



Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação

Instituto de Biociências

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Avaliação espaço-temporal na densidade de focos do mosquito *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) a partir de índices de sensoriamento remoto

Rodrigo Cabrera da Silva



Campo Grande

abril 2019

**Avaliação espaço-temporal na densidade de focos do
mosquito *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) a partir
de índices de sensoriamento remoto**

Rodrigo Cabrera da Silva

Dissertação apresentada como requisito para a
obtenção do título de **Mestre em Ecologia**, pelo
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e
Conservação, Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul.

Orientador: Luiz Eduardo Roland Tavares

Banca Avaliadora

Dr. Fabio de Oliveira Roque

E-mail: roque.eco@gmail.com

Endereço institucional: Campo Grande (Mato Grosso do Sul), Av. Costa e Silva, s/nº, Bairro Universitário, CEP: 79070900, Caixa Postal 549; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Instituto de Biociências; Cidade Universitária.

Dr. Francisco Valente-Neto

E-mail: fvalenteneto@gmail.com

Endereço institucional: Campo Grande (Mato Grosso do Sul), Av. Costa e Silva, s/nº, Bairro Universitário, CEP: 79070900, Caixa Postal 549; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Instituto de Biociências; Cidade Universitária.

Dr. Roberto Macedo Gamarra

E-mail: rmgamarra@gmail.com

Endereço institucional: Campo Grande (Mato Grosso do Sul), Av. Costa e Silva, s/nº, Bairro Universitário, CEP: 79070-900; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; Centro de Ciências Exatas e Tecnologia; Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais; Cidade Universitária.

Dr. Cesar Augusto Marchioro

E-mail: c.marchioro@ufsc.br

Endereço institucional: Curitibaanos (Santa Catarina); Rodovia Ulysses Gaboardi, km 3 – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC, Campus Curitibaanos); Fazenda Pessegueirinhos; CEP: 89520000; Caixa-postal: 101. Telefone: (48) 37212184.

Agradecimentos

Merecem reconhecimento, por auxiliarem com excelência, ou recomendarem boas sugestões, durante a realização desse trabalho as seguintes pessoas: Alesson Pires Maciel Guirra, Antônio Pancrácio de Souza, Danilo Bandini Ribeiro, Erich Arnold Fischer, Fábio Bolzan, Fabio de Oliveira Roque, Maurício Ribeirão Silveira, Rafael Dettogni Guariento, Roberto Macedo Gamarra. Além disso, os seguintes integrantes da Coordenadoria de Controle de Endemias Vetoriais: Douglas Fogaça e Vagner Ricardo dos Santos foram imprescindíveis para obtenção de dados sobre focos de *Aedes aegypti* em Campo Grande.

Índice

Resumo.....	01
Abstract.....	02
Introdução.....	03
Metodologia.....	05
Resultados.....	10
Discussão.....	17
<i>Conclusões.....</i>	<i>20</i>
Literatura citada.....	21

Resumo

No território brasileiro as populações de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) normalmente estão associadas com o ambiente antrópico, onde ocorrem construções urbanas e hospedeiros humanos. Os corpos de água na paisagem urbana (desde pequenas lagoas até extensas zonas úmidas) proporcionam umidade, e promovem o resfriamento, em microclimas adjacentes. Nesse estudo analisamos, na área urbana do município de Campo Grande (Mato Grosso do Sul), se a variação na densidade de áreas construídas e na quantidade de corpos de água expostos influenciam na densidade de focos de *A. aegypti*. Para testar esse efeito utilizamos modelos lineares generalizados mistos. A densidade de áreas construídas e a quantidade de corpos de água contribuem significativamente para a variação na densidade de focos de *A. aegypti* entre os bairros. Porém, elas explicam muito pouco essa variação. Já a variação entre bairros, meses e anos explicaram bastante a variação na densidade de focos de *A. aegypti*. Concluimos, portanto, que o aumento na densidade de áreas construídas, a presença da maior quantidade de corpos de água expostos e a variação espaço-temporal têm influência sobre a dinâmica populacional de *A. aegypti*.

Palavras-chave: Paisagem urbana; Microclima; Mosquito da dengue.

Abstract

In Brazil the populations of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) are usually associated to anthropic environment, where occur urban buildings and human hosts. Open waters features on urban landscape (from small ponds to wide wetlands) afford air humidity, beside promote its cooling, in adjacent microclimates. In this study we analysed, in municipality of Campo Grande (Mato Grosso do Sul) urban area, whether built-up areas density and open waters features quantity variation influence on features density of *A. aegypti*. We have applied generalized linear mixed models to test this effect from explanatory variables on features of density of *A. aegypti*. Built-up areas density and open waters features quantity significantly contribute to features density of *A. aegypti* among Campo Grande neighborhoods. However, they explain a few this variation. In the meanwhile the variation among neighborhoods, months and years highly explain the variation on features density of *A. aegypti*. We conclude, therefore, which increasing on the built-up areas density, greater quantity of open waters features and space-temporal variation to have an influence on *Aedes aegypti* populational dynamic.

Keywords: Urban landscape; Microclimate; Dengue fever mosquito.

Introdução

Aedes (Stegomyia) aegypti (Linnaeus, 1762), popularmente conhecido como mosquito-da-dengue, é vetor dos arbovírus causadores de: dengue, febre amarela, febre chikungunya e febre pelo vírus zika (Marchette et al. 1969; Gubler 2002; WHO 2009; Zayed et al. 2012; Calvo et al. 2016). As fêmeas desse inseto hematófago realizam repasto sanguíneo principalmente, ou quase exclusivamente, em humanos (Ponlawat & Harrington 2005), e isso pode ser considerado uma vantagem seletiva, pois a obtenção de sangue a partir de humanos, comparado com outras espécies hospedeiras, possibilita que *A. aegypti* acumule mais reservas de energia, proporcionando às suas fêmeas uma vantagem de aptidão (Harrington et al. 2001).

As populações de *A. aegypti* possuem alta capacidade adaptativa, ocupam vários nichos ecológicos, além de expressarem relevante variabilidade em seus traços comportamentais e morfológicos (Mattingly 1957; Surtees 1960; McClelland 1974; Tabachnick et al. 1979), tais como populações apresentando colorações mais pálidas, presentes na Arábia e nas Filipinas, ou de colorações mais escuras, ocorrentes na África subsaariana e na região do Caribe (Mattingly 1957; McClelland 1974). No passado ocorreu um evento de domesticação em uma linhagem ancestral africana dessa espécie, a partir de então foram concebidas todas suas populações domésticas que hoje ocorrem em distribuição pantropical (Powell & Tabachnick 2013; Brown et al. 2014).

O real nível de domesticidade de *A. aegypti* varia com o grau de urbanização, sendo também condicionado por fatores climáticos e, possivelmente, pela competição (Mattingly 1957). Na área abrangida pelo Brasil, essa espécie normalmente vive em locais de paisagem antropogênica urbana, onde existem: elevada densidade populacional humana, baixa cobertura vegetal e grande concentração de domicílios, ou imóveis não residenciais (Braks et al. 2003; Lima-Camara et al. 2006; Silva et al. 2006; Lagrotta et al. 2008; Glasser et al. 2011).

Nessas regiões a *A. aegypti* pode utilizar inúmeros tipos de criadouros intradomiciliares ou peridomiciliares para a postura de ovos, como por exemplo: tanques, poços, caixas d'água, barris e tonéis; além de depósitos e canais menores de água, entre os quais estão: ralos, escoadouros e calhas; ou também variados recipientes produzidos pelo ser humano, tais como: pneus, vasos de plantas, garrafas, latas, vidro, louça e peças para construção (Souza-Santos 1999; Forattini & Brito 2003).

Segundo Chan et al. (1971) a oviposição e o desenvolvimento até a fase adulta de *A. aegypti* na maioria dos casos ocorrem em recipientes artificiais presentes em domicílios, porém é realizada em uma grande variedade de habitats. As vezes essa espécie obtém como sítio de oviposição, certas plantas domesticadas, como bromélias, utilizadas para ornamentação em espaços públicos de cidades e em residências (Cunha et al. 2002; Silva et al. 2006), sendo mais raramente encontrado em depósitos naturais, tais como: cavidades de árvores, imbricações de folhas ou em bromélias nativas contendo água (Varejão et al. 2005; Vieira & Lima 2006; Silva et al. 2006).

O início de um voo de oviposição de *A. aegypti* envolve respostas visuais, olfativas e táteis, estando relacionado com vários fatores ambientais, especialmente: chuva, umidade relativa, temperatura e velocidade do vento (Bentley & Day 1989). Além disso, a interação entre temperatura, umidade relativa e precipitação afeta a sobrevivência de adultos e a disponibilidade de locais de oviposição (Hemme et al. 2010).

A temperatura ambiental influencia cada fase do desenvolvimento de *A. aegypti*, sendo que temperaturas elevadas podem diminuir a longevidade de adultos, enquanto as baixas podem desencadear a cessação do desenvolvimento larval (Bar-Zeev 1958; Beserra et al. 2006; Mohammed & Chadee 2011; Byttebier et al. 2014).

O estágio adulto desse culicídeo é o mais sensível a temperaturas extremas, principalmente quando associadas à baixa umidade. Em temperaturas muito altas, provavelmente o *A. aegypti* morrerá devido à perda de água por evaporação (Bar-Zeev 1957). Em temperaturas extremamente baixas, o próprio efeito do frio pode matá-lo, ou em situação de frio ameno, pode ocorrer a perda de água nessa espécie, durante a realização de atividades (como o movimento de pernas e voo), que atuam como um fator adicional na causa de sua morte (Bar-Zeev 1957).

A oviposição, ou o desenvolvimento de *A. aegypti*, provavelmente são afetados por um padrão espacial heterogêneo de umidade ou temperatura no ambiente (Carbajo et al. 2006). Hayden et al. (2010) observaram isso em determinados pontos de amostragem, nas áreas urbanas e suburbanas, da região árida de fronteira entre Estados Unidos e México, onde o estresse hídrico dessa espécie e a dessecação de seus habitats larvais eram reduzidos, a partir da alteração do microclima, pelas seguintes fontes de umidade: vegetação, precipitação adicional ou irrigação do solo. Vezzani et al. (2005) verificaram em um cemitério, no município de Buenos Aires (Argentina), que os microhabitats mais favoráveis para presença de larvas e pupas de *A. aegypti* são aqueles mais sombreados, com vegetação mais alta e fechada, e com maior disponibilidade de vegetação ao redor.

Em áreas mais secas e urbanizadas, a presença de corpos de água expostos (desde pequenas lagoas até zonas úmidas maiores) são fonte de umidade (Robitu et al. 2004; Thani et al. 2013; Manteghi et al. 2015). Além disso, podem promover o resfriamento nos microclimas adjacentes à sua ocorrência (aproximadamente 300 - 400 metros seguindo o fluxo de vento) (Sun & Chen 2012; Manteghi et al. 2015) e amenizar o efeito de ilhas de calor urbanas através da evaporação, convecção e grande absorção de radiação (Robitu et al. 2004; Sun & Chen 2012; Manteghi et al. 2015).

A morfologia e as características da paisagem urbana exercem grande influência sobre efeitos microclimáticos do ambiente (Thani et al. 2013; Manteghi et al. 2015), já que áreas construídas interferem na velocidade e direção do vento, armazenam rapidamente o calor a partir da radiação solar e proporcionam escoamento superficial em superfícies impermeáveis, impossibilitando, desta forma, maiores taxas de umidade naquele espaço (Robitu et al. 2004; Thani et al. 2013; Manteghi et al. 2015). Além disso, o desmatamento, a partir da expansão urbana, provoca redução nas taxas de evapotranspiração (Sun & Chen 2012; Thani et al. 2013). Enquanto isso, áreas ocupadas por zonas úmidas estão positivamente associadas com a abundância total de culicídeos (Ferraguti et al. 2016).

Em áreas urbanas a cobertura do solo muda amplamente em um curto período de tempo, principalmente devido ao processo dinâmico de expansão urbana (Zha et al. 2003), conduzindo para a uma reestruturação completa da vegetação e da composição de espécies (Miller & Hobbs 2002). Nessa conjuntura, a pesquisa em ecologia de paisagens é aplicável em uma gama de escalas espaciais (a partir de microhabitat para regional, ou até em nível continental) (Kitron 1998), e seria oportuna para estudar os efeitos da antropização ambiental sobre a abundância, riqueza e composição de espécies de culicídeos (Ferraguti et al. 2016).

A atividade humana e o processo de antropização do ambiente, frequentemente proporcionam vantagens a muitas espécies de culicídeos, já que favorecem a criação de habitats artificiais, expandem habitats ou alteram habitats já existentes (Norris 2004). Desta forma, a partir da disponibilidade de novos habitats, úteis para reprodução, é possível que populações limitadas de mosquitos cresçam, e se tornem abundantes, influenciando assim a ecologia da comunidade de culicídeos (Norris 2004; Ferraguti et al. 2016). Por outro lado, características da paisagem antropogênica podem resultar em fragmentação de habitat e formação de barreiras físicas, limitando o alcance de voo e dispersão de mosquitos (Harrington et al. 2005; Hemme et al. 2010; Maneerat & Daudé 2016).

No ambiente antropogênico, a disponibilidade e abundância dos recursos específicos para *A. aegypti* (recipientes artificiais, água acessível e hospedeiros humanos), entre as construções urbanas, determinam a dispersão e a dinâmica populacional dessa espécie, juntamente com condições ambientais favoráveis, relacionadas: ao clima, à densidade de habitações, aos padrões de vegetação, de sombreamento e de microclima (Vezzani et al. 2005; Lima-Camara et al. 2006; Hayden et al. 2010; Maneerat & Daudé 2016).

Os elementos presentes em paisagens naturais ou antropogênicas, tais como: corpos de água, cobertura vegetal e construções de área urbana, podem ser estimados através de índices de sensoriamento remoto e por outras ferramentas de geotecnologia (e.g. Rouse et al. 1973; Kawamura et al. 1996; McFeeters 1996; Zha et al. 2003; Xu 2006; Xu 2008). Nesse contexto, conforme Eisen & Lozano-Fuentes (2009) vários estudos têm abordado amplamente o uso de sistema de informação geográfica (SIG), sensoriamento remoto (RS) e abordagens de modelagem espaço-temporal de mudanças ecológicas, para monitorar vetores e doenças transmitidas por esses transmissores (e.g. Getis et al. 2003; Morrison et al. 2004; Carbajo et al. 2006; Lagrotta et al. 2008; Landau & van Leeuwen 2012).

Avaliamos aqui, através de índices de sensoriamento remoto, se a quantidade de corpos de água expostos, a densidade de cobertura vegetal (biomassa verde acima do solo) e a densidade de áreas construídas influenciam na densidade de focos de *A. aegypti* em bairros no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul (MS).

Uma vez que a elevada densidade de áreas construídas, perante o uso e a ocupação do solo urbano, implicaria em maior disponibilidade de ambientes humanos, e recursos utilizados pela *A. aegypti*; ou enquanto a presença de corpos de água em meio urbano poderia proporcionar, próximo à sua abrangência, um microclima mais úmido e adequado à *A. aegypti*, esperamos que a densidade de focos dessa espécie aumente nos locais da cidade onde existam menor cobertura vegetal, maior quantidade de áreas construídas e maior disponibilidade de corpos de água expostos.

Metodologia

Quantificamos através de índices de sensoriamento remoto, a variação ao longo do tempo nas médias de indícios de água exposta, estimativas de cobertura vegetal e densidade de áreas construídas em bairros no município de Campo Grande (MS), para avaliar seu efeito sobre o índice de densidade de focos de *A. aegypti* nessas áreas.

Campo Grande (20°28'13,40737" S e 54°37'25,87099" O) é capital do estado de Mato Grosso do Sul, sua altitude está entre 500 e 675 metros, seu município possui área territorial de 8.092,95 km², com área urbana de 154,45 km², composta por 74 bairros (Ferreira et al. 2010; Campo Grande 2017) (Figura 1).

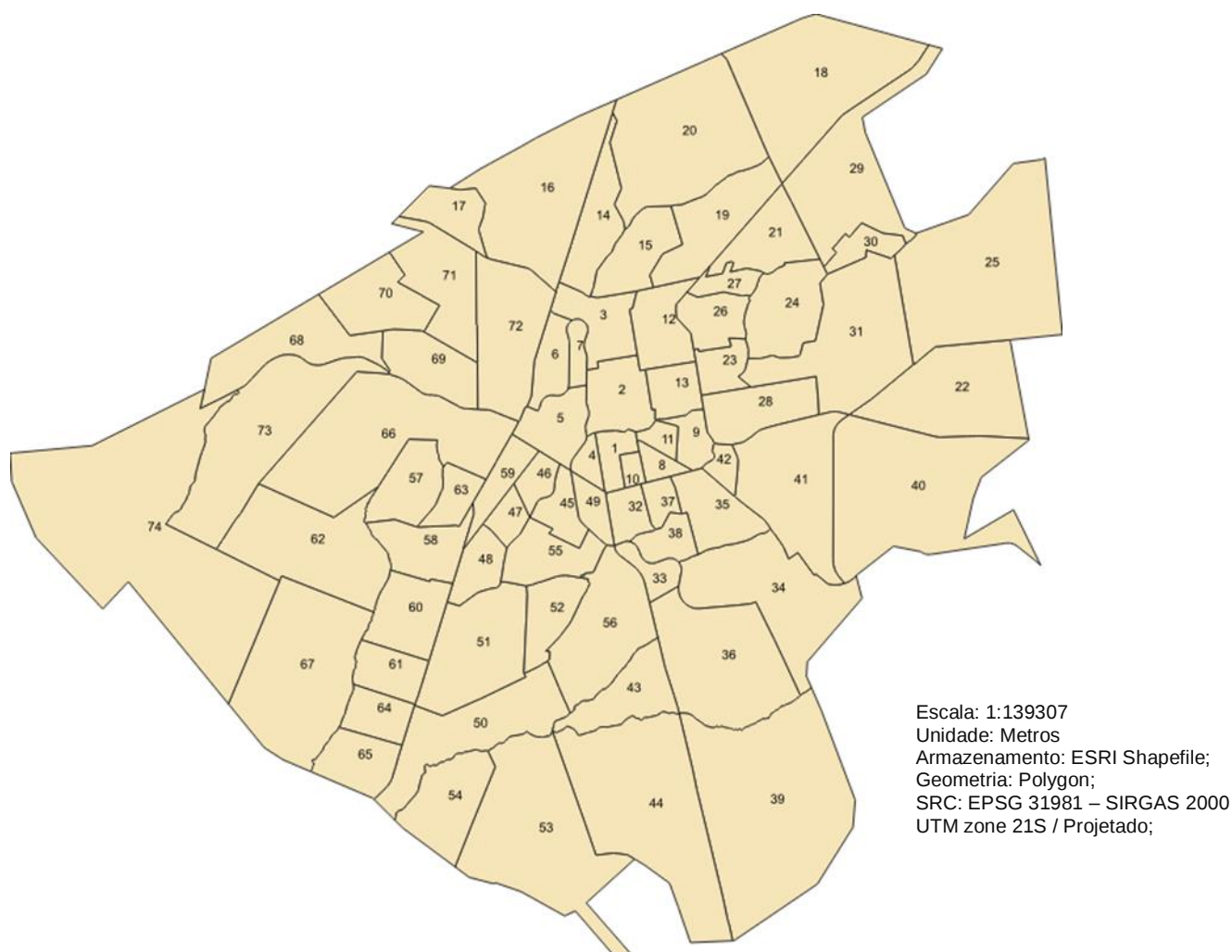


Figura 1- Área urbana do município de Campo Grande (Mato Grosso do Sul). Bairros: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambaí; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Jardim Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Tiradentes; 42- Jardim São Lourenço; 43- Alves Pereira; 44- Jardim Centro-Oeste; 45- Jockey Club; 46- Vila Taquarussu; 47- Jardim Jacy; 48- Guanandi; 49- Jardim América; 50- Jardim Centenário; 51- Aero Rancho; 52- Jardim Parati; 53- Jardim Los Angeles; 54- Parque do Lageado; 55- Vila Piratininga; 56- Pioneiros; 57- Parque Residencial União; 58- Jardim Leblon; 59- Vila Bandeirante; 60- Jardim Tijuca; 61- Jardim Batistão; 62- Jardim São Conrado; 63- Caiçara; 64- Coophavila II; 65- Jardim Tarumã; 66- Vila Taveirópolis; 67- Caiobá; 68- Vila Popular; 69- Santo Antônio; 70- Jardim Panamá; 71- Vila Santo Amaro; 72- Vila Sobrinho; 73- Vila Nova Campo Grande; 74- Núcleo Industrial. Mapa editado no Sistema de Informação Geográfica livre e aberto QGIS (QGIS Development Team 2017 - versão 2.18).

Apresenta precipitação média anual de 1500 mm, e temperatura média anual de 23,3°C (Coleti et al. 2007; Ferreira et al. 2010). Segundo a classificação climática de Köppen Campo Grande se encontra em uma faixa de transição, entre o Clima tropical (com inverno seco; Aw) e clima subtropical úmido (sem estação seca, com verão quente e úmido; Cfa) (Alvares et al. 2013), além disso pertence à região fitogeográfica de Cerrado (cobertura vegetal remanescente identificada para o ano de 2007 correspondia a 20,7% de sua área). A capital do MS posiciona-se na porção central desse estado, predominantemente na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, com exceção de uma pequena porção noroeste de seu território, que se situa na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai (Ferreira et al. 2010; Campo Grande 2017). O IBGE estimou sua população em 885.711 pessoas para o ano de 2018 (Brasil 2010).

Para estimar o nível de infestação de *A. aegypti* utilizamos informações sobre o número de focos do mosquito nos bairros de Campo Grande, extraídos da planilha de dados da Coordenadoria de Controle de Endemias Vetoriais (CCEV), uma unidade municipal vinculada à Secretaria Municipal de Saúde Pública (SESAU). Essa unidade municipal obteve dados através do Levantamento Rápido de Índice para *A. aegypti* (LIRAA) (Gomes 1998; Brasil 2001; Brasil 2013). A planilha foi cedida pela CCEV para a realização do presente estudo.

O LIRAA é um método de vigilância proposto pelo Ministério da Saúde do Brasil para avaliar o nível de infestação, dispersão e densidade de *A. aegypti*, onde agentes estaduais e/ou municipais de saúde realizam pesquisa de ocorrência larvária para a posterior obtenção dos seguintes índices: Índice Predial (IP) e Índice de Breteau (IB) (Gomes 1998; Brasil 2001).

Esses dados têm sido coletados por agentes de saúde em 75 localidades de Campo Grande, através do LIRAA, em amostras definidas como estratos. Conforme Brasil (2013) os estratos são formulados de acordo com o número de quarteirões nos bairros a serem amostrados, o número de imóveis e informações socioeconômicas desses locais. Assim, em cada estrato integra-se as partes de diferentes bairros, com proximidade geográfica entre si, ou uma única grande parte de um bairro.

A amostragem para o levantamento dos índices larvais é delineada de modo a apresentar significância estatística, e uma representatividade dos quarteirões (quadras) existentes nas localidades avaliadas, enquanto o levantamento de índice amostral é realizado continuamente, junto com o tratamento focal (Brasil 2001). Levando em conta que ao longo do tempo a composição dos bairros dentro dos estratos se modificam, optamos por extrair da planilha de dados apenas as informações sobre o número de focos do mosquito *A. aegypti*, nos bairros da área urbana do município de Campo Grande. Desta forma, foi possível organizar como amostras quase todos os bairros de Campo Grande (exceto: Jardim Centro-Oeste, Tiradentes e Jockey Club por serem bairros onde não foi realizada coleta de dados em todos os períodos de realização do LIRAA).

A quantidade de focos do mosquito por bairro foi avaliada em meses aleatórios, em um período de cinco anos (novembro de 2013; janeiro, maio, julho e outubro de 2014; janeiro, março e outubro de 2015; abril, julho, setembro e outubro de 2016; janeiro, março, abril e julho de 2017) e estavam registrados em planilhas separadas. Ordenamos o número de focos do mosquito em uma sequência cronológica, para cada mês de coleta, desde o ano 2013 até 2017. Após a tabulação de dados, criamos um índice de densidade de focos, através da divisão do número de focos do mosquito pela área (m²) de cada bairro amostrado no município de Campo Grande.

Optamos por não utilizar os dados do LIRAA anteriores ao ano de 2013, uma vez que as imagens de sensoriamento remoto foram obtidas pelo satélite Landsat 8, em funcionamento a partir do dia 11 de fevereiro de 2013 (Irons & Loveland 2013; Roy et al. 2014).

A partir da página do Serviço Geológico dos Estados Unidos (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) buscamos imagens de média resolução (pixel de 30 m) do município de Campo Grande, MS (20°28'10" S, 54°37'12" O), captadas pelo satélite Landsat 8 (sensor OLI), distribuídas gratuitamente, com correção atmosférica e como número digital convertido para reflectância. As imagens, utilizadas nesse estudo, foram obtidas pelo satélite durante a estação do inverno (estação seca). Com exceção de uma imagem, coletada em maio de 2014 (outono): 09/07/2013, 09/05/2014, 31/07/2015, 02/08/2016 e 20/07/2017.

Após acesso às imagens, no Sistema de Informação Geográfica livre e aberto QGIS (QGIS Development Team 2017) versão 2.18, utilizou-se a calculadora “raster” desse “software” para operar equações entre bandas espectrais, específicas para cada um dos seguintes índices: “Modification of Normalized Difference Water Index” (MNDWI) (Xu 2006), “Normalized Difference Built-Up Index” (NDBI) (Zha et al. 2003) e “Normalized Difference Vegetation Index” (NDVI) (Rouse et al. 1973).

O MNDWI é calculado pela subtração das bandas Verde por IVM dividido pela soma das bandas Verde com IVM (Xu 2006). Segue a equação entre as bandas espectrais do Landsat 8:

$$\text{MNDWI} = (\text{Banda 3} - \text{Banda 6}) / (\text{Banda 3} + \text{Banda 6}).$$

O cálculo do MNDWI produzirá os seguintes resultados: água terá valores positivos, enquanto área construída, solo e vegetação terão valores negativos (Xu 2006).

O NDBI é calculado através da subtração das bandas do Infravermelho Médio (IVM) com Infravermelho Próximo (IVP), dividida pela soma das bandas de IVM com IVP (Zha et al. 2003). Segue a equação entre as bandas espectrais do Landsat 8:

$$\text{NDBI} = (\text{Banda 6} - \text{Banda 5}) / (\text{Banda 6} + \text{Banda 5}).$$

A diferenciação padronizada das bandas 5 e 6, que ocorre no cálculo de NDBI, resultará em próximo de 0 para pixels de floresta e de fazenda, negativo para corpos de água, mas valores positivos para pixels de construção, possibilitando o último ser separado a partir de coberturas remanescentes (Zha et al. 2003).

O NDVI é calculado através da subtração das bandas do IVP com Vermelho (V), dividida pela soma das bandas IVP com V (Rouse et al. 1973). Segue a equação entre as bandas espectrais do Landsat 8:

$$\text{NDVI} = (\text{Band 5} - \text{Banda 4}) / (\text{Band 5} + \text{Banda 4}).$$

Os valores resultantes do cálculo de NDVI podem variar de -1 à 1, sendo que os valores próximos a 1 indicam grande quantidade de vegetação em atividade fotossintética. Já os valores negativos estão associados às massas de água, enquanto valores positivos muito próximos a 0 estão relacionados a solos expostos (Rouse et al. 1973).

Utilizamos dois modelos lineares generalizados mistos (GLMM), onde primeiro (mm1) era composto pelas variáveis MNDWI, NDBI e NDVI, enquanto o segundo (mm2) apenas por MNDWI e NDBI. Utilizamos os GLMM para estimar o efeito dos fatores fixos (MNDWI, NDBI e NDVI no modelo 1; MNDWI e NDBI no modelo 2), e considerar a variação devido aos fatores aleatórios (local, mês e ano) sobre a densidade de focos do mosquito nos bairros de Campo Grande. Os fatores aleatórios formaram o

modelo nulo, enquanto a variação entre os bairros ao longo do tempo, não se relaciona com as variáveis explicativas do modelo alternativo (fatores fixos). Entre os fatores aleatórios do modelo nulo, o fator mês foi hierarquizado com ano (ano/mês), por considerar que os meses variam dentro dos anos.

Após gerar o GLMM, utilizamos a função "ANOVA", para avaliar se o modelo 1 diferia do modelo 2, então observamos que se acrescentássemos o NDVI no modelo, junto às variáveis MNDWI e NDBI, não influenciaria em conceber alguma outra explicação sobre a variável resposta. Por isso, selecionamos o modelo 2 para ser analisado nesse estudo, e utilizamos mais uma vez a função "ANOVA", desta vez para comparar o modelo nulo com o modelo alternativo, através de um teste de razão de máxima verossimilhança. Em seguida, calculamos o R^2_{GLMM} , gerando os valores: de R^2 marginal (variância explicada apenas pelos fatores fixos) e o R^2 condicional (variância explicada por todo o modelo). Por último, realizamos outros dois GLMM, desta vez com NDBI e MNDWI isolados em modelos distintos. O objetivo desse passo foi avaliar se cada modelo, composto por somente uma das variáveis aqui analisadas, também seria significativamente distinto do modelo nulo.

Para gerar o GLMM e a estatística do R^2_{GLMM} , (*r.squaredGLMM*) foram utilizados os pacotes de código aberto: lme4 (Bates et al. 2015) e MuMIn (Barton 2018) no programa estatístico R (R3.3.2) (R Development Core Team 2014).

Resultados

O índice de densidade de focos de *A. aegypti* sofreu variação entre os bairros, ao longo dos meses e dos anos. O índice também sofreu variação dentro dos mesmos bairros e dos mesmos meses em anos diferentes (Figura 2; Figura 3) (Para mais informações, ver material complementar).

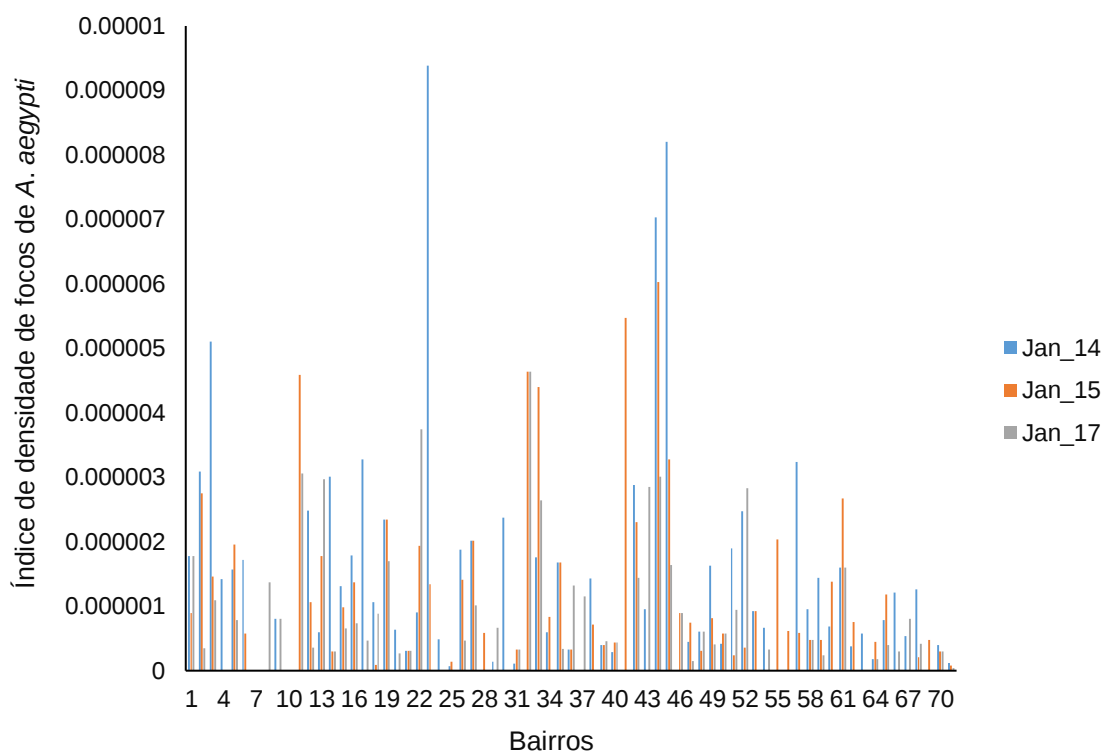


Figura 2: Variação que existe na densidade de focos de *Aedes aegypti*, tanto nas coletas entre os bairros de Campo Grande (MS), assim como entre diferentes anos. Aqui é mostrado: Janeiro de 2014 (Jan_14); Janeiro de 2015 (Jan_15); Janeiro de 2017 (Jan_17). Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambaí; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Jardim Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coopphavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

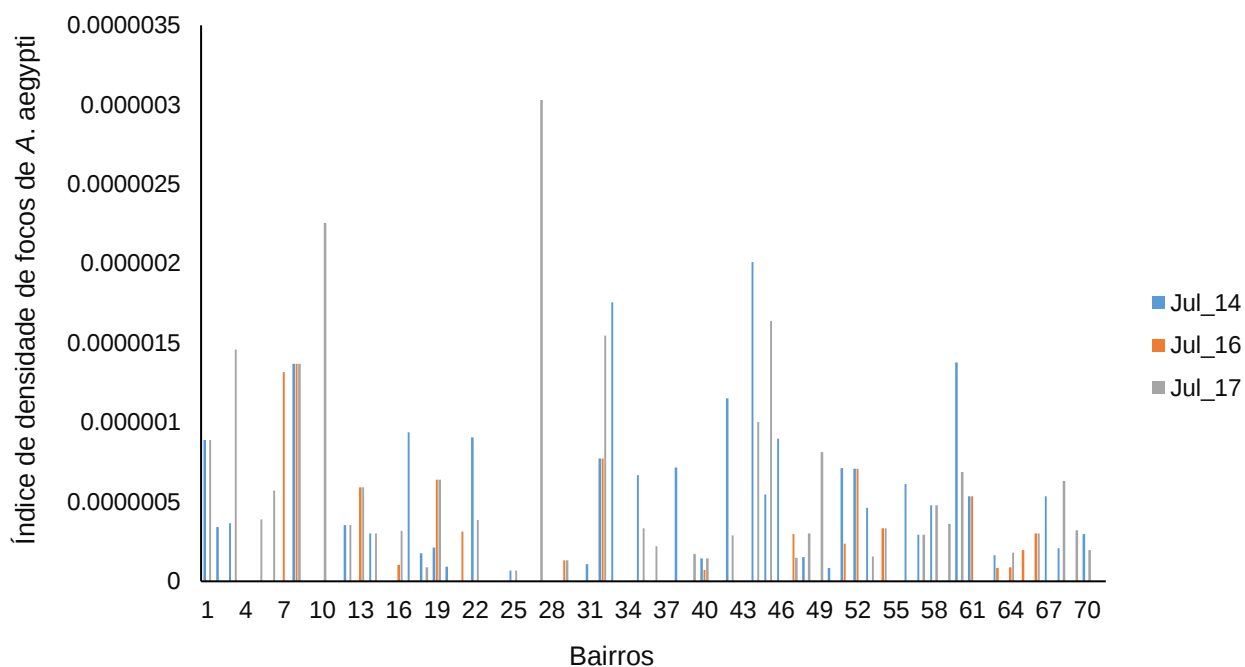


Figura 3: Variação que existe na densidade de focos de *Aedes aegypti*, tanto nas coletas entre os bairros de Campo Grande (MS), assim como entre diferentes anos. Aqui é mostrado: Julho de 2014 (Jul_14); Julho de 2016 (Jul_16); Julho de 2017 (Jul_17). Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambaí; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Jardim Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

Em mais de um período de coleta, tanto os bairros presentes na região urbana do Centro de Campo Grande (Itanhangá Park, Monte Líbano, Vila Planalto, São Bento e São Francisco), assim como aqueles presentes em outras regiões desse município (Caiçara, Doutor Albuquerque, Vila Margarida, Vila Taquarussu, Jardim TV Morena, Coopavila II, Jardim São Lourenço, Jardim Jacy, Jardim Paulista, Guanandi, Vila Carlota, Santa Fé, Jardim Tijuca e Jardim Noroeste), apresentaram valores de índice de densidade de focos de *A. aegypti* destacados entre os mais elevados.

Em janeiro de 2014 o bairro Santa Fé atingiu o maior valor no índice de densidade de focos de *A. aegypti*, em relação a todas outras coletas, em todo período desse estudo (Figura 2). Por outro lado, esse bairro não teve focos em dez períodos de coletas (Para mais informações, ver material complementar).

Em cada período de coleta desse estudo, a quantidade de bairros em Campo Grande que não apresentou focos de *A. aegypti* foi: 12 bairros em Novembro de 2013; 12 em janeiro, 18 em maio, 35 em julho e 26 em outubro de 2014; 16 em janeiro, 17 em março e 26 em outubro de 2015; 39 em abril, 53 em julho, 57 em setembro e 32 em outubro de 2016; 20 em janeiro, 16 em março, 18 em abril e 33 em julho de 2017 (Para mais informações, ver material complementar).

Os períodos de coleta com maior presença de focos de *A. aegypti*, na área urbana do município de Campo Grande, foram em novembro de 2013 e janeiro de 2014. Em ambos períodos de coleta houve apenas doze bairros sem focos de *A. aegypti*, entre os quais, se repetiram nos dois períodos: Cabreúva, São Bento, Itanhangá Park e Vila Sobrinho. Enquanto isso, a maior ausência de focos dessa espécie de culicídeo ocorreu nas coletas de julho e setembro de 2016, onde 53 bairros e 57 bairros, respectivamente não apresentaram focos de *A. aegypti* (Para mais informações, ver material complementar).

Em relação aos valores dos três índices de sensoriamento remoto em Campo Grande, observamos uma ampla variação entre vários bairros no decorrer dos anos 2013 até 2017, enquanto que em um mesmo bairro, ao longo do tempo, ocorreu apenas pouca variação (Para mais informações, ver material complementar).

De 2013 até 2017, o bairro Centro apresentou os valores máximos de MNDWI (2013: -0,396; 2014: -0,396; 2015: -0,395; 2016: -0,384 e 2017: -0,402), ao mesmo tempo que o bairro Chácara dos Poderes apresentou os valores mínimos de MNDWI (2013: -0,599; 2014: -0,591; 2015: -0,603; 2016: -0,588; 2017: -0,611) (Para mais informações, ver material complementar).

Em todos anos desse estudo, o bairro Monte Líbano dispôs dos valores máximos de NDBI (2013: 0,117; 2014: 0,110; 2015: 0,123; 2016: 0,122 e 2017: 0,127), enquanto os valores mínimos de NDBI foram dos bairros Mata do Segredo em 2013 (2013: -0,126), Chácara dos Poderes nos anos 2014 e 2017 (2014: -0,209 e 2017: -0,110) e Jardim Veraneio em 2015 e 2016 (2015: -0,105 e 2016: -0,079) (Para mais informações, ver material complementar).

O bairro Chácara dos Poderes dispôs dos valores máximos de NDVI (2013: 0,641; 2014: 0,710; 2015: 0,624; 2016: 0,570 e 2017: 0,620), já o Monte Líbano apresentou os valores mínimos de NDVI, exceto em 2016 (2013: 0,206; 2014: 0,215; 2015: 0,193 e 2017: 0,190), quando o valor mínimo desse índice foi na Vila Glória (2016: 0,188) (Para mais informações, ver material complementar).

O bairro Vila Glória tanto apresentou valores baixos de NDVI (2013: 0,219; 2014: 0,224; 2015: 0,197; 2016: 0,187 e 2017: 0,193), assim como ocupou a posição de segundo lugar, após o Centro, entre os bairros com os valores mais elevados de MNDWI (2013: -0,402; 2014: -0,399; 2015: -0,402; 2016: -0,390 e 2017: -0,402), além de ter ocupado a posição de segundo lugar, após o bairro Monte Líbano, entre os bairros com os valores mais elevados de NDBI (2013: 0,098; 2014: 0,091; 2015: 0,112; 2016: 0,109 e 2017: 0,115) (Para mais informações, ver material complementar).

Após gerarmos os dois modelos lineares (GLMM), a função “ANOVA” revelou que os modelos mm1 (incluindo o NDVI) e mm2 (excluindo o NDVI) não diferiram ($p=0,94$), ou seja, a inclusão dos valores de NDVI não contribuiu para aumentar o poder de explicação do modelo. Sendo assim, posteriormente, optamos por analisar somente os resultados do modelo mm2.

Após observarmos os resultados do GLMM (modelo mm2), e compararmos seu modelo nulo com o modelo composto pelas variáveis NDBI e MNDWI, notamos que os mesmos eram significativamente distintos ($X^2=23,808$; GL= 2; $p<0,01$). Sendo assim, essas variáveis preditoras contribuíram significativamente para explicar a variação no índice de densidade de focos de *A. aegypti* entre os bairros estudados.

Em análise posterior, realizada com NDBI e MNDWI isolados em modelos distintos, observamos que os mesmos também eram significativamente distintos do modelo nulo ($X^2=13,784$; GL= 1; $p<0,01$ no modelo com MNDWI; $X^2=22,007$; GL= 1; $p<0,01$ no modelo com NDBI). Desta forma, como observamos previamente, ambas variáveis preditoras contribuíram para explicar a densidade de focos de *A. aegypti*. Porém, a explicação pelos fatores fixos foi baixa ($R^2=6,9\%$), enquanto que o modelo global (com fatores fixos e fatores aleatórios) explicou grande parte da variação ($R^2=38\%$).

Observamos nos coeficientes que o efeito da densidade de área construída (representada pelo NDBI) e de indícios de corpos de água expostos (representados pelo MNDWI) era positivo, enquanto o índice de densidade de focos de *A. aegypti* apresentou baixa associação positiva com os valores dos índices de sensoriamento remoto. Sendo assim, o índice de densidade de focos aumenta muito pouco em função do aumento nos valores dos índices de sensoriamento remoto (Figura 4 e Figura 5).

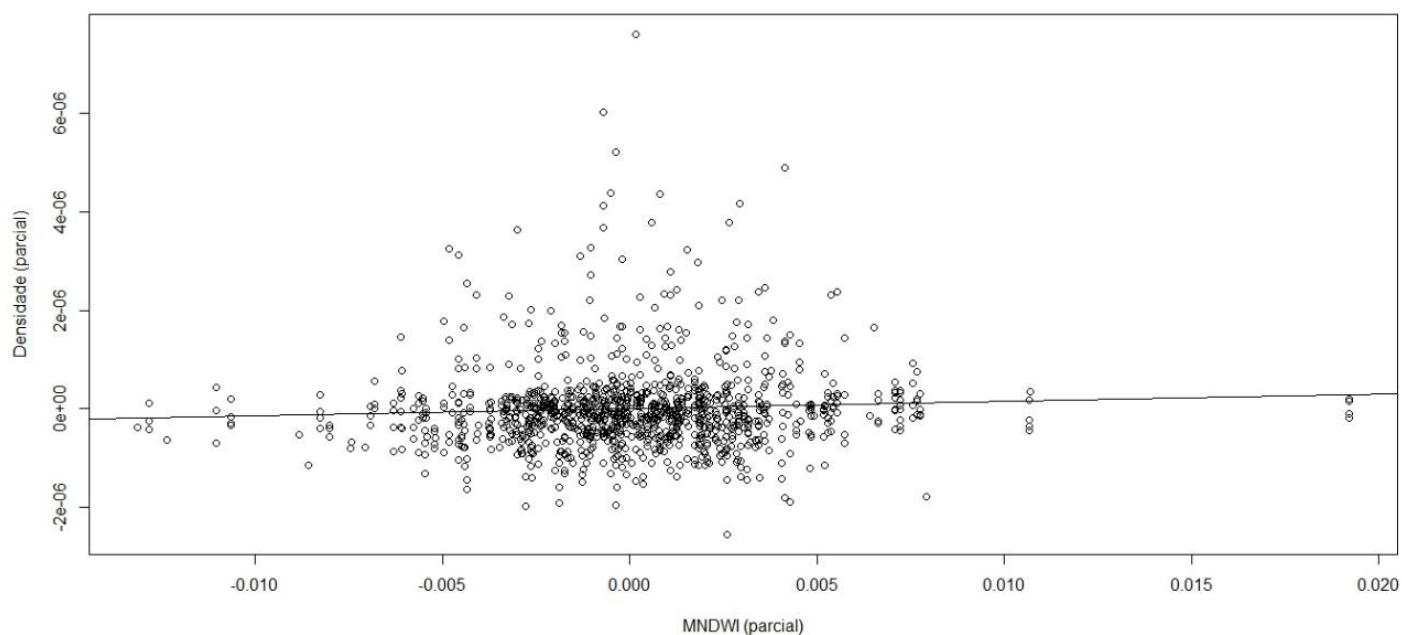


Figura 4: Relação entre a densidade de focos de *Aedes aegypti* e MNDWI para os bairros avaliados em todos anos estudados. Os valores do eixo y foram obtidos a partir dos resíduos do modelo linear generalizado misto que tem como preditora NDBI. A relação entre a densidade de focos de *A. aegypti* e MNDWI foi representada pela equação: $y = -3.354e-21 + 1.460e-05x$.

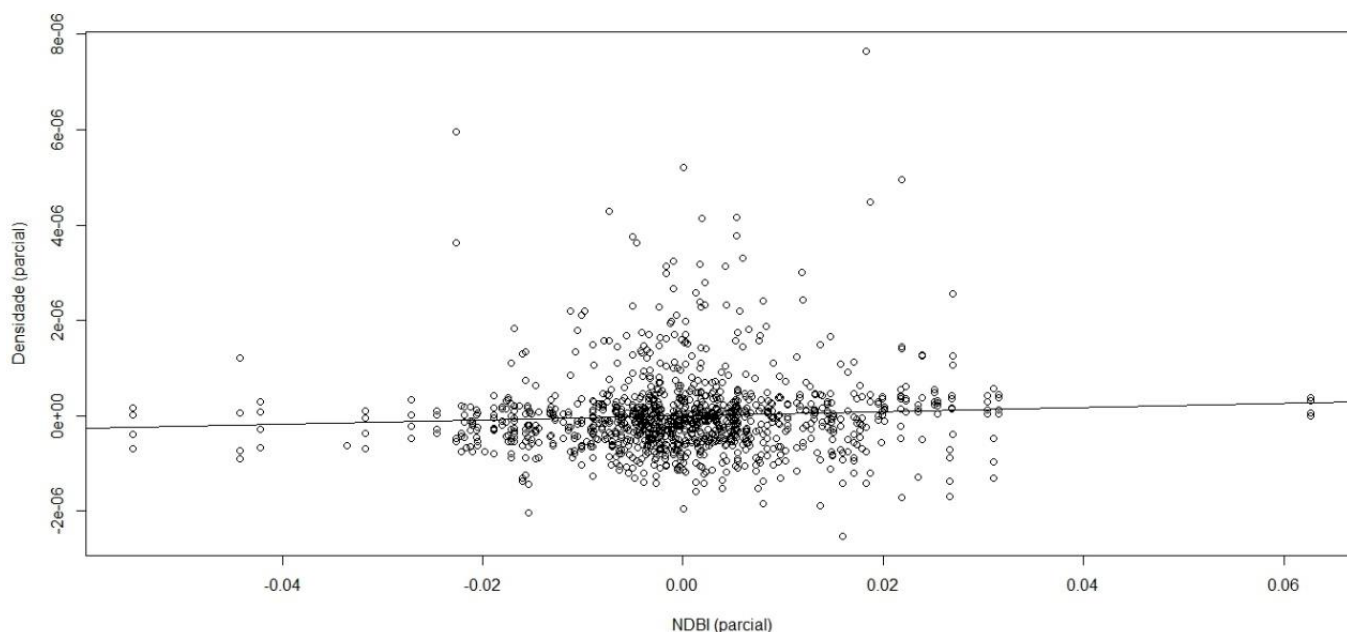


Figura 5: Relação entre a densidade de focos de *Aedes aegypti* e NDBI para os bairros avaliados em todos anos estudados. Os valores do eixo y foram obtidos a partir dos resíduos do modelo linear generalizado misto que tem como preditora MNDWI. A relação entre a densidade de focos de *A. aegypti* e NDBI foi representada pela equação: $y = -6.165e-22 + 4.417e-06x$.

Discussão

O índice de densidade de focos de *A. aegypti*, no período entre novembro de 2013 até julho de 2017, sofreu ampla variação espaço-temporal dentro da área urbana do município de Campo Grande. Além disso, nossos resultados sugerem que essa espécie está bem distribuída ao longo de várias regiões urbanas do município de Campo Grande, enquanto bairros distantes entre si apresentaram altos valores no índice de densidade de focos de *A. aegypti* em mais de um período de coleta.

Os bairros Jardim Paulista, Jardim São Lourenço, Jardim TV Morena, Vila Taquarussu, Vila Margarida e Santa Fé são fronteiriços com a região urbana do Centro; os bairros Caiçara, Doutor Albuquerque, Guanandi, Jardim Jacy e Vila Carlota se encontram um pouco mais afastados do Centro; enquanto que os bairros Coophavila II, Jardim Noroeste e Jardim Tijuca são mais periféricos em relação à região urbana do Centro (Campo Grande 2017; Campo Grande 2018) (Figura 1).

As coletas de julho e início de setembro de 2016, na estação seca, apresentaram a maior quantidade de bairros sem focos de *A. aegypti*, mas, em julho os bairros Cabreúva e São Bento, ambos localizados na Região Centro, apresentaram altos valores na densidade de focos de *A. aegypti*. Essas observações podem indicar que, apesar das condições climáticas serem determinantes para a dinâmica populacional de *A. aegypti*, fatores intrínsecos aos locais, tais como diferentes fragmentações, ou os quarteirões dispostos em um bairro, oferecem uma série de microhabitats, com diferentes condições microambientais, que por sua vez influenciam na adequabilidade de criadouros de *A. aegypti* (Vezzani e Schweigmann 2002).

Além disso, cada local dentro da área urbana apresenta certa oferta de recursos (Maneerat & Daudé 2016), sendo que diferentes níveis de urbanização influenciam na continuidade entre fragmentos, onde esses recursos podem ser encontrados pela *A. aegypti*. Tais fatores promovem um padrão de uso do habitat pela *A. aegypti*, influenciando em sua dispersão e padrão espacial de infestação (Carbajo et al. 2006).

Em relação aos valores dos três índices de sensoriamento remoto em Campo Grande, em um mesmo bairro ao longo do tempo, normalmente ocorreu apenas poucas variações nos valores dos índices de sensoriamento remoto, diferente do observado no índice de densidade de focos de *A. aegypti*, que frequentemente variou em um mesmo bairro ao longo do tempo. Ainda que certa oscilação, ou variação nos valores dos índices de sensoriamento remoto, em um mesmo bairro tenha ocorrido, provavelmente isso se deve às diferentes condições ambientais de quando as imagens do satélite foram coletadas, mesmo diante da padronização no período da coleta de imagens, que foi na estação seca do ano (Gamarra et al. 2016).

Identificamos nesse estudo certos bairros onde a paisagem pareceu causar certo efeito sobre o índice de densidade de focos de *A. aegypti* (6,9%). O bairro Jardim Paulista, por exemplo, por vários períodos esteve entre os bairros com os maiores valores no índice de densidade de focos, ao mesmo tempo que apresentou valores elevados de MNDWI e NDBI, ao longo dos cinco anos avaliados. Em março de 2017, a Vila Glória apresentou o quarto maior valor no índice de densidade de focos de *A. aegypti*. Esse bairro também apresentou valores elevados de MNDWI e NDBI, enquanto dispôs do segundo maior valor tanto de MNDWI, assim como de NDBI em todo período de estudo.

A hipótese aqui formulada, de que a variação nas médias da densidade de área construída e dos indícios de água exposta em bairros no município de Campo Grande

(MS) causam efeito sobre o índice de densidade de focos de *A. aegypti* nessas áreas foi confirmada. Porém, dentro das condições do município de Campo Grande, os fatores fixos MNDWI e NDBI explicaram pouco a densidade de focos de *A. aegypti*. Isso poderia ter relação com a dinâmica de vida dessa espécie, sempre associada com a dispersão, na busca de recursos entre microhabitats (Honório et al. 2003; Vezzani et al. 2005), ou durante o comportamento de oviposição em saltos (Chadee & Corbet 1987; Corbet & Chadee 1993).

Além disso, o MNDWI não gerou resultados esclarecedores sobre a identificação dos corpos de água expostos na cidade. Provavelmente, isso ocorreu devido ao meio urbano onde tal índice foi empregado, pois nas amplas áreas territoriais, dos bairros de Campo Grande, a água está presente em quantidade muito pequena perante toda área da paisagem. Embora, isso impede-nos de realizar uma discussão mais aprofundada em torno do MNDWI, podemos assumir que os corpos de água na área urbana influenciaram, de alguma maneira, tal como a influência sobre as condições microclimáticas, na densidade de focos de *A. aegypti*.

Nesse estudo partimos da premissa de que os corpos de água expostos no ambiente poderiam proporcionar um microclima adequado ao *A. aegypti*, mas outras suposições também seriam oportunas, pois locais da cidade com corpos de água expostos tendem a inundar nos períodos de alta pluviosidade, sendo que após as chuvas, determinados pontos da área inundada podem permanecer com maior quantidade de água depositada em resíduos sólidos lá presentes, servindo como criadouros à *A. aegypti* (Souza-Santos 1999; Cassol & Bohner 2012).

Outra possibilidade é a de que enchentes nesses locais carreguem, difundam e remanejem recipientes para microhabitats adequados ao desenvolvimento de *A. aegypti*, como aqueles mais sombreados e úmidos (Vezzani e Schweigmann 2002; Vezzani et al. 2005).

Em relação ao NDBI, solos expostos da cidade, e principalmente vias pavimentadas, podem ter influenciado, ainda que pouco, na baixa explicação desse índice de sensoriamento remoto como variável preditora no modelo. Apesar da acurácia na aplicação desse índice ser de 92.6%, existe a possibilidade de superestimação nos valores de NDBI, uma vez que solos expostos e vias pavimentadas apresentam proximidade espectral com construções urbanas (Zha et al. 2003), ao mesmo tempo que solos expostos e vias pavimentadas normalmente não estão diretamente associados com a presença de *A. aegypti*.

Embora fosse possível a *A. aegypti* desenvolver suas larvas em poças de água presentes em solos expostos (Lewis 1955; Chadee et al. 1998), normalmente o habitat natural não é de sua preferência (Chan et al. 1971; Souza-Santos 1999; Forattini & Brito 2003). Quanto a via urbana, além de não servir como habitat para essa espécie de culicídeo, dependendo de sua largura e extensão, pode ainda atuar como barreira física ao *A. aegypti*. Hemme et al. (2010) observaram que uma rodovia metropolitana, em Chaguanas (Trinidade), fragmentava populações dessa espécie porque servia como barreira para dispersão do mosquito.

Outro fator importante, que provavelmente influenciou nos resultados do modelo, se trata do delineamento utilizado na coleta dos dados sobre infestação de *A. aegypti*, que foram cedidos para esse trabalho por uma unidade pública municipal. Dentro das condições desse estudo tivemos de utilizar bairros como unidades amostrais. Porém, a definição de bairro é administrativa, não estando relacionada, portanto, com a delimitação

do espaço ecológico onde as populações do mosquito poderiam se desenvolver e dispersar. Sendo assim, provavelmente maior associação entre densidade de focos de *A. aegypti* e a paisagem urbana seriam observados, se as coletas de dados dessa espécie registrassem o ponto exato onde as formas imaturas de *A. aegypti* foram encontradas ou estiveram ausentes. Poderíamos, dessa forma, durante a quantificação de NDBI e MNDWI em cada bairro, ajustar e refinar a escala espacial no cálculo dessas variáveis preditoras conforme as localizações das coletas que buscavam encontrar focos de *A. aegypti*.

De toda forma, nesse estudo assumimos que em Campo Grande a densidade de construções explica pouco a densidade de focos de *A. aegypti*. Provavelmente isso acontece porque a densidade de construções esteja mais associada com a distribuição de *A. aegypti* ao longo do espaço, do que propriamente sua densidade de focos. Nesta conjuntura, este estudo observou ampla distribuição de *A. aegypti* ao longo da área urbana do município de Campo Grande, sendo que tanto os bairros da região central, assim como bairros em volta do Centro, ou mais periféricos, apresentaram valores elevados na densidade de focos, durante mais de um período de coleta do LIRAa.

Também é possível que outras variáveis não analisadas nesse estudo, tal como a conectividade de habitats, sejam fatores relevantes para a distribuição (Fahrig 2013), e indiretamente sobre a dinâmica populacional de *A. aegypti* na área urbana do município de Campo Grande. A dispersão de *A. aegypti* entre instalações e bloqueios, na paisagem urbana fragmentada, tende a ser limitada, diminuindo o acesso de fêmeas copuladas aos criadouros. Sendo assim, locais com alta conectividade de habitats seriam ideais para esse culicídeo proliferar (Vezzani et al. 2005; Carbajo et al. 2006).

Harrington et al. (2005) observaram o efeito de conectividade da paisagem sobre o alcance do voo e dispersão de *A. aegypti*, na Tailândia e em Porto Rico, dentro e entre comunidades rurais. Esses autores notaram que as distâncias médias de dispersão dessa espécie variavam dependendo do local, vila e país, enquanto diferenças na estrutura das habitações, e distâncias entre as casas, poderiam influenciar no alcance do voo desta espécie.

Enquanto nesse estudo a densidade de focos de *A. aegypti* teve baixa associação com densidade de áreas construída, Lima-Camara et al. (2006) nos municípios de Nova Iguaçu e Rio de Janeiro, observaram alta frequência de *A. aegypti* adultos em ambientes com grande concentração de casas, elevada densidade populacional humana e baixa cobertura vegetal. Por outro lado, assim como nesse estudo verificamos uma ampla distribuição de *A. aegypti* ao longo do município de Campo Grande, Lima-Camara et al. (2006) observaram alta frequência dessa espécie em área suburbana, e frequência maior ainda em bairros de característica urbana.

Silva et al. (2006) também obtiveram resultados diferentes dos nossos, enquanto observaram alta associação de *A. aegypti* com áreas construídas. Silva et al. (2006) realizaram pesquisa larvária sobre diversidade de criadouros e tipos de imóveis em um bairro do Rio de Janeiro, quando notaram que residências aparecem com grande destaque na frequência de postura de ovos pelas fêmeas de *A. aegypti*, além de terrenos baldios, escolas, clubes, igrejas e comércios. Os resultados de Glasser et al. (2011) são outro exemplo de elevada associação entre *A. aegypti* e áreas construídas, pois quando analisaram o comportamento de formas imaturas de *A. aegypti* na região do litoral de São Paulo, notaram que áreas coletivas de prédios e imóveis não residenciais de grande porte, tinham as maiores taxas de infestação para formas imaturas de *A. aegypti*.

Por outro lado, Carbajo et al. (2006) notaram um fator que confronta tanto os resultados do presente estudo, como àqueles dos autores acima citados. Em Buenos Aires, esses autores observaram menor atividade de oviposição de *A. aegypti* em áreas mais urbanizadas, onde havia maior densidade de apartamentos e de população humana. Soares et al. (2015) também observaram resultados que refutam associação entre formas imaturas de *A. aegypti* com áreas mais urbanizadas. Em Salinas (Minas Gerais), esses autores avaliaram a influência de dois bairros sobre o comportamento de oviposição de *A. aegypti*: um bairro central, mais urbanizado e perto de um rio; enquanto o outro era periférico, com ruas não asfaltadas e terrenos baldios, e não encontraram diferença significativa no número de ovos depositados nesses bairros.

Assim como no presente estudo observamos o efeito da variação temporal, Soares et al. (2015) observaram alta variação de dados populacionais do mosquito entre as semanas e os bairros amostrados. Esses autores concluíram que existiam associações significativas entre distribuição espacial e abundância de *A. aegypti* com os seguintes fatores climáticos: umidade relativa máxima, mínima e média semanal; e precipitação total semanal.

Conforme já mencionado, visualizamos efeito de variação entre os bairros ao longo dos meses e anos, assim como Carbajo et al. (2004) observaram variação temporal e espacial na distribuição dessa espécie de culicídeo em Buenos Aires. Adicionalmente, esses autores notaram que essa variação seguia um padrão ao longo do tempo de estudo. Hayden et al. (2010) também encontraram tanto efeito local, assim como temporal sobre a dinâmica populacional desse culicídeo. Em clima árido, no deserto do Arizona, esses autores observaram que a cobertura vegetal favorecia a presença de *A. aegypti* nas estações úmida e seca, enquanto ocorria uma variabilidade interanual na força deste efeito.

No presente estudo, o efeito da variação espaço-temporal foi mais importante para explicar a densidade de focos de *A. aegypti*, do que os índices MNDWI e NDBI, porém os resíduos mostram que outras variáveis não incluídas no modelo podem explicar mais a variação dos dados. Esses fatores poderiam ser outras características do ambiente, e da paisagem, ou ainda uma série de práticas humanas, responsáveis por prevenir, ou disponibilizar, recursos e condições adequadas ao mosquito, tais como: disponibilidade de recipientes artificiais em domicílios, grau de sombreamento, organização do quintal, condição da residência e infraestrutura (Chan et al. 1971; Tun-Lin et al. 1995; Hayden et al. 2010).

Sendo assim, observamos durante esse estudo, na área urbana do município de Campo Grande, que a variação mensal, interanual e entre os bairros; junto com variação na quantidade de corpos de água, além da variação na densidade de áreas construídas explicam a variação no índice de densidade de focos de *A. aegypti*, porém outras variáveis aqui não analisadas podem ter uma maior parcela de contribuição para explicar a densidade de focos.

Conclusões

- Podemos concluir que há um pequeno aumento na densidade de focos de *A. aegypti* a partir do aumento nos valores dos índices de sensoriamento remoto (densidade de áreas construídas e quantidade de corpos de água expostos);
- E que a variação entre os bairros e meses/anos têm maior efeito na dinâmica populacional do mosquito.

Literatura citada

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves J. L. de M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.
- Barton, K. (2018). MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.42.1. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>. Acesso em: novembro de 2018.
- Bar-Zeev, M. (1957). The effect of extreme temperatures on different stages of *Aedes aegypti* (L.). *Bulletin of Entomological Research*, 48(3), 593-599.
- Bar-Zeev, M. (1958). The effect of temperature on the growth rate and survival of the immature stages of *Aedes aegypti* (L.). *Bulletin of Entomological Research*, 49(1), 157-163.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48. DOI:10.18637/jss.v067.i01. Acesso em: novembro de 2018.
- Bentley, M. D., & Day, J. F. (1989). Chemical ecology and behavioral aspects of mosquito oviposition. *Annual review of entomology*, 34(1), 401-421.
- Beserra, E. B., Castro Jr., F. P., Dos Santos, J. W., Santos, T. S., & Fernandes, C. R. M. (2006). Biologia e exigências térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba. *Neotropical Entomology*, 35(6), 853-860.
- Braks, M. A. H., Honório, N. A., Lourenço-De-Oliveira, R., Juliano, S. A., & Lounibos, L. P. (2003). Convergent habitat segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in southeastern Brazil and Florida. *Journal of Medical Entomology*, 40(6), 785-794.
- Brasil. Ministério da Saúde; Fundação Nacional de Saúde. *Dengue: instruções para pessoal de combate ao vetor: manual de normas técnicas*. 3. ed., rev. Brasília, 2001. 84 p.
- Brasil, IBGE. *Censo demográfico 2010*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/campo-grande/panorama>. Acesso em: julho de 2018.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* (LIRAA) para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil: metodologia para avaliação dos Índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis – Brasília: Ministério da Saúde, 2013. 84 p.: il. ISBN 978-85-334-1999-5
- Brown, J. E., Evans, B. R., Zheng, W., Obas, V., Barrera-Martinez, L., Egizi, A., Zhao, H., Caccone, A., & Powell, J. R (2014). Human impacts have shaped historical and recent evolution in *Aedes aegypti*, the dengue and yellow fever mosquito. *Evolution*, 68(2):514–525. DOI: 10.1111/evo.12281. PMID: 24111703
- Byttebier, B., De Majó, M. S., & Fischer, S. (2014). Hatching response of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) eggs at low temperatures: Effects of hatching media and storage conditions. *Journal of medical entomology*, 51(1), 97-103.
- Calvo, E. P., Sánchez-Quete, F., Durán, S., Sandoval, I., & Castellanos, J. E. (2016). Easy and inexpensive molecular detection of dengue, chikungunya and Zika viruses in febrile patients. *Acta tropica*, 163, 32-37.

- Campo Grande. Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano – PLANURB. Perfil Socioeconômico de Campo Grande/Instituto Municipal de Planejamento Urbano - PLANURB. 24 ed. Campo Grande, 2017.
- Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Sistema municipal de Indicadores Georreferenciados para o Planejamento e a Gestão de Campo Grande/MS. Campo Grande, 2018. Disponível em <https://www.capital.ms.gov.br/sisgran>. Acesso em: dezembro de 2018.
- Carbajo, A. E., Gomez, S. M., Curto, S. I., & Schweigmann, N. J. (2004). Variacion espacio-temporal del riesgo de transmision de dengue en la Ciudad de Buenos Aires. *Medicina (Buenos Aires)*, 64(3), 231-234.
- Carbajo, A. E., Curto, S. I., & Schweigmann, N. J. (2006). Spatial distribution pattern of oviposition in the mosquito *Aedes aegypti* in relation to urbanization in Buenos Aires: southern fringe bionomics of an introduced vector. *Medical and veterinary Entomology*, 20(2), 209-218.
- Cassol, P. B., & Bohner, T. O. L. (2012). Cheia, enchente, inundação e a minimização dos seus impactos sob o olhar da educação ambiental. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 5(5), 648-652.
- Chadee, D. D., & Corbet, P. S. (1987). Seasonal incidence and diel patterns of oviposition in the field of the mosquito, *Aedes aegypti* (L.)(Diptera: Culicidae) in Trinidad, West Indies: a preliminary study. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 81(2), 151-161.
- Chadee, D. D., Ward, R. A., Novak, R. J. (1998). Natural habitats of *Aedes aegypti* in the Caribbean - a review. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 14(1), 5-11.
- Chan, K. L., Ho, B. C., & Chan, Y. C. (1971). *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* (Skuse) in Singapore city: 2. Larval habitats. *Bulletin of the World Health Organization*, 44(5), 629-633.
- Coleti, R. C. F. B., Luchmann, R., & Dambrós, S. R. (2007). Relatório de avaliação ambiental: programa de desenvolvimento integrado e qualificação urbana do município de Campo Grande MS. *Campo Grande, Brazil: Prefeitura Municipal de Campo Grande*.
- Corbet, P. S., & Chadee, D. D. (1993). An improved method for detecting substrate preferences shown by mosquitoes that exhibit 'skip oviposition'. *Physiological entomology*, 18(2), 114-118.
- Cunha, S. P., Alves, J. R. C., Lima, M. M., Duarte, J. R., de Barros, L. C. V., da Silva, J. L., Gammaro, A. T., Monteiro Filho O. S., & Wanzeler, A. R. (2002). Presença de *Aedes aegypti* em Bromeliaceae e depósitos com plantas no Município do Rio de Janeiro, RJ. *Revista de Saúde Pública*, 36, 244-245.
- Eisen, L., & Lozano-Fuentes, S. (2009). Use of mapping and spatial and space-time modeling approaches in operational control of *Aedes aegypti* and dengue. *PLoS neglected tropical diseases*, 3(4), e411.
- Fahrig, L. (2013). Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis. *Journal of Biogeography*, 40(9), 1649-1663.
- Ferraguti, M., Martínez-de La Puente, J., Roiz, D., Ruiz, S., Soriguer, R., & Figuerola, J. (2016). Effects of landscape anthropization on mosquito community composition and abundance. *Scientific reports*, 6 (29002).
- Ferreira, C. M. M., Fischer, E., & Pulchério-Leite, A. (2010). Bat fauna in urban remnants of Cerrado in Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Biota Neotropica*, 10(3), 155-160.

- Forattini, O. P., & Brito, M. D. (2003). Reservatórios domiciliares de água e controle do *Aedes aegypti*. *Revista de Saúde Pública*, 37, 676-677.
- Gamarra, R. M., Teixeira-Gamarra, M. C., Carrijo, M. G. G., & Paranhos Filho, A. C. (2016). Uso do NDVI na análise da estrutura da vegetação e efetividade da proteção de Unidade de Conservação no Cerrado. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, 37, 307-332.
- Getis, A., Morrison, A. C., Gray, K., & Scott, T. W. (2003). Characteristics of the spatial pattern of the dengue vector, *Aedes aegypti*, in Iquitos, Peru. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 69(5), 494-505.
- Glasser, C. M., Arduino, M. de B., Barbosa, G. L., Ciaravolo, R. M. de C., Domingos, M. de F., Oliveira, C. D., & Pereira, M., Silva, M., Trevisan, A. M. Y. (2011). Comportamento de formas imaturas de *Aedes aegypti*, no litoral do Estado de São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 44(3), 349-55.
- Gomes, A. C. (1998). Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em programa de Vigilância Entomológica. *Informe Epidemiológico do SUS*, 7(3), 49-57.
- Gubler, D. J. (2002). The global emergence/resurgence of arboviral diseases as public health problems. *Archives of medical research*, 33(4), 330-342.
- Harrington, L. C., Edman, J. D., & Scott, T. W. (2001). Why do female *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) feed preferentially and frequently on human blood?. *Journal of Medical Entomology*, 38(3), 411-422, DOI: 10.1603/0022-2585-38.3.411
- Harrington, L. C., Scott, T. W., Lerdthusnee, K., Coleman, R. C., Costero, A., Clark, G. G., Jones, J. J., Sangvorn, K., Pattamaporn K., Ratana S., & Edman, J. D. (2005). Dispersal of the dengue vector *Aedes aegypti* within and between rural communities. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 72(2), 209-220.
- Hayden, M. H., Uejio, C. K., Walker, K., Ramberg, F., Moreno, R., Rosales, C., Gameros, M., Mearns, L. O., Zielinski-Gutierrez, E., & Janes, C. R. (2010). Microclimate and human factors in the divergent ecology of *Aedes aegypti* along the Arizona, U.S./Sonora, MX border. *Ecohealth*, 7(1), 64-77.
- Hemme, R. R., Thomas, C. L., Chadee, D. D., & Severson, D. W. (2010). Influence of urban landscapes on population dynamics in a short-distance migrant mosquito: evidence for the dengue vector *Aedes aegypti*. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 4(3), e634.
- Honório, N. A., Silva, W. C., Leite, P. J., Gonçalves, J. M., Lounibos, L. P., & Lourenço-de-Oliveira, R. (2003). Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an urban endemic dengue area in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98(2), 191-198.
- Irons, J. R., & Loveland, T. R. (2013). Eighth Landsat satellite becomes operational. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 79, 398-401.
- Kawamura, M., Jayamanna, S., & Tsujiko, Y. (1996). Relation between social and environmental conditions in Colombo, Sri Lanka and the urban index estimated by satellite remote sensing data. *International Archives Photogrammetry and Remote Sensing*, 31, 321-326.
- Kitron, U. (1998). Landscape ecology and epidemiology of vector-borne diseases: tools for spatial analysis. *Journal of medical entomology*, 35(4), 435-445.
- Lagrotta, M. T. F., Silva, W. D. C., & Souza-Santos, R. (2008). Identification of key areas for *Aedes aegypti* control through geoprocessing in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro State, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 24(1), 70-80.

- Landau, K. I., & van Leeuwen, W. J. D. (2012). Fine scale spatial urban land cover factors associated with adult mosquito abundance and risk in Tucson, Arizona. *Journal of Vector Ecology*, 37(2), 407-418.
- Lewis, D. J. (1955). The *Aedes* mosquitoes of the Sudan. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 49(2), 164-173.
- Lima-Camara, T. N. D., Honório, N. A., & Lourenço-de-Oliveira, R. (2006). Frequência e distribuição espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) no Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 22, 2079-2084.
- Maneerat, S. & Daudé, E. (2016). A spatial agent-based simulation model of the dengue vector *Aedes aegypti* to explore its population dynamics in urban areas. *Ecological Modelling*, 333, 66-78.
- Manteghi, G., bin Limit, H., & Remaz, D. (2015). Water bodies an urban microclimate: A review. *Modern Applied Science*, 9(6), 1-12.
- Marchette, N. J., Garcia, R., & Rudnick, A. (1969). Isolation of Zika virus from *Aedes aegypti* mosquitoes in Malaysia. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 18(3), 411-415.
- Mattingly, P. F. (1957). Genetical Aspects of the *Aedes aegypti* Problem, *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 51(4), 392-408, DOI: 10.1080/00034983.1957.11685829
- McClelland, G. A. H. (1974). A worldwide survey of variation in scale pattern of the abdominal tergum of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 126(2), 239-259.
- McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International journal of remote sensing*, 17(7), 1425-1432.
- Miller, J. R., & Hobbs, R. J. (2002). Conservation where people live and work. *Conservation biology*, 16(2), 330-337.
- Mohammed, A., & Chadee, D. D. (2011). Effects of different temperature regimens on the development of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) mosquitoes. *Acta tropica*, 119(1), 38-43.
- Morrison, A. C., Gray, K., Getis, A., Astete, H., Sihuincha, M., Focks, D., Watts, D., Stancil, J. D., Olson, J. G., Blair, P., & Scott, T. W. (2004). Temporal and geographic patterns of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) production in Iquitos, Peru. *Journal of medical entomology*, 41(6), 1123-1142.
- Norris, D. E. (2004). Mosquito-borne diseases as a consequence of land use change. *EcoHealth*, 1(1), 19-24.
- Ponlawat, A., & Harrington, L. C. (2005). Blood feeding patterns of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Thailand. *Journal of Medical Entomology*, 42(5), 844-849.
- Powell, J. R., & Tabachnick, W. J. (2013). History of domestication and spread of *Aedes aegypti* - A Review. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 108 (Suppl. I), 11-17.
- QGIS 2.18 Development Team. (2017). QGIS Geographic Information System; Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://www.qgis.org>. Acesso em: julho de 2018.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07- 0, URL <http://www.R-project.org>. 2005.
- Robitu, M., Inard, C., Groleau, D., Musy, M. (2004). Energy balance study of water ponds and its influence on building energy consumption. *Building Service Engineering Research Technology*, 25(3):171-82.

- Rouse, J. W., Jr., Hass, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In *Proceedings 3rd Earth Resources Technology Satellite (ERTS) symposium, 1*, 309-317. Washington, DC, USA: NASA SP-351, NASA
- Roy, D. P., Wulder, M. A., Loveland, T. R., Woodcock, C. E., Allen, R. G., Anderson, M. C., Helder, D., Irons, J. R., Johnson, D. M., Kennedy, R., Scambos, T. A., Schaaf, C. B., Schott, J. R., Sheng, Y., Vermote, E. F., Belward, A. S., Bindschadler, R., Cohen, W. B., Gao, F., Hipple, J. D., Hostert, P., Huntington, J., Justice, C. O., Kilic, A., Kovalsky, V., Lee, Z. P., Lymburner, L., Masek, J. G., McCorkel, J., Shuai, Y., Trezza, R., Vogelmann, J., Wynne, R. H., & Zhu, Z. (2014). Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. *Remote sensing of Environment*, 145, 154-172.
- Silva, V. C., Scherer, P. O., Falcão, S. S., Alencar, J., Cunha, S. P., Rodrigues, I. M., & Pinheiro, N. L. (2006). Diversidade de criadouros e tipos de imóveis frequentados por *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti*. *Revista de Saúde Pública*, 40, 1106-1111.
- Soares, F. A., Silva, J. C., Oliveira, J. B. B. S., & Abreu, F. V. S. (2015). Study of oviposition behavior of *Aedes aegypti* in two neighborhoods under the influence of semi-arid climate in the municipality of Salinas, State of Minas Gerais, Brazil. *Revista de Patologia Tropical*, 44(1), 77-88.
- Souza-Santos, R. (1999). Fatores associados à ocorrência de formas imaturas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Rio de Janeiro, 32(4), 373-382.
- Sun, R., & Chen, L. (2012). How can urban water bodies be designed for climate adaptation?. *Landscape and Urban Planning*, 105(1-2), 27-33.
- Surtees, G. (1960). The breeding behaviour of the type form of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) in south-western Nigeria in relation to insecticidal control. *Bulletin of Entomological Research*, 50(4), 681-686.
- Tabachnick, W. J., Munstermann, L. E., & Powell, J. R. (1979). Genetic distinctness of sympatric forms of *Aedes aegypti* in East Africa. *Evolution*, 33(1), 287-295.
- Thani, S. K. S. O., Mohamad, N. H. N., & Abdullah, S. M. S. (2013). The influence of urban landscape morphology on the temperature distribution of hot-humid urban centre. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 85, 356-367.
- Tun-Lin, W., Kay, B. H., & Barnes, A. (1995). The premise condition index: a tool for streamlining surveys of *Aedes aegypti*. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 53(6), 591-594.
- Varejão, J. B. M., Santos, C. B. D., Rezende, H. R., Bevilacqua, L. C., & Falqueto, A. (2005). Criadouros de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) em bromélias nativas na Cidade de Vitória, ES. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 38(3), 238-240.
- Vezzani, D., Schweigmann, N. (2002). Suitability of containers from different sources as breeding sites of *Aedes aegypti* (L.) in a cemetery of Buenos Aires City, Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97(6), 789-792
- Vezzani, D., Rubio, A., Velázquez, S. M., Schweigmann, N., & Wiegand, T. (2005). Detailed assessment of microhabitat suitability for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires, Argentina. *Acta tropica*, 95(2), 123-131.
- Vieira, G. S. S., & Lima, S. C. (2006). Distribuição geográfica da dengue e índice de infestação de *Aedes aegypti* em Uberlândia (MG), 2000 a 2002. *Caminhos de Geografia*, 11(17), 107-122.

- Xu, H. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International journal of remote sensing*, 27(14), 3025-3033.
- Xu, H. (2008). A new index for delineating built-up land features in satellite imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 29(14), 4269-4276.
- WHO - World Health Organization. (2009). *Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control*, WHO, Geneva, 148 pp.
- Zayed, A., Awash, A. A., Esmail, M. A., Al-Mohamadi, H. A., Al-Salwai, M., Al-Jasari, A., Medhat, I., Morales-Betoulle, M. E. & Mnzava, A. (2012). Detection of Chikungunya virus in *Aedes aegypti* during 2011 outbreak in Al Hodayda, Yemen. *Acta tropica*, 123(1), 62-66.
- Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International journal of remote sensing*, 24(3), 583-594.

Material Complementar

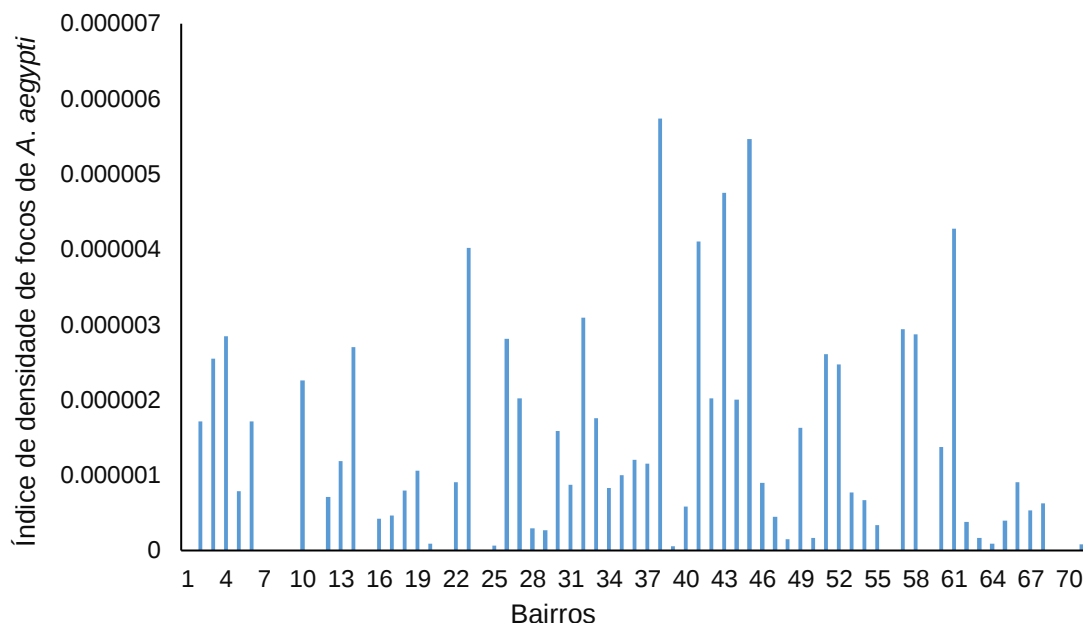


Figura 1: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Novembro de 2013. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambai; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Jardim Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

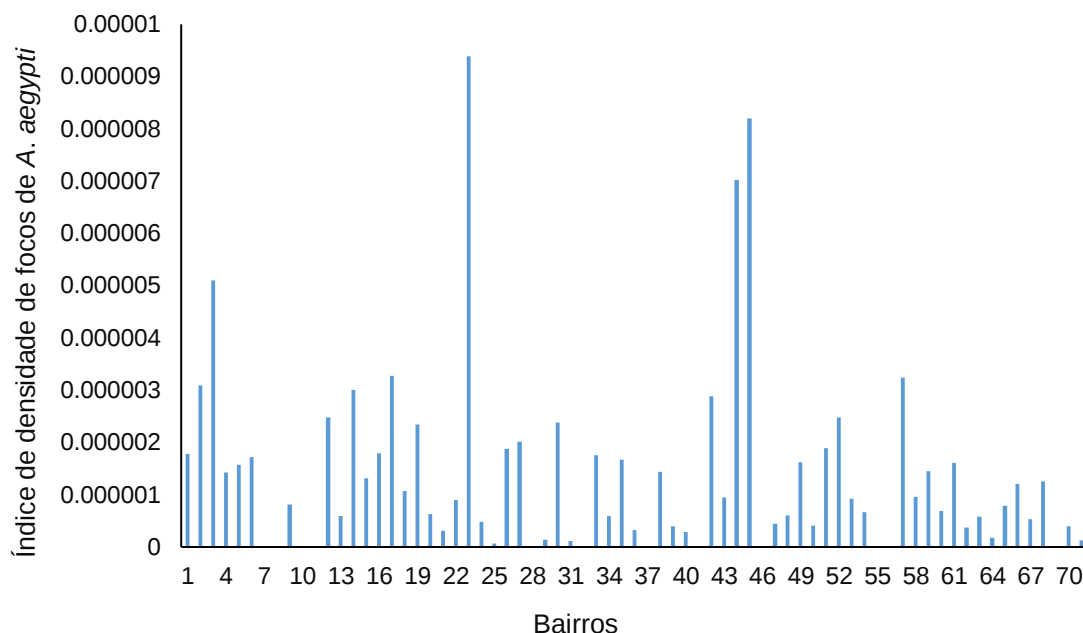


Figura 2: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Janeiro de 2014. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambaí; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

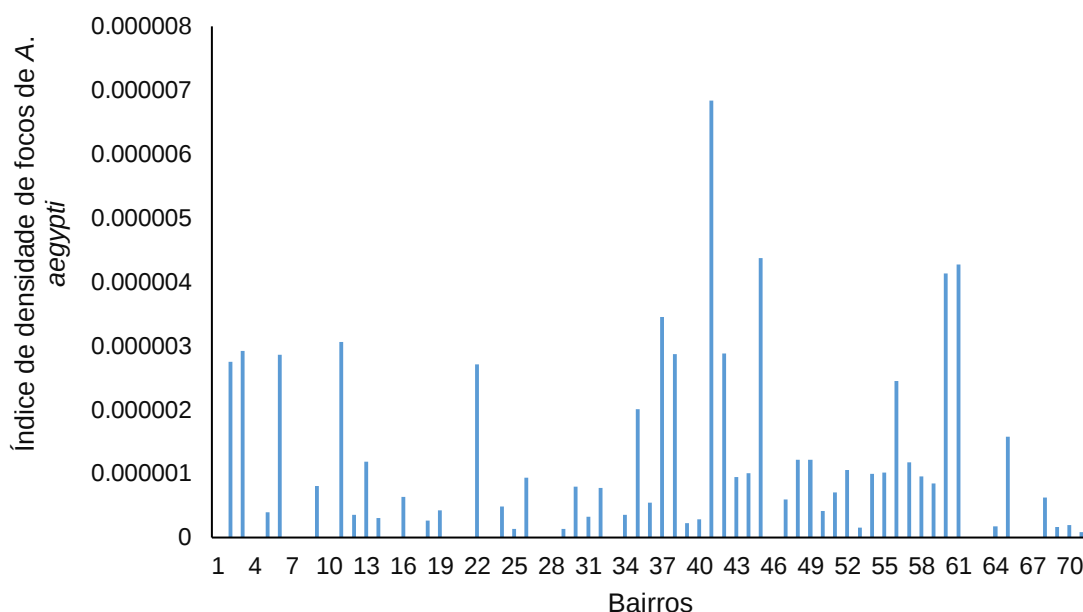


Figura 3: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Maio de 2014. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambai; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

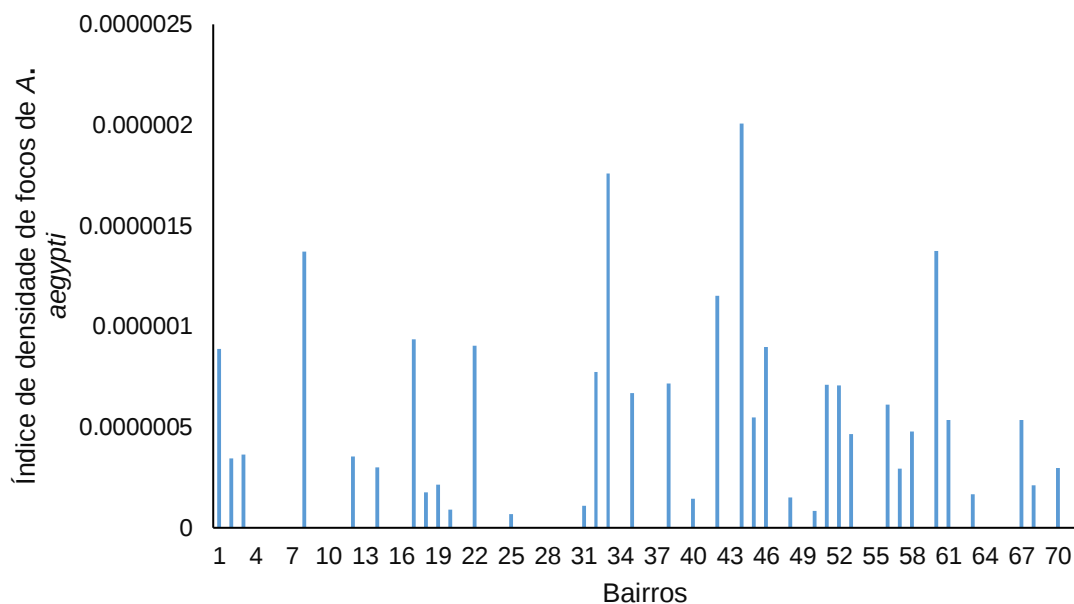


Figura 4: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Julho de 2014. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambaí; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- CoopHavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

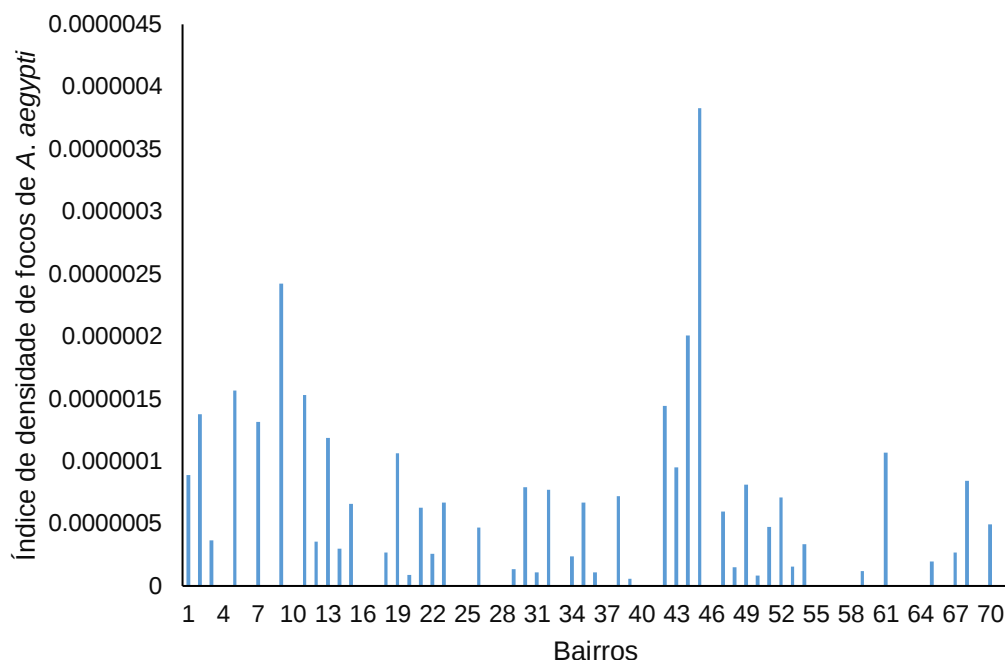


Figura 5: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Outubro de 2014. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambai; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhanga Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

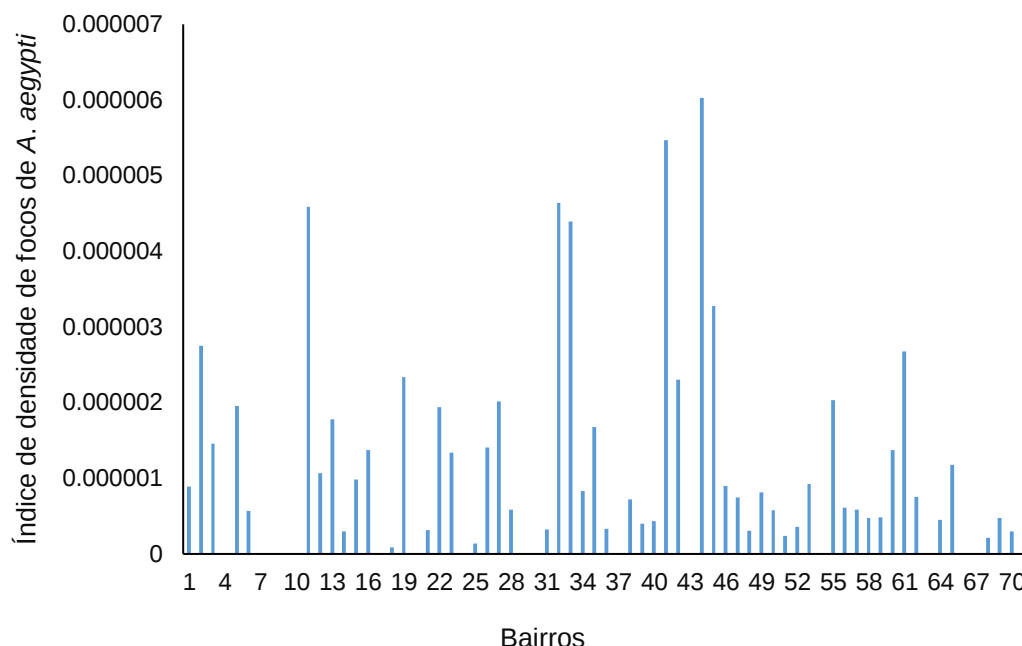


Figura 6: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Janeiro de 2015. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambai; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

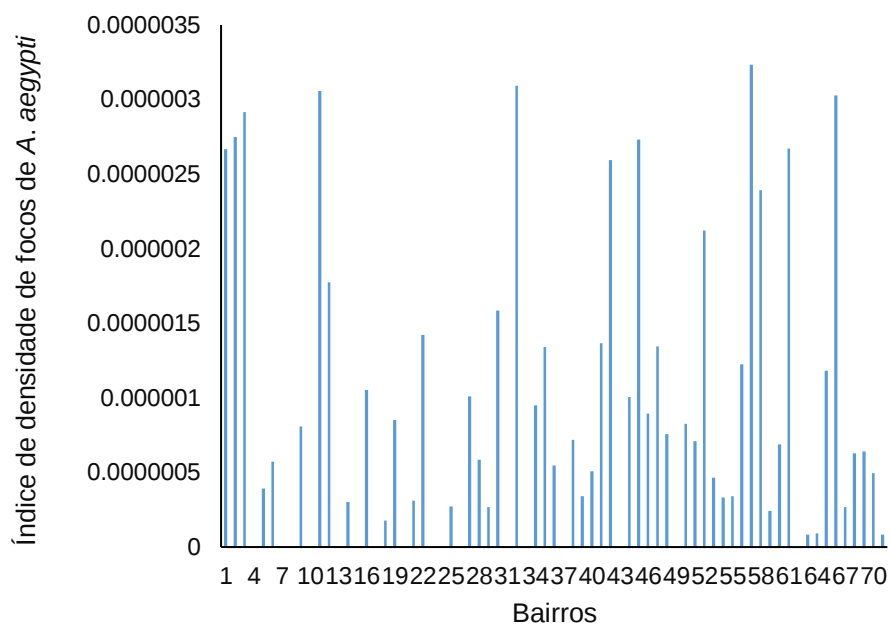


Figura 7: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Março de 2015. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambaí; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- CoopHavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

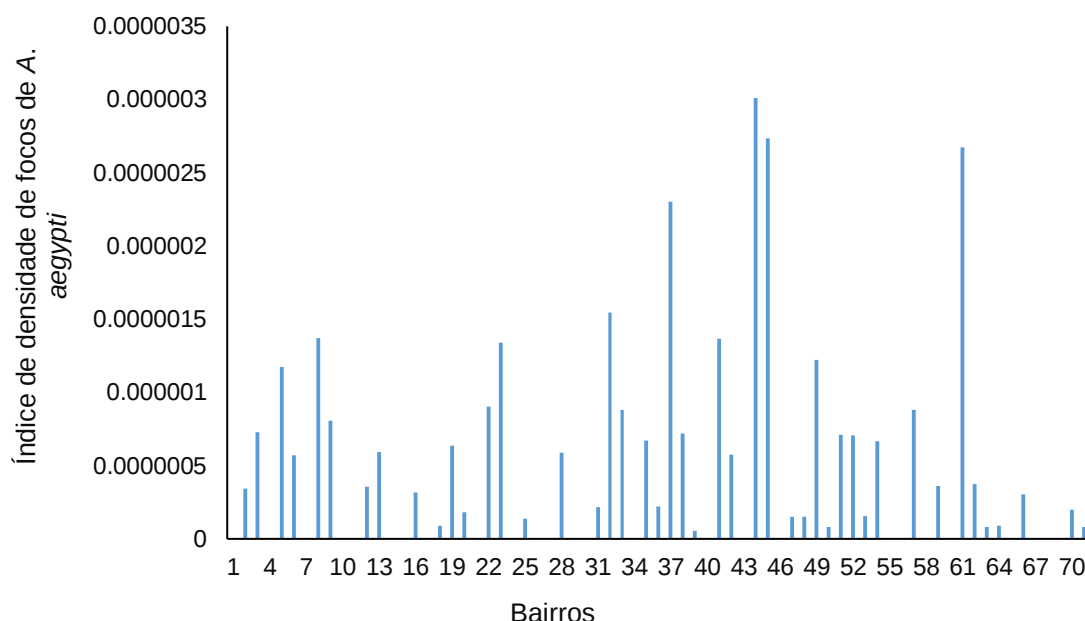


Figura 8: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Outubro de 2015. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambaí; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

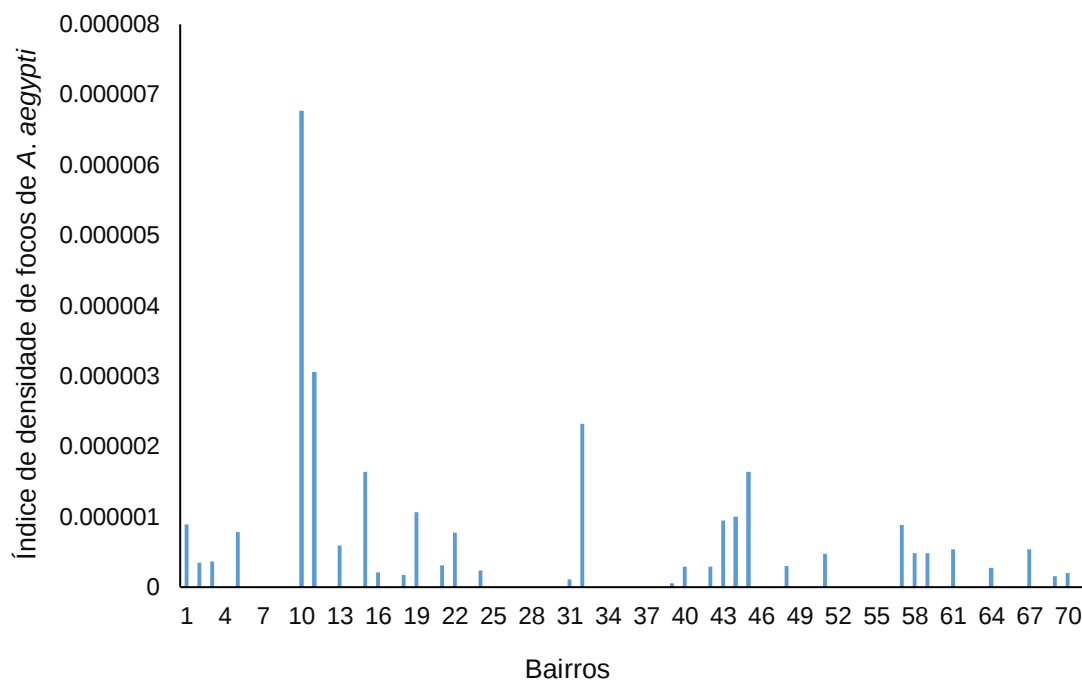


Figura 9: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Abril de 2016. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambai; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

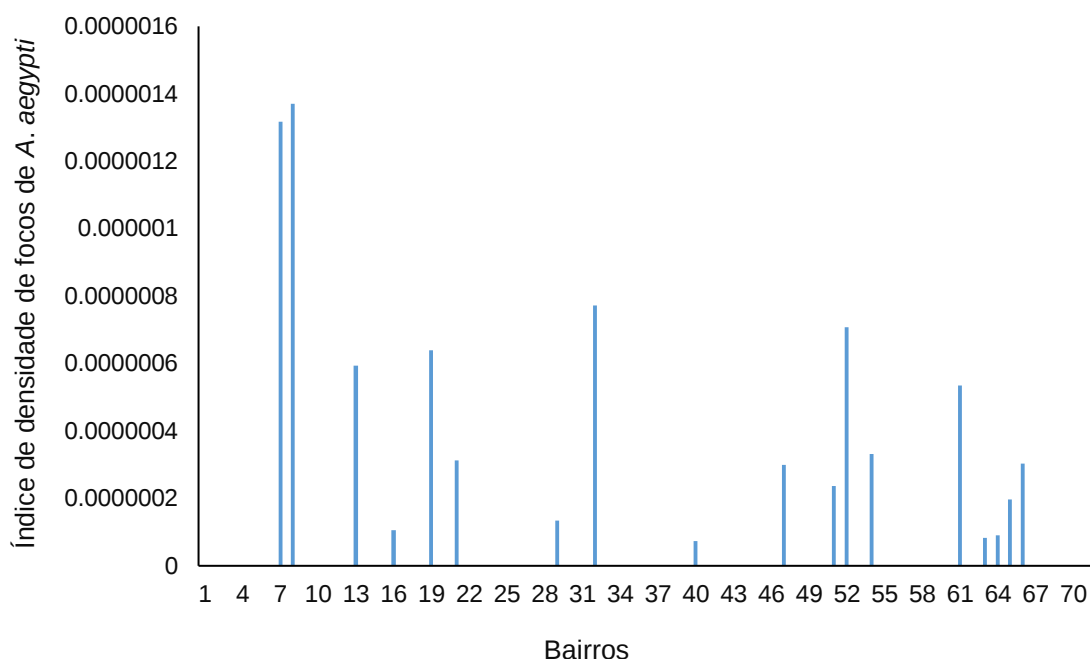


Figura 10: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Julho de 2016. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambai; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

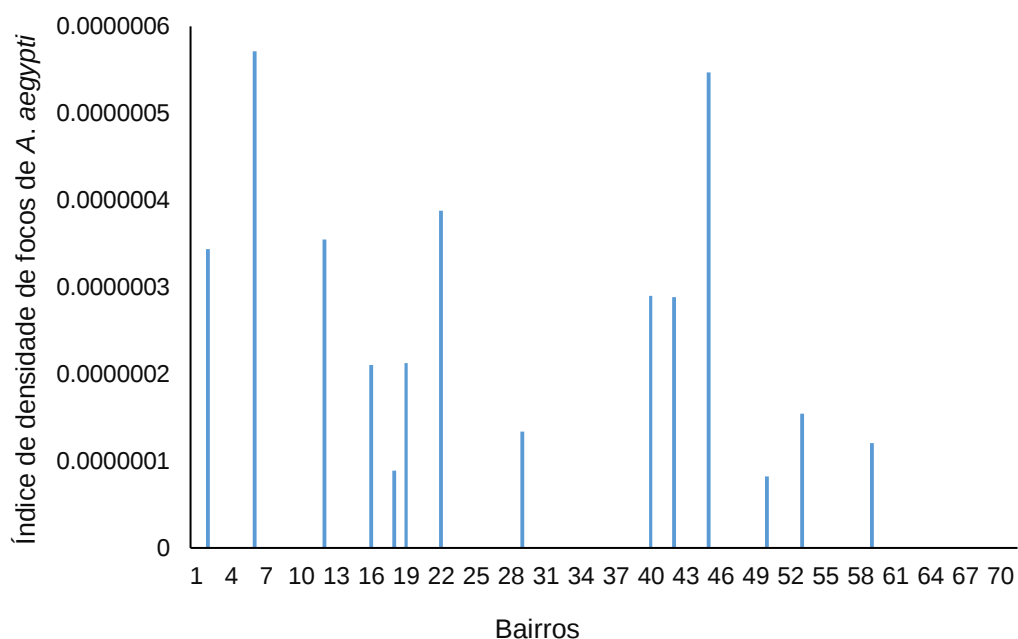


Figura 11: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Setembro de 2016. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambai; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

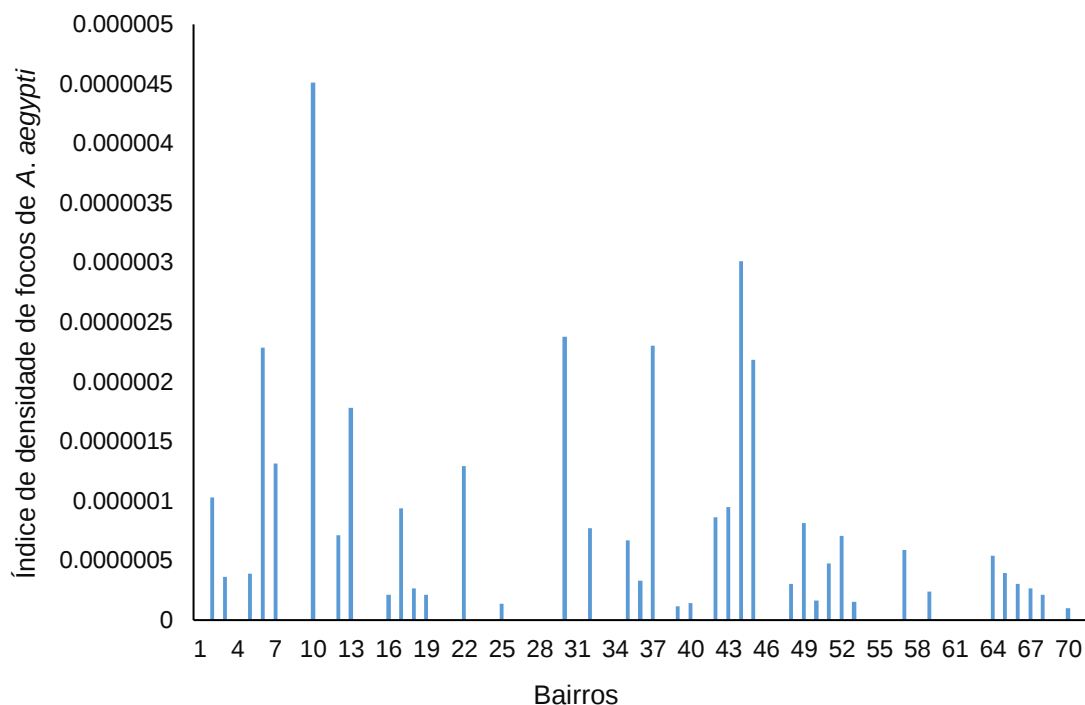


Figura 12: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Outubro de 2016. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambaí; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

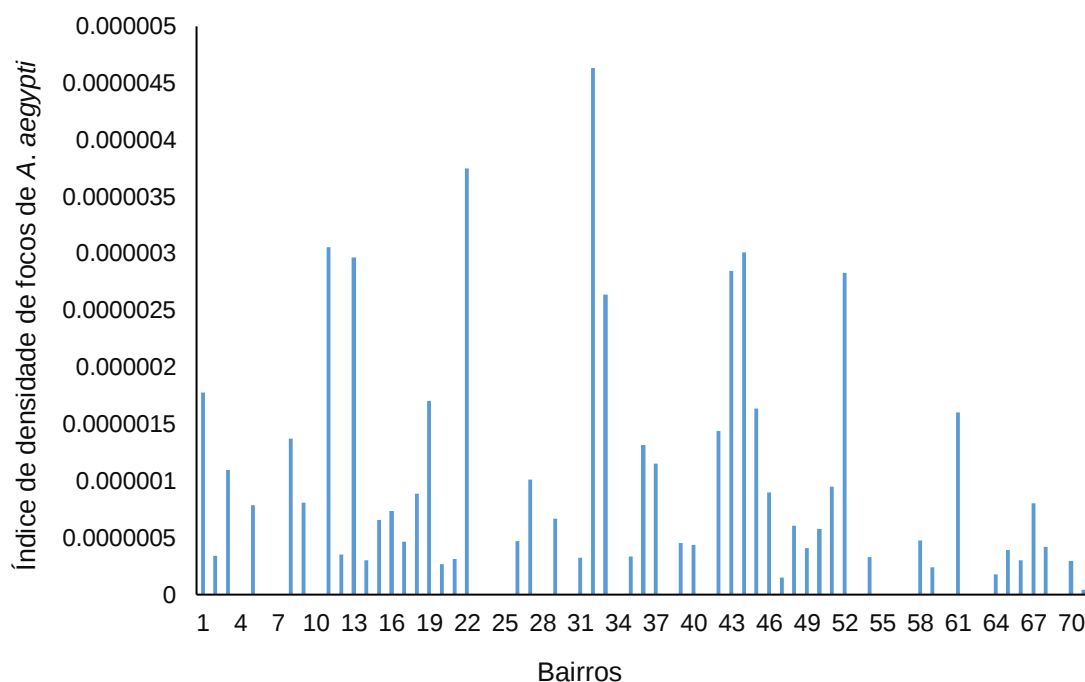


Figura 13: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Janeiro de 2017. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambai; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

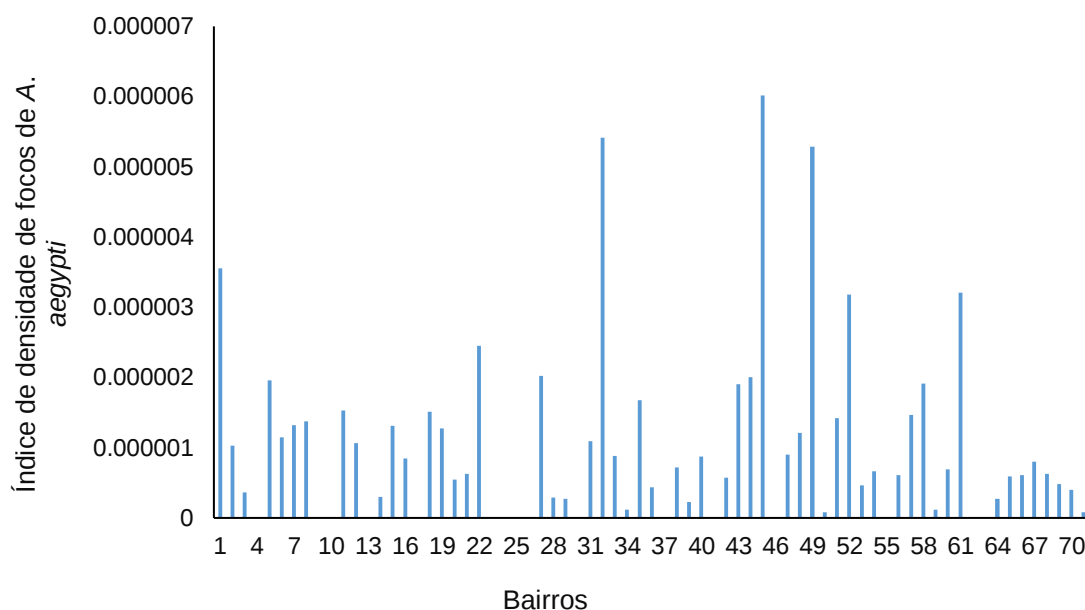


Figura 14: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Março de 2017. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambai; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhanga Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

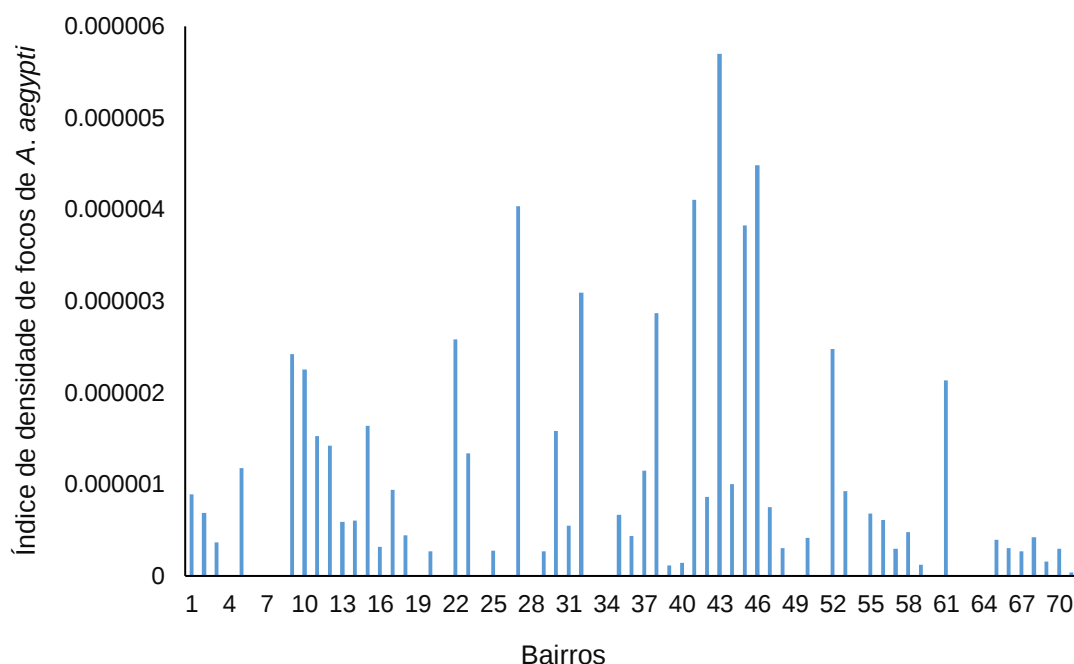


Figura 15: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Abril de 2017. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambai; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

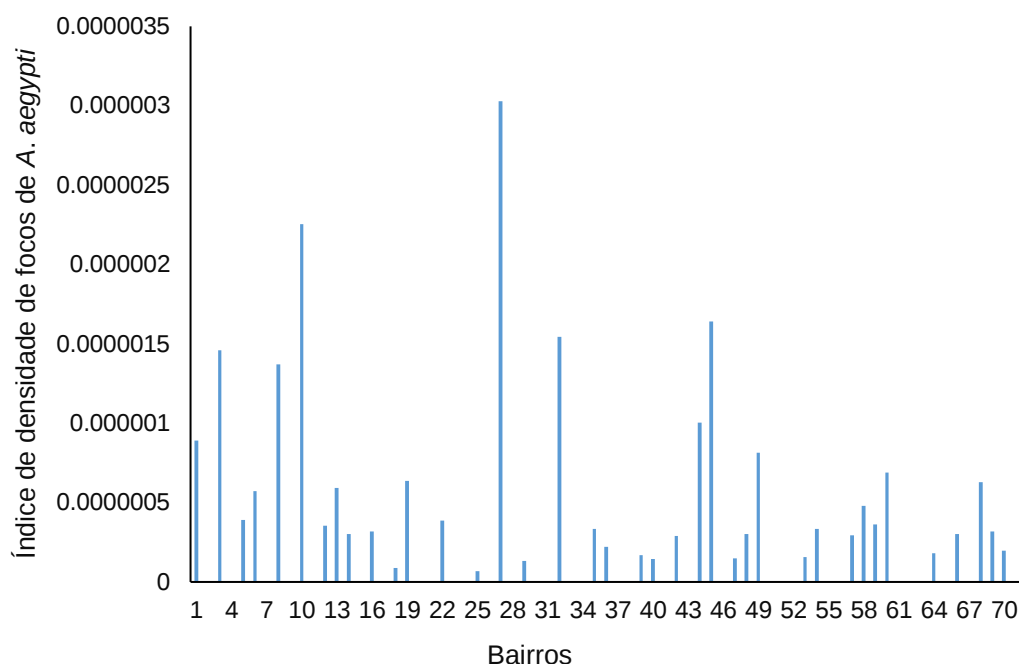


Figura 16: Índice de densidade de focos de *Aedes aegypti* nos bairros de Campo Grande (MS) em: Julho de 2017. Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambai; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Jardim Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

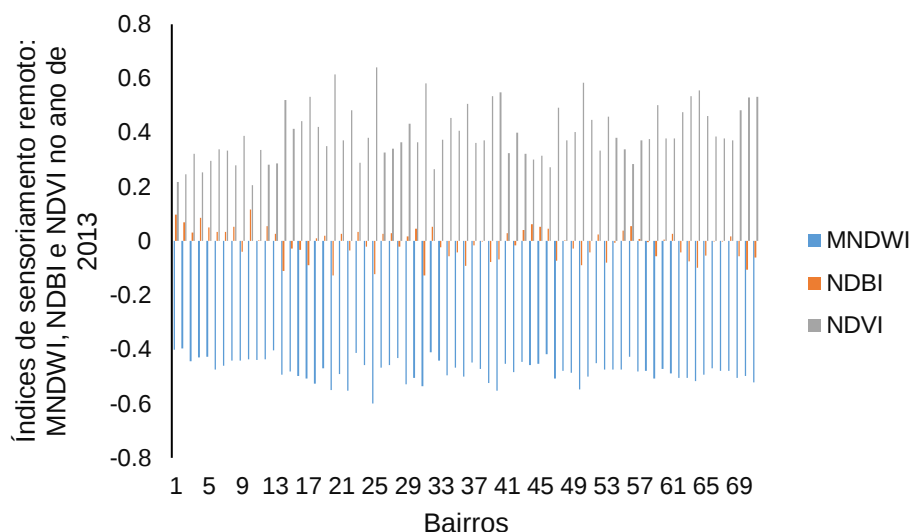


Figura 17: Valores da Média dos índices de sensoriamento remoto MNDWI, NDBI e NDVI, no ano de 2013, para os bairros de Campo Grande (MS). Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambaí; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Jardim Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

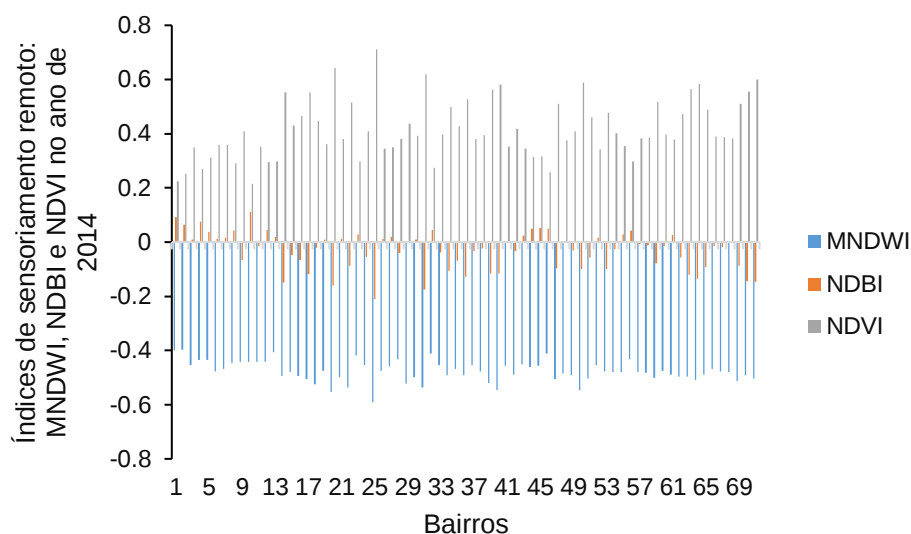


Figura 18: Valores da Média dos índices de sensoriamento remoto MNDWI, NDBI e NDVI, no ano de 2014, para os bairros de Campo Grande (MS). Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambaí; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Jardim Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

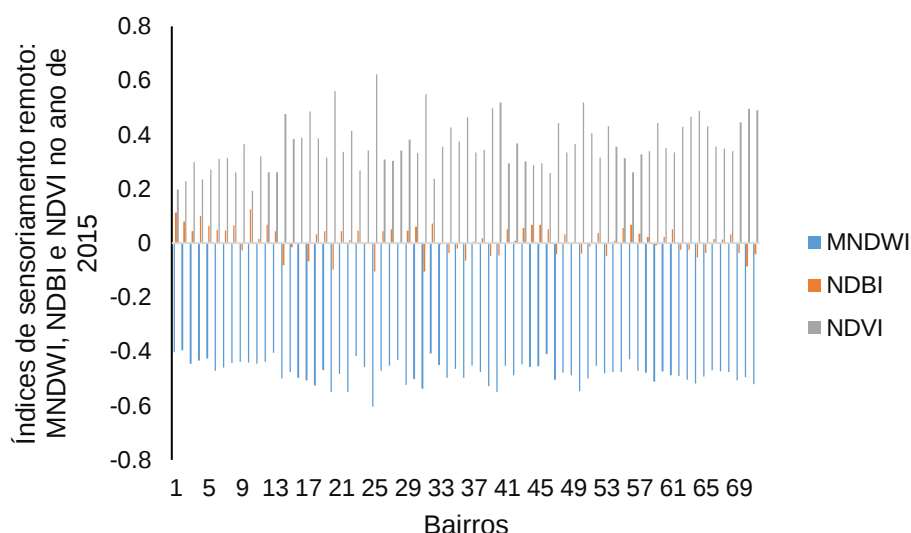


Figura 19: Valores da Média dos índices de sensoriamento remoto MNDWI, NDBI e NDVI, no ano de 2015, para os bairros de Campo Grande (MS). Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambaí; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Jardim Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

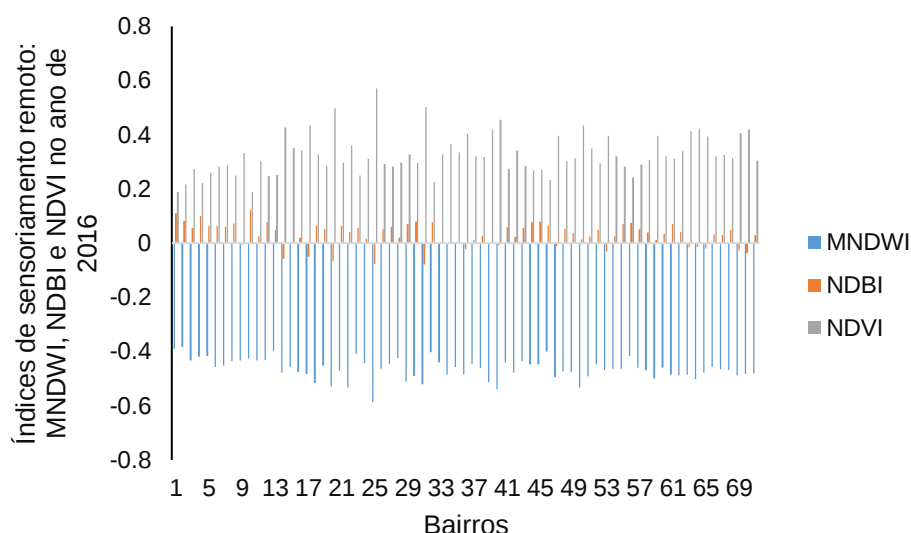


Figura 20: Valores da Média dos índices de sensoriamento remoto MNDWI, NDBI e NDVI, no ano de 2016, para os bairros de Campo Grande (MS). Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambaí; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Jardim Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.

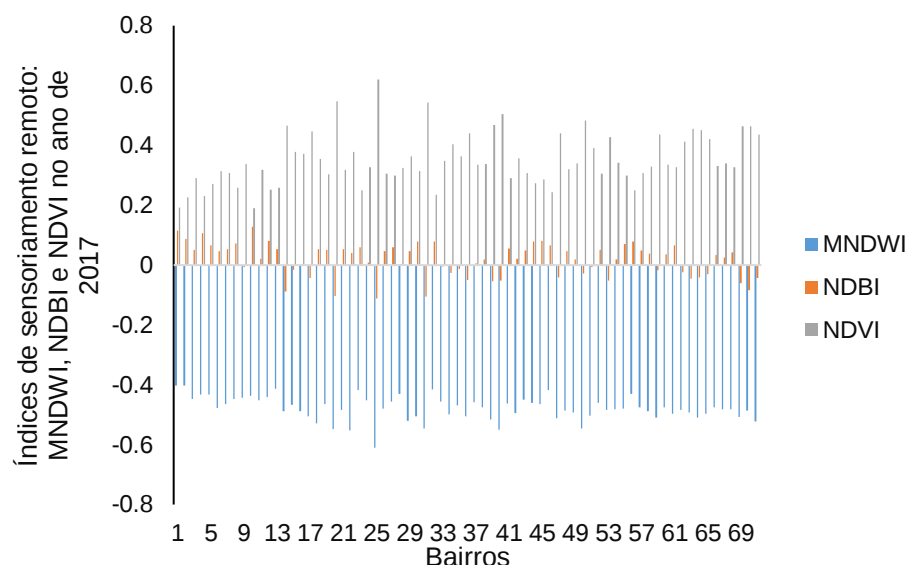


Figura 21: Valores da Média dos índices de sensoriamento remoto MNDWI, NDBI e NDVI, no ano de 2017, para os bairros de Campo Grande (MS). Cada número no eixo horizontal do gráfico (eixo x) identifica um bairro: 1- Vila Glória; 2- Centro; 3- São Francisco; 4- Vila Carvalho; 5- Amambai; 6- Vila Planalto; 7- Cabreúva; 8- São Bento; 9- Bela Vista; 10- Monte Líbano; 11- Itanhangá Park; 12- Cruzeiro; 13- Jardim dos Estados; 14- Jardim Seminário; 15- Monte Castelo; 16- Vila Nasser; 17- José Abrão; 18- Nova Lima; 19- Coronel Antonino; 20- Mata do Segredo; 21- Mata do Jacinto; 22- Jardim Noroeste; 23- Santa Fé; 24- Carandá Bosque; 25- Chácara dos Poderes; 26- Jardim Autonomista; 27- Vila Margarida; 28- Chácara Cachoeira; 29- Parque dos Novos Estados; 30- Estrela Dalva; 31- Jardim Veraneio; 32- Jardim Paulista; 33- Doutor Albuquerque; 34- Parque Residencial Rita Vieira; 35- Vila Vilas Boas; 36- Universitário; 37- Jardim TV Morena; 38- Vila Carlota; 39- Moreninha (I, II e III); 40- Parque Residencial Maria Aparecida Pedrossian; 41- Jardim São Lourenço; 42- Alves Pereira; 43- Vila Taquarussu; 44- Jardim Jacy; 45- Guanandi; 46- Jardim América; 47- Jardim Centenário; 48- Aero Rancho; 49- Jardim Parati; 50- Jardim Los Angeles; 51- Parque do Lageado; 52- Vila Piratininga; 53- Pioneiros; 54- Parque Residencial União; 55- Jardim Leblon; 56- Vila Bandeirante; 57- Jardim Tijuca; 58- Jardim Batistão; 59- Jardim São Conrado; 60- Caiçara; 61- Coophavila II; 62- Jardim Tarumã; 63- Vila Taveirópolis; 64- Caiobá; 65- Vila Popular; 66- Santo Antônio; 67- Jardim Panamá; 68- Vila Santo Amaro; 69- Vila Sobrinho; 70- Vila Nova Campo Grande; 71- Núcleo Industrial.