



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CHUVAS EM SÃO LUÍS (MA) E SEUS IMPACTOS NO ESPAÇO URBANO NO PERÍODO 2017- 2018

Ainoã Perez Sousa Santos ^(a), Ronaldo Rodrigues Araújo ^(b)

^(a) Curso de Geografia / LABOCLIMA/Universidade Federal do Maranhão,
noanper@gmail.com

^(b) Prof. Dr. Departamento de Geociências / LABOCLIMA/ Universidade Federal do
Maranhão, ronaldo.araujo16@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

As chuvas sobre o município de São Luís são em sua maioria convectivas e se distribuem de forma desigual pelo município, encontrando nesta superfície urbana e rural características socioespaciais contraditórias. Nesta pesquisa, objetivou-se identificar as áreas do município com maior distribuição do índice pluviométrico; analisar os dados registrados de ocorrência de episódios de emergência atendidos pela Defesa Civil do município; correlacionar o padrão de distribuição espacial das chuvas com a ocorrência de dengue através da coleta de dados nos órgãos legais e de campo com uma rede de pluviômetros artesanais instalados no município. A pesquisa conclui que as chuvas e as ocorrências de alagamentos, desabamentos e deslizamentos estão centradas ao norte e que o distrito onde mais se registra dengue, também, possui elevados índices pluviométricos.

Palavras chave: Chuvas, Impactos, Dengue, São Luís

1. Introdução

Os relatos e moradores do município de São Luís a respeito das dificuldades encontradas durante o período chuvoso é recorrente. Postos de saúde registram aumento nos casos da dengue e de outras doenças de veiculação hídrica, o trânsito fica complicado e a alagamentos, desabamento e deslizamentos por toda a cidade. Existe uma relação entre os eventos urbanos e de saúde, que afetam a população no período chuvoso em conjunto com ocorrências de



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

desabamentos, alagamentos e deslizamentos com a distribuição espacial das chuvas pelo município no período chuvoso.

Através de postos de coleta de precipitação acumulada no período de 24h, durante o tempo de pesquisa e dados oficiais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pode-se obter uma ideia de como se dá a distribuição espacial da chuva no município, que se mostrou mais centralizada na zona urbana da cidade, em quase todos os meses do ano, e pelos registros de ocorrência da Defesa civil, pode-se identificar quais bairros apresentaram alagamentos, desabamentos e deslizamentos. Por fim, buscou-se acompanhar os casos da dengue, pois é de conhecimento que as condições atmosféricas associadas a fatores da organização do espaço urbano podem favorecer o aumento de doenças ou até mesmo propiciar a existência das mesmas (ALEIXO, 2012).

2. Matérias e Métodos

O clima de um dado local é configurado pela sua associação ao clima regional e global, assim como, para ele ser urbano precisa possuir propriedades específicas das modificações da superfície. Monteiro (2011) afirma que o clima faz parte de um conjunto maior de diferentes sistemas e, em sua particularidade, o clima urbano se divide em três subsistemas o físico-químico, hidrometeorológico e termodinâmico. Como parte do subsistema hidrometeorológico as precipitações pluviais que se distribuem pelo espaço do município de São Luís encontram-se diante de uma organização social contraditória possuindo diferente tipo de construções, arruamentos, localizações planejadas ou não, rios, solo pavimentado ou desnudo, enfim a chuva se encontra com uma sociedade desigual em sua organização e estruturação segundo Santos (2018) (p. 6. no prelo).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Assim, foi instalada uma rede de pluviômetros de garrafa pet pelo município (Figura 1) com medidas no intervalo de 24h preenchendo-se uma tabela, no Excel 2013. Apenas 12 estiveram na ativa durante o período chuvoso de 2017 veja na figura 2 a localização do município, pontos de coleta de dados e as áreas urbanas e rurais por distrito. No ano de 2018 foram 11 pluviômetros ativos. Após o preenchimento das tabelas foi tirada a média, máxima, desvio padrão e a acumulada mensal de cada posto. Com estas informações utilizamos o software Arcgis 10.4.1. para elaborar mapas de espacialização das chuvas acumuladas durante o período chuvoso e de estiagem; foi aplicada o método de interpolação. Os métodos mais comuns de interpolação são: vizinho mais próximo, vizinho natural, triangulação linear, triangulação de Delaunay, polígonos de Voronoi, inverso da potência da distância (sendo o IQD, inverso do quadrado da distância o mais utilizado), mínima curvatura (spline), regressão polinomial, krigagem (com mais de 30 técnicas distintas) e máxima entropia bayesiana (LADIM, P.M. B.; MOTEIRO, R. C.; CORSIN, A. C (2002, p. 4).



Figura 1: Instalação e confecção dos pluviômetros artesanais. Fonte: Santos, 2019.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

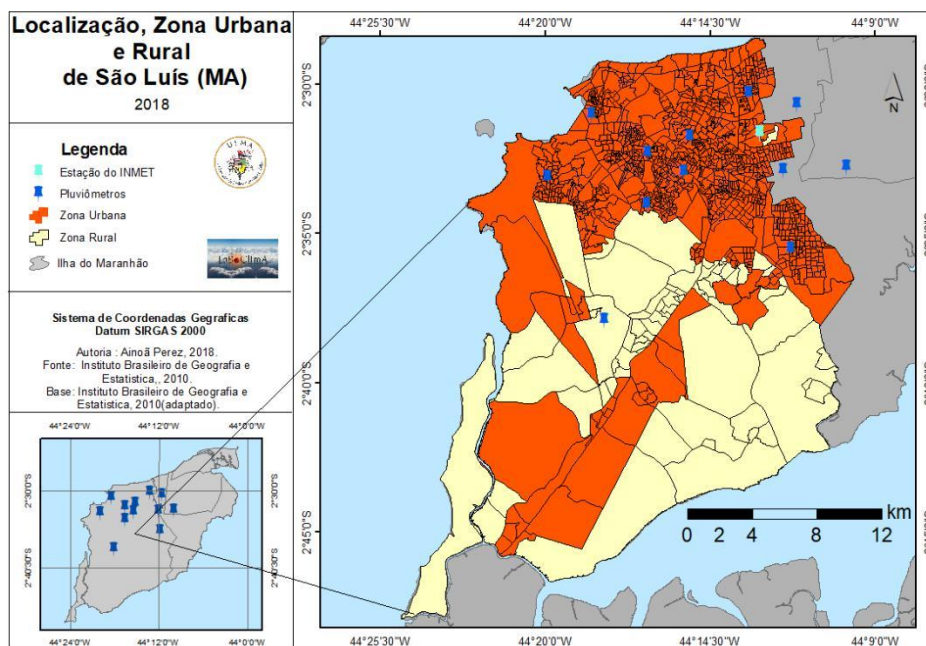


Figura 2: Localização de São Luís, MA e Pontos de coleta de chuva; Fonte: Santos, 2018

Coletou-se dados na Defesa Civil Municipal, de ocorrências relacionadas as chuvas no ano de 2017 (alagamentos, deslizamentos e desabamentos). Com a Secretaria Municipal de Saúde (SEMUS) teve-se acesso as notificações anuais dos casos de dengue do ano de 2017, que foram devidamente, arquivados em banco de dados do *Excel 2013* e georreferenciados e especializados com o uso do *Arcgis 10.4.1*. A escolha da Interpolação Krigagem com a técnica exponencial para a acumulada de chuvas foi devida as considerações de Ladim pois segundo ele (2000 apud Santos, 2014) este método de interpolação é o que possui maior precisão para estimar dados não amostrados. Não explicitamos aqui os algoritmos matemáticos deste método segundo Santos (2018) (p. 8. no prelo).

É uma pesquisa qualitativa por questionar a distribuição de chuvas da cidade e sua relação com a dinâmica socioespacial do município em suas interferências e aplicações. Quanto a esse modo Deslauriers (1991, p. 58) apud Gerhardt, T.E.; Silveira, D.T. (2009, p.32) afirmam:



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências.

Quantitativa, por fazer uso de números, tabelas, estatística para observar a ocorrência de dado elemento do clima, fenômenos socioespaciais e de saúde pública. Fonseca (2002, p. 20 *apud* Gerhardt, T.E. Silveira, D.T. 2009, p.33) deixa claro que este tipo de abordagem se baseia na objetividade e considera a realidade a partir de dados brutos recolhidos com instrumentos padronizados e neutros e se utiliza da linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno e sua relação entre variáveis, a exemplo de Aleixo (2012) que através da abordagem qualitativa e quantitativa na observação do clima e suas implicações na saúde humana quanto a doenças de veiculação hídrica na cidade de Rio de Janeiro e Ribeirão Preto respectivamente.

3. Resultados

São Luís junto com São José de Ribamar, Raposa e Paço do Lumiar compõe a Ilha do Maranhão e se classifica climaticamente em uma estação de estiagem entre os meses de agosto a dezembro e uma estação chuvosa entre os meses de janeiro a julho como afirma Pinheiro (2015, p. 28):

Temperatura é constante em praticamente todo o ano, variando entre 25,6°C no mês menos quente e 26,9°C para o mês mais quente, portanto a variabilidade térmica anual existente na Ilha do Maranhão é de 1,3°C e insuficiente para caracterizar a existência das estações de inverno e verão, portanto é inadequado caracterizar a existência de verão e inverno para toda a região norte do Maranhão.

Trabalhou-se com a escala temporal e espacial onde a primeira corresponde ao período e 24h diários durante o ano e 2017 e 2018 (este último, ainda em andamento de análise)



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

observando-se a atuação dos sistemas atmosféricos atuantes sobre o clima da cidade e a segunda por se tratar do clima local.

No período chuvoso a chuva é do tipo convectiva e São Luís, em sua maioria, segundo Ayoade (2013, p.160), assim como Ferreira (*apud* Milen, 2018, p. 67) que destacam a região próxima do equador como muito estável com aglomerados convectivos geradores de forte precipitação e intensa liberação de calor influenciados pela Zona de Convergência Intertropical. Para ele, as localidades próximas a linha do equador possuem chuvas conectivas. Sabe-se que os sistemas atmosféricos regionais influentes sobre o clima local de São Luís são, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Ventos Alísios de Norte e Sul, Ventos Locais, os Fenômenos El Niño e La Niña, Dipolo do Atlântico (Temperatura da Superfície do Oceano/TSM) para Pinheiro (2013), Araújo (2014), Milen (2018) e ainda, VCAN e Linhas de Instabilidade. Segundo Araújo (2014, p. 96):

A zona de chuvas, ao retornar em novembro no sentido sul-norte, penetra no Estado do Maranhão (na área do golfo Maranhense) através dos alísios de sudeste. Pela sua origem continental, esta atinge o estado com baixa intensidade, pois a perda de umidade ao atravessar o Recôncavo Baiano e o Planalto Nordestino, provoca chuvas irregulares e esporádicas até dezembro.

Então, as chuvas no decorrer do ano de 2017 foram predominantemente mais fortes na zona urbana do município exceto no mês de junho, onde a região mais adensada (setores norte, nordeste e noroeste) registrou chuvas mais brandas (Figuras 3 e 4).

Em janeiro de 2017, na zona urbana todos os pontos de coleta registraram números acima de 200 mm, sendo os mais elevados foram os da na Chácara Brasil com 338 mm e Alto do Turu 383 mm. Na zona rural foi 96 mm, no posto do Maracanã. A média pelos pluviômetros instalados, foi de 269 mm precipitados durante todo o mês. No período de estiagem os pontos de coleta não registraram chuvas em novembro. Elas ocorrem pelos:

Os ventos alísios são sistemas atmosféricos de atuação constante por todo o período do ano, atuação importante por provocar a ocorrência de chuvas no período de estiagem entre os meses de agosto a dezembro, amenizando a situação de seca (estiagem) que marca o período na Ilha do Maranhão (PINHEIRO, J.M., 2015. p.30).



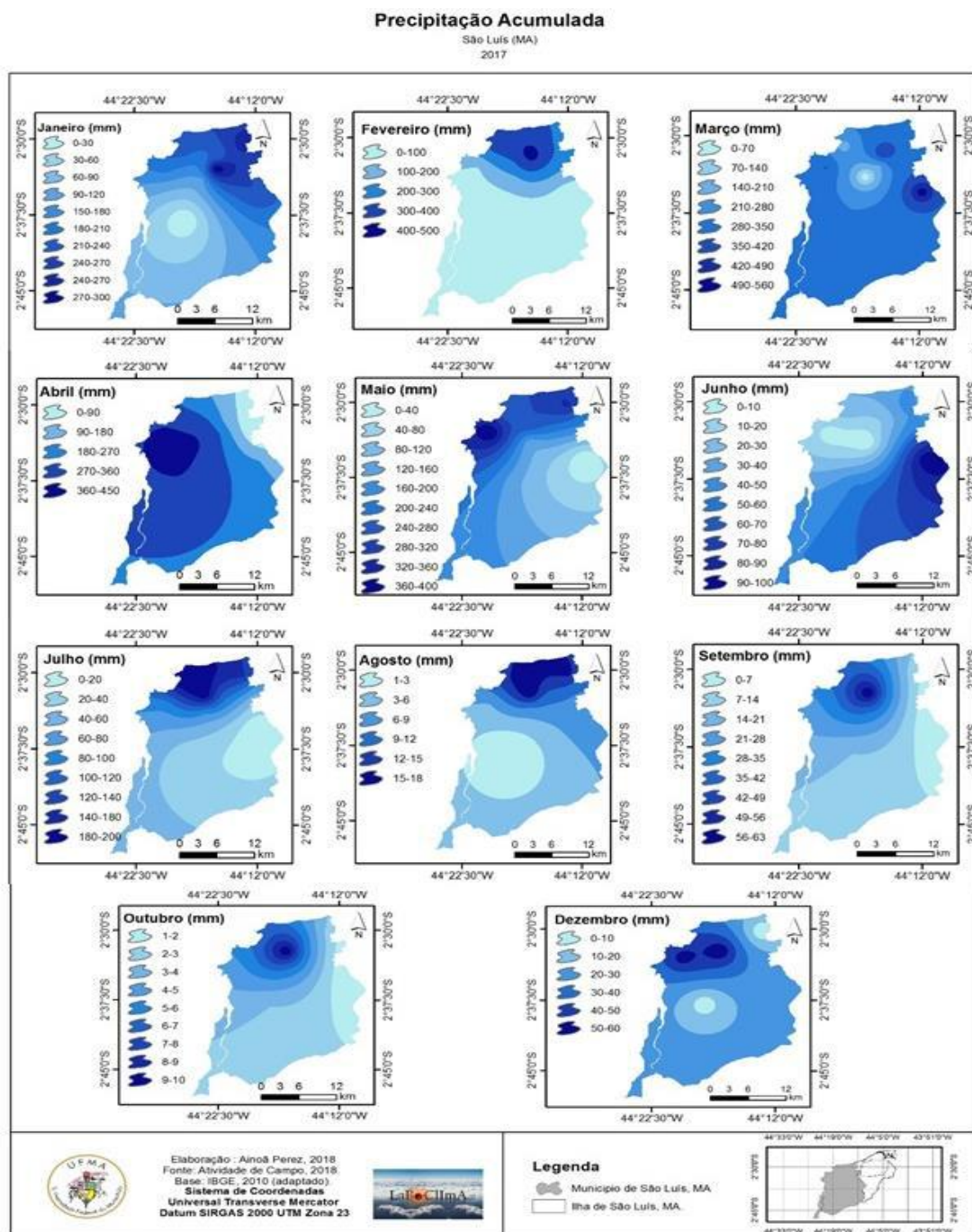
XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Dos meses de estiagem, dezembro foi o que mais choveu, com média de 21 mm, vale ressaltar que é o mês de transição entre o período de estiagem para o chuvoso.





XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Figura 3: Precipitação Acumulada 2017. Fonte: Santos, 2018.

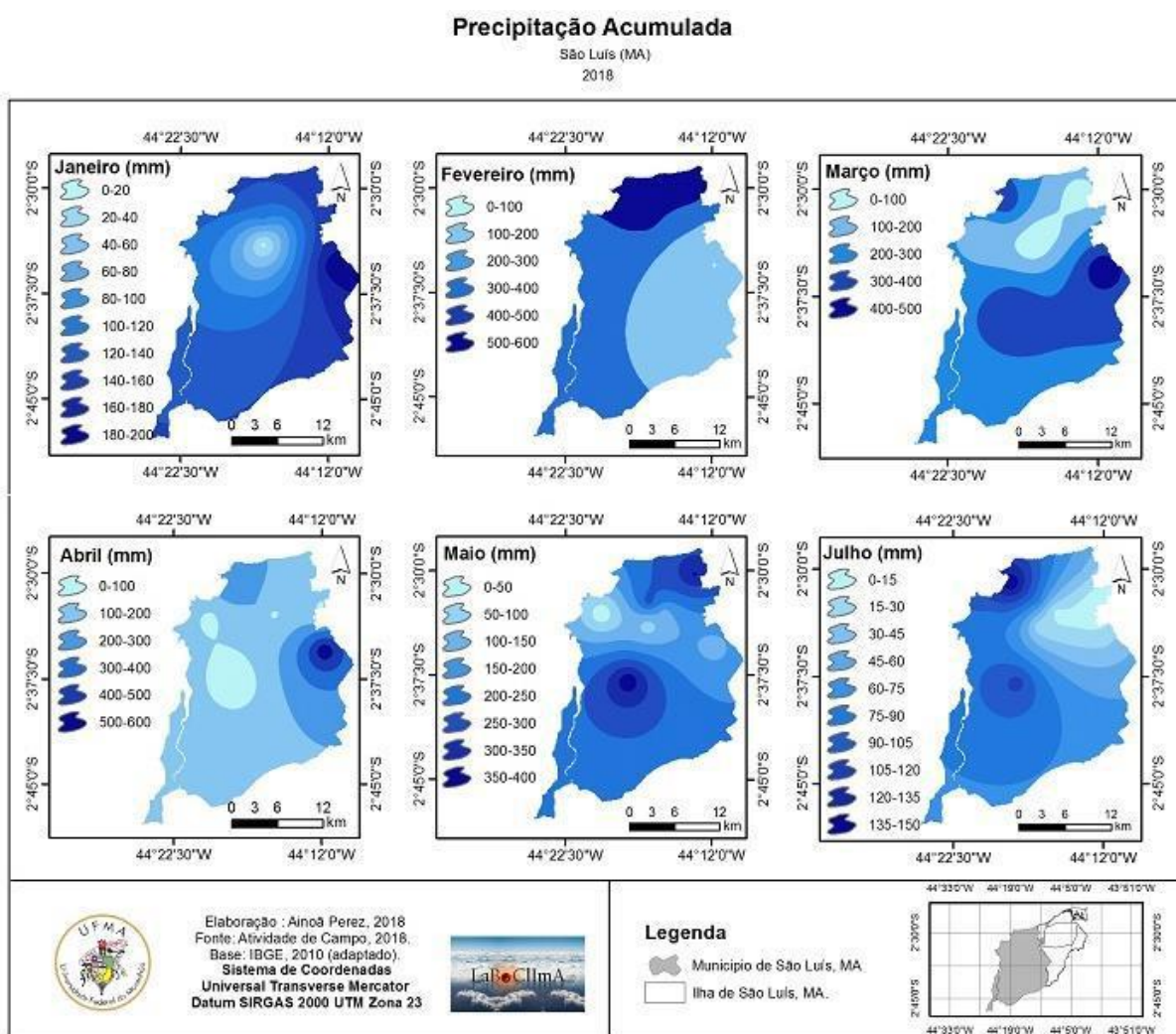


Figura 4: Precipitação Acumulada 2018. Fonte: Santos, 2018.

Observe na Tabela 1 os registros da Defesa Civil do ano de 2017 e 2018. Houve 165 ocorrências relacionadas as chuvas, os dados correspondem a estação chuvosa:



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

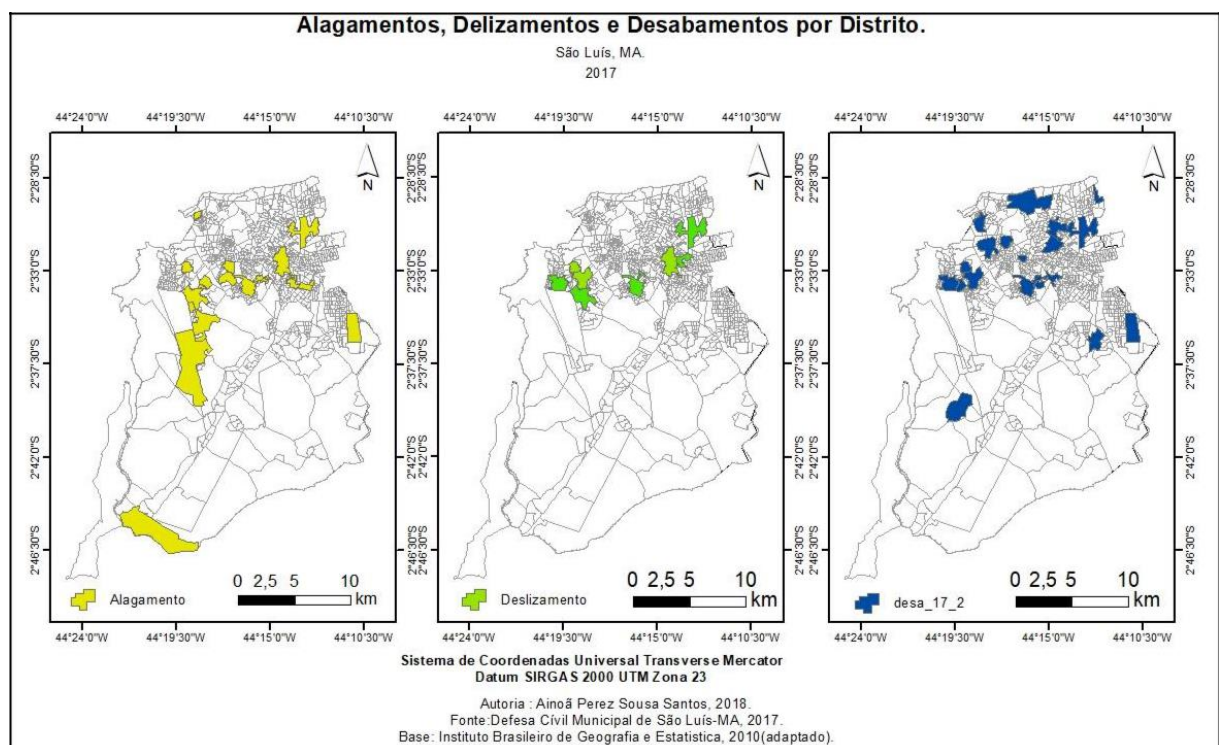
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Tabela 1: Ocorrências da Defesa Civil Municipal. Fonte: Santos, 2018. Elaboração: Santos, 2019.

Ano	Tipo de Episódio		
	Alagamento	Desabamento	Deslizamento
2017	32	29	20
2018	37	22	25

Analisando os mapas percebemos que os alagamentos e desabamentos não estão totalmente relacionados a áreas com elevados níveis de chuva no ano de 2017 (Figura 5) apesar da zona urbana possuir alagamentos e maior número de desabamentos que zona rural, a região mais ao sul de São Luís.

Os deslizamentos por sua vez estão presentes apenas na porção norte da ilha o que nos leva a entender que eles estão mais ligados aos tipos de moradia, solo, questões mais sociais pois os bairros onde eles ocorreram possuem histórico de contratempos quando ocorrem as chuvas. Deficiências socioespaciais, socioeconômicas e que anualmente apresentam a mesma problemática de deslizamento e alagamento (SANTOS, 2018, p. 18. no prelo).





XVIII
SBGFA

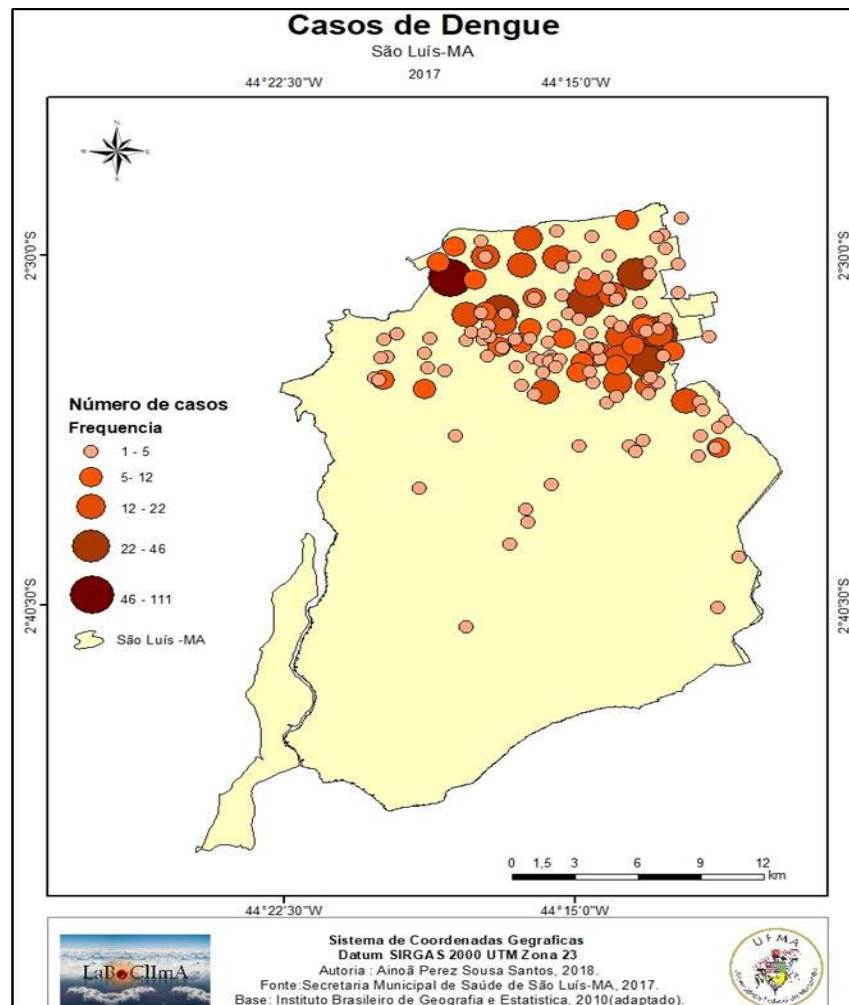
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Figura 5: Distribuição dos episódios por distrito censitário. Santos, 2018. No prelo.
O distrito do São Francisco foi o que mais registrou casos de Dengue no ano de 2017, seguindo da região do Cohatrac, Planalto Anil, e Forquilha como mostra a Figura 6. Santos (2018, p. 19. no prelo):

Primeiro que os distritos que mais concentram casos de dengue notificados pela SEMUS estão no norte do município. Ao Nordeste dele observa-se uma concentração de distritos com casos de dengue registrados que vão de um caso no Planalto Anil I, Novo Angelim até quarenta e seis casos no Cohatrac IV, além de vinte e cinco na Forquilha.





XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Figura 6: Casos de Dengue em 2017 em São Luís, Ma. Fonte: Santos, 2018, p 19. No prelo

São Francisco e distritos próximos sabemos que existem algumas residências não planejadas, as chamadas palafitas, com bastante resíduos acumulados a céu aberto. Ela ainda recebe um alto volume de chuvas que podem preencher os objetos descartados (pneus, garrafas pet, sucatas, e etc.) incorretamente, isso é visível nas laterais da Av. Ferreira Gullar criando ambiente favorável ao desenvolvimento da larva do mosquito transmissor da dengue. O mesmo acontece no Cohatrac onde existem espaços aonde os moradores jogam resíduos de forma irregular e mesmo nas próprias casas se vê circunstâncias perfeitas a proliferação do *Aedes aegypti* (SANTOS, 2018, p. 19. no prelo).

Considerações Finais

É desigual a proporção que a chuva se distribui pelo município, sendo concentrada mais ao norte do mesmo, onde também se encontra a sua área mais antropizada. E é nesta mesma faixa que, também, se encontram os maiores números de ocorrências de desabamentos, deslizamentos e alagamentos, bem como, da Dengue. Se faz necessário o reconhecimento das áreas vulneráveis e susceptíveis ao risco e a que magnitude prevista de episódios estão expostos, a fim de minimizar os casos já habituais no período chuvoso e manter um controle sobre essas áreas.

Referencias

- ARAÚJO, R.R. **Clima e vulnerabilidade socioespacial: uma avaliação dos fatores de risco da população urbana do município de São Luís (MA)**. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente: 2014, 289 f.
- AYOADE, J.O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. 332 p.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ALEIXO, Natacha Cintia Regina. **Pelas lentes da climatologia e da saúde pública: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto.** Presidente Prudente: 2012. Tese (doutorado) UNESP. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. 353. LANDIM, P.M.B., MONTEIRO, R. C. & CORSI, A.C. **Introdução á confecção de mapas pelo software SURFER.** DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatématica, Texto Didático 08, 21 pp. 2002. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acesso em 10 jun. 2017.

MONTEIRO, C. A., & MENDONÇA, F. **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2011.

MILEN, A. F. **Estudos do clima urbano das cidades médias do meio norte brasileiro: o caso de Bacabal (MA).** 2018. 245 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Humanas Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral: 2018.

PINHEIRO, J.M. Dinâmica Climática da Ilha do Maranhão: In FARIAS FILHO, M.S.; CELERI, M.J. (org.) **Geografia da Ilha do Maranhão.** 1.ed: São Luís, MA: EDUFMA, 2015. Cap. III.p.28-35.

SANTOS, A. P. S. **Análise espacial da distribuição espacial das chuvas no município de São Luís no período de 2017-2018.** São Luís: 2018. Relatório. Seminário de Iniciação Científica, 2018. No prelo.

SANTOS, A. P. S. **Análise espacial da distribuição espacial das chuvas no município de São Luís no período de 2017-2018: impactos ambientais e sociais.** São Luís: 2018. 70 f. Monografia (Graduação em Geografia) – Centro de Ciências Humanas, Universidade Federal do Maranhão, São Luís: 2018. No Prelo.

SANTOS, R.M.B. **Aplicação do Método de Kriging para Estimar Campos de Radiação Solar: um estudo para o nordeste do Brasil.** São José dos Campos: 2014. Dissertação (mestrado) INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 88.

SILVEIRA, D.T.; GERHARDT, T. E. (Org.) **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019