



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

ANÁLISE ESPACIAL DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA UNIDADE DE SAÚDE DA FAMÍLIA E UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE.

Larissa Lorryne de Oliveira Martins ^(a) Alarcon Matos de Oliveira ^(b), Carlos
Oliveira Brito ^(c) Lusanira Nogueira Aragão ^(d)

^(a) Graduanda Engenharia Sanitária e Ambiental, Larissa Lorryne de Oliveira Martins.
Universidade do Estado da Bahia/ Departamento de Ciências Exatas e da Terra II.

^(a,b) Departamento de Geoprocessamento/Secretaria Municipal de Planejamento, Prefeitura
Municipal de Feira de Santana. alarconmatos@gmail.com

^(c) Secretário Municipal de Planejamento/Prefeitura Municipal de Feira de Santana.

^(d) Universidade Estadual de Feira de Santana/Departamento de Tecnologia.

Eixo: Territorialidades, conflitos e planejamento ambiental.

Resumo/

A utilização de algoritmos geométricos em SIG aplicada à análise espacial na Geografia da Saúde é discreta, sendo assim esse trabalho utilizou o Algoritmo Geométrico de Voronoi para analisar a espacialização das Unidades de Saúde da Família – USF e Unidade Básica de Saúde – UBS. Este algoritmo possibilita dois tipos de análise: distribuição no espaço dos equipamentos públicos, bem como a relação de proximidade entre a residência dos moradores e a unidade de saúde mais próxima. Foi possível identificar a concentração das UBS e USF na região noroeste da cidade, cujos polígonos foram menores que 0,7km² e na região nordeste da cidade a grande concentração de polígonos maiores que 1km².

Palavras chave: Unidade Basica de Saude, Unidade de Saúde da Família, Voronoi SIG.

1. Introdução.

Acesso aos serviços básicos de saúde é direito fundamental dos brasileiros, garantido pela Constituição de 1988. A atenção básica (AB) consiste no conjunto de ações de saúde com aplicabilidade no indivíduo ou coletividade, compreendendo a promoção e da saúde, prevenção de agravantes, diagnósticos, tratamento, reabilitação, redução aos danos implicando na manutenção da saúde. Segundo Brasil (2008a), para a obtenção a melhor qualidade de Atendimento à Saúde AB possui composição multiprofissional e trabalhando 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

forma interdisciplinar. As equipes das Unidades Básicas de Saúde (UBS) atuam no domicílio em locais do território – salões comunitários, creches, praças entre outros. Neste sentido, o município de Feira de Santana destaca-se pela manutenção permanente de diversas Unidades Básicas de Saúde distribuída espacialmente em todo território municipal.

Essa estratégia de acesso aos serviços de saúde, no entanto, enfrentam grandes barreiras de acesso aos serviços. Estes impedimentos são ocasionados por fatores diversos como: indisponibilidade de ofertas de serviços básicos, distribuição geográfica da capacidade de atendimento. No que se refere à espacialização geográfica, atribui-se a distância entre a localização da demanda e da oferta (BRASIL, 2006; BODSTEIN et. al. 2006; LOPES, 2016).

Portanto, a distribuição espacial das unidades de atendimento consiste numa barreira geográfica para parte da população, pois a distância entre a residência e a unidade de atendimento, principalmente, para quem já está debilitado fisicamente, consiste em forte impedimento ao acesso. Seja pela inexistência de transporte pessoal, ausência de condições financeiras para acesso ao transporte público, ou ineficácia das rotas de transporte que contemplem as unidades. Ressalta-se que não existe nenhuma norma ou portaria que oriente a distribuição espacial desses equipamentos públicos, apenas orienta a quantidade de pessoas atendidas em função da capacidade de atendimento das Unidades Básicas de Saúde.

A utilização de ferramentas de Geoprocessamento, embora possua grande potencial para análise da distribuição geográfica dos elementos espaciais; o seu uso ainda é incipiente na aplicabilidade de espacialização das Unidades de Saúde da Família (USF) e UBS. Estudar a distribuição dos equipamentos públicos em determinado território trata-se de uma análise da distribuição pontual. Sendo possível estudar essa distribuição é através do algoritmo geométrico em especial o diagrama de Voronoi. Este diagrama permite traçar duas análises possíveis: relação de adensamento das UBS e USF, pois quanto menor o polígono maior a concentração desses equipamentos públicos; e a relação de proximidade entre a casa do paciente e a USF ou UBS. Diante das possibilidades do algoritmo espacial em



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

Geoprocessamento aplicado aos estudos de distribuição espacial das unidades de saúde de atendimento primário esse trabalho visa aplicar o diagrama de Voronoi para analisar a sua distribuição na sede distrital de Feira de Santana.

Mapa de Localização de Feira de Santana

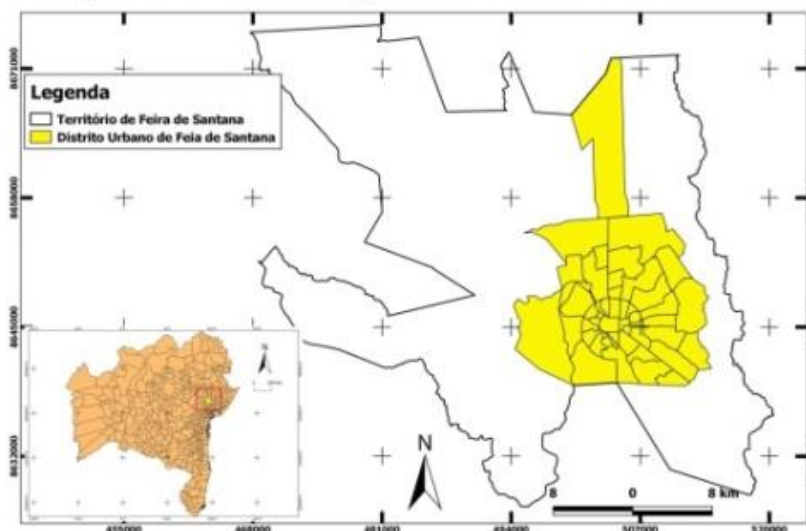


Figura 1. Mapa de localização de Feira de Santana.

2. Materiais e Métodos

Este trabalho utilizou análise pontual para mapear as Unidades de Saúde da Família e as Unidades Básicas de Saúde, estes foram aqui denominados como equipamentos públicos. O algoritmo geométrico Diagrama de Voronoi para analisar a distribuição dos equipamentos públicos, o resultado foi plotado ao mapa de população distribuída pelos bairros do município de Feira de Santana, demonstrando espacialmente a concentração e deficiências na distribuição das UBS e USF.

3. Resultados e Discussão

3.1. Distribuição Espacial dos Equipamentos Públicos.

O acesso aos serviços primários de saúde é fator que intermedia a relação entre a procura e a entrada nos serviços e diz respeito às características da oferta de serviços de saúde que



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

facilitam ou obstruem a sua utilização por potenciais usuários, exprime a capacidade da oferta nas produtividades dos serviços respondendo as necessidades de saúde universal da população (GIOVANELLA, 2008). É sabido que na atenção primária, o acesso deve ser universal e não necessariamente relacionada ao grau de necessidade, uma vez que não se pode esperar que os indivíduos conheçam a gravidade ou urgência dos seus problemas médicos quando buscam atendimento (STARFIEL, 2002).

Entende-se por acessibilidade, neste trabalho, acessibilidade ou acesso a capacidade de produção e oferta de serviços no atendimento à saúde respondendo às necessidades de determinada população como aponta Donabedian (2003) o acesso e acessibilidade possuem duas dimensões: geográfica e sócio organizacional. O componente geográfico refere-se à distância e ao tempo de locomoção dos usuários para se chegar aos serviços, incluindo os custos da viagem, dentre outros, no componente sócio organizacional diz respeito a todas as características de oferta que devem facilitar ou dificultar a capacidade das pessoas no uso dos serviços, não bastando à existência dos serviços, mas o seu uso tanto no início como na continuidade do cuidado. É indubitável, que os dois componentes são fundamentais para avaliar qualidade de acesso aos serviços, todavia, este trabalho abordará o aspecto geográfico, quanto a sua distribuição espacial dos equipamentos públicos.

Para Souza et. al. (2015), a distribuição espacial entre os serviços de saúde e residência dos municípios constitui em fator limitante, Albuquerque *et. al.* (2014) completa informando que as barreiras relacionadas à distância estão associadas ao nível de complexidade dos serviços: quanto menor as especializações, mais próximas estão da população, no entanto, é importante ressaltar que a existência de serviços em determinado local, apesar de constituir aspecto fundamental, não garante sua efetiva utilização. Sendo a barreira geográfica, premissa fundamental que impede efetivo acesso a saúde, análise quanto á distribuição dos equipamentos básicos de saúde torna-se fundamental, sendo assim foram utilizados o algoritmo geométrico do SIG o diagrama de Voronoi, pois o mesmo permitiu tanto analisar a



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

relação de proximidade entre residência e equipamentos públicos, bem como adensamento das UBS e USF.

3.2. Diagrama de Voronoi.

Dados um conjunto qualquer de pontos, deve ser feita as divisões organizadas entre eles, de modo que haja uma região para cada ponto sendo os limites a metade da distância entre seu vizinho, formando polígono convexo (LIMA, 2017). Um diagrama de Voronoi induzido por um conjunto finito de pontos é uma decomposição de plano em polígonos possivelmente ilimitados (convexos) chamados regiões de Voronoi, cada um consistindo desses pontos, pelo menos, tão perto de um determinado local como a outras (LIFBEGLING POURNIN, 1998).

Segundo Davis (2005), Seja $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ um conjunto de pontos no plano, usualmente denominados locais (*sites*). O plano pode ser particionado de modo que cada ponto esteja associado ao elemento de P o mais próximo de si. Esse conjunto de pontos associados a determinado local p_i , se constituem o polígono de Voronoi de p_i , denotada $V(p_i)$. Este polígono é, portanto, o lugar geométrico dos pontos do plano mais próximo de p_i do que qualquer outro elemento de P do que qualquer outro elemento de P , logo:

$$V(p_i) = \{x \mid \text{dist}(p_i - x) \leq \text{dist}(p_j - x), \forall j \neq i\}$$

Existindo a possibilidade de existir três pontos que são próximos a dois ou mais locais, implicando que o conjunto deste ponto se constitui o *diagrama de Voronoi* para o conjunto de locais, denotando $Vor(p)$ (DAVIS, 2005).

A construção do diagrama pode ser entendida, inicialmente considerando apenas dois locais, p_1 e p_2 . O diagrama de Voronoi consiste na reta que secciona ao meio o segmento $p_1 p_2$ sendo perpendicular a este, a mediatriz do segmento Figura 2A. Todos os pontos da reta são igualmente próximos a p_1 e p_2 . Sendo assim, os pontos no semiplano que contém p_1 constituem o polígono de Voronoi correspondente a p_1 , e analogicamente o outro semiplano correspondente a $V(p_2)$ (DAVIS, 2005).



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

Segundo Davis, (2005) expandindo para três locais, é fácil perceber que o diagrama de Voronoi será formado pelas semi-retas que cortam as arestas de $p_1p_2p_3$ ao meio e segundo uma particular, logo as mediatrizes das arestas, partindo do circuncentro do triângulo Figura 2B. Sendo possível perceber que o circuncentro é o centro do círculo definido pelos vértices do triângulo sendo possível que o mesmo não pertença ao triângulo.

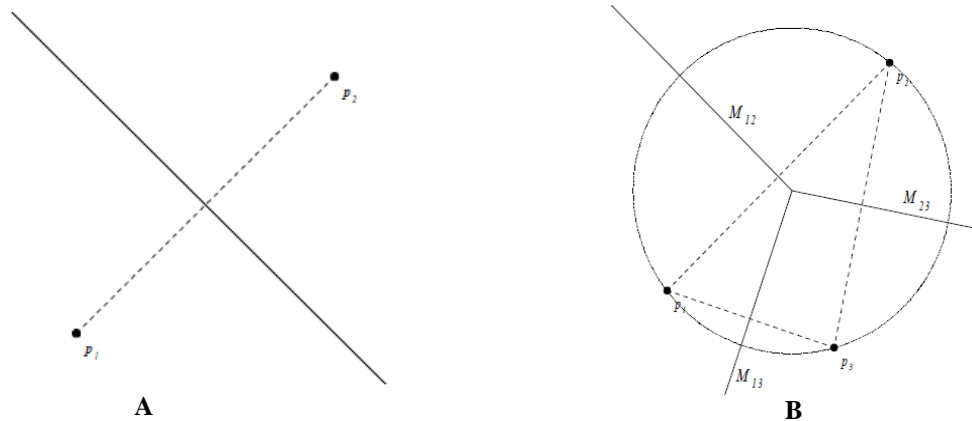


Figura 2. Exemplo do diagrama de Voronoi com dois e três pontos.

Segundo Davis, (2005) Empiricamente pode-se deduzir que para um maior número de locais, o processo de construção, deve-se levar em conta as mediatrizes dos segmentos definidos entre cada par de locais. A mediatriz entre os locais p_i e p_j será denotada com M_{ij} . Seja S_{ij} o semiplano definido por M_{ij} e que contém p_i . Logo S_{ij} contém todos os pontos do plano que estão mais próximos de p_i do que de p_j . Para obter o polígono de Voronoi de p_i , é necessário combinar todos os semiplanos S_{ij} com $i \neq j$ portanto:

$$V(p_i) = \bigcap_{i \neq j} S_{ij}$$

Como semiplanos são, por definição, convexos (não existindo nenhum segmento definido entre dois pontos do semiplano contendo pontos que não pertençam a ele). A interseção de conjuntos convexos consiste num conjunto convexo. Destarte, que qualquer polígono de Voronoi é convexo também (DAVIS, 2005).

3.2.1 Diagrama de Voronoi e UBS e USF



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

Espacialmente pode-se constatar que o diagrama de Voroni forma polígonos convexos, onde quanto maior a densidade de pontos menor será os polígonos. Logo, a representação dos postos UBS e USF, onde ocorre a maior concentração desses equipamentos públicos menores serão os polígonos Figura 3.

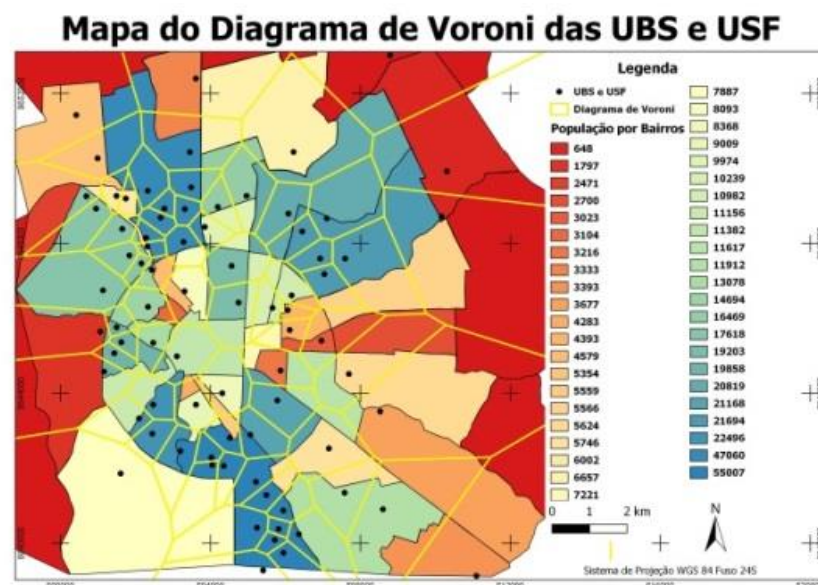


Figura3. Diagrama de Voroni das UBS e USF de Feira de Santana sobreposto ao mapa de bairro em escala de população.

Diante análise da figura 3 observa-se que os menores polígonos situam-se a Noroeste e Nordeste da cidade, bem como na região Sul e Oeste, coincidindo com os bairros mais populosos do Município. Contudo, na região Leste da cidade, em função dos programas habitacionais do Governo Federal ocorreu um grande crescimento populacional e, no entanto, os maiores polígonos concentram-se nessa região. Esse diagnóstico fica evidente observando as figuras 4 onde a cidade foi dividida em quatro quadrantes (Nordeste –NE, Sudeste – SE, Sudoeste – SW e Noroeste – NW). No quadrante Nordeste (NE) possui apenas um polígono menor que $0,49\text{km}^2$, um polígono maior que $0,491$ e menor que $0,79$, um polígono maior que $0,791\text{km}^2$ e menor que 1km^2 , e dez polígonos maiores que 1km^2 . No segundo quadrante (SE) existem dois polígonos menores $0,49\text{km}^2$, um polígono maior que $0,791\text{km}^2$ e menor que $0,79\text{km}^2$, três polígonos entre $0,791\text{km}^2$ e 1km^2 Figura 5.



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

No terceiro quadrante – SW quatro polígonos menor $4,9\text{km}^2$, cinco polígonos variando entre $0,491\text{km}^2$ e $0,79\text{km}^2$, três polígonos entre $0,791\text{km}^2$ e menor que 1km^2 . No quarto quadrante (NW) possui 07 polígonos menores que $0,49\text{ km}^2$ e 06 polígonos maiores que $0,49\text{ km}^2$ a $0,79\text{ km}^2$, 06 polígonos maiores que $0,791\text{ km}^2$ e menores que 1 km^2 e 12 polígonos maiores que 1km^2 . Na figura 4 tem-se representada na cor amarela (destaque) os polígonos ($0 \geq \text{I} \leq 0,49$; $0,49 < \text{II} \leq 0,79$; $0,79 < \text{III} \leq 1$ e $\text{IV} > 1$) evidenciando a maior concentração dos polígonos menores no terceiro e quarto quadrantes e com os maiores polígonos no primeiro e segundo quadrante.

Para evidenciar as concentrações das UBS e USF em função dos rumos foram traçados gráficos que correlacionam o número de polígonos em função do quadrante de concentração, ressaltando que polígonos que estão em regiões de fronteiras foram contabilizados como pertencentes aos dois ou mais quadrantes Figura 4.

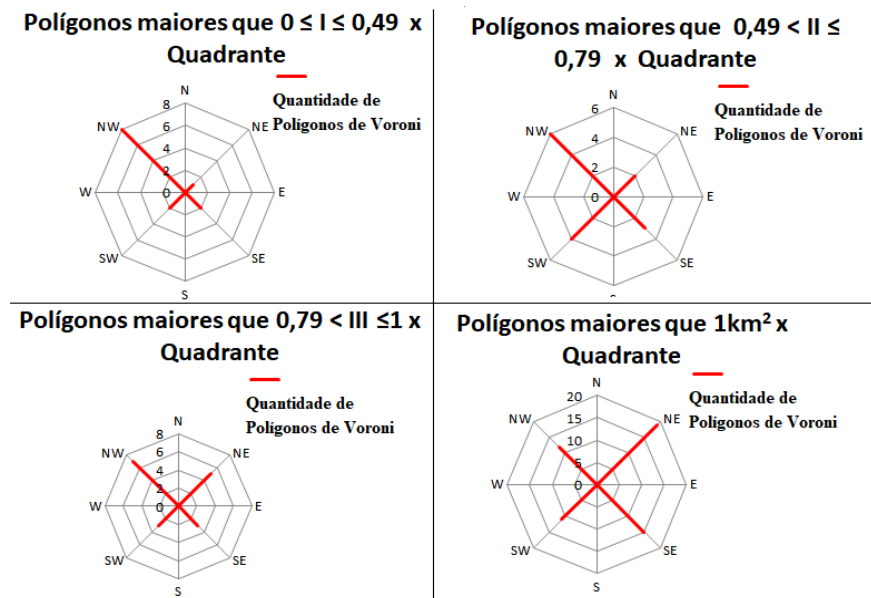


Figura 4. Quantidade de Polígonos em função dos quadrantes.

Além de evidências a disposição espacial das UBS e USF, demonstrando a região onde há necessidade de se inserir novos equipamentos públicos, o diagrama de Voroni também possibilita aplicação na relação de proximidade entre moradores e UBS e USF. Logo é



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

possível indicar qual equipamento público é mais próximo que outro, melhorando o processo de atendimento. Isso é possível constatar com maior eficácia pela sobreposição do diagrama de Voronoi sobre o mapa de uso de solo, construído a partir da classificação supervisionada da imagem Landsat 08 de agosto de 2017. A área em vermelho Figura 5 corresponde ao espaço urbano (casas, ruas, praças), observa-se a concentração de novas residências nos setores NE e SE, contudo o adensamento das UBS e USF não acompanharam o mesmo ritmo, os polígonos maiores evidenciam essa constatação. Por outro lado, os demais setores do município (SW e NW) mesmo existindo em alguns casos polígonos maiores que 1km^2 a concentração do espaço urbano, evidenciada pelo mapa de uso do solo, apontam para boa distribuição das UBS e USF.

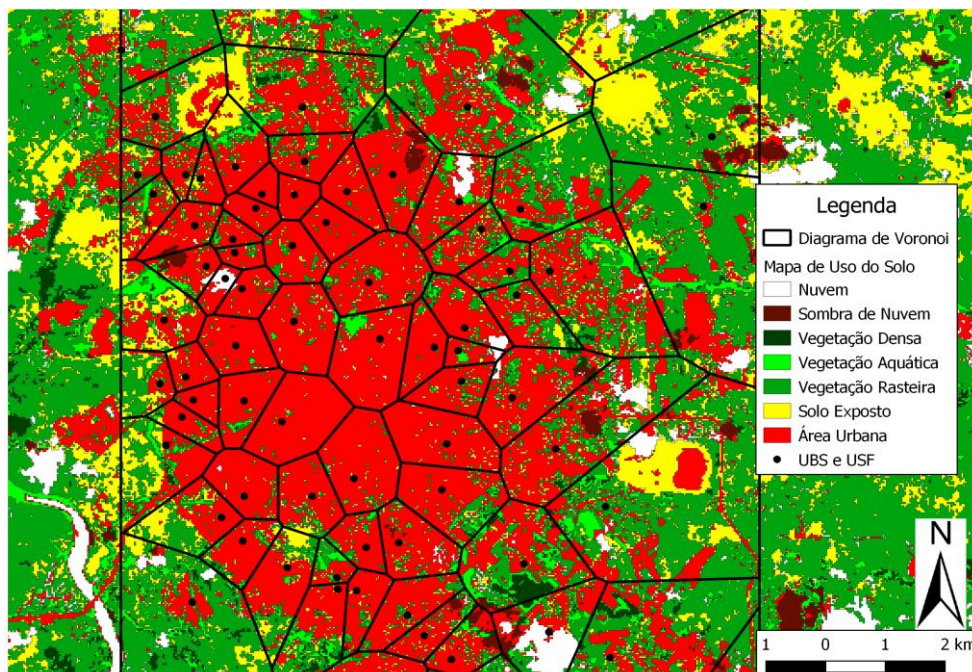


Figura 5. Diagrama de Voronoi sobreposto ao mapa de uso do solo, evidencia boa distribuição nos setores NW e SW.

4. Conclusões

Entre diversas barreiras para o atendimento básico de saúde, a barreira espacial é uma das principais causadoras de dificuldade no atendimento da população. A gestão eficiente dos



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

serviços de saúde necessita que a localização esteja coerente com a disposição da população e no território bem como a sua tendência de crescimento. Nesse sentido a utilização de geometria em SIG foi fundamental para demonstrar onde a administração municipal deve investir na construção de novos equipamentos públicos. Ficou evidenciado a concentração de UBS e USF a noroeste e a menor densidade deste à nordeste da cidade. A sobreposição do digrama de Voronoi sobre o mapa de uso do solo permitiu uma análise ainda mais querente quanto a distribuição das UBS e USF indicando a boa distribuição dos equipamentos a NW e SW este ultimo quadrantes embora exista polígonos de Voronoi maiores que 1km² a dispersão da população no espaço indica que a mesma não está tão distante das UBS e USF. Não se pretende com este trabalho esgotar as estimativas de distribuição desse importante equipamento pblico, mas demonstrar onde os poder público deve concentrar seus esforços para melhorar o acesso da população no quesito primeito atendimento à saúde. Além disso, esse trabalho analisou apenas a sua distribuição espacial e não a capacidade e nem a qualidade de atendimentos dessas unidades de saúde.

3. Referências Bibliográficas



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

ALBUQUERQUE, M. S. V. et.al. **Acessibilidade aos serviços de saúde: uma análise a partir da atenção básica em Pernambuco.** Saúde Debate, Rio de Janeiro, v. 38, p. 182-194, out. 2014. Número especial.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Departamento de Atenção Básica. Manual de Estrutura Física das Unidades Básicas de Saúde: Saúde da Família.** 2 ed. Brasília, DF, 2008A. (Normas e Manuais Técnicos, A).

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Situação de Saúde. **Abordagens espaciais na saúde pública.** Brasília, DF. 2006. (Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde, 1).

BODSTEIN, R. et. A. **Estudos de linha de Base do Projeto de Expansão e Consolidação do Saúde da Família (ELB/Proesf): considerações sobre seu acompanhamento.** Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v.11 n. 3 p. 725-731, 2006.

DAVIS, Jr. C. A. e QUEIROZ, G. R. **Algoritmos Geométricos e Relacionamentos Topológicos.** Capítulo 2 de Casanova, M. A., Câmara, G. Davis Jr., C. A., Vinhas, L., Queiroz, G. R. (editores) Banco de Dados Geográfico. Ed. MundoGeo, 2005.

DONABEDIAN, A. **An Introduction to quality assurance in health care.** New York: Oxford University, 2003

GIOVANELLA, L. et. al. (orgs). **Políticas e Sistemas de Saúde no Brasil.** Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008.

LIEBLING, T. M.; POURINI, L. **Voronoi Diagrams and Delaunay Triangulations: Ubiquitous Siamese Twins.** Documenta Mathematica Extra Volume ISMP (2012) 419-431.

LIMA, F. F. **Arquiteturas Digitais a Partir do Diagrama de Voronoi e Triangulação de Delaunay.** Revista PROJETAR projeções e Percepções do Ambiente. V2, n2 52-60 Agosto de 2017.



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

SOUZA, M. S. P. L. et. al. **Fatores associados ao acesso geográfico aos serviços de saúde por pessoas com tuberculose em três capitais do Nordeste brasileiro.** Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 31, n 1 p. 111-120, jan. 2015.

STARFIELD, B. **Atenção Primária: Equilíbrio entre necessidades de saúde, serviços e tecnologia.** Brasília, DF: UNESCO/Ministério da Saúde, 2002.