforço da equipe da GRAPHVS no desenvolvimento da solução para as cidades de Sobral e de Fortaleza, a partir de 2004, quando se obteve o apoio do Centro de Zoonoses da Regional II de Fortaleza, com o Coordenador Geral Carlos Barbosa, e do recém empossado secretário de saúde do município Dr Odorico Monteiro.

Nesse período, o projeto concentrou esforços na definição de um banco de dados para o controle vetorial da dengue, na interface web para aquisição de dados de focos de *Aedes* e casos humanos da doença, na implantação e teste de “hand-helds” à época chamados de Palm Tops (para aquisição de dados em campo, e agilidade no processamento da informação), e no sistema de gestão logística dos agentes sanitaristas. Em Agosto de 2005 o sistema já estava em plena operação, coletando informações e planejando os serviços para a cidade, tendo como meta principal o acompanhamento dos principais criadouros de *Aedes*, com a equipe de 14 agentes do

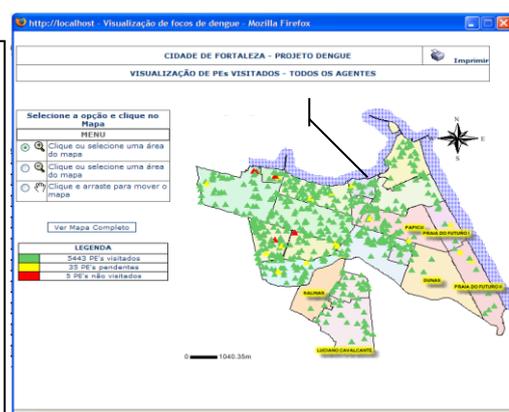
controle de pontos estratégicos. A equipe foi reduzida para 11 agentes, devido à reorganização sistêmica feita pela Coordenação da Zoonoses da Regional II de Fortaleza, cujo resultado provinha da utilização dos recursos de gestão logística e do melhor controle do serviço à mão do gestor da regional.

Controlava-se rotas de agentes, visitas aos criadouros, gastos com inseticidas, e muito mais. Semanalmente eram atualizadas as bases de criadouros, e a cada 15 dias, a equipe tinha que fazer os mapas com os novos criadouros provenientes do controle epidemiológico, e carregar os Palm Tops que eram operados com todo o cuidado pelos agentes (medo de “acontecer qualquer coisa”). Isto foi feito iniciando por um agente durante um mês, onde o software foi ajustado às necessidades dele em campo e feitas facilidades para tornar mais intuitivo o uso da ferramenta no Palm Top. Depois todos os demais agentes foram treinados a usar o mesmo equipamento. Alguns, porém, resistiram (alegando medo de roubo, responsabilidade pela quebra, outras) sendo então necessário fazer relatórios para os registros manuais eles preenchidos.

O FRAMEWORK Computacional para o controle de doenças provocadas por zoonoses foi então consolidado com uma apresentação à Secretaria da Vigilância da Saúde (SVS-PMF) em novembro de 2005, onde foi demonstrado todo o trabalho realizado para Fortaleza naquele ano. Mostrou-se também que já se estava catalogando os dados de casos humanos de 2004, além dos dados de 2005 que já estavam disponíveis. Estas informações seriam usadas para ampliar o controle para as demais regionais da cidade, e começar o trabalho de alimentação dos dados para o controle epidemiológico. À época, Fortaleza contava com aproximadamente 800 agentes sanitaristas, e apavorava aos gestores a compra de 800 Palm Tops que custavam não mais que US\$ 120 cada. O projeto então parou!

RESULTADO: De **5483 visitas** a pontos estratégicos (12 ciclos e 13 agentes da Regional II) entre Jun-Nov/2005, **somente um imóvel** com *Aedes* permaneceu no final de Novembro.

MOTIVO: Monitoramento intensivo do supervisor usando o Webdengue e retorno das áreas com problemas à responsabilidade dos agentes.



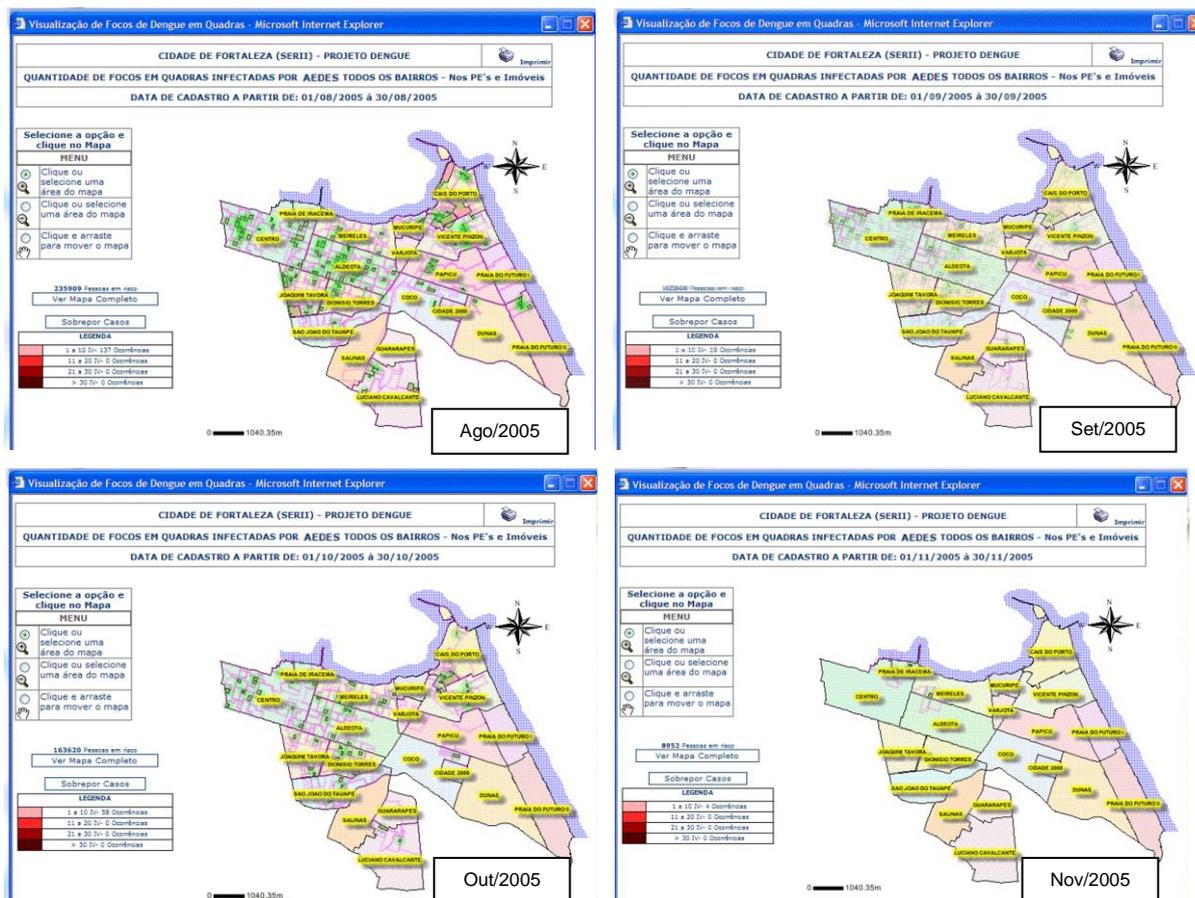


FIGURA 2: Resultado do trabalho coordenado com a Coordenação de Zoonoses da Regional II de Fortaleza com apenas dois Focos ao final do período entre Ago-Nov/2005, ou (01) um foco ao final de Novembro/2005.

Em Julho de 2005 o projeto ganha uma importante menção honrosa, tendo sido agraciado com o segundo lugar no prêmio IFORS in Development, em Honolulu/HW-USA.

Vale salientar que por um lapso temporal, não foi divulgado para a prefeitura o resultado do projeto com o trabalho coordenado junto com o Centro de Zoonoses da Regional II. Ainda não havia sido compilado tais resultados, e devido a isto, essa importante informação não foi dada. Em Nov/2005, com o trabalho realizado ao longo de 5 meses com o Centro de Zoonoses, atingiu-se a marca de 2 focos apenas ao final durante o mês de Nov/2005. Tal resultado, jamais visto antes no controle entomológico, foi resultante dos sistemas de apoio a decisão e do trabalho coordenado de

visualização dos casos e focos juntamente aos agentes sanitários de Fortaleza que se sensibilizaram com a responsabilidade de deixar sua área “limpa de Aedes”.

Três anos depois, em Ago/2008, já com a equipe desfeita, a equipe da UECE foi convidada a participar de um processo licitatório na SVS-PMF com recursos do Banco Mundial, para geoprocessar toda a cidade de Fortaleza. O trabalho implicava em gerar a malha viária da cidade com correção de endereços. Foi além, entregou-se para a cidade todas as quadras geoprocessadas do controle da dengue, permitindo que o município pudesse fazer todo o trabalho de acompanhamento do *Aedes* na cidade. A GRAPHVS realizou este projeto, incluindo o trabalho de seus analistas (3) e uma equipe de 8 alunos do Laboratório de Computação Científica da UECE. Recursos de geoprocessamento paralelo foram incluídos neste trabalho, onde foi possível que os oito alunos digitalizassem a cidade cada um em sua bancada independentemente, e simultaneamente um módulo de serviço mestre unia os mapas consolidados. Isto permitiu digitalizar a cidade inteira em menos de 4,5 meses, usando o software GeoGRAPHVS.

Unindo-se todos os apoios diretos recebidos, e considerando o projeto Alfa-Euro, o investimento total neste projeto foi de R\$ 690k, enquanto que a GRAPHVS investiu em torno de R\$ 540k aproximadamente, para elaborar, desenvolver e manter todo o projeto.

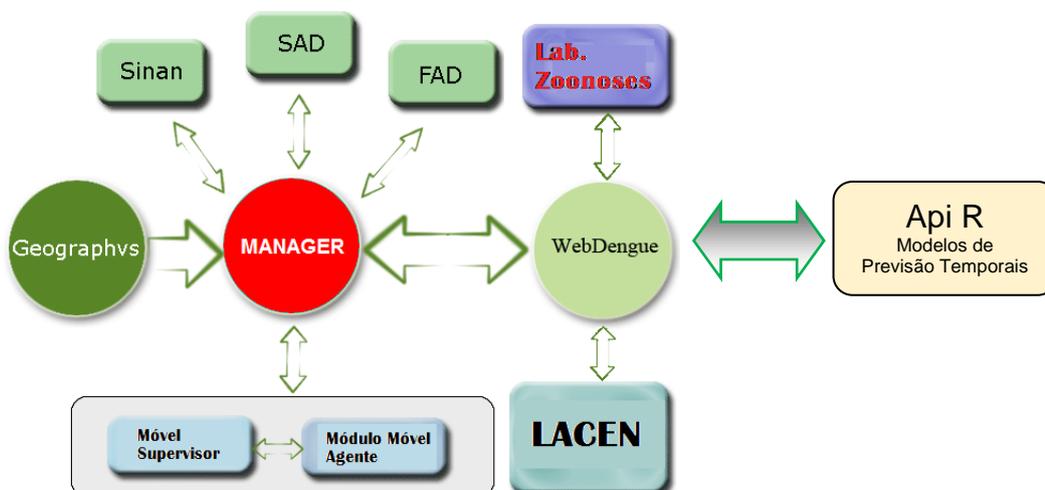


FIGURA 3: Arquitetura do Framework Computacional Webdengue em 2009

A FIGURA 3 mostra o framework computacional Webdengue conforme fora concebido entre 2004-2009. O framework utiliza, desde sua concepção, o banco de dados SQL-Server da Microsoft™, o geoprocessador MapObjects e ArcIMS da ESRI™ e utiliza as linguagens PHP e Javascript para web, Delphi para o sistema de apoio a decisão Gestor (Manager) e o Geoprocessador de produção mapas digitais em paralelo Geographvs. Os aplicativos para Smartphones (Supervisor e Agente) foram desenvolvidos em Java, enquanto foi acoplada uma api do software R para rodar os modelos de previsão (Holt-Winters, STL, LM, ARIMA ou ETS para chuvas, casos e focos), FIGURAS 4, 5 e 6.

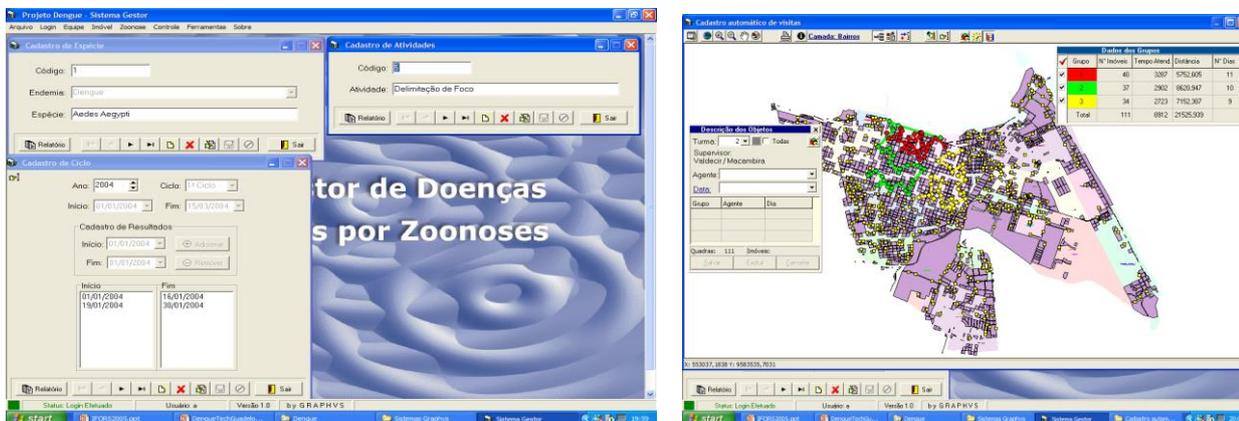


FIGURA 4: Módulo Gestor, para atribuição de agentes a regiões de serviço, e elaboração de sequencias de serviço em rotas dos agentes em pontos do controle f local. (Fonte: Gestor- Webdengue).

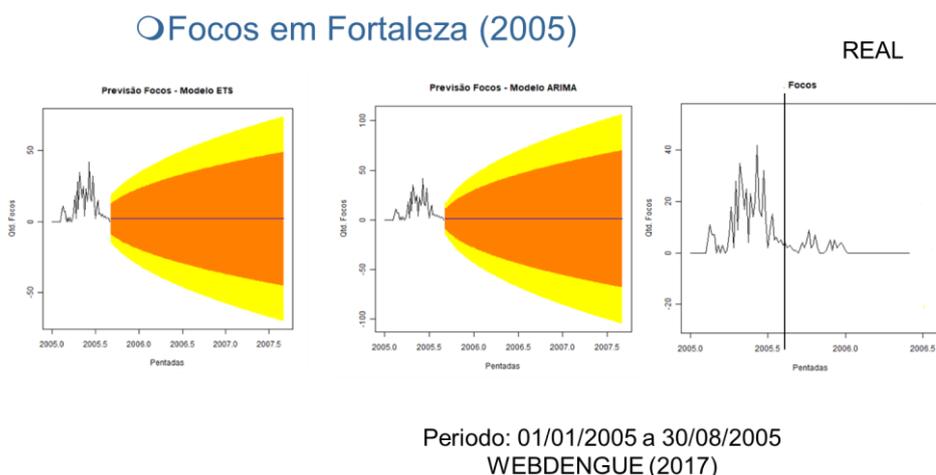


FIGURA 5: Previsão da evolução de focos em Fortaleza, 2005 usando a api R no Webdengue. (Fonte: Webdengue)

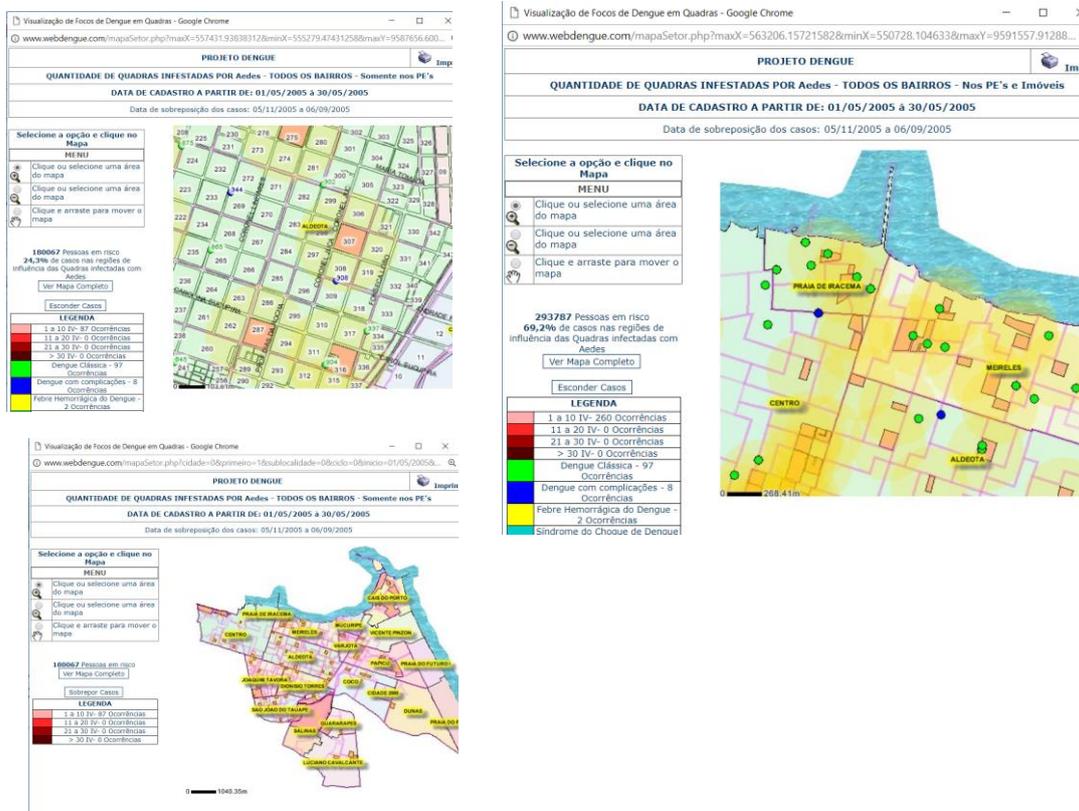


FIGURA 6: Módulo Webdengue, visão individual de casos humanos e focos de Aedes, e cruzada, com indicadores de risco à população pela presença da Dengue nas regiões. (Fonte: Webdengue)

Com a grande epidemia de dengue em 2008 no Rio de Janeiro, a mídia nacional e internacional tomou conhecimento do Webdengue e o uso dos Palm Tops na coleta de informações. Com a divulgação dos resultados de Fortaleza/CE, indicados no Jornal do Brasil, a grande mídia (rádios, TVs e jornais) concentrou seus esforços em promover entrevistas com o prof Adilson Xavier explicando sobre o sistema e suas vantagens de uso. O país tomou conhecimento da Pesquisa Operacional como ciência, e suas diversas possibilidades. Porém a cidade continuou com a epidemia, e nada pode ser feito à época.

Ao final em Nov/2008, a Secretaria de Estado de Saúde e Defesa Civil do Rio de Janeiro/RJ (SESDCRJ), solicitou da COPPETEC-UFRJ o desenvolvimento de um projeto onde seriam indicados tão somente a situação operacional da dengue na

cidade do Rio de Janeiro, porém propondo soluções para o efetivo controle. Naquele ano, já em 2009, a cidade estava passando por um surto de dengue, tendo organizado uma infraestrutura de informação importante que era administrada pelo Corpo de Bombeiros. Este projeto foi alavancado bravamente a “duras penas” pelo Prof Adilson Xavier (UFRJ), que por meses ininterruptos batalhou a inserção da solução Webdengue para a cidade do Rio de Janeiro. Teve porém todo o apoio da UECE e do grupo de analistas da GRAPHVS durante a sua execução, tendo sido a apresentação final realizada no gabinete do então secretário de saúde do estado e o relatório final elaborado integralmente pelos professores Adilson Xavier e Marcos Negreiros.

O projeto utilizou mapas digitais da cidade do Rio de Janeiro provenientes do *Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP)*, localizou os centros de controle da dengue, realizou uma etapa importante que foi conhecer o lado do controle epidemiológico dos casos humanos nos hospitais e UPAs. Identificou-se a necessidade de um novo recurso de acompanhamento dos casos humanos, haja vista a subnotificação comum nestas situações de epidemia de dengue. Foi disponibilizado para o estado do Rio de Janeiro todo o trabalho realizado com o Webdengue, e indicado o uso de Smartphones no controle realizado pelos agentes sanitários, assim como para os médicos epidemiologistas. Mostrou-se que as plataformas poderiam se integrar ao servidor web do Webdengue com a maior agilidade, e novos serviços de notificação poderiam funcionar para denunciar focos de dengue na cidade, além de regular duplicidades e informações falsas. À época (2009) o Rio de Janeiro operava com 294 supervisores e 1480 agentes sanitários, muitos descomprometidos com o processo, além de altíssimos índices de infestação jamais vistos pela equipe.

O estado do Rio de Janeiro resolveu então, por si só, desenvolver um aplicativo para os agentes controlarem a dengue, o Monitora Dengue. Este projeto custou aos cofres públicos estaduais cerca de R\$ 2M, e basicamente utilizou os recursos dos Smartphones produzidos para o Censo do IBGE de 2010, que continham câmera fotográfica, GPS e uma boa quantidade de memória e banco de dados SQL embarcado. O software, fixo no Smartphone, vem com bons recursos para anotações de campo, assim como indicadores de resultados. O projeto foi transferido para todo o

país, junto com os Smartphones do Censo do IBGE de 2010 em doação. O ciclo de informação proposto pelo projeto Monitora Dengue foi elaborado conforme a FIGURA 7.

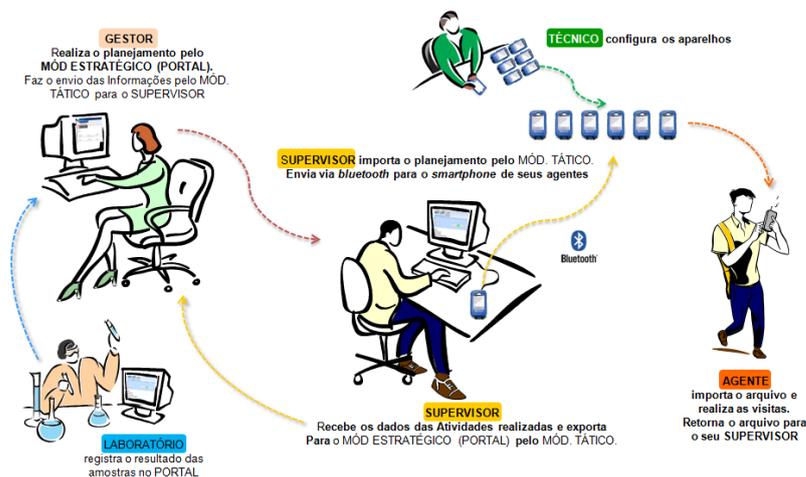


Figura 7: Ciclo de informação e uso do aplicativo Monitora Dengue.

O esforço do Monitora Dengue não teve êxito, pois ao que nos fora informado não existia vinculação entre estes dados e um serviço de gestão e controle dos agentes, assim como a utilidade de visualização, análise e previsão do processo epidemiológico.

O Framework Computacional desenvolvido é formado por um conjunto de seis sistemas computacionais (Webdengue, Gestor, Geographvs, Dynagraph, Móvel Supervisor, Móvel Agente) que interagem entre si com o objetivo de tratar de forma integrada e rápida as informações relacionadas à operação do controle e combate, e ao acompanhamento da evolução da doença em humanos.

É também objetivo promover com que o tempo de processamento da informação (entre notificação e publicação aos gestores e até mesmo à população) caia dos atuais 15 a 30 dias para o mesmo dia da notificação, ao mesmo tempo em que se aumenta a precisão da informação notificada, e se organiza de forma racional a tomada da decisão para a distribuição de recursos de prevenção e combate (agentes sanitaristas, veículos e localização de armadilhas).

Em 2014 a cidade de Fortaleza introduziu o sistema SIMDA, composto de um servidor web que permite o geoprocessamento e a divulgação dos casos de dengue na cidade, tendo usado como base o trabalho de geoprocessamento realizado para a SVS-PMF, porém hoje usa a base de mapas OSM. Este sistema foi considerado modelo pela TDR-WHO (Tropical Disease Research, World Health Organization), e utiliza as principais premissas de visualização de casos do Webdengue. Foi mais recentemente incorporado ao monitoramento dos casos de Chikungunya e Zica da recém epidemia ocorrida em 2016 no Brasil. Este sistema funciona até hoje somente para Fortaleza/CE, e tem sido usado como referência para alimentar os dados de um dos softwares do Webdengue, o Datawarehouse Dynagraph, um visualizador espaço-temporal para o controle de doenças epidemiológicas.

O esforço no controle da dengue continuou nesta mesma direção também sem provocar grandes mudanças no país. O prof Marcos Negreiros foi chamado a Brasília/DF por várias vezes, elaborou projetos para aquela cidade, e mais recentemente (2018), ainda no Governo de Michel Temer, foi convidado ao Ministério da Saúde para apresentar a solução Webdengue, com simpatia da SVS-Coordenação Nacional da Dengue. Ao mesmo tempo o governo do estado do Ceará, Secretaria de Saúde do estado, convidou e ouviu o professor considerando a hipótese de implantar a solução Webdengue em nível estadual. Foi proposto um modelo geral em 3 camadas para controle e prevenção da Dengue, Chikungunya ou Zica, que pudesse ser replicado em várias frentes a partir dos municípios, já que a base do controle individualizado é do município, Figura 8.

O Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS) e o Laboratório de Estudos Epidemiológicos (LEEP) da UFRN têm realizado um notável desenvolvimento na área, atuando em diversas frentes do controle epidemiológico da Dengue e Chikungunya no Rio Grande do Norte, incluindo a produção de aplicativos para denúncia de focos de Aedes e Sala de Situação Estratégica em Saúde (SIES) ambos implantados desde 2014 e até hoje mantidos pela UFRN, (PROEX-UFRN 2020).



Figura 8: Modelo piloto proposto para acompanhamento nacional e estadual (3 estados) da evolução da Dengue nos diversos municípios, usando o modelo computacional Webdengue.

Conforme publicado pelo Governo de Goiás (2019) a Secretaria de Saúde de Goiás (SES-GO) se organizou e promoveu o desenvolvimento de ferramentas computacionais que incluem sistemas com informações em tempo real e para monitoramento dos focos do mosquito desde 2016. O uso dessas ferramentas visa facilitar a tomada de decisão dos gestores estaduais e municipais gerando automaticamente os Boletins Epidemiológicos do controle da dengue. O então coordenador de Vigilância de Dengue, Zika e Chikungunya, afirmou que o informativo possibilita ao gestor e à comunidade acompanharem a tendência e a evolução da doença nos municípios. “Ao informar se a região está com alta incidência de dengue, o boletim permite às autoridades locais adotarem medidas de controle ambiental dos criadouros do mosquito”, afirma. O informativo também traz dados sobre óbitos e os tipos de vírus detectados.

Para facilitar a navegação pelos dados, o boletim possui abas, dividindo as informações por categorias, Figura 9. Uma das abas dá acesso a outro informativo “on-line” sobre Zika e Chikungunya. Um terceiro link leva à página do [Sistema Integrado de Monitoramento do Aedes Zero](#) (Simaz), O Simaz possibilita uma visão de macro informações por município como, por exemplo, regiões com maior nível de infestação, inclusive por quadra. Por meio do Simaz são acompanhados os números de imóveis visitados, trabalhados, com foco, com visitas recusadas, com visitas recuperadas e as porcentagens de imóveis trabalhados, fechados, com foco e visitas recusadas.

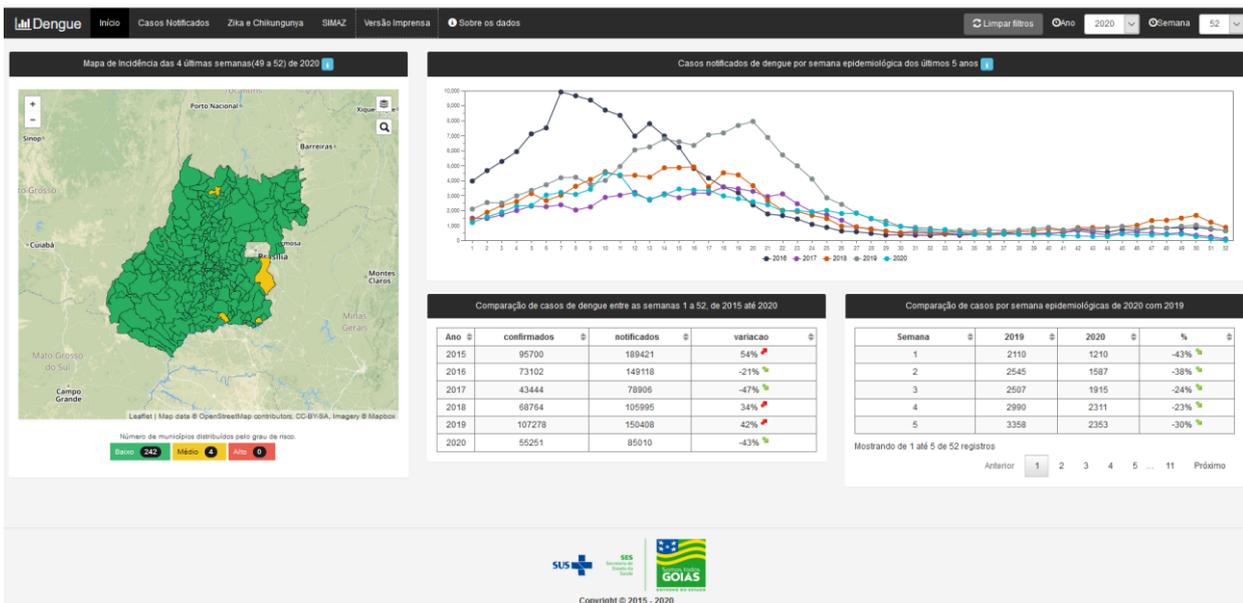


Figura 9: Tela de monitoramento de quadras com focos de Aedes e boletim epidemiológico produzidos dinamicamente pelo SIMAZ. (FONTE: SIMAZ, 2019)

O SIMAZ foi desenvolvido por técnicos da SES-GO, tendo contado ainda com orientação técnica da coordenação de Vigilância e Controle Ambiental de Vetores e apoio do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. Em 2018, o sistema foi premiado no HDI Expogov Brasília como a melhor iniciativa governamental em TI do Brasil, sendo descrito como sistema de combate à dengue por georreferenciamento. Na oportunidade da apresentação do trabalho, foi informado que o SIMAZ havia recebido um aporte de R\$ 4,03 milhões de reais da SVS-MS para o desenvolvimento do SIMAZ Brasil, porém não se tem notícia deste desenvolvimento.

O sistema é baseado em software de código aberto, ou seja, sem custos de aquisição. Isso significa economia, já que outros sistemas com a mesma finalidade tem um elevado custo de aquisição e manutenção. Outro ponto positivo é a possibilidade de desenvolvimento e ampliação de funcionalidades, relatórios personalizados, auditoria e acesso direto à base de dados, controle de acesso e segurança da informação.

Ainda conforme o Governo de Goiás (2019) outra ferramenta que nasceu nesse universo de inovações da SES-GO foi o Arbo, um aplicativo que usa conceitos de Inteligência Artificial. A ferramenta analisa os dados de cada município goiano e compara o número de casos notificados em determinada semana com os registros históricos dos anos anteriores. Quando existe uma situação diferente da normalmente esperada, a ferramenta emite um alerta pelo Telegram para as equipes da SES-GO e do Corpo de Bombeiros responsáveis pelas ações de combate ao Aedes.

Semanalmente, o Arbo envia notificações sobre os municípios que podem ter incidência classificada como “Alto Risco” nas próximas semanas. Também comunica os resultados dos exames de isolamento viral (tipos 1, 2, 3 ou 4) por município, realizados pelo Laboratório Estadual de Saúde Pública Dr. Giovanni Cysneiros (Lacen-GO).

Os técnicos dos municípios, do nível central e das Regionais de Saúde da SES-GO recebem as mensagens podem buscar outros dados sobre uma cidade específica a qualquer momento. Durante a consulta o software emite, em segundos, um gráfico

comparando os casos notificados no ano atual, em relação ao histórico desde 2010 e, ainda, informa três indicadores: incidência (baixo, médio ou alto risco), casos notificados nas últimas quatro semanas e infestação predial do mês anterior.

O Governo de Goiás (2018) apresentou esta proposta indicando ser inovadora e gratuita ao governo federal, apesar de não ter obtido êxito completo na sua implantação como um sistema gestor do controle da Dengue, conforme foi informado pela secretaria nacional da vigilância da saúde (SVS-MS), e detectado no uso do sistema por esta pesquisa. Ficou claro que o sistema trabalha com a indicação de informação georreferenciada das quadras com Aedes e uso de inseticidas, e principalmente com dashboards, e não permite a gestão integrada do controle da dengue nas visões logística e operacional associadas ao problema. Importante porém considerar que o fato de operar com a visualização nos mapas georeferenciados das coberturas (semelhantes aos produzidos no Webdengue) e dashboards provenientes de ambientes específicos como o Microsoft™ Power Builder, ou outros, deve ser seguido pelos demais sistemas, pois tais relatórios são muito concisos, lúdicos e práticos. Porém a dinâmica temporal das consultas precisa ser garantida para que o relatório faça sentido ao gestor.

A secretaria de Saúde do Estado do Ceará pagou mais de R\$ 1M para utilizar uma ferramenta de apoio a brigadistas do controle da dengue, uma ferramenta web para denúncia de focos de Aedes, obtendo como resultado mais de 50mil downloads, porém tendo grandes limitações na ajuda ao trabalho de campo.

Em 2019, com os surtos de Dengue em São Paulo, a secretaria de saúde implementou um serviço de monitoramento pela web, e distribuiu tablets para agentes sanitários. Infelizmente o mesmo fracasso ocorreu. Nesta nova solução, as operações são diretas com os bancos de dados do SINAN e SisPNCD do estado, não permitindo escalabilidade de processos e ainda a gestão dos serviços de acompanhamento de notificação pelos agentes sanitários.

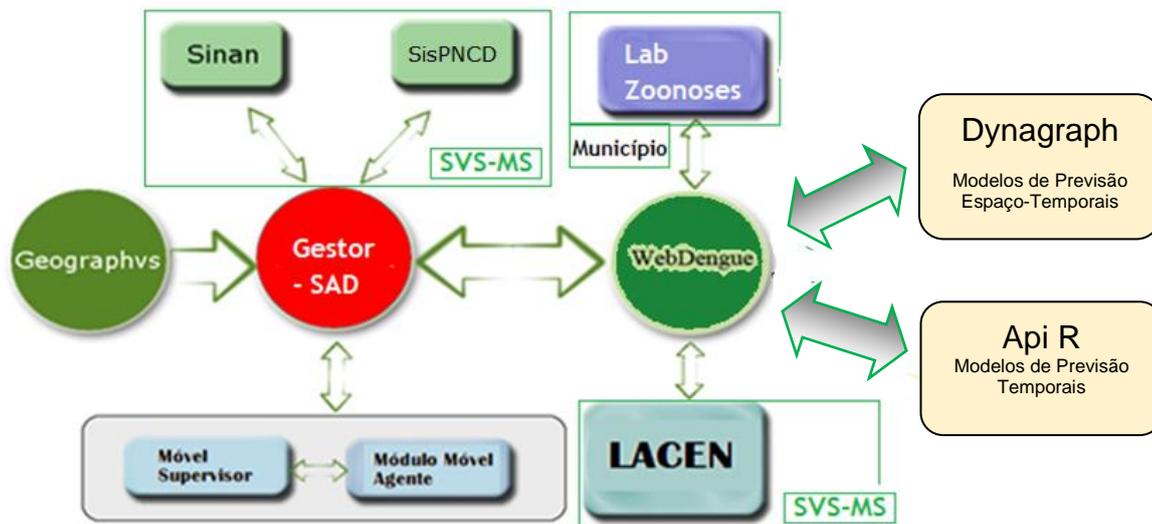


FIGURA 10: Arquitetura do Framework Computacional Webdengue em 2020

Mais recentemente, em Jun/2020, numa conversa entre o atual Coordenador de Zoonoses da cidade de Fortaleza, Carlos Barbosa, e na apresentação da nova ferramenta espaço-temporal do Webdengue, o Dynagraph, o professor Marcos Negreiros e o Coordenador Carlos Barbosa resolveram mais uma vez colocar o serviço do Webdengue no ar à disposição, da cidade de forma gratuita e temporária, para atender à demanda de epidemia da cidade (hoje com mais de 3500 casos de dengue, em plena Pandemia da COVID-19). A GRAPHVS está dispondo o seu servidor web para isto, não serão usados recursos de Smartphones, porém as notificações de focos de Aedes (mais de 12mil só em 2020) serão transferidas através de digitação e geoposicionamento no Webdengue ou recuperação de dados por ETL das informações provenientes do SisPNCD local (Sistema do Programa Nacional de Controle da Dengue) por cada regional de Fortaleza, usando o novo modelo do Framework, conforme pode ser visualizado na FIGURA 10. Os modelos espaço-temporais e o ambiente Dynagraph já estão sendo usados pela Coordenação para organizar as ações sobre os focos de Aedes em função da ocorrência dos casos humanos publicados no SINAN.

A FIGURA 10 apresenta a nova arquitetura do Framework Webdengue, onde se inclui a ferramenta Dynagraph para a visualização espaço-temporal de novos casos e focos

de Dengue, Chikungunya ou Zica, assim como a previsão dos locais onde ocorrerão a doença nas cidades, com base no histórico e posicionamento de casos humanos existente. A ferramenta foi desenvolvida em JavaScript, sobre o banco de dados MONGO.

O Dynagraph basicamente permite que seja visualizado no espaço e tempo de forma contínua (assim como num filme), a ocorrência da doença em humanos e dos focos de Aedes na cidade, FIGURA 11. Porém, além de um filme, acessa os dados a qualquer tempo, dos casos de Aedes. Indo mais além, o ambiente permite fazer previsão espaço-temporal de onde ocorrerão os casos de dengue na próxima semana epidemiológica, utilizando modelos de agrupamento dinâmico espaço-temporais baseados nos algoritmos ST-DBSCAN e ST-IGN desenvolvidos pela equipe de pesquisadores da UECE (Marcos Negreiros, Bruno Chaves e Anderson Calixto) e COPPE/UFRJ (Nelson Maculan).

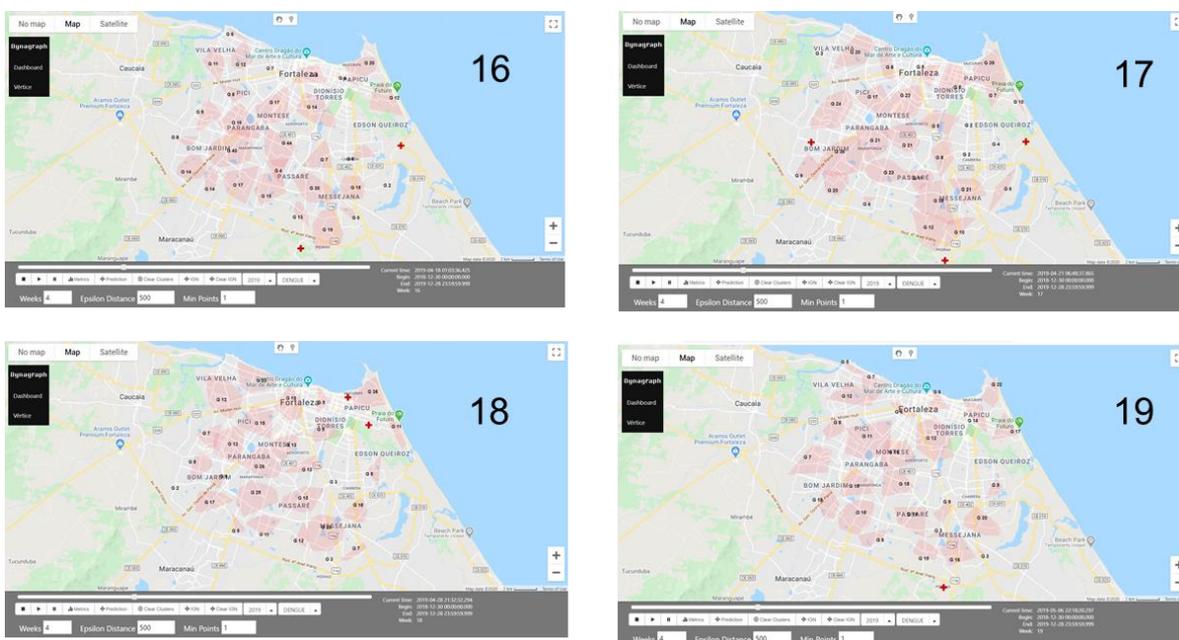


FIGURA 11: Visão do Dynagraph, com a movimentação de casos humanos de Dengue nas semanas epidemiológicas 16 a 19 (Fonte: Dynagraph – Webdengue).

Neste contexto, um novo problema de otimização foi proposto, o qual pode ser colocado como segue: Considerando que são dadas a localização de casos de

dengue (pontos) por semana Epidemiológica por ano (unidade de tempo). Deseja-se encontrar o menor número de círculos e a localização de cada um, que cubram a envoltória convexa dos casos (pontos) cujas regiões contêm a máxima probabilidade global de ocorrer novos casos de dengue na semana epidemiológica de previsão.

Esta abordagem pode ser utilizada também para outras doenças como a COVID-19, INFLUENZA, H1N1, Tuberculose, Leptospirose e muitas outras, permitindo que sejam elaborados planos de contingência baseados em modelos de Isolamento Seletivo.

3. APLICANDO O FRAMEWORK WEBDENGUE

Como foi visto na seção anterior, dentre os objetivos principais do FRAMEWORK computacional Webdengue, busca-se cruzar informações de focos de *Aedes* e casos humanos de tal modo que seja possível aos gestores avançarem no sentido de suprimir as doenças provocadas pelas arbovírus nas micro-regiões em que o mosquito *Aedes (aegypti e/ou albopictus)* está disperso e presente na forma de larvas ou mosquito adulto. Além disto, busca-se detectar rapidamente através das ferramentas computacionais a evolução das doenças nas regiões de prevenção e de controle.

O processo de implantação do FRAMEWORK consta de cinco etapas, basicamente.

ETAPA 1 : Levantamento da Área Geográfica de Cobertura

Aqui se obtém a situação geográfica da região a qual é feita a prevenção e o controle das arbovírus e se processa o seu geoprocessamento. Esta tarefa é realizada com o auxílio do sistema GeoGRAPHVS. Nesta fase incluem-se as informações de quadras (posição e formato geográfico), faces das quadras (onde estão as frentes dos imóveis, e por onde passam as ruas), imóveis e seus dados gerais, malha viária, malha hidroviária, pontos estratégicos, e outras informações em nível mais elevado.

O sistema GeoGRAPHVS pode trabalhar com imagens ORBI, ou mesmo com sobreposição de imagens provenientes de apis como: Google Maps™, Here™, OSM, e outras, que já são georeferenciadas, no sentido de permitir a edição dos elementos da imagem e torná-los informações georeferenciadas. Pode também usar mapas em qualquer formato, p.ex. .DWG, .DXF, .MAP, .SHP (padrão), .KML ou .KMZ, e utilizar os seus polígonos e polilinhas para georeferenciar as informações a eles pertinentes.

O GeoGRAPHVS também pode realizar a edição de uma cidade com poucos hom-h (i.e. como vimos foi possível digitalizar uma cidade como Fortaleza em 4,5 meses com 8 pessoas). Daí pode ser implantado em várias máquinas que podem separadamente operar em bairros distintos, que são unidos em um só arquivo geral de serviço de forma automática, operando assim em modo de edição distribuída e exclusiva.

Para se ter uma ideia real de tempo, toda a cidade de Sobral (200mil habitantes, 5mil quadras) foi digitalizada em 1 mês e meio (utilizando duas pessoas) e toda a cidade de Fortaleza, com 49mil segmentos de rua foi georeferenciada em 4.5 meses (trabalhando 8 pessoas em 25h/sem/pessoa).

ETAPA 2 : OPERAÇÃO DE PREVENÇÃO

Inclusão de informações sobre os agentes sanitaristas (que trabalham na unidade de agente focal e os que trabalham nas unidades de pontos estratégicos – PEs ou Pontos Sentinelas), as quais são incluídas no sistema GESTOR.

Divisão do Trabalho dos Agentes, o sistema GESTOR realiza a divisão das áreas de atendimento dos agentes sanitaristas do controle entomológico diário conforme o tempo médio necessário para visitar cada imóvel/quadra, e aloca os diversos agentes a suas atividades específicas a serem feitas durante o período de operação, otimizando o número de agentes em serviço e garantindo a possibilidade de cobertura da região, e informando os seus itinerários de deslocamento, Figuras 12, 13 e 14.

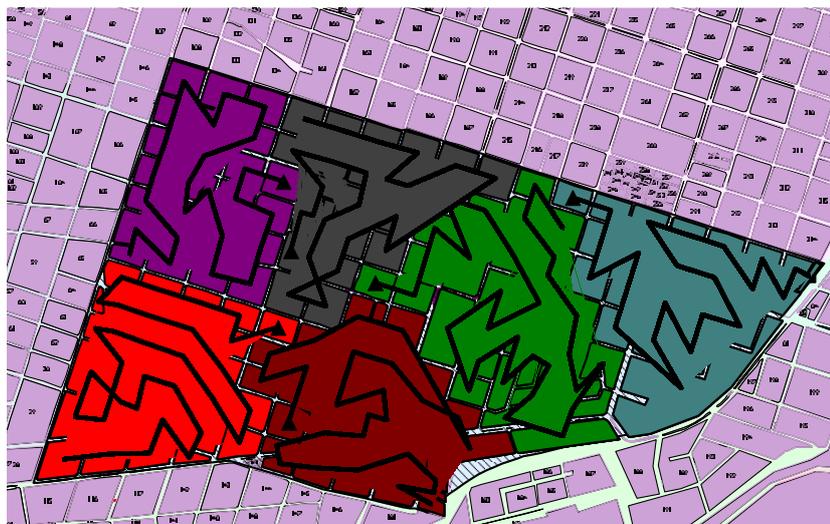


Figura 12: Percurso dos agentes do controle focal.

(Fonte: Gestor – Webdengue)

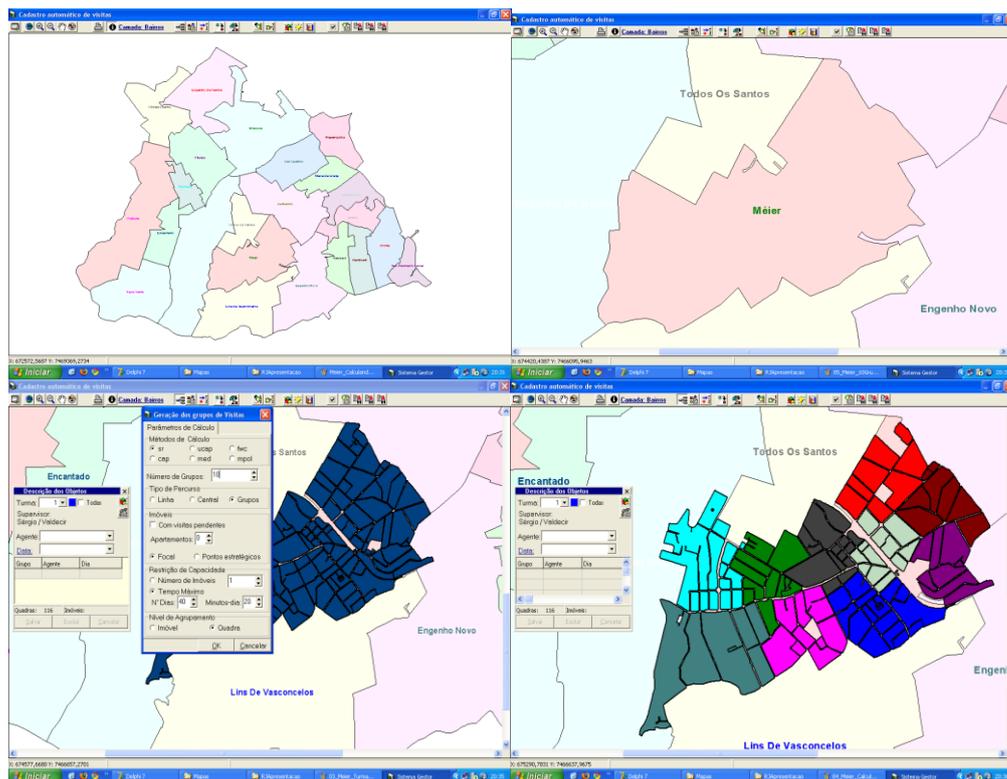


Figura 13: Divisão do trabalho dos agentes conforme as suas áreas de cobertura, quadra a quadra, imóvel a imóvel se for o caso (Rio de Janeiro/RJ).

(Fonte: Gestor – Webdengue)

A seguir as informações são transferidas para os *Hand-Helds* (Tablets ou Smart Phones) dos supervisores e simultaneamente para os *Hand-Helds* (Smart phones) dos agentes sanitарistas sob sua responsabilidade. Os softwares dos *hand-helds* foram projetados para operarem com transferência de dados entre unidades (supervisor-agente), de tal modo que visitas possam ser transferidas entre agentes a partir dos supervisores. Além disto, as estatísticas de serviço (população, número de cães e gatos, tempos de serviço, etc), tanto no *hand-held* supervisor quanto no agente, são disponibilizadas. Dentro da plataforma, considera-se também a possibilidade de se receber os casos de arboviroses que estão circulando na região dos agentes e supervisores, a partir dos acessos eventuais a web. Assim, enquanto os agentes fazem o seu trabalho, de tempos em tempos podem passar as informações coletadas para o supervisor via 3/4G, que daí as repassa para a central no sistema GESTOR que as publica diretamente no Webdengue.

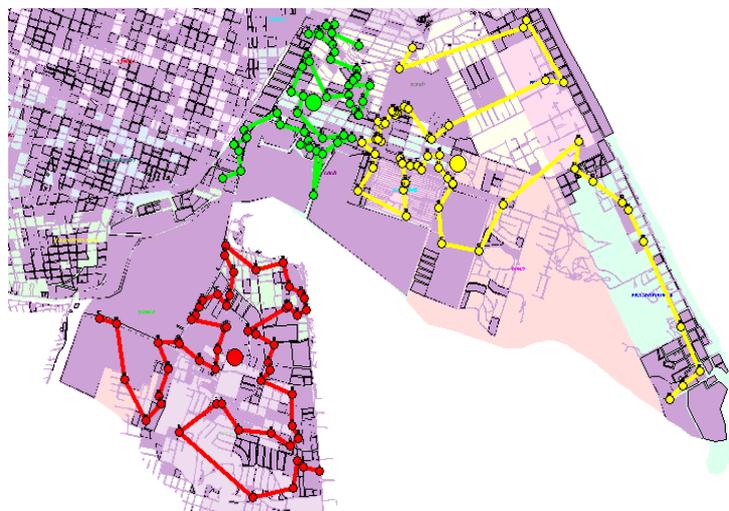


Figura 14: Percurso dos agentes do controle de PE's.

(Fonte: Gestor – Webdengue)

Em casos onde não há recursos para a compra de equipamento móvel para agentes sanitарistas e supervisores, ou mesmo disponibilidade de rede 3/4G para usar o equipamento, o sistema GESTOR gera os relatórios gerenciais de serviço dos agentes

sanitaristas, os mapas de sua atuação, assim como os relatórios para preenchimento de visitas de acordo com o formulário proposto pela FUNASA – FAD01.

Após preencher os relatórios, os agentes os encaminham para o supervisor que os leva ao sistema GESTOR e lá dá entrada nos dados de visita um a um. O próprio sistema GESTOR faz o fechamento das visitas agente por agente, bairro a bairro, ciclo a ciclo, assim como preenche o FAD (sem necessidade de redigitação) e publica os dados de imóveis/quadras visitados diretamente no módulo web (WEBDENGUE).

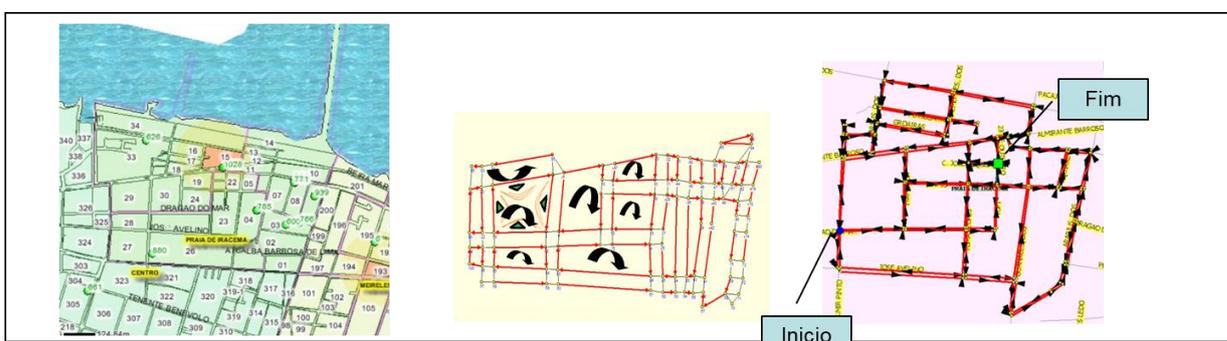
Durante as visitas imóvel a imóvel, naqueles locais onde forem coletadas amostras de mosquitos ou larvas, os depósitos são anotados, condições e volumetria, assim como são anotadas as informações sobre o número de larvas a hora e a data da coleta da amostra, e que tipo de inspeção foi feita. O sistema controla também armadilhas de captura de *Aedes* e georeferencia a população nos mapas temáticos publicados na WEB e no sistema Gestor.

Naquelas visitas onde foram encontradas larvas, o sistema GESTOR ou WEBDENGUE permitem que sejam incluídas todas as informações das amostras positivas ou não positivas, uma vez identificados como sendo *Aedes* no laboratório de Zoonoses ou mesmo no campo utilizando outros recursos como microscópio e identificador automático de larvas de *Aedes* (*módulo este não fornecido*).

O trabalho do controle focal não foi esquecido. As visitas quarteirão a quarteirão são escaladas usando os módulos de escalas do agente do controle focal, que sai com o mapa de seu trajeto ao longo do período definido para o ciclo no seu Smartphone. A divisão das tarefas e a atribuição dos agentes sobre as áreas é feita usando os modelos matemáticos de agrupamento com restrições de capacidade de atendimento (limitando-se o número de visitas por período por agente).

As rotas dos veículos fumacês também podem ser projetadas usando o sistema Gestor, Figura 14. Neste caso, é necessário ser feito o levantamento de percursos do fumacê para que possa ser realizada a tarefa de projeto das rotas sobre estes

possíveis percursos. Trata-se da construção de um grafo especial que circunda a quadra já na direção de lançamento do veneno através das residências. Este trabalho é feito após o levantamento de dados usando o GeoGRAPHVS. O sistema também calcula a escala do fumacê por área de cobertura em função dos períodos de cobertura (7 a 9 dias), se for necessário minimizar o número de veículos usados e maximizar a cobertura do controle. Este módulo do sistema Gestor está atualmente desacoplado do sistema de controle de agentes, porém será reunido a ele.



Frequência 4x numa semana e/ou de 7-8 dias em 3-4 ciclos,
 Escala Periódica – para regiões com IIP ≥ 3,9.

Calendário de Viagens		01/11/2001 18:18:54	
Área : R: 01	Capacidade da zona : 4689	Caminhão	Quantidade de caminhões : 47
01/10/2001	Segunda-feira	1	
04/10/2001	Quinta-feira	2	
07/10/2001	Domingo	3	
10/10/2001	Quarta-feira	4	
13/10/2001	Sábado	5	
16/10/2001	Terça-feira	6	
19/10/2001	Sexta-feira	7	
22/10/2001	Segunda-feira	8	
25/10/2001	Quinta-feira	9	
28/10/2001	Domingo	10	
31/10/2001	Quarta-feira	11	
Total de viagens : 11			

Figura 13: Rota de um veículo fumacê (consta uma animação do percurso, para que o motorista possa acompanhar o melhor trajeto), (Fonte: Gestor/SisRot@LIX – Webdengue)

O módulo de localização de armadilhas indica a menor quantidade de armadilhas (levando em conta as condições técnicas de atratividade do feromônio aplicado) melhor posição das armadilhas de controle de lavas ou mesmo do mosquito adulto, com base na cobertura por atração e efetividade das mesmas.

O acompanhamento das armadilhas é feito diretamente no sistema Gestor através de informações provenientes dos Smartphones dos agentes de campo, pelos registros codificados de cada armadilha (QR Code, por exemplo), que não se desviarão de seus percursos no controle efetivo do Aedes. Os centros dos círculos de dominância, mostrados na FIGURA 15, representam o local onde as armadilhas devem ser localizadas e posteriormente inspecionadas, sem considerar a existência de dados de ocupação demográfica, enquanto na FIGURA 16 apresenta-se um contexto onde os dados de ocupação geográfica são levados em conta no sistema gestor, para o mesmo bairro Dionísio Torres de Fortaleza/CE.



Figura 14: Localização da menor quantidade de armadilhas em um Bairro (Dionísio Torres) considerando a distância entre elas de 150m, (Fonte: Gestor – Webdengue)

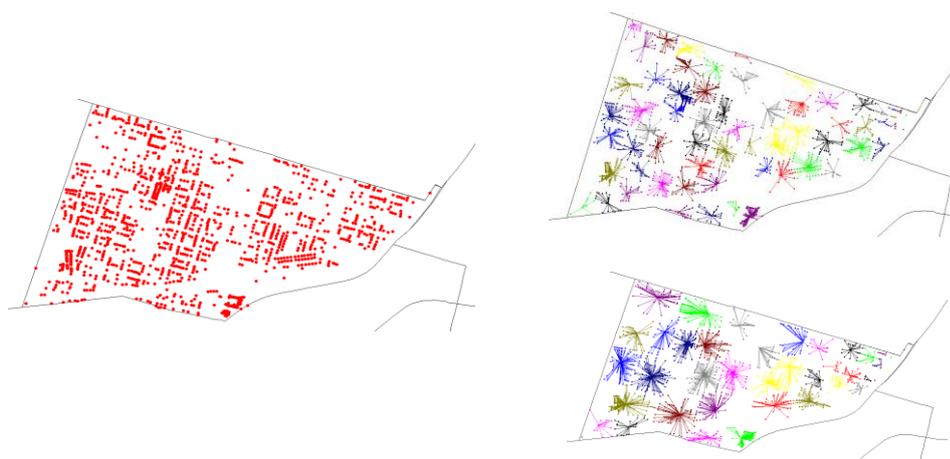


Figura 15: Localização da menor quantidade de armadilhas em um Bairro (Dionísio Torres) considerando a ocupação geográfica em distâncias de 150m e 200m. (Fonte: Gestor – Webdengue)

ETAPA 3: ACOMPANHAMENTO DE CASOS HUMANOS

A rede hospitalar, postos de saúde, laboratórios e os consultórios e clínicas médicas, que dispuserem de serviço web, poderão utilizar o sistema WEBDENGUE, diretamente do site www.webdengue.com.br, que permite não só cadastrar o caso de dengue no formato da ficha de acompanhamento de casos incluída no SINAN, como também poderá incluir a posição geográfica da moradia da pessoa suspeita ou portadora de arbovirose (dengue, zica ou chikungunya). O acompanhamento das informações poderá ser feito diretamente pelo epidemiologista usando um Tablet ou mesmo um Smartphone adequado, onde ele reporta toda a ficha do paciente ingresso com arbovirose específica, diretamente no sistema. Com a disponibilidade da rede *wi-fi* ou mesmo 3/4G, o sistema transfere diretamente para servidor web do Webdengue as informações pertinentes, alimentando quando pertinente o sistema SINAN.

Comunicação com outros módulos:

1– *Aedes em Foco*, poderá ser disponibilizado dispositivo de leitura e visualização da ação de brigadas para que o resultado da ação dos “brigadistas” seja reportado ao sistema de gestão central ajudando na identificação rápida da presença de *Aedes* nas proximidades de cobertura em processo atual do sistema de agentes.

2– *Acompanhe a Evolução das Arboviroses!*, pode ser disponibilizado para que as pessoas acompanhem a evolução da presença do mosquito e de casos de doenças por arboviroses, permitindo que elas possam se proteger ou mesmo apoiar no combate e prevenção da doença. O módulo de consultas será geoprocessado e o cidadão poderá ver no mapa do DF onde a dengue está evoluindo no período definido pela vigilância epidemiológica.

A confirmação do caso humano, feita pelo LACEN, só poderá ser informada após exame sorológico. A notificação é feita de forma semelhante, no entanto, a coleta do sangue é informada no “tubito” coletado na unidade de saúde cadastrada, que na hora da notificação, a informação do paciente assim como o inquérito estará disponível ao laboratório para realizar a tarefa de confirmação. Uma vez confirmado o caso, este

estará disponível para consulta por qualquer gestor ou epidemiologista para as devidas providências. O sistema alimenta os dados do SINAN diretamente pelo servidor de aplicação.

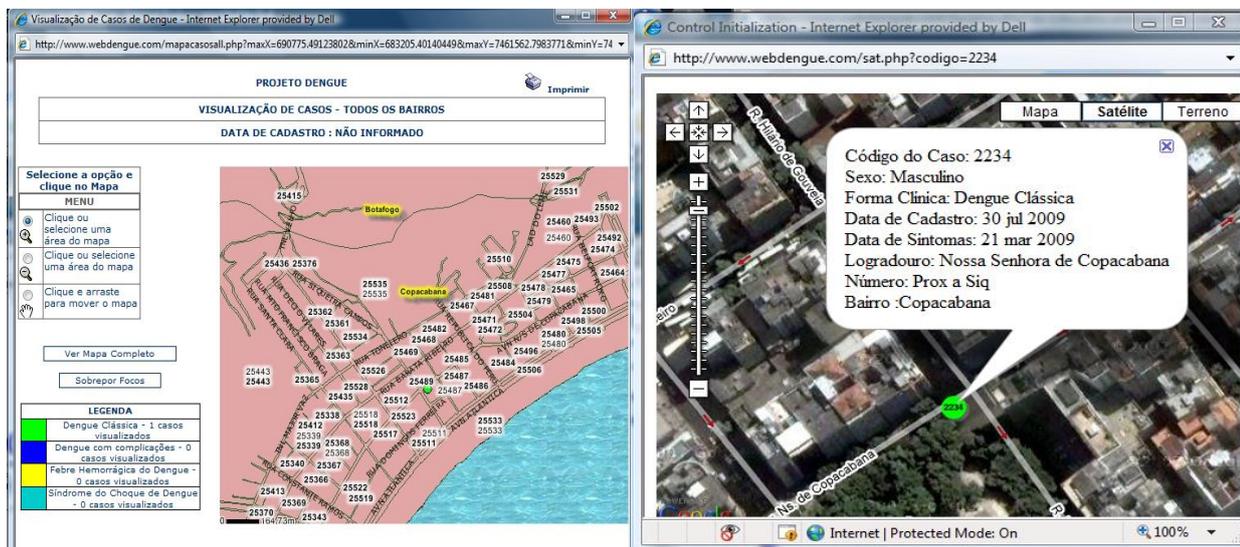


Figura 17: Webdengue identificando casos em base geográfica e sobre as imagens do Google Earth (Fonte: Webdengue)

ETAPA 4: AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA, RELATÓRIOS E VISUALIZAÇÕES

A avaliação do crescimento dos casos é possível de ser feita pelo crescimento dos casos humanos de Dengue por período, por localidade, por tipo de caso, através de gráficos, relatórios temáticos e mapas temáticos (*).

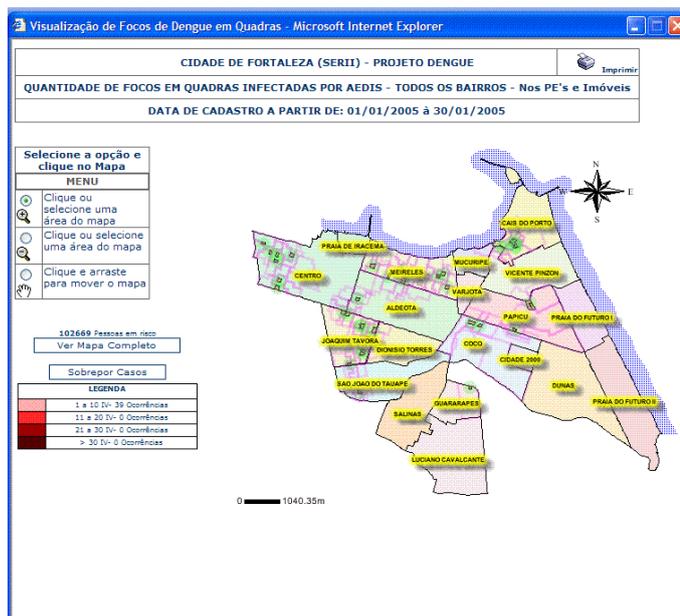


Figura 18: Estatística de casos humanos que ocorrem na região de influência dos focos. (Fonte: Webdengue)

Avaliação do crescimento dos focos é possível de ser feita pelo crescimento dos focos por período, por localidade, pela positividade, através de gráficos, relatórios temáticos e mapas temáticos (*).

Avaliação das amostras geradas é possível ser feita a cada amostra gerada e seu resultado, assim como os depósitos que mais se destacaram na existência de *Aedes* na região (*);

Índices das arboviroses, conforme os índices de infestação e o índice de Breteau na região (*);

Regiões de risco, trata-se de um processo de visualização que cruza dados censitários com dados de focos e casos. Os focos são desenhados em uma área de influência circular que se distancia do centro da quadra com a quantidade de metros desejada, com isto é possível identificar os casos de dengue que estão sendo influenciados pela presença de focos no mesmo período de análise, e, ao mesmo tempo, identificar quantas pessoas estão em risco haja vista a existência dos focos. O interessante aqui

é que para Fortaleza, muitos dos casos de dengue em 2005 ocorreram próximos aos grandes geradores de focos (PEs), mostrando que o trabalho sobre os PEs é importante e necessário e tem relação com toda a dengue na região (*);

Estatísticas usando Modelos de Contágio (ainda não incluso no Webdengue), está sendo estudado um processo de evolução do quadro de dengue e seus impactos, haja vista a presença dos focos e casos no tempo (*);

Diagnóstico Rápido, está sendo estudado um módulo de diagnóstico rápido (ainda não incluso no Webdengue), que poderá servir para apoiar agentes do PSF ou mesmo os agentes sanitaristas na qualificação rápida de casos de dengue durante sua visita. O informe passará pelo Smatphone a situação, indicando a necessidade urgente ou não do sistema de saúde se mobilizar para receber o novo caso conforme sua gravidade(*);

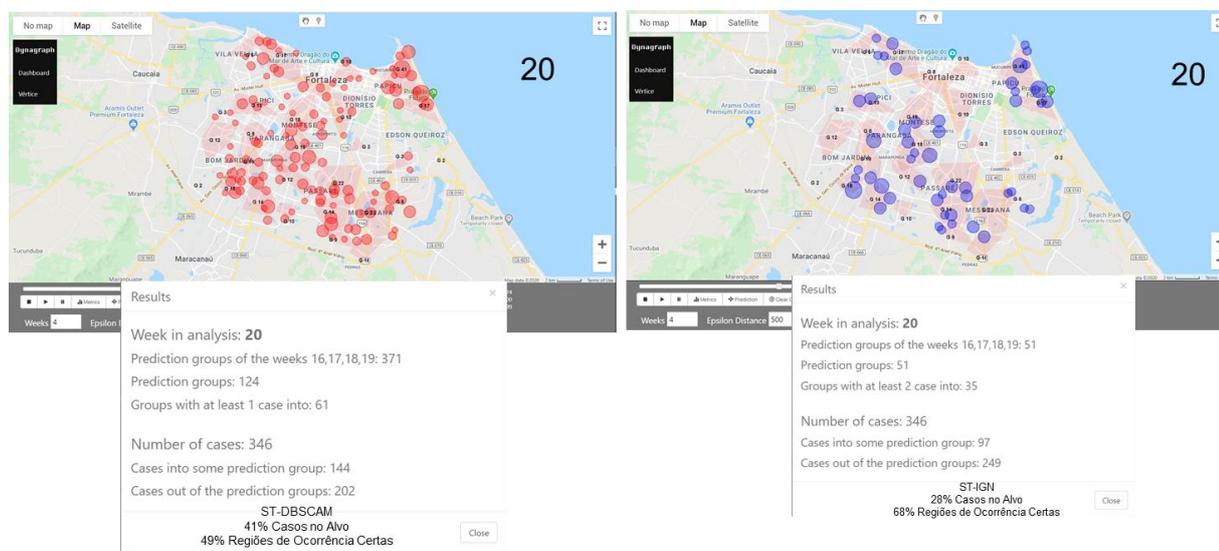


Figura 19: Modelos de previsão espaço-temporais usando ST-DBSCAN e ST-IGN com Média Móvel. (Fonte: Dynagraph – Webdengue)

A dinâmica temporal dos locais com focos recorrentes ao longo de um período é um ponto notável importante a ser considerado, o sistema dispõe desta ferramenta de

avaliação de comportamento a partir do módulo DYNAGRAPH de visão dinâmica da evolução da doença, FIGURAS 19 e 20 (*).

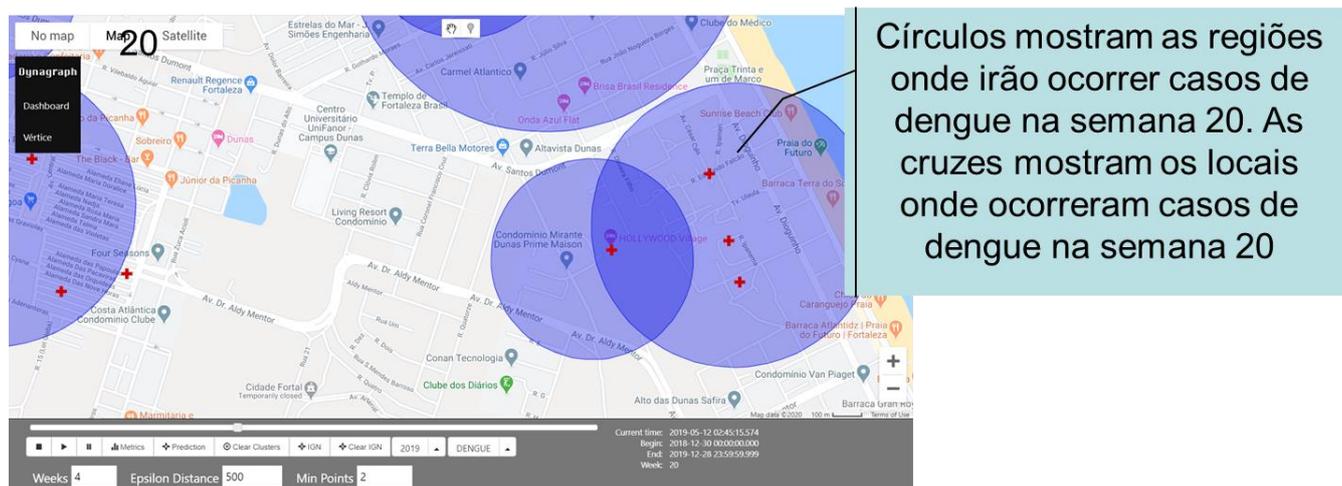


Figura 20: Visão de uma solução de previsão espaço-temporais usando ST-IGN com Média Móvel considerando as semanas 16, 17, 18 e 19 e previsão da semana 20.

(Fonte: Dynagraph – Webdengue)

O módulo de previsão de pluviometria, focos, ou casos, a partir de informações dos dois anos anteriores, decêndio a decêndio, quinzena a quinzena, mês a mês, usando os métodos de Holt-Winters, ANOVA, Mediana e outros. (*)

(*) Visualizações e gráficos possíveis e integradas ao sistema WEBDENGUE

ETAPA 5: SITUAÇÃO DE EPIDEMIA

- 5.1. Logística de designação de áreas de visita dentro de um período, do veículo FUMACÊ e dos agentes sanitaristas operadores de máquinas costais;
- 5.2. Dimensionamento da frota e roteiros dos veículos Fumacês considerando o tempo de trajeto, e a quantidade de inseticida disponível nos tanques;
- 5.3. Acompanhamento da evolução dos casos de dengue frente ao número de focos existentes;
- 5.4. Previsão de momento de disparo (Outbreak) da epidemia.

4. CONCLUSÃO

Um dos importantes papéis da ciência é buscar a descoberta do novo dentro do novo. Acreditar na procedência das soluções, e perseverar nas falhas e sucessos alcançados. Apesar de todo o sucesso inicial na obtenção de recursos e apoio institucional, sem o qual não seria possível atingir qualquer conhecimento aqui adquirido, assim como os produtos realizados, o insucesso no trato do gestor público e suas prioridades ocasionais foi motivo de aprendizado ininterrupto até hoje.

Dignifica ter feito este trabalho como pesquisadores, e ainda mais ter envolvido tantas pessoas que se tornaram importantes em suas carreiras profissionais. Dignifica ver que muitos outros ousaram desenvolver soluções para o controle da dengue, acertando e errando a partir do conhecimento da solução que fora proposta através do Webdengue.

Há mais de 15 anos foi entregue o projeto à sociedade brasileira. Ela porém, inda não disfrutou de seus benefícios, ainda insiste em usar soluções que não chegam à nada diante de um processo tão complexo.

O Webdengue é uma plataforma ampla, e que permite apoio à decisão dos gestores da saúde e do controle entomológico. Concentra informações e as transforma em utilidade para o gestor epidemiológico em muitas frentes. Foi sucesso em sua avaliação na cidade de Fortaleza. Sucesso, porém, mal compreendido.

Hoje, custa menos de US\$ 11.00/hab-ano, considerando os custos com agentes, epidemiologistas, administração e recursos para a prevenção e o controle da Dengue. Uma solução como esta que tem uma eficácia de aproximadamente 92%, enquanto o custo de uma vacina é de pelo menos US\$ 18/hab, considerando os custos com a vacina e toda a logística de vacinação, com eficácia de aproximadamente 79%. Ainda temos um caminho a percorrer para atingir o melhor ponto de viabilidade da aplicação de vacinas tetravalentes para a dengue. Isto mostra, que ainda é necessário investir em ferramentas de prevenção e controle epidemiológico, que possam também ser

usadas para outras doenças como a COVID-19 e outras altamente letais ao ser humano, (Sheng-Qun et al 2008), (Lopes et al 2019), (Shibadas et al 2019).

5. BIBLIOGRAFIA

- Calixto, Anderson B. “Dynagraph: Um Modelo de Edição e Representação de Grafos Dinâmicos”, Dissertação de Mestrado, MPCOMP UECE-IFCE, 2013
- Chaves, Bruno B. “Uma Metodologia de Agrupamento e Previsão Espaço-Temporal: Aplicação na Expansão da Dengue e Chikungunya em Fortaleza/CE”, Dissertação de Mestrado, MPCOMP UECE-IFCE, 2019
- Governo de Goiás (2019), Publicado em 29/Dez/2019, Acesso em <https://www.goiias.gov.br/servico/35-saude/120189-tecnologia-auxilia-na-batalha-contra-o-aedes.html>
- Jonathan D. Cryer and Kung-Sik Chan. Time Series Analysis With Applications in R. Springer, New York, 2008. ISBN 978-0-387-75958-6.
- Lopes, Thaísa Regina Rocha et al . Arbovirus control: what is the (real) stone in the way?. Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo, São Paulo, v. 61, e15, 2019 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-46652019005000701&lng=en&nrm=iso>. access on 01 July 2020. Epub Feb 14, 2019. <https://doi.org/10.1590/s1678-9946201961015>.
- Negreiros, Marcos; Xavier, Airton; Lima, José; Xavier, Adilson; Maculan, Nelson; Michelin, Philippe, Integração de sistemas computacionais e modelos logísticos de otimização para prevenção e combate à dengue, Pesquisa Operacional vol. 28(1) Rio de Janeiro Jan./Apr. 2008
- Negreiros, Marcos; Xavier, Airton; Lima, José; Xavier, Adilson; Maculan, Nelson; Michelin, Philippe; Andrade, Odorico, Optimization Models, Statistical and DSS Tools for Prevention and Combat of Dengue Disease, Chapter 7, Decision Support Systems, INTECH.COM, CROACIA, 2011
- Negreiros, Marcos, Andrade, Luiz O. M, Lima, José Wellington “Implantação de Ambiente Computacional com Geoprocessamento para o Controle do Dengue na Cidade de Sobral-CE (Desenvolvimento de módulos e avaliação de tecnologia de coleta de dados remota - piloto)”, Projeto Técnico, Dez/2003
- Negreiros, Marcos J. Machado, Ana C. J. “Um Framework Computacional Baseado em Sistemas de Apoio a Decisão Espacial para Auxílio na Gestão das Atividades de Prevenção e Combate ao Dengue”, Relatório de Atividades FEV-JUL/2005, Projeto: 256/04 – FUNCAP-FINEP-GRAPHVS/EMPRESAS COMPETITIVAS (2005)
- PROEX-UFRN (2020) “Extensão na Luta Contra o Aedes”, Resumo de Projetos PROEX.
- Ratto-Kim, Silvia; Kyu-Yoon, In; Paris, Robert M.; Excler, Jean-Luis, Kim, Jerome H.; O’Connel, Robert J., “The US military commitment to vaccine development: a century of success and challenges”, Frontiers in Immunology, 2018, doi: 10.3389/limm.2008.01387
- Robert H. Shumway and David S. Stoffer. Time Series Analysis and Its Applications With R Examples. Springer, New York, 2006. ISBN 978-0-387-29317-2.

The R Reference Index: contains all help files of the R standard and recommended packages in printable form. (9MB, approx. 3500 pages) <http://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/fullrefman.pdf>

Sheng-Qun Deng, Xian Yang, Yong Wei, Jia-Ting Chen, Xiao-Jun Wang and Hong-Juan Peng, “A Review on Dengue Vaccine Development Vaccines” 2020, 8, 63; doi:10.3390/vaccines8010063

Shibadas Biswal, Humberto Reynales, Xavier Saez-Llorens, Pio Lopez, Charissa Borja-Tabora, Pope Kosalaraksa, Chukiat Sirivichayakul, Veerachai Watanaveeradej, Luis Rivera, Felix Espinoza, LakKumar Fernando, Reynaldo Dietze, M.D et al., for the TIDES Study Group, “Efficacy of a Tetravalent Dengue Vaccine in Healthy Children and Adolescents”, The New England Journal of Medicine, 2019

Xavier, Adilson E.; Negreiros, Marcos J.. “Plano de Gestão da Dengue na Cidade do Rio de Janeiro Através do Arcabouço Computacional – Webdengue”, Relatório Técnico, Fundação Coppetec, Contrato 492/2008, 2008

PARTICIPANTES DO PROJETO

Coordenação Geral

Marcos Negreiros, DSc (GRAPHVS-UECE)

GRAPHVS

Ana Cristina Machado, MSc

Augusto Palhano, MSc

Pablo Luis Batista, MSc

UECE

Airton Fontenele S. Xavier, LDc

Guy Barroso Silva, MSc

José Wellington O. Lima, PhD

José Maia Pinto, DSc.

Ana Júlia Pessoa, BSc

Débora Lacerda, BSc

Érica Carneiro de Araújo, UECE-CBCC

Rafaela Pinheiro, BSc

Rafaela Bezerra Negreiros, BSc

Albert Muritiba, PhD

Alfredo Tomas, BSc

Antônio Flávio, BSc

Antônio Honorato Mendes, UECE-CBCC

Bruno Bezerra Chaves, MSc

Cícero Elias Mendes, UECE-CBCC

Eugênio Freitas, BSc

Hedley Oriá, MSc

Frederico Roldan Viana, MSc

Gustavo Sikora, MSc

Ingrid Teles, BSc

João Amilcar Rodrigues, MSc

Jonatas Fontenele Dourado, UECE-CBCC

José Ernane Barbosa, BSc

José Ulisses, BSc

Lívio A. Melo Freire, MSc

Luis Prudêncio B. de Souza

Pedro Coutinho, BSc

Wiler Coelho, BSc

UFC-Sobral

Odorico Monteiro de Andrade, DSc

UFRJ

Nelson Maculan, PhD

Adilson Elias Xavier, DSc

Cláudio Cerqueira, DSc

Ronaldo Virgínio, MSc

FIO CRUZ

Leandro Layter Xavier, DSc

UNIVERSITÉ DE AVIGNON

Phillipe Michelon, PhD

Serigne Gueyne, PhD

Najoua Serghine, MSc

PMF-FORTALEZA

Coordenação da Zoonoses

Carlos Alberto Barbosa

Francisco Sérgio Ribeiro

Valdeci,
Cubas Ley,
Nildo

Agentes Sanitaristas dos PE's da Regional II

Janecai,
Lennon,
Jocelino
Antônio Azevedo

SVS-PMF Epidemiologia

Ricardo Pontes, DSc (UFC)
Osmar Viana e Marcelo Parente, MSc

AMBIENTAL LTDA.

Donizete Calil