

# 17º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental Gracinete Bastos de Souza <sup>1</sup>

## Caracterização geral do meio físico de Feira de Santana, cartografia geotécnica e geoespacialização

**Resumo** - Esse artigo vai trabalhar com as seguintes temáticas: o mapeamento geotécnico como, ferramenta, metodologia para auxiliar a caracterização do meio físico, a geoespacialização com a utilização do SIG ferramenta essencial para isso. Nossa área de aplicação que é a cidade de Feira de Santana. Inicialmente foi realizada uma caracterização geral do meio físico, como uma visão geotécnica. A principal característica do relevo de Feira de Santana (BA) é ser plano, com alguns testemunhos, serras isoladas remanescentes. O relevo é essencialmente plano, com altitudes variando entre 200 a 600 metros, mas 240m em média. O material inconsolidado apresentado na sua maioria é arenoso, mas tem uma porção fina, na granulometria. Podem aparecer os silto-argilosos, os amarelados e avermelhados (com presença de lateritas). O uso da informática aparece com a ferramenta usada para geoespacializar essa informação. A ideia principal desse trabalho era mostrar uma linha de pensamento, de pesquisa, uma linha de atuação: meio físico mais, uso ocupação do solo mais uso da informática.

**Abstract** - This article will work with the following themes: geotechnical mapping as a tool, methodology to help the characterization of my physique, geospatialization with the use of GIS, an essential tool for this. Our application area which is the city of Feira de Santana (BA). Initially, a general characterization of the physical environment was carried out, as a geotechnical view. The main characteristic of Feira de Santana's relief is that it is flat, with some remnants, isolated mountain ranges. The relief is essentially flat, with altitudes ranging from 200 to 600 meters, but 240m on average. Most of the unconsolidated material presented is sandy, but has a fine portion in the granulometry. Silt-clay, yellowish and reddish (with the presence of laterites) may appear. The use of informatics appears with the tool used to geospatialize this information. The main idea of this work was to show a line of thought, of research, a line of action: physical environment more, land use more use of information technology.

**Palavras-Chave** : mapeamento geotécnico, geoespacialização, Feira de Santana

### 1 - Uma visão geral (introdução)

Neste artigo, teremos como tema central o meio físico do município de Feira de Santana. Para estudar a fisiografia do referido local, usaremos uma ferramenta (metodologia de análise) do mapeamento geotécnico, que, resumidamente (na prática), pode se dizer que é uma geoespacialização da informação geotécnica. A geoespacialização é a distribuição em um espaço geográfico (uma local, uma região no planeta terra) um determinado dado ou uma informação. Para tanto, usa-se a informática (informática aplicada) para auxiliar na captura, manipulação, análise e visualização do dado ou da informação. A principal ferramenta da informática usada na geoespacialização é o sistema de informação geográfica (SIG ou GIS/em inglês), que, por sua vez, usa, normalmente, em sua arquitetura interna os bancos de dados.

Ao estudar sobre o processo de elaboração de cartas, deve-se pensar na automação da cartografia, refletir sobre essa, no caso desse texto, trata-se do uso da informática na elaboração de cartas geotécnicas. Atualmente, o uso da informática está presente nas diversas atividades do nosso cotidiano, nessa situação da geoespacialização da informação e da elaboração de cartas e mapas, não são diferentes, pode-se verificar a manipulação dessa ferramenta em todas as fases, assim sendo, nota-se a existência de um processo de automação direto e indireto na elaboração de cartas e mapas, logo no uso da informática (a informática aplicada).

O processo de automação das cartas geotécnicas ocorre desde o trabalho de campo

---

1 Engenheira Civil, Mestre e Doutora, professora da Universidade Estadual de Feira de Santana

(coleta de dados), com o uso do GPS, por exemplo, até a elaboração das cartas. Porém, a principal função da informática em mapeamento geotécnico se faz com a utilização de sistemas de informação geográfica (SIG), juntamente com os bancos de dados. Em diversas etapas de desenvolvimento do mapeamento verifica-se o uso da informática, mas, é na elaboração das cartas que se percebe fortemente a aplicabilidade dessas tecnologias.

As informações que serão trabalhadas neste artigo são informações dos aspectos geotécnicos (e geoambientais) gerais do meio físico do município de Feira de Santana. A geotecnia engloba os estudos feitos na área da mecânica dos solos, mecânica das rochas e geologia de engenharia. Mecânica dos solos e das rochas pode-se entender como o estudo do comportamento dos solos e ou rochas, respectivamente, diante das solicitações, seja ela de origem antrópica (por exemplo as fundações das construções) ou natural (enchentes, movimentos de massa, por exemplo). Geologia de engenharia é aplicação dos conhecimentos das geociências (ciências que estudam o planeta Terra), em estudos de projetos e obras de engenharia.

A cartografia geotécnica e/ou o Mapeamento Geotécnico é uma área da geotecnia, uma metodologia e ferramenta feita para apresentar a distribuição espacial de características geotécnicas, de uma área ou região, possíveis para um determinado uso e ocupação.

Assim, o principal objetivo deste artigo é estudar e entender as características do meio físico da cidade de Feira de Santana. Para estudar e analisar a distribuição geoespacial das informações, foram usados e estudados os sistemas de informação geográfica (SIGs). Esse estudo e análise das características do meio físico são importantes para entendermos o uso e ocupação do solo do município de Feira de Santana, mas cabe salientar, a partir de uma visão geotécnica (principalmente da engenharia civil).

O mapeamento geotécnico é uma área que entra no planejamento urbano e ambiental, pois estuda os aspectos fisiográficos de determinada área frente às solicitações antrópicas (uso e ocupação), também pode ser classificado como mapeamento geoambiental.

O planejamento urbano é um tema importante, na atualidade, para serem compreendidos assuntos como a mobilidade urbana, moradia e o direito à cidade (estes temas são antigos, porém voltaram a ser bastante estudados, depois das manifestações urbanas que estão ocorrendo em todo o mundo). Ainda se pensarmos no uso da informática dentro do planejamento urbano vamos abordar o tema das cidades inteligentes e internet das coisas, que são assuntos bastante discutidos atualmente, também com o uso da informática (computação aplicada) no planejamento urbano.

Foram trabalhados os oito distritos de Feira de Santana pela facilidade de identificação dos aspectos do meio físico. Estudar o meio físico torna-se importante para entender a urbanização de um local, o uso e ocupação do solo. Pois, muitas vezes, as ocupações são definidas por seu meio físico. Muitas cidades cresceram em volta dos rios. A ocupação nos morros cariocas, por exemplo, ocorreu por serem locais desvalorizados (na época) pelas dificuldades que apresentaram em relação à organização das moradias nesses ambientes. A urbanização de Feira de Santana é conhecida pelo comércio de gado, pois as lagoas serviam de parada para os tropeiros e, com isso, acabavam por comercializar os seus produtos nessas paragens.

Feira de Santana está localizada a 105 quilômetros a oeste da cidade de Salvador, capital do estado da Bahia. O município está entre as coordenadas geográficas 12°00' e 12°30' de latitude sul e 38°38' e 39°07' de longitude oeste.

## **2 - A automação da Cartografia Geotécnica (mapeamento geotécnico)**

Após se organizar e estabelecer as metodologias de elaboração da cartografia geotécnica, foi pensado como otimizar o processo para a realização do mapeamento geotécnico. Assim, surgiram, principalmente na Europa, alguns sistemas de bancos de dados com o intuito de armazenar as informações geradas no mapeamento geotécnico, nas décadas de 1970 e 1980 (Zuquette, 1987<sup>1</sup>)

No processo de elaboração de mapas geotécnicos (cartas geotécnicas), podem ser observadas as seguintes etapas: levantamento das informações preexistentes; investigação de campo (reconhecimento, observações, ensaios e amostragens); fotointerpretação (de aerofotos, de imagens de satélites, de imagens de radar, imagens de drones); realização de ensaios laboratoriais; utilização dos sistemas de informação geográficas (SIGs) para auxiliar na geoespacialização e integração dos dados e (imagens, mapas e resultados de ensaios, por exemplo), das informações e possíveis análises.

Dessas etapas, pode-se inferir que a informática é usada para apoiar na realização das tarefas (informática aplicada) a serem desempenhadas, portanto existe um processo de informatização embutido no mapeamento geotécnico, muitas vezes despercebido (por quem está fazendo o mapeamento) ou realizado sem uma sistematização.

Assim, muitos pesquisadores perceberam a necessidade de sistematizar o processo de informatização e resolveram estudar melhor o assunto, então, surgiram trabalhos abordando o tema automatização da cartografia, que envolve a integração das informações em SIGs, em banco de dados, análises com geoprocessamento e uso de GPS na etapa de campo, entre outros.

Na Universidade Federal de Viçosa, estão sendo elaborados trabalhos na área de automação do mapeamento geotécnico, como, o desenvolvimento do sistema de informações geotécnicas (GEOGIS) (Meira <sup>2</sup> 1996), e o sistema de GeoCamp, administrador de fichas geotécnicas de campo por Calijuri et. al.<sup>3</sup> (2001), entre outros. Com a finalidade de automatizar o processo de elaboração de mapeamento geotécnico, foi desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa, na década de 1990, um sistema para auxiliar no mapeamento geotécnico chamado GeoGIS, elaborado com o intuito de unir o mapeamento geotécnico convencional com a chamada cartografia geotécnica digital.

## **2.1 – SIG, geoespacialização e cartografia geotécnica**

Para se elaborar as cartas geotécnicas, é possível utilizar os sistemas de informação geográfica (SIGs) e estes, por sua vez, em sua maioria, utilizam internamente a arquitetura dos bancos de dados para armazenar as informações que serão manipuladas, sejam elas gráficas (pontos, linhas e polígonos,) geográficas (localização, posicionamento global, coordenadas geográficas) e as descritivas.

Pode-se também fazer uso de banco de dados para armazenamento, manipulação e visualização das cartas sem que esse esteja necessariamente inserido em um SIG, apenas um sistema de gerenciamento de banco de dados com uma extensão para a manipulação e visualização das informações geoespaciais. E isso facilitará no desenvolvimento de aplicativos e ou interfaces gráficas, com as informações armazenadas, a geoespecialização.

O SIG é um software desenvolvido para auxiliar na manipulação da informação geográfica. Dessa forma, a sua estrutura interna foi projetada para armazenar, manipular (trabalhar, tratar) e fazer análises com dados geográficos. Portanto, pode-se dizer que o SIG deve ser utilizado em cartografia geral (seja básica ou temática), planejamento urbano, gerenciamento dos recursos naturais, análises ambientais, entre outras finalidades.

Em mapeamento geotécnico, utiliza-se SIG na inserção das informações preliminares (primárias) de mapas básicos, como as cartas planialtimétricas, informações de ensaios, informações de produtos de sensoriamento remoto e, por fim, integrar tudo em um único ambiente, fazer análises e elaborar as possíveis novas cartas, como as cartas de riscos geológicos (deslizamentos, movimento de massa, inundação , por exemplo).

Viviane, Sória, Silva (1998) <sup>4</sup> realizaram um estudo a respeito das estradas rurais não-pavimentadas do município de São Carlos, região central do Estado de São Paulo, fazendo uso da tecnologia dos Sistemas de Informações Geográficas (no caso deste trabalho foi utilizado o SIG TransCAD) e um programa para digitalizar os mapas (AUTOCAD). Os dados básicos levantados sobre o município em foco foram: curvas de nível, pedologia, estradas não-pavimentadas, limites do município e da área urbana. Essas informações foram obtidas mediante um levantamento de campo. Foi elaborados diversos mapas temáticos; identificaram facilmente os pontos mais críticos, por meio do módulo de consulta condicionada e, através do módulo de interseção, obtiveram a pedologia de cada trecho da estrada.

Mendes e Lorandi (2004) <sup>5</sup> utilizaram o SPRING 4.0, desenvolvido pelo INPE, para realizar o mapeamento do potencial de colapso dos solos do município de São José dos Campos, envolvendo uma área de 61 km<sup>2</sup>. Para elaboração da carta de potencial de colapso dos solos, foram considerados os resultados dos ensaios edométricos (adensamento) com inundação. As condições hidrológicas e topográficas da área de estudo também foram analisadas. Chegou-se à conclusão que, na área urbana, existiam regiões, predominantemente, representadas por classes: severa e restritiva, com área de 24,4km<sup>2</sup> e 10,5 km<sup>2</sup>. As regiões foram classificadas em: favorável, o potencial de colapso do solo será insignificante; moderada, o potencial de colapso do solo poderá ter magnitude apreciável; severa, o potencial de colapso do solo será alto, e, restritivo, o potencial de colapso do solo atingirá uma magnitude muito elevada.

Atualmente, uma das tendências das aplicações do SIG e banco de dados estão voltadas para criar um ambiente de integração de todos os dados (espaciais, não-espaciais e imagens) reunidos no mesmo ambiente. Outro tipo de uso é a criação de pequenos aplicativos com ferramentas do SIG, os chamados *small GIS* (CÂMARA et al <sup>6</sup>, 2003). Os "*small GIS*" são pequenas aplicações com dados geoespaciais.

## **2.2 - Os bancos de dados na cartografia geotécnica**

Pode-se definir banco de dados como uma maneira mais moderna, tecnológica de tratamento das informações. Entende-se como informação a interpretação de dados e os dados como a representação simbólica das feições existentes, neste caso, no mundo real.

Uma das vantagens é a facilidade na análise da informação por outros programas, seja a análise estatística, a determinística ou a paramétrica. Em cartografia geotécnica, os bancos de dados, normalmente, são acoplados a SIG que faz as análises geográficas (geoespacial) em cartografia geral.

Zuquette <sup>1</sup> e Ferreira <sup>7</sup> (1988) fizeram uma abordagem a respeito do uso de bancos de dados em geotecnia, no final da década de 1960, na década de 1970 e no início da década de 1980. Segundo o relato desses autores, pode-se constatar que o uso dos bancos de dados difundiu-se, sobretudo, na Europa e na América do Norte, se destacando a Inglaterra, a França e os Estados Unidos. Nos bancos de dados que foram mencionados pelos autores, percebe-se que, para elaboração da base de dados, fez-se uso de linguagens de programação e, não, de sistemas de gerenciamento de banco de dados, assim como, para as análises das informações, utilizaram-se as linguagens de programação, o que dificultava as análises (geo)espaciais, ou seja, não utilizavam sistemas de informações geográficas. Logo, são utilizações iniciais.

Atualmente, na elaboração dos bancos de dados também são empregados os sistemas de gerenciamento de banco de dados (SGBD). E, também, os SIGs, que são usados para a manipulação, análise dos dados provenientes dados geoespaciais.

## **3 - Feira de Santana e estudos sobre o meio físico**

Existem alguns estudos sobre o meio físico (clima, vegetação, solos, geologia e geomorfologia, basicamente) no município de Feira de Santana, porém, especificamente, em mapeamento geotécnico são poucos. Existem algumas pesquisas em geoprocessamento, sobre o meio físico e Feira de Santana que acabam utilizando os sistemas de informações geográficas e também softwares de análise de imagens, assim, pode-se dizer que existem trabalhos que podem ser inclusos dentro da temática automação da cartografia geotécnica também. Cabe salientar que, são estudos dispersos, isolados, sem uma integração dessas informações.

A grande dificuldade para estudar o meio físico de Feira de Santana e elaboração de mapas é a base topográfica (considerada mapa base), pois só existe uma base, na escala 1:100.000, produzida pela SUDENE <sup>10</sup>, que não engloba todo o município, mais a parte oeste e data de 1977. Também tem uma base planialtimétrica produzida pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI) <sup>32</sup>, 2008, que abrange o lado leste da cidade, em escala 1:100.00. Assim a dificuldade continua, pois a escala é pequena e ainda a divisão das cartas é uma dificuldade a mais para quem quer usar SIG, ou melhor fazer as análises de forma digital. Existem estudos mais recentes, com escalas maiores, que cobrem uma parte da cidade e utilizam imagens de satélites como base.

Após fazer uma busca de trabalhos que relatam sobre o meio físico do município de Feira de Santana, tem-se como exemplo o estudo que Anjos e Bastos <sup>8</sup> (1968) fizeram sobre as possibilidades hidrogeológicas do município de Feira de Santana, pesquisando sobre o clima, geologia, hidrologia (águas subterrâneas e superficiais), com o objetivo principal de tentar solucionar os problemas do abastecimento de água no município, chegando a conclusão de que, com o aumento constante da população, o abastecimento d'água em longo prazo deveria ser por meio da utilização das águas do Rio Paraguassu, apesar de ter possibilidades alternativas em curto prazo do uso das águas da Lagoa Grande e das águas subterrâneas de alguns poços a serem instalados na cidade. Nesse estudo, Anjos e Bastos (1968) <sup>8</sup> caracterizaram a geologia pela presença de sedimentos areno-argilosos semelhantes ao da Formação Barreiras que estão dispostos discordantes sobre o embasamento cristalino, constituídos, essencialmente, por gnaisses. A hidrologia foi caracterizada por Anjos e Bastos (1968) <sup>8</sup> pela presença de dois aquíferos, sendo um livre (freático), e outro sob pressão separados por camadas de argilas compactas.

Almeida (1992)<sup>9</sup> fez uma pesquisa para a caracterização da geomorfologia do município, com o objetivo de diminuir a carência de informações sobre o meio físico, esse estudo foi concentrado na área mais central de Feira de Santana. Almeida (1992) apresenta três superfícies geomorfológicas a cimeira, a intermediária e a inferior. A superfície cimeira relacionada à unidade geomorfológica dos tabuleiros interioranos, que se caracteriza por um modelado tabular com caimento suave. A superfície intermediária está embutida entre as superfícies cimeira e inferior, apresentando colinas, morros e lombadas e a inferior predomina as colinas baixas e corresponde a uma faixa estreita, limitada a margem direita do Rio Jacuípe.

Projetos Nascentes foi um projeto desenvolvido na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) no final da década de 1980 e até o final da década de 1990. Nele foram estudadas, principalmente, as águas superficiais (lagoas e fontes) de Feira de Santana e produzidos alguns mapas. O Projeto Nascentes pesquisou os diversos aspectos do município de Feira de Santana incluindo o meio físico. Foram feitos estudos sobre vegetação, clima e águas superficiais, por exemplo. Além disso, aspectos históricos como a importância das lagoas na cidade (Franca Rocha e Santos, 1991<sup>12</sup>) foram levantados.

Observando os resumos expandidos do seminário de iniciação científica (SEMIC) da UEFS pode-se verificar que existem algumas pesquisas que envolvem o uso da informática (SIG e similares) para estudos sobre o meio físico de Feira de Santana. Há, portanto, a geoespacialização dessas informações.

#### **4 - Desenvolvimento desse estudo (materiais e métodos).**

Para desenvolver um trabalho de mapeamento geotécnico de um determinado local, é necessário realizar um conhecimento prévio da área, procurando, na literatura, a existência de trabalhos similares sobre a região, nesse caso que fazem a caracterização geral do meio físico, normalmente mapas e ainda, se existem, mapa base da região, normalmente a base planialtimétrica.

Neste primeiro levantamento, é necessário encontrar mapas que sirvam de base para a elaboração de outros mapas e cartas. Assim, com essas informações, é possível diminuir as idas ao campo. Também se pode fazer uso da ferramenta do sensoriamento remoto (produtos de sensoriamento remoto), por meio de fotografias aéreas, imagens de radar e de satélites, por exemplo. Os resultados dos ensaios de campo ou laboratórios podem também ser inseridos nos SIGs, simplesmente pegando as coordenadas geográficas onde foi realizado o ensaio ou retirada a amostra, essas coordenadas podem ser obtidas por GPS.

Para auxiliar na elaboração de novas cartas ou apenas fazer análises geográficas das cartas e mapas que possivelmente já possuímos, utilizamos os SIG, que capturam, armazenam e manipulam as informações geográficas. Os SIG são excelentes programas para a integração e geoespacialização dos dados, sejam eles apenas descritivos, com informações posicionais (dados geográficos), dados gráficos (pontos, linhas e polígonos) e também os produtos de sensoriamento remoto. Todos esses dados em um só ambiente facilitando a análise das informações coletadas, a avaliação e um resultado final de um diagnóstico sobre uma determinada área (local, região) estudada.

Para realizar esse trabalho, utilizamos, principalmente, informações advindas da carta planialtimétrica elaborada pela SUDENE (1987)<sup>10</sup>, na escala 1:100.000, SD-24-V-B-III – Folha Santo Estevão, da carta planimétrica do IBGE (2000)<sup>11</sup>, Folha Feira de Santana, na escala 1:100.000; o Estudo da SEI<sup>32</sup>. Esses dados são do Projeto Nascentes (Franca Rocha e Santos<sup>12</sup>, 1991).

Existem intensos dados do Projeto Recursos Naturais e um painel didático, minerais, rochas, fósseis, sedimentos e solos (Barbosa, 2005)<sup>13</sup>.

Há dados e informações do zoneamento geotécnico realizado por Bastos (1996)<sup>14</sup>, sendo essa a base para esse novo estudo.

Realizamos também um intenso trabalho de campo, fomos em todos dos distritos de Feira de Santana. Fizemos a observação das características da paisagem (do meio físico) de cada localidade. Observamos a características da geologia, geomorfologia (relevo), do material inconsolidado e da vegetação. O trabalho de campo serviu para um reconhecimento geral da área (confirmação dos dados apresentado nos mapas), observações em loco das características gerais geotécnicas e geoambientais. E fizemos retiradas de amostras do material inconsolidado.

No trabalho de campo, utilizamos o Global Position System (GPS) para captura da locação

dos pontos de observação e de amostras para a caracterização do material inconsolidado. Foram feitos também registros fotográficos dos pontos observados e de retirada de amostra do material inconsolidado, em todos os distritos. Isso, resultou de um grande acervo de imagens dessas localidades de Feira de Santana. Registramos também as sedes urbanas dos distritos, para estudar o direito à cidade, e verificar como estava o estado das escolas, praças, entre outros equipamentos urbanos.

Para realizar a geoespacialização das informações sobre o meio físico de Feira de Santana, especificamente dos oito distritos (Bonfim de Feira, Ipuassu, Jaguara, Maria Quitéria, Tiquaruçu, Matinha, Jaíba e Humildes). Utilizamos como SIG, o SPRING, programa desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o programa de licença livre. Inicialmente colocamos as informações preexistentes dos mapas planialtimétricos da SUDENE, do IBGE, de Bastos (1996)<sup>14</sup> e também da SEI (2008)<sup>32</sup>. Fizemos a manipulação e análise dessas informações, gerando novos mapas. Como as cartas das curvas de nível, das drenagens (os planos de informações ou layers).

A partir da carta de curvas de nível foi gerado no SIG, o modelo numérico do terreno (MNT) ou modelo digital do terreno (MDT), que teve como resultados uma imagem em níveis cinzas. Nessa imagem pode-se verificar: as partes mais claras são as mais altas e as partes mais escuras são mais baixas. Também conseguimos registrar algumas fotografias aéreas (aerofotos) no SIG, que envolvia a região de cada distrito.

## **5 - Feira de Santana: caracterização geral do meio físico, estradas vicinais e o direito à cidade (resultados e discussões)**

Apesar de alguns estudos sobre o meio físico de Feira de Santana poderem contribuir na elaboração das cartas geotécnicas, ainda não há um estudo que envolva todo o município e que abranja todos os aspectos do meio físico de modo detalhado, em escalas (cartográficas) grandes. Os estudos até aqui apresentados, são fracionados, necessitando conexão (integração) entre eles. Porém, com enfoque genérico e amplo temos o estudo de Bastos (1996), além da caracterização geotécnica geral do município de Feira de Santana, também existe o uso do SIG, englobando assim, a informatização da cartografia, porém numa escala muito pequena (1:250.000), organizando as informações apenas para um estudo inicial, preliminar, necessitando de um levantamento de detalhes, mas pode servir também como uma orientação para estudos mais detalhados.

Nesta primeira parte do estudo do SIG e o meio físico de Feira de Santana realizada por Bastos (1996)<sup>14</sup>, fez-se um zoneamento geotécnico geral de todo o município numa escala pequena de 1:250.000, uma primeira visão da fisiografia do município em termos geográficos, uma distribuição geoespacial das características do meio físico. Também fez ensaio de caracterização geral do material inconsolidado, a partir de retiradas de amostras. Os resultados dos ensaios foram lançados no SIG e transformados em um mapa de composição textural e um Mapa do Material inconsolidado.

Em 2006, Souza (2007)<sup>15</sup> começou desenvolver estudos com o intuito de ter mais especificidade nos dados, separando o mapeamento pelos distritos do município de Feira de Santana, usou-se o SIG e também se experimentou outras ferramentas de visualização da informação geográfica. Foram realizados estudos de caracterização geral no meio físico, como foco geotécnico e geoambiental em todos os distritos, usando o SIG para integralização e geoespacialização da informação.

A primeira área trabalhada (estudada, pesquisada) foi o distrito de Bonfim de Feira, pela estudante de iniciação científica (IC), Alisandra Silva (sob minha orientação). Foi realizada uma caracterização geral do meio físico do distrito. O Distrito de Bonfim de Feira está localizado a mais ou menos 34 Km oeste da sede do município de Feira de Santana (Silva e Souza, 2007)<sup>17</sup>. Fizemos um recorte da área a ser estudada, por meio de um retângulo envolvente, com as coordenadas geográficas. Pois, os mapas adquiridos envolviam o município de Feira de Santana.

Foram extraídas as curvas de nível (do mapa base), as drenagens e armazenamos em SIG (SPRING). Com as curvas nível geramos o MNT. O MNT produz uma imagem em níveis de cinza da localidade, onde pode destacar os pontos altos (cinza claro) e os mais baixos (cinza escuro a preto). Pode-se fazer uma análise sobre o relevo da região. Que, no geral, é plano, porém apresenta serras, sendo a Serra da Caboronga o ponto mais alto do distrito, com cerca de

600 metros e o mais baixo se encontra no vale do Riacho do Cavaco, com cerca de 200 metros.

Por meio do trabalho de campo, podemos confirmar o que foi verificado na literatura e observar as principais características do meio físico, que podemos citar: o relevo é relativamente plano, apresenta algumas áreas onduladas e algumas serras (inselbergs), como a Serra Mata, do Bonsucesso e da Caboronga. As águas superficiais têm como drenagens principais o Ribeirão do Cavaco e o Riacho da Mussuca que deságua no Ribeirão do Cavaco. Apresenta também algumas lagoas, como a lagoa do Pé leve e do Arquimimo. A geologia é caracterizada, principalmente, por afloramentos de rochas metamórficas. Por fim, o material inconsolidado que é pouco espesso, em sua maioria, com a textura (granulometria) predominantemente arenosa; (localizamos vários bolsões de material inconsolidado arenosos e verificamos uma intensa retirada de areias).

Com o intuito de fortalecer uma linha de pesquisa(estudo) sobre a caracterização do meio físico de Feira de Santana e o uso das ferramentas da geoespacialização, foi realizado nos demais distritos de trabalho similar , a saber.

O distrito de Jaguara foi uma área trabalhada pela estudante de IC, Paula Celestino. O distrito está localizado a noroeste da sede municipal (Celestino e Souza <sup>18</sup>, 2010). O distrito de Jaguara foi estudado também na década de 90, pois chamava a atenção a intensa retirada de areia. Jaguara tem duas drenagens principais, o Rio do Peixe e o Rio Jacuípe, este último bastante importante para o município de Feira de Santana, sendo também uma característica principal do meio físico da cidade. Além do material inconsolidado arenoso, possui o relevo predominante plano.

O distrito de Ipuauçu (João Durval Carneiro), também foi estudado por Paula Celestino, localizado às margens do Rio Jacuípe no lado sudoeste do município (Celestino e Souza <sup>19</sup>, 2011).

Foi inserido no SIG as informações dos mapas de Feira de Santana, englobando todo o município. No SIG SPRING, pode separar as informações em planos de informação (layers – camadas), por exemplo, as linhas de drenagens e curvas de nível. Com as curvas de nível pode se gerar o modelo numérico de terreno (MNT), que é uma imagem em níveis de cinza. Também foram colocados os pontos de observação realizados no trabalho de campo, que eram desenvolvidos a partir de coordenadas geográficas (UTM) e formas inseridas no SIG, por meio de um arquivo de dados (Araújo e Souza <sup>16</sup>2014).

As informações, após armazenadas e manipuladas no SIG podem ser exportadas para outros ambientes em GIS (visualizadores de informações geoespaciais). No caso desse trabalho, foi exportado para TERRAVIEW e o SPRING WEB (ambiente para internet), ambos também desenvolvidos pelo INPE. Nesse trabalho, foi dada a preferência aos softwares gratuitos como na área dos SIGs, são poucos, foi utilizado o SPRING que também é brasileiro o que facilita o seu uso, em português. Uns dos artigos que podem ser gerados pelos SIGs é o shapefile.

O Distrito de Maria Quitéria foi estudado pelos estudantes de IC Nyelson Argolo e Sávio Souza. Este distrito está localizado ao norte da sede do município de Feira de Santana (Moreira e Souza <sup>20</sup>, 2014). Seu relevo é, no geral plano, mas um elemento histórico geográfico a Serra de São José, sendo esta o principal aspecto do meio físico, caracterizando também a geomorfologia, um inselberg.

O distrito de Jaíba, localizado a leste de Feira de Santana, é mais uma área estudada. O material inconsolidado apresenta, na maior parte, uma camada arenosa, que é explorada para construção civil. É uma área caracterizada por uma forte expansão urbana residencial, com construções de condomínio (Moreira e Souza <sup>21</sup>, 2015).

No ano de 2016 foi realizado o estudo do meio físico dos distritos de Humildes, Matinha e Tiquaruçu. Estudos estes realizados pelos estudantes bolsistas de iniciação científica Juliele Jesus, Nadine Santos, Jardel Farias, assim uma caracterização geral do meio físico com o enfoque geotécnico e geoambiental.

O distrito de Humildes, localizado a sudeste do município de Feira de Santana, onde se concentra, a maioria das indústrias de Feira de Santana. Seu relevo é plano na maior parte. A principal característica geológica é uma cobertura sedimentar semelhante à formação de barreiras (Farias et al <sup>22</sup>, 2016).

Os distritos de Matinha e Tiquaruçu estão localizados mais ao nordeste do município. Apresentam um relevo em sua maior parte plano, com algumas partes onduladas. Ainda apresentam afloramentos de rochas metamórficas, sendo um principal aspecto geológico (Jesus et al <sup>23</sup>, 2016; Santos et al <sup>24</sup>, 2016 ). O material inconsolidado encontrado nos dois distritos, em sua

maioria, tem textura arenosa, percebe-se no distrito de Tiquaruçu (São Vicente) uma intensa retirada de areia.

Todas as informações dos distritos foram armazenadas e manipuladas no SIG, SPRING e depois exportadas para o *small SIG* (TERRAVIEW, também desenvolvido pelo INPE) e também para um SIG-WEB (também desenvolvido pelo INPE). A ideia de usar esses programas era realmente testá-los como ferramentas na automação da cartografia. Mas, notamos que para *small GIS* e o Web, o melhor é construir suas interfaces gráficas, para melhor visualização, apresentação dos resultados, no caso mapas. (Araújo e Souza<sup>16</sup>, 2014; Jesus e Souza<sup>25</sup> 2015).

Outro aspecto estudado nos distritos foram as estradas vicinais que, em sua totalidade, precisam de manutenção. (Conceição e Souza<sup>26</sup> 2014; Almeida et al.<sup>27</sup>, 2017; Santos et al<sup>28</sup>, 2018). As estradas vicinais têm essa característica de precisar de manutenção constante, normalmente são municipais e as prefeituras não fazem essa manutenção. As estradas vicinais fazem parte da maioria das estradas do país, são responsáveis por grande parte do escoamento de alimentos, logo, precisam ser mais bem conservadas.

Mais um aspecto estudado também foi o acesso da população rural de Feira aos direitos à cidade, em que podem notar uma dificuldade da população no acesso a esses direitos. (Lafaiete e Souza<sup>29</sup>, 2018). Que são direitos fundamentais (moradia, educação, saúde, transportes, segurança) previstos em lei, na constituição Cidadã de 1988.

Existiu uma caracterização do material inconsolidado, por meio de ensaios tácteis visuais (Almeida et al<sup>30</sup>, 2018), nos quais se constatou que, em sua maioria, o material inconsolidado do lado oeste de Feira, pode ser caracterizado como areno-silto-argiloso e areno-argiloso.

Por fim, pode-se destacar que inicialmente foi realizada uma caracterização geral do meio físico dos distritos, depois houve um estudo das estradas vicinais, uma caracterização do material inconsolidado e, para arrematar, foi realizada uma pesquisa sobre o direito da cidade. Durante todo o estudo, foram utilizadas as ferramentas para geoespacialização (SIGs e visualizadores geoespaciais).

## **6 - Conclusões**

Esse trabalho demonstrou uma linha de estudo dentro da geologia de engenharia: a caracterização do meio físico e o uso da informática para geoespacializar tais informações.

Sobre a automação da cartografia, pôde-se perceber que o seu estudo é necessário, pois a informática está presente em todas as etapas da elaboração das cartas e o seu uso são irreversíveis assim como o uso da informática nas nossas vidas, após a criação e uso de redes e em particular da internet, a informática popularizou e já faz parte do cotidiano da maioria das pessoas. Logo, necessita de uma sistematização do processo.

A principal ferramenta usada na automação da cartografia geotécnica é o sistema de informação geográfica (SIG), e esse é fundamental na geoespacialização da informação, na integração dos dados, na elaboração de mapas e análises de todo o conteúdo nele armazenados. A necessidade de se ter um software gratuito foi bastante importante, pois os de licença paga são bastante caros.

O mapeamento geotécnico é um instrumento necessário ao planejamento urbano e ambiental, pois traz uma visão geoespacial das limitações e potencialidades do meio físico da área (região) a ser planejada. Mostrando, assim, os possíveis locais de usos do terreno, tais como: residencial, industrial, áreas verdes, zona rural e zona urbana.

Os estudos realizados sobre o meio físico de Feira de Santana, especificamente nos distritos, são de carácter genérico, logo é uma caracterização geotécnica geral do meio físico. Porém, podemos perceber que os usos não planejados ou de modo sem respeitar as suas características fisiográficas, causam problemas ambientais ou até mesmo nos próprios usos, pois as adequações, muitas vezes necessárias podem ter um custo alto, ou, até mesmo, difíceis.

Feira de Santana no geral possui um relevo plano, caracterizado geomorfologicamente por tabuleiros. A geologia é caracterizada, principalmente, por um embasamento cristalino de litologia dos gnaissés granitos e uma cobertura sedimentar areno-argilosa. A drenagem, águas superficiais, é composta por diversas lagoas, atualmente, totalmente degradados e ainda cortada ao leste pelo Rio Pojuca a oeste pelo Rio Jacuípe e ao sul pelo Rio Subáe.

O material inconsolidado tem textura predominantemente arenosa, principalmente a parte mais superficial, porém possui alguns bolsões silto-argilosos.

Todo esse estudo pode ser embasado para a realização da análise do direito à cidade, do



uso e ocupação do solo e do planejamento urbano e ambiental do município de Feira de Santana. Em futuras pesquisas dentro do direito à cidade tem-se um estudo sobre as cidades negras (quantitativo populacional, participação da população negra na economia e na cultura), no qual Feira de Santana pode-se enquadrar por ter metade da população negra, segundo o IBGE (2010)<sup>31</sup>.

#### **Bibliografia Consultada.**

- 1 - Zuquette, L. V. Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para as condições Brasileiras. Tese (Doutorado). Volume 1. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1987. 673 páginas.
- 2- Meira, A. D. Desenvolvimento de um Sistema de Informações Geotécnicas - GEOGIS- e sua Aplicação ao Distrito de Cachoeira do Campo (Ouro Preto). Dissertação (mestrado). Viçosa, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa - UFV, 1996. 124 páginas.
- 3 - Calijuri M. L., et. al. Sistema de Cadastro e Visualização de Dados Geotécnicos. IN: SIMPÓSIO DE INFORMÁTICA EM GEOTECNICA - INFOGEO INFOGEO2000, 2001, Curitiba - PR. Anais do INFOGEO em CDROM. Curitiba: ABMS, setembro, 2001. 5 páginas.
- 4- Viviane, E.; Sória, M. H. A. e Silva, A. N. R. O Uso de um Sistema de Informação Geográfica em Análise das Estradas Rurais Não Pavimentadas. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA, III, 1998, Florianópolis - SC. Anais do terceiro Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica em CDROM. Florianópolis: ABGE, outubro, 1998. 12 páginas.
- 5 - Mendes, R. M. e Lorandi, R. Emprego da Cartografia Digital para Mapear o Potencial de Colapso do Maciço de Solos de São José dos Campos (SP). IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 2004, São Carlos - SP, Anais do Quinto Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: Suprema Gráfica Editora, novembro, 2004. Páginas 485 a 492.
- 6 - Ferreira, M. L. C.. Proposta Metodológica para o Desenvolvimento de um Banco de Dados Geotécnico. Tese (Doutorado). São Carlos, São Paulo: EESC-USP, 1988, 348 páginas.
- 7 - CÂMARA, G. et al.. Terralib, Tecnologia Brasileira de Geoinformação: Para Quem e Para Quê? Disponível: [www.terralib.inpe.br](http://www.terralib.inpe.br), 2003, 7 páginas.
- 8 - Anjos, N. F. R. e Bastos, C. A. M.. Estudo das Possibilidades Hidrogeológicas de Feira de Santana- Bahia. Série Hidrologia, número 20, SUDENE, Recife - PE. 250 páginas, 1968.
- 9 - Almeida, J. A. P. Estudo Morfodinâmico do Sítio Urbano de Feira de Santana-BA. Dissertação (mestrado). UFBA, Salvador, BA. 200 páginas, 1992.
- 10 - SUDENE. Folha Santo Estevão. Escala 1: 100.000. Folha SD.24-V-B III, 1977.
- 11 - IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa Físico e Divisão Política de Feira de Santana. IBGE: 2000. Escala 1:100.000.
- 12 - Franca Rocha, W. J. S. e Santos, A. M. L.. Os Olhos D'Água de Feira de Santana: Impactos Urbanos em Recursos Hídricos no Agreste Baiano. IN: Encontro Nacional do Estudo do Meio Ambiente (ENEMA), Londrina - PR, volume 2, páginas 719 a 729, 1991.
- 13 - Barbosa, L. M.. Recursos Naturais e um Painel Didático: Rochas, Minerais, Fósseis, Solos e Sedimentos. Relatório de Pesquisa. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2005.
- 14 - Bastos G. Estudo com Sistema de Informação Geográfica para o Mapeamento Geotécnico do Município de Feira de Santana - BA. Dissertação (mestrado). Brasília, Distrito Federal: Universidade de Brasília, UnB, 1996, 114 páginas.
- 15 - Souza G. S.. Integração de Dados sobre os Aspectos do Meio Físico do Município de Feira de Santana, BA. Projeto de Pesquisa. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana. (2007)
- 16 - Araújo, S, Souza G. B. Visualização Espacial das Informações Geomorfométricas do Município de Feira de Santana, BA. IN: XVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (SEMIC), DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA (UEFS), Anais do SEMIC, 2014.
- 17 - Silva, A. e Souza, G.B. Caracterização Do Meio Físico do Distrito De Bonfim De Feira, Feira De Santana - Bahia. IN: XI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA - SEMIC. Feira Santana, Bahia. Anais do SEMIC, 2007.
- 18 - Celestino, P.L.O, SOUZA, G. B. 2010. Armazenamento De Dados Geoambientais do Distrito de Jaguará, Feira De Santana - Bahia IN: XIV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA

- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA (UEFS), Feira de Santana, Bahia, Anais do SEMIC, 2010, páginas, 981-985.
- 19 - Celestino, P. L. O. e Souza, G. B. Armazenamento de Dados Geoambientais do Distrito De Governador João Durval Carneiro, Feira De Santana - Bahia. IN: XV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS(SEMIC):SEMIÁRIDO E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS, Feira de Santana, BA, Anais do SEMIC, 2011, páginas 873-876.
- 20 - Moreira, S. S.; Souza, G. B. Mapeamento Geotécnico Para Caracterização Geral do Meio Físico, Distrito De Maria Quitéria - Feira De Santana (BA). IN: XVII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA, Anais do XVII SEMIC, 2014.
- 21 - Moreira, S. S.; Souza, G. B.. Mapeamento Geotécnico para Caracterização Geral do Meio Físico, Distrito De Jaíba - Feira De Santana (BA). IN: XIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA - SEMIC, Anais do XIX SEMIC, Feira de Santana, 2015.
- 22 - Farias, J. S.; Souza, G. B. ; Jesus, J. N; Santos, N. J.. Caracterização Geambiental do Distrito De Humildes – Feira de Santana Ba. IN: XX SEMIC UEFS,Anais XX SEMIC Feira de Santana 2016, páginas 1- 4.
- 23 - Jesus, J. N; Souza, G. B. ; Farias, J. S.; Santos, N. J.. Geoespacialização das Informações do Meio Físico do Distrito De Matinha Dos Pretos - Feira de Santana (BA). IN: XIX SEMIC - UEFS, Anais do XX SEMIC, Feira de Santana,BA, 2016, páginas 1-4.
- 24 - Santos, N. J.; Souza, G. B. ; Jesus, J. N; Farias, J. S.. Uso de Mapeamento Geotécnico para Caracterização do Meio Físico do Distrito De Tiquaruçu, Feira De Santana, Ba. IN: XX SEMIC - UEFS, Anais do XX SEMIC, Feira de Santana, BA, 2016, páginas 1-4.
- 25 - Jesus, J. N; Souza, .G. B.. Armazenamento e Visualização de Informações Geoespaciais Sobre o Meio Físico o Município de Feira De Santana– Ba. IN: SEMIC 2015 - UEFS, Anais do SEMIC 2015 Feira de Santana,BA, 2015.
- 26 - Conceição, M. O. A.; Souza, G. B.. Mobilidade do Campo Estudo Das Estradas Vicinais do Distrito De Bonfim De Feira – Feira De Santana (BA). IN: XVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA, Anais do SEMIC, Feira de Santana-BA, 2014
- 27 - ALMEIDA, I. F.; SOUZA, G. B.; Jesus, J. N; SANTOS, N. J.. 2017. ANÁLISE DAS ESTRADAS VICINAIS DO DISTRITO DE BONFIM DE FEIRA – FEIRA DE SANTANA (BA) In XXI SEMIC XXI SEMIC Feira de Santana 2017. Feira de Santana
- 28 - Santos, N. J.; Matos, L. C. A.; Almeida, I. F.; Souza, G. B.. Características do Meio Físico e Diagnóstico das Estradas Vicinais dos Distritos De Maria Quitéria e Tiquaruçu, Feira de Santana, BA. IN: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (SEMIC) UEFS,Feira de Santana, BA , 2018
- 29 - Lafaiete, D. P.; Souza, B.G.. 2018. O Meio Físico de Feira De Santana e o Direito à Cidade. IN:SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA da UEFS, Anais do SEMIC, Feira de Santana, BA. 2018.
- 30 - Almeida, I. F.; Santos, N. J.; Matos, L. C. A.; Souza, G. B.. Caracterização do Material Inconsolidado de Feira de Santana (BA) a Partir de Ensaio Tácteis e Visuais. IN: XXII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (SEMIC), UEFS, Feira de Santana. 2018
- 31 – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). <http://www.ibge.gov.br> . Acessado em 2020.
- 32 – SEI. Base cartográfica Digital do Estado da Bahia. CD room . 2008