

# GEOTECNOLOGIAS COMO FERRAMENTA DE MONITORAMENTO DO MOSQUITO *Aedes aegypti*: ELABORAÇÃO DE CARTILHA INFORMATIVA

*Geotechnologies applied in tracking of Aedes aegypti foci: Elaboration of  
informative booklet*

**Eliziéle Nunes Paroli**

**Universidade Federal de Santa Maria**

Colégio Politécnico da UFSM

Departamento de Engenharia Rural/Centro de Ciências Rurais, UFSM

Prédio 70, Av. Roraima nº 1000

[eparoli00@gmail.com](mailto:eparoli00@gmail.com)

**Lúcio de Paula Amaral**

**Universidade Federal de Santa Maria**

Departamento de Engenharia Rural/Centro de Ciências Rurais, UFSM

Programa de Pós-graduação em Agricultura de Precisão/Colégio Politécnico da UFSM

Prédio 44J, Av. Roraima nº 1000

[amaralufsm@gmail.com](mailto:amaralufsm@gmail.com)

**Jonatas Giovanni Silva Aimon**

**Universidade Federal de Santa Maria**

Centro Ciências Naturais e Exatas (CCNE)

Prédio 17, Av. Roraima nº 1000

[jonatasaimon@gmail.com](mailto:jonatasaimon@gmail.com)

**Matheus Plein Ziegler**

**Prefeitura Municipal de Santa Maria**

Secretaria do Município de Educação

Rua Venâncio Aires, 2277

[matheuspziegler@gmail.com](mailto:matheuspziegler@gmail.com)

## **Resumo:**

O mosquito *Aedes aegypti* é transmissor de ao menos três dentre as doenças mais temidas no Brasil: Dengue, Zika Vírus e Febre Chikungunya. A utilização de geotecnologias na área da saúde pública é fundamental para auxiliar nas medidas de monitoramento e controle do ambiente em que vive a população, servindo como base na tomada de decisão por parte dos gestores municipais, quanto a estratégias a serem seguidas no combate, considerando áreas de maior risco. Desta forma, o objetivo deste projeto foi propor métodos de Geoprocessamento capazes de auxiliar agentes de saúde pública no combate ao mosquito *Aedes aegypti*. Este projeto executou atividades em conjunto com o Instituto de Planejamento de Santa Maria – IPLAN, Vigilância Ambiental em Saúde – VAS, Colégio Politécnico e Departamento de Engenharia Rural (CCR) da UFSM. Foi elaborada uma cartilha informativa com todos os procedimentos elaborados neste projeto, descritos passo-a-passo, de forma a permitir que agentes de saúde apliquem as técnicas desenvolvidas em outras áreas de estudo, e que também possibilite que outros municípios brasileiros façam uso de geoprocessamento no combate ao mosquito da dengue. Concluímos que a metodologia desenvolvida neste estudo proporcionou uma otimização dos processos com o auxílio de ferramentas de Geoprocessamento, de forma livre e gratuita, trazendo resultados analíticos a curto prazo.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento; Saúde pública; *Aedes aegypti*.

## **Abstract**

The *Aedes aegypti* mosquito is the transmitter of at least three of the most feared diseases in Brazil: Dengue, Zika virus and Chikungunya fever. The use of geotechnology in public health is fundamental to cooperate with the monitoring and control of environmental measures in populated areas, providing a support for decision making by

the municipal managers, seeing strategies considering higher risk areas. Given the background, the major goal of this project was to endorse GIS methods to assist public health officials in combating the *Aedes aegypti*. This project carried out activities in partnership with the Planning Institute of Santa Maria - IPLAN, Environmental Health Surveillance - VAS, Polytechnic School and the Department of Rural Engineering (CCR) of UFSM. We have created an informative booklet with all the procedures developed in this project, described step-by-step, in order to enable health workers to apply the techniques in other areas of study, and to enable other municipalities to use geoprocessing in the fight against the dengue mosquito. We therefore conclude that the methodology developed in this study provided an optimization of processes with the support of free GIS tools, bringing analytical results in short term.

**Keywords:** Geoprocessing; Public health; *Aedes aegypti*.

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de Cartografia, ou na prática, dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), vem sendo amplamente utilizado nos mais diversos campos de atuação. O uso de SIGs na área de saúde tem história recente no Brasil, com as primeiras aplicações iniciando na década de 50. Os Sistemas de Informações Geográficas têm sido apontados como instrumentos de integração de dados ambientais e sociais com dados de saúde, permitindo melhor caracterização e quantificação da exposição, seus possíveis determinantes e os agravos à saúde (ANDRADE, 2007). Com a evolução dos equipamentos de processamento dos dados, o número de usuários desses sistemas para o mapeamento digital, organização de dados espaciais e produção de mapas temáticos foi aumentando.

O presente trabalho foi executado no âmbito do projeto de extensão intitulado “Geotecnologias Aplicadas no Controle de Focos do Mosquito *Aedes aegypti* no Município de Santa Maria / RS”, que executa atividades em conjunto com o Instituto de Planejamento de Santa Maria – IPLAN, Vigilância Ambiental em Saúde – VAS, Colégio Politécnico da UFSM e Departamento de Engenharia Rural da UFSM. Este projeto desenvolveu uma metodologia de análise de focos do mosquito *Aedes aegypti*, no município de Santa Maria, RS. A abordagem foi considerada satisfatória; o procedimento substitui o antigo banco de dados da VAS, analógico, por um modelo digital, permitindo que um usuário realize consultas espaciais, cruzamento de dados, além de realizar análises espaciais, capazes de identificar áreas de risco de infestação do mosquito.

A metodologia desenvolvida pode ser adotada por agentes de saúde de outros municípios. Desta forma, foi elaborada uma cartilha informativa, contendo todos os procedimentos adotados no caso de sucesso em Santa Maria, RS, passo-a-passo, de forma que um usuário que não esteja familiarizado com SIGs possa desenvolver o procedimento. O material aborda conceitos básicos em Sistemas de Informações Geográficas, apresenta imagens ilustrativas de manipulação de receptores GNSS e práticas em softwares, além de considerações sobre o caso de estudo em Santa Maria, RS. É importante ressaltar que todo o procedimento detalhado na cartilha foi desenvolvido através de tecnologias livres e gratuitas, permitindo que o usuário faça uso de análises complexas dentro da esfera dos SIGs, sem que isto lhe trague qualquer tipo de custo.

O objetivo principal do trabalho foi de apresentar uma metodologia capaz de ser adotada por outros municípios para o controle de focos do *Aedes aegypti* e outras endemias.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Coleta de dados espaciais

A coleta de dados no município de Santa Maria foi feita com receptores GNSS de navegação. Este processo foi executado em parceria com os funcionários da VAS. Os equipamentos foram emprestados por alguns dias pelo Colégio Politécnico da UFSM, e foram disponibilizados aos funcionários da VAS para que coletassem a coordenada dos pontos de

interesse durante suas atividades diárias, que incluíram visitas a locais pré-determinados. Além disso, foram obtidos dados anotados pelos agentes de saúde em suas visitas de rotina.

A cartilha foi elaborada descrevendo o funcionamento do Sistema de Posicionamento Global, da sigla em inglês GPS, e dica para a melhor utilização deste sistema. Foram descritos os procedimentos para mapeamento de pontos de interesse, considerando que o usuário tenha acesso a um receptor de navegação GNSS, ou possua um smartphone com um aplicativo de obtenção de coordenadas. O aplicativo C7 GPS Dados é um dos muitos aplicativos gratuitos e disponíveis na internet, que pode ser utilizado para esta finalidade. Este aplicativo é disponibilizado pelo Laboratório de Geomática da Universidade Federal de Santa Maria. É compatível com o sistema android (requer android 2.2 ou superior) e pode ser obtido a partir do link: <[http://www.crcampeiro.net/novo/Pages/apps\\_android](http://www.crcampeiro.net/novo/Pages/apps_android)>. A figura 1 ilustra a coleta de pontos com auxílio deste aplicativo.



Figura 1 - Coleta de pontos - C7 GPS Dados  
Fonte: Adaptado do aplicativo C7 GPS Dados

## 2.2 Pré-processamento dos dados

### 2.2.1 Importação dos dados espaciais

O procedimento de importação dos dados foi descrito considerando-se as duas formas de obtenção descritas acima, além da utilização dos softwares QGIS, GPS TRACKMAKER (versão gratuita), gvSIG e CR CAMPEIRO 7. Esta etapa foi descrita em tantos softwares de forma a permitir que o usuário opte pelo software que lhe convenha.

### 2.2.2 Pré-tratamento de dados alfanuméricos

O material elaborado aborda a conversão dos dados alfanuméricos coletados pelos agentes de saúde para um formato digital. A figura 2 ilustra um exemplo deste tipo de dado. Através desta conversão, é possível integrar os dados alfanuméricos aos dados espaciais através da função *join*, disponível em vários softwares de geoprocessamento.

12 FOCOS												
TABELA DE FOCOS DE <i>Aedes aegypti</i> , 2014										Folha: 01		
N° Amostra	Quart.	Bairro	Identificação Do local	Atividade	SE	Data Coleta	Data Análise	De Pó Si	N° Larvas	N° Pupas	N° Adultos	ASPVA
779	99	Lourdes PMSM	Candido Teixeira, S/N	PAR	02	06/01	07/01	D1	10			Denoide
780	99	Lourdes Rodoviari	General Neto	PAR	02	06/01	07/01	D1	08			Denoide
778	99	Lourdes Planalto	BR 158,1001	PE	02	06/01	07/01	D1	01	01		Denoide
107	87	Camobi Bombeiros	Br 287,S/N	O	02	07/01	08/01	D1	04			Rafael
783	45	KM 03 Pluma	Oswaldo Cruz,1083-	PAR	02	08/01	09/01	D1	10			Denoide
220	87	Camobi	Adriano Chaves,7685	LI+Tra	02	09/01	10/01	E			02	Guilherme
301	09	Medianeir Peugeot	Duque de Caxias,3147	PAR	02	07/01	10/01	D1	06			Monica
110	14	Minuano B.Cotrel	BR 392,3995.1	PE	02	10/01	10/01	D1	07			Rafael
277	113	Tomazeti B Paragua	BR 392,2955	PAR	03	13/01	13/01	D1	03			Raul
115	124	Tomazeti	R.Rondonia,150.1	LI+tra Reside	063	14/01	15/01	B	08	03		Rafael
224	14	Minuano B Cotrel	BR 393,3995.1	PE	03	14/01	15/01	E			04	Rafael
226	15	Minuano Ferro Vel	Br 392,3990	PE	03	14/01	15/01	E			04	Rafael

Figura 2 - Vista parcial da tabela de dados alfanuméricos disponibilizados pela VAS  
 Fonte: Adaptado da base de dados da VAS.

## 2.3 Consultas espaciais

### 2.3.1 Consultas por Atributo

As consultas espaciais por atributo mostram no mapa, onde está a informação cadastrada no banco de dados. O usuário do SIG seleciona o atributo desejado, e filtra apenas os dados referentes a este atributo. Assim, a consulta mostrará apenas os pontos referentes ao bairro escolhido, ao invés de todos os pontos cadastrados. Futuramente, este tipo de método pode ser realizado com os focos do mosquito, gerando relatórios semanais ou mensais, demonstrando no mapa a evolução do vetor em determinadas áreas da cidade. A figura 2 ilustra uma etapa do processo da realização de consultas por atributo no software QGIS.

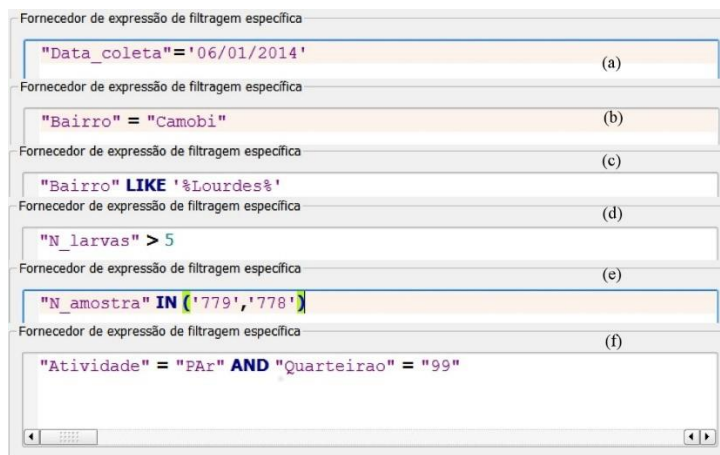


Figura 2 - Consultas por atributo com linguagem SQL

- a. Retorna todos os pontos coletados em uma determinada data.
  - b. Retorna todos os pontos coletados no bairro Camobi.
  - c. Assim como no exemplo anterior, este código retorna os pontos coletados em um determinado bairro. Porém, no caso de haver mais do que apenas a informação do bairro nesta coluna, é possível as ocorrências onde o nome do bairro apareça, mesmo que outras informações estejam agregadas.
  - d. Retorna todos os pontos coletados onde o número de larvas registrado for maior que
  - e. Retorna os registros cujos números de amostra são “779” e “778”.
  - f. Retorna todos os pontos registrados como armadilhas no quarteirão número 99.
- Fonte: Adaptado do software QGIS com banco de dados criado pelos autores

### 2.3.1 Busca individual por pontos

Em ambiente SIG, outra forma de realizar uma consulta é através de uma busca individual de cada ponto. Para isso, basta clicar com o cursor do mouse sobre o ponto interesse e todas as informações sobre este poderão ser visualizadas. A figura 3 ilustra esta etapa no software QGIS.

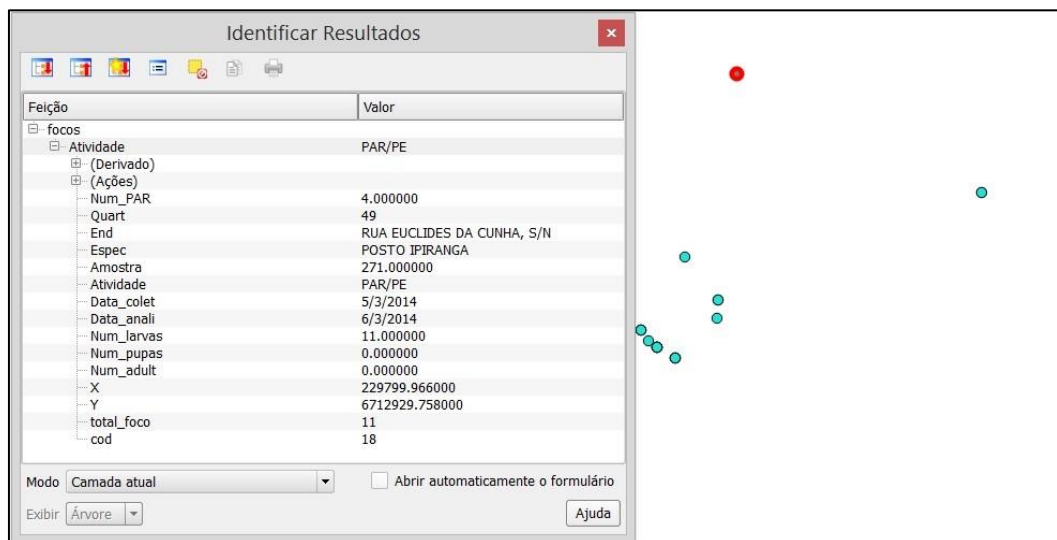


Figura 31 - Resultado de uma consulta por ponto – QGIS

Fonte: Adaptado do software QGIS com banco de dados criado pelos autores.

### 2.4 Estimadores baseados em densidade de observações

Em Sistemas de Informações Geográficas, utilizamos a análise de densidade como método de criação de um campo contínuo a partir de objetos discretos (LONGLEY, 2013, p. 373). Desta forma, este método resulta em uma superfície que evidencia a concentração dos dados. Existem dois métodos clássicos de estimador de densidade em SIG: o simples e o método de Kernel. Enquanto o método simples utiliza um raio de busca circular em cada célula estimada, somando os pontos encontrados e dividindo-os pela área do raio de busca, o estimador Kernel, aliado com esta técnica, atribui diferentes pesos aos pontos encontrados no raio de busca, tornando os valores próximos ao centro mais relevantes no cálculo que os valores da borda (MCCOY et al, 2001, p. 133).

Com esta técnica, é possível gerar mapas de áreas de risco. É uma alternativa prática e útil para representar a densidade de pontos na área de estudo, pois torna a visualização dos dados mais atrativa para se realizar análises em geral.

A análise por Kernel ajuda no planejamento de ações e tomada de decisões, de modo que o mapa gerado indica quais regiões são mais ou menos contempladas com os referidos pontos. A escolha do raio em torno de cada ponto é essencial para o resultado esperado, pois deve ser de um tamanho adequado de modo que não fique muito próximo, perdendo zonas de interesse, ou nem muito afastado, gerando zonas quentes onde não existe. No município de Santa Maria, RS, onde este projeto foi desenvolvido satisfatoriamente, os modelos gerados foram feitos com um raio de 500 metros depois de alguns testes com maiores e menores distâncias. Um estudo publicado na Revista de Saúde Pública em 2009, sugere que a fêmea do *Aedes aegypti*, em média, possui uma dispersão de 288,1 metros. Além disso, 90% dos vetores voaram mais do que 500,2 metros. Este resultado foi proveniente de uma metodologia de análise de mosquitos capturados que foram previamente marcados com uma substância fluorescente e libertos em uma área urbana na cidade do Rio de Janeiro (FREITAS e OLIVEIRA, 2009).

A figura 4 ilustra o resultado desta análise para o município de Santa Maria, RS.

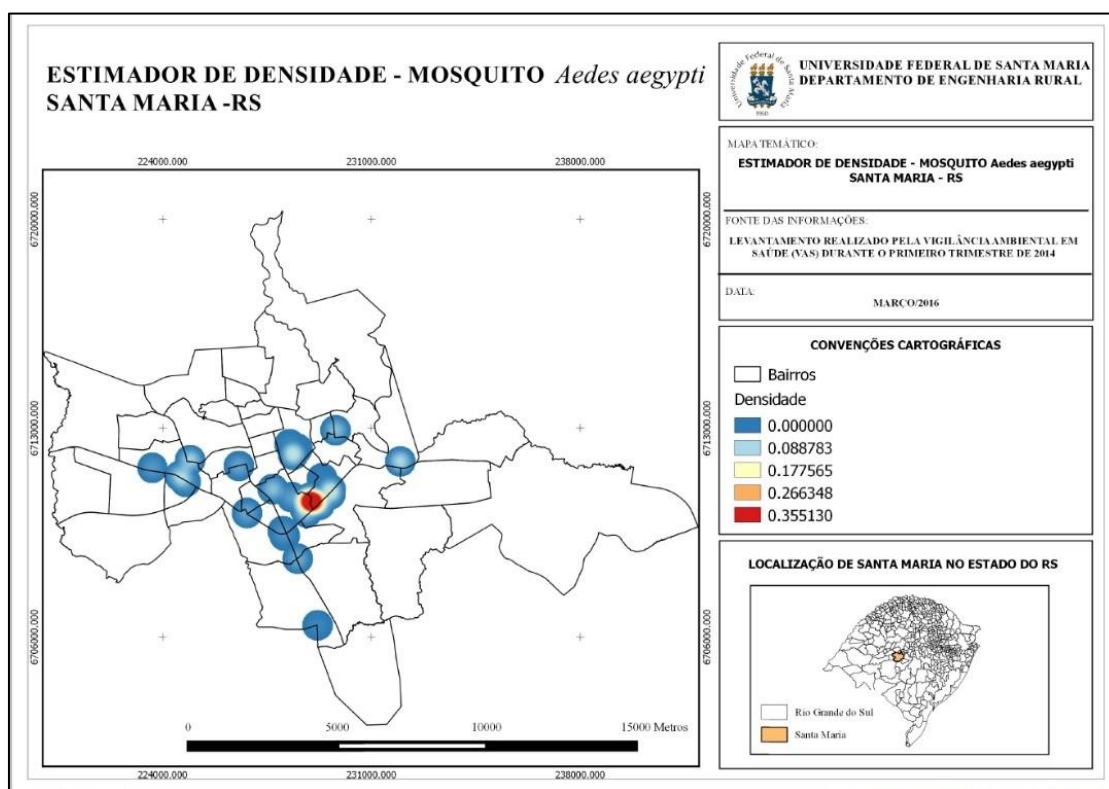


Figura 4 - Mapa de Densidade de Kernel gerado no QGIS  
Fonte: Autores

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o município de Santa Maria, após o cruzamento das informações cadastrais, ajuste de nomenclaturas e georreferenciamento dos pontos, foram criados mapas com a localização de armadilhas do mosquito e pontos de interesse, e também, com a quantidade de focos por bairro do 1º semestre de 2014.

Na figura 5 podemos ver os mapas com a localização de armadilhas, e na figura 6, a localização de pontos estratégicos.

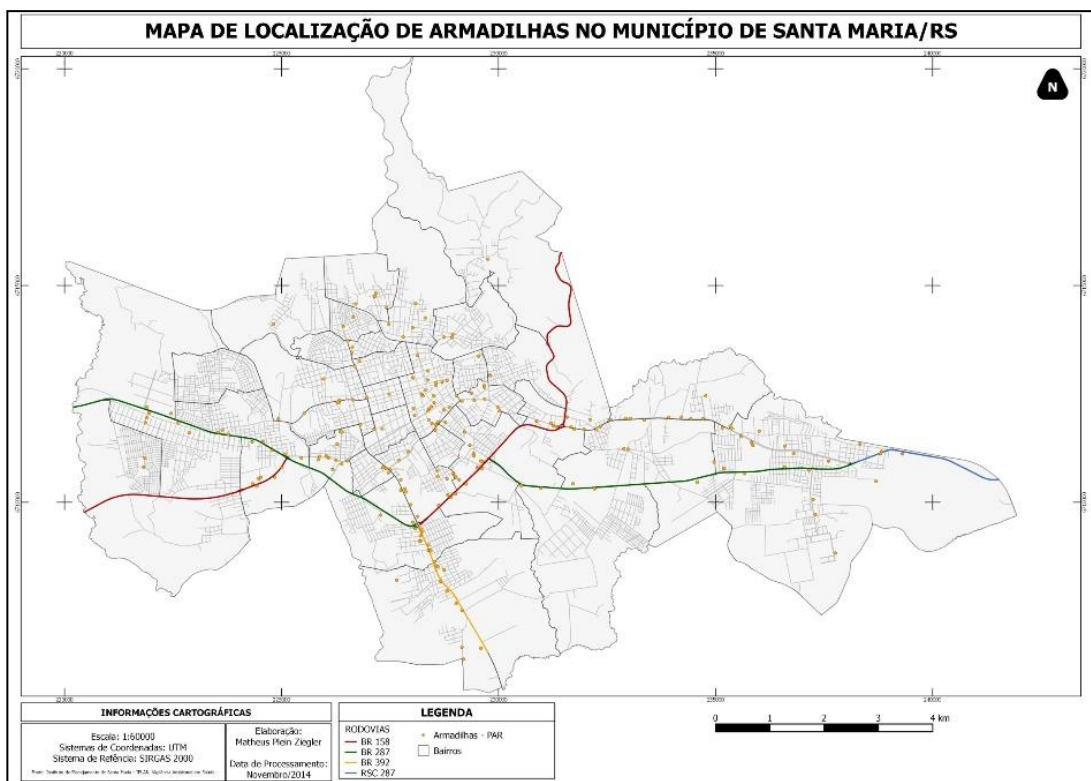


Figura 4 - Mapa de localização de armadilhas no município de Santa Maria/RS  
Fonte: Ziegler (2014)

Os Pontos Estratégicos são locais onde, devido suas características de uso do solo, existe o acúmulo de materiais capazes de servir como criadouros para o mosquito, tais como sucatas, borracharias, depósitos de materiais de construção, postos de combustíveis, cemitérios. A armadilha é constituída por um pedaço de pneu contendo água limpa, que serve como atrativo para reprodução do mosquito. Em um intervalo de 7 dias, o agente de saúde visita o local e procede a coleta de larvas. A vistoria é feita neste intervalo, porque este é o tempo que o mosquito eclode do ovo e passa para fase larvária.

Armadilhas são os pontos de controle, e a coleta realizada semanalmente é feita com o intuito de detectar a entrada do mosquito na cidade. As armadilhas são distribuídas em locais onde o mosquito tenha maior possibilidade para chegar ao município, ou seja, em locais de grande circulação de meios de transporte e pessoas, pois essa é a forma mais comum de entrada do vetor na cidade.

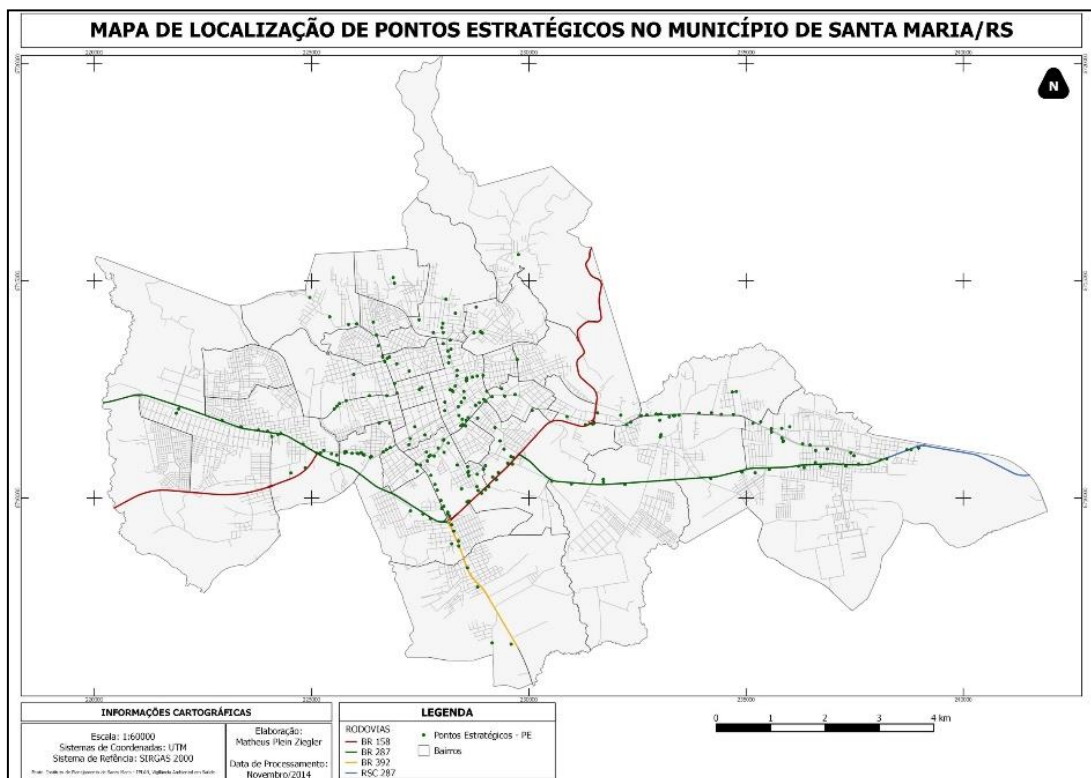


Figura 5 - Mapa de localização de pontos estratégicos no município de Santa Maria/RS  
Fonte: Ziegler (2014)

Nas figuras 6 e 7 são mostrados, respectivamente, os resultados dos mapas de densidade de armadilhas e pontos estratégicos pelo método de Kernel. Os mapas obtidos servem para demonstrar a concentração dos pontos na área de estudo, proporcionando a análise, por exemplo, das zonas que estão sem presença de armadilhas, já que são pontos de controle, ou também quais zonas possuem mais pontos estratégicos, que são pontos propensos a acumular água da chuva.



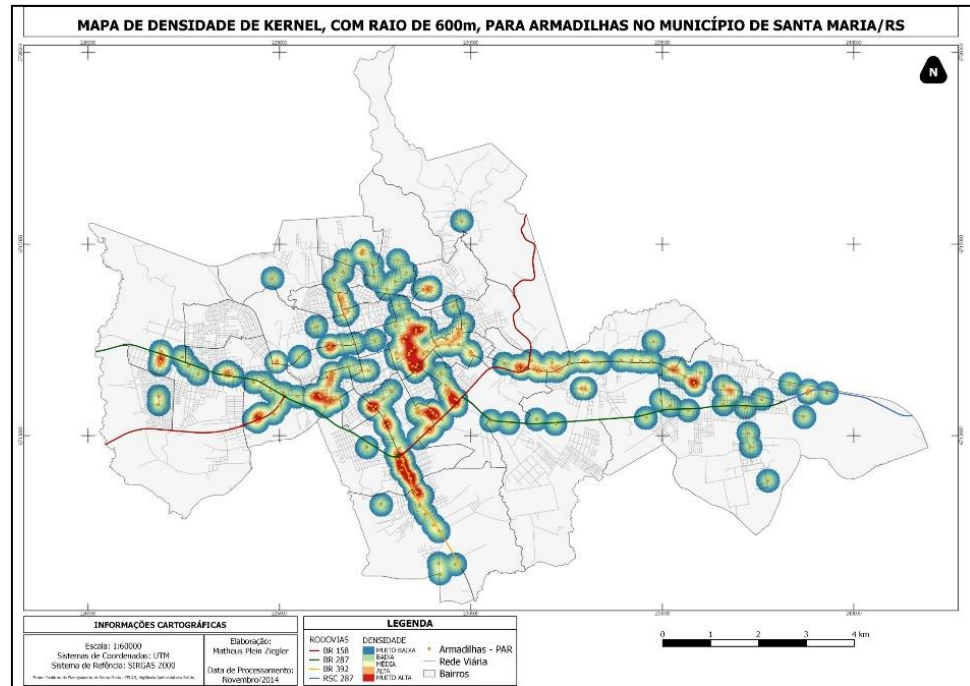


Figura 6 - Mapa de densidade de armadilhas no município de Santa Maria/RS  
 Fonte: Ziegler (2014)

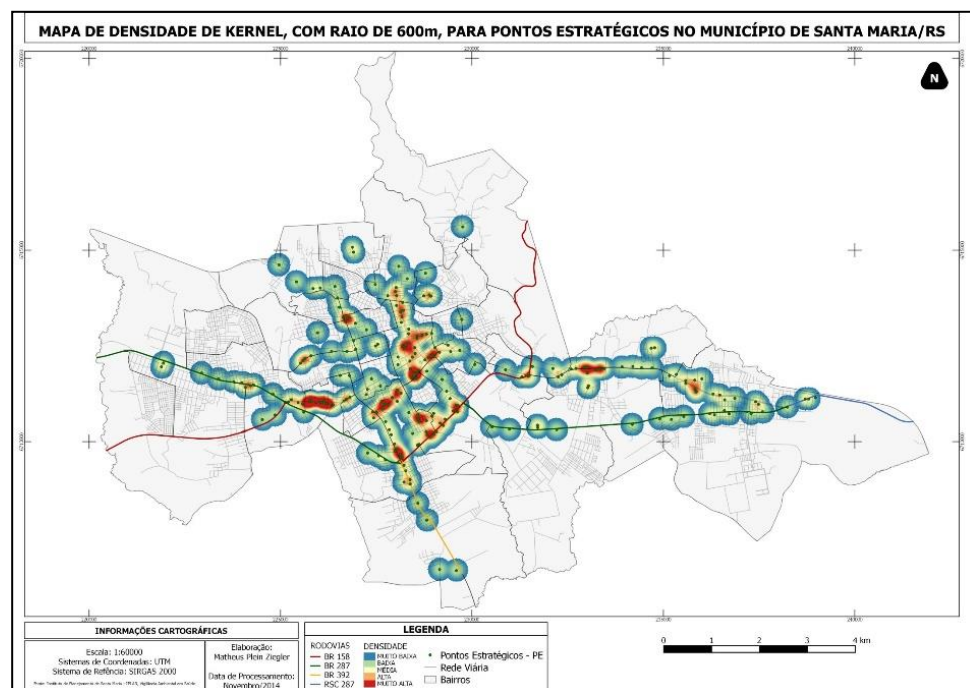


Figura 6 - Mapa de densidade de pontos estratégicos no município de Santa Maria/RS  
 Fonte: Ziegler (2014)

A metodologia desenvolvida neste estudo proporciona uma otimização dos processos com o auxílio de ferramentas de Geoprocessamento, de forma livre e gratuita. Além de ter trazido resultados a curto prazo, nestes primeiros meses de projeto, existe a possibilidade de se

aprofundar os estudos não só sobre o vetor em questão, através de interpoladores geoestatísticos por exemplo, como também, sobre outros dados referentes a outras endemias.

A cartilha desenvolvida foi submetida para análise e publicação para a Pró-Reitoria de Extensão da UFSM (PRE).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Um ponto a ser destacado é que este projeto de extensão não recebeu recursos e bolsas. Todas as atividades foram realizadas com o trabalho dos acadêmicos envolvidos e com a colaboração do Colégio Politécnico.

Como conclusão do projeto, avalia-se que o mesmo alcançou seus objetivos e contemplou a expectativa inicial.

Uma nova versão do projeto está sendo elaborada para continuar o monitoramento do mosquito e pretende envolver os mesmos atores da presente versão, onde objetiva-se ampliar a base de dados geográficos, realizar novas análises espaciais com outras metodologias e gerar mais publicações e informes técnicos.

Este material foi submetido para publicação pela Chamada Pública n. 11 de 2015 da Série Cadernos de Extensão PRE/UFSM. O material produzido deverá ser utilizado por agentes de saúde e gestores municipais no combate ao mosquito causador de doenças como a Febre Chikungunya, Dengue e Zica Vírus.

#### **Agradecimentos**

Ao Colégio Politécnico da UFSM, por participar deste trabalho disponibilizando equipamentos para treinamento dos funcionários da Vigilância Ambiental em Saúde (VAS), e por ter sido parceiro do projeto de extensão: “Uso de geotecnologias no controle de Focos do mosquito *Aedes aegypti* no município de Santa Maria - RS”.

Ao Instituto de Planejamento de Santa Maria (IPLAN), que forneceu os dados geográficos atualizados da cidade, bem como todo o suporte necessário para a montagem do SIG, o que incluiu desde o treinamento de funcionários da VAS para o uso de GPS, até sugestões para o melhor aproveitamento das informações na modelagem do banco de dados geográfico.

À Vigilância Ambiental em Saúde pela disponibilidade e apoio, em fornecer todos os dados cadastrais necessários para o trabalho, e paciência em estar sempre à disposição para questionamentos e explicações pertinentes ao projeto.

Ao professor Enio Giotto, Professor Titular da Universidade Federal de Santa Maria, pela disponibilidade em demonstrar as diversas aplicações do sistema CR 7 Campeiro e pelo desenvolvimento do C7 GPS Dados, respectivamente, sistema e aplicativo para smartphone utilizados neste trabalho.

#### **Referências Bibliográficas**

ANDRADE, A. L. et al. **Introdução à estatística espacial para a saúde pública**. Brasília: Editora MS: 2007.

C7 GPS Dados. **C7 GPS Dados versão 1.0**. Disponível em: <[http://www.crcampeiro.net/novo/Pages/apps\\_android](http://www.crcampeiro.net/novo/Pages/apps_android)>. Acesso em: 13 abr. 2016.

CR CAMPEIRO 7. **CR CAMPEIRO 7 versão 7.32**. Disponível em: <<http://www.crcampeiro.net/>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

FREITAS, R. M. de; OLIVEIRA, R. L. de. Presumed unconstrained dispersal of *Aedes aegypti* in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 8-12, fev. 2009.

GPS TRACKMAKER. **GPS TrackMaker Grátis versão 13.9.576**. Disponível em: < <http://www.trackmaker.com/main/index.php/pt-br/menupagelisencefree-br>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

GVSIG. **gvSIG Desktop 2.2**. Disponível em: < <http://www.gvsig.com/pt/produtos/gvsig-desktop/downloads>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

LONGLEY P A et al **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2013. 140 – 141, 373 p.

MCCOY, J., JOHNSTON, K. **Using ArcGIS spatial analyst: GIS by ESRI**. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2001. 133 p.

QGIS. **QGIS Desktop 2.8.3**. Disponível em: < <http://qgisbrasil.org/comunidade-de-usuarios-qgis-brasil/baixarinstalar/>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

ZIEGLER, M. P. **Uso de geotecnologias no monitoramento de focos do mosquito *Aedes aegypti* no município de Santa Maria – RS**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Geoprocessamento) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.