

USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA O ZONEAMENTO GEOTÉCNICO DO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA -BA¹

Gracinete Bastos de Souza*

RESUMO — O planejamento de um município requer conhecimento do espaço físico. Isso é obtido de maneira rápida e precisa por meio do geoprocessamento, unindo recursos, como, imagens de satélites, fotografias aéreas, GPS, dentre outros. Em um sistema de informação geográfica compartmentam-se os dados, permitindo a verificação das potencialidades e limitações da região. Assim, o objetivo desta pesquisa foi fornecer suporte ao planejamento urbano do município de Feira de Santana através do mapeamento geotécnico. Foram feitas (a) análises de mapas, fotografias aéreas e de radar, (b) investigações de campo, (c) ensaios laboratoriais em solos e (d) compilação dos dados para uma caracterização geral do município. Resultaram cinco mapas básicos na escala 1:250.000, a partir dos quais os dados foram compartimentalizados no mapa de zoneamento geotécnico geral (mapa derivado).

PALAVRAS-CHAVE: Feira de Santana; Mapeamento geotécnico; Planejamento urbano.

ABSTRACT — The municipal planning needs a knowledge of the physical space. This can be found easily and quickly through Geographic Information System (GIS), linking diverse sources such as satellite images, aerial photographs, and GPS among others. The GIS data can be selected, to define potential and constraints of a selected study area. The aims of this research is to support the urban planning of Feira de Santana city based on geotechnical mapping. In such way, several steps were carried out: (a) analysis of maps, aerial photographs and radar images, (b) field surveys, (c) soil tests in laboratory and (d) data integration to general understanding of the city. Five basic maps were achieved in a 1:250.000

¹Este artigo foi extraído da Dissertação de Mestrado intitulada *Estudos em Sistemas de Informação Geográfica para o Mapeamento Geotécnico de Feira de Santana - Bahia*, defendida em junho de 1996, na UnB.

* Prof. Assistente, Área de Informática, Dep. de Ciências Exatas (UEFS). Mestre em Geotecnia (UNB). Doutoranda em Geotecnia - Escola de Engenharia de São Carlos (USP). E-mail: gracinete@uefs.br

scale map, from which the data were segmented to derive a general geotechnical zoning.

KEYWORDS : *Feira de Santana; Geotechnical mapping; Urban planning.*

INTRODUÇÃO

A representação do espaço físico sempre foi a preocupação do ser humano desde os primórdios da construção de sua civilização. No início, por meio de inscrições nas paredes de grutas e cascas de árvores, evidenciando a preocupação em transmitir, para gerações futuras, informações, como, os segredos das rotas de caça, da localização de fontes e de áreas de segurança e de zonas de perigo. O homem também demarcou rotas, sejam elas marítimas, terrestres ou fluviais. Entretanto, sabe-se que essa necessidade não é exclusiva do ser humano, pois animais selvagens, como os pássaros, que percorrem a cada ano trajetos para refúgios hibernais e outros animais que procuram pastagens no verão, tendo gravado misteriosamente em memória, o mapa de seus territórios naturais (UNESCO, 1991). O desejo de representar o meio em que vive está sempre presente no ser humano, que o realiza por meio de estruturas abstratas, como, as cartas. Existem registros desses documentos desde 6 000 a.C., eles guardam características próprias e marcantes da época em que foram elaboradas.

Para o ser humano atingir seu objetivo de representar o espaço físico o mais próximo possível da realidade, empenhou-se bastante no avanço tecnológico, para tanto, informatizou todo o processo de representação, atualmente utiliza-se instrumentos, como, satélites e GPS e alia-se aos computadores, obtendo com isso precisão dos dados utilizados e gerados.

Cabe ressaltar que, atualmente, o problema não é apenas representar ou registrar o meio físico, buscam-se horizontes mais amplos. O aumento das populações gera problemas, como a forma inadequada de usar o meio físico para garantir a sobrevivência da espécie humana. Daí provém a importância do melhor conhecimento do meio físico para melhor usufruir das suas potencialidades e reconhecer suas limitações. Entende-

-se aqui como meio físico a forma de relevo, a distribuição da água, os solos e as rochas, características físicas e químicas do terreno e seu comportamento frente as solicitações (usos) e a sua cobertura vegetal.

Atualmente, essa representação utiliza-se da ferramenta do geoprocessamento, que é um conjunto de técnicas computacionais relacionando coleta, armazenamento e tratamento de informações espaciais ou georreferenciadas. As informações georreferenciadas têm como característica principal a localização e estão ligadas a uma posição específica do globo terrestre por meio de suas coordenadas geográficas.

Neste artigo mostra-se o resultado final de um estudo da caracterização geotécnica do meio físico da região de Feira de Santana, utilizando-se para isso, entre outras ferramentas, a tecnologia do geoprocessamento. Serão apresentados, aqui, dois mapas principais que resumem o trabalho: mapa de materiais inconsolidados e zoneamento geotécnico geral.

UNIVERSO DE ESTUDO

Feira de Santana é a segunda maior cidade do Estado da Bahia, em crescimento populacional e econômico. Tal crescimento foi favorecido por atributos físicos e geográficos, como a posição do município no agreste baiano, ligando o sertão ao mar, o relevo praticamente plano, a proximidade do município com a capital do estado, além disso, o município foi beneficiado com construção das BRs 324, 116 e a BA052 (Estrada do Feijão), constituindo assim um entroncamento rodoviário muito importante para o nordeste brasileiro.

Esse município possui uma área de 1 350km², localizado cerca de 105 km a noroeste da cidade de Salvador, a capital do estado da Bahia, tendo como coordenadas geográficas 12 ° 09' e 12° 20', na latitude Sul e 38° 53' e 39° 07', de longitude oeste. Limita-se administrativamente com os municípios: Antônio Cardoso (SSW), São Gonçalo dos Campos (S), Amélia Rodrigues (SSE), Coração de Maria(E), Irará e Candeal (NNE), Anguera e Ipecaetá (W), Santa Bárbara e Tanquinho (N) (ver Figura 1). A população, atualmente, gira em torno de 500 000 habitantes.

Feira de Santana é mais uma dentre as várias cidade médias brasileiras que sofre problemas de ocupação desordenada, causada pela falta de planejamento urbano. O aumento populacional rápido gerou uma expansão sem controle, desrespeitando as características do meio físico, causando com isso vários problemas, como, falta de saneamento básico, poluição de águas superficiais e subterrâneas, além de contaminação do solo e provocando o aparecimento de erosões. Assim há necessidade urgente de melhores estudos na região, que sintetizem as informações do meio físico e as coloquem em condições de serem utilizadas no planejamento municipal.

Geologicamente, a região está assentada sobre dois condicionantes geológicos bastante diferenciados: um embasamento cristalino, de idade pré-cambriana inferior, constituído essencialmente por gnáisses granulíticos, inserido no Complexo Jequié, Caraíba, Paramirim, com presença de granitóides, localizados nas porções laterais do município; na porção central. A cobertura sedimentar (semelhante à Formação Barreiras) é recente, de idade pliocênica, formada, essencialmente, por sedimentos clásticos continentais inconsolidados, tais como, sedimentos cascalhosos, arenosos e argilosos, que podem atingir uma espessura de até 70m (ANJOS & BASTOS, 1968).

Geomorfologicamente, a região é composta de tabuleiros, e pediplanos. Como formas tabulares tem-se as unidades geomorfológicas: tabuleiros interioranos inumados e dissecados, planalto dos geraizinhos, tabuleiros do recôncavo e tabuleiros pré-litorâneos. O tabuleiro interiorano e o planalto dos geraizinhos são modelados de aplainamento enquanto os demais são modelados de dissecação. O pediplano sertanejo é um modelado de aplainamento e pertence ao domínio das planícies interplanálticas na região da depressão sertaneja, caracterizado por um relevo plano onde ocorrem “inselbergs”, picos e colinas remanescentes (NUNES *et al.*, 1981).

ALMEIDA (1992) fez um estudo sobre a geomorfologia de Feira de Santana, concentrando-se na área urbana do município, e constatou que essa possui três superfícies geomorfológicas: superfície cimeira, intermediária e inferior. A superfície cimeira caracteriza-se por um relevo tabular com caimento suave. A

superfície intermediária está entre a cimeira e a inferior, com o predomínio de colinas, morros de vertentes convexas e, às vezes, vertentes rochosas retilíneas e lombadas. A superfície inferior corresponde a uma faixa estreita na margem direita do Rio Jacuípe, caracterizando-se por colinas baixas (<15cm).

Com relação à distribuição hídrica, o município situa-se na bacia do Rio Paraguassu, assentado num planalto que é divisor de águas de três sub-bacias: a do Rio Jacuípe, a oeste da cidade; a do Rio Pojuca, a leste, e do Rio Subaé ao sul. Além disso possui por volta de 50 lagoas e dezenas de nascentes.

A vegetação atual é eminentemente resultante de atividades agrícolas, com cultura cíclica e pastagens. Porém, dentro da região de Feira de Santana, existiram as Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais, Savana (cerrado), Estepe (caatinga) e Floresta Ombrófila Densa, hoje, essas coberturas vegetais estão quase totalmente degradadas, resistindo apenas pequenas manchas de vegetação natural.

Os solos da região apresentam-se de vários tipos, sendo predominante dois grupos: podzólicos vermelhos amarelados e planossolos solódicos eutróficos. Os podzólicos são solos que têm como características um horizonte B textural entre o horizonte A e B; são solos não-hidromórficos, que possuem normalmente, a parte argilosa de atividade baixa; são geralmente profundos, originados de rochas do tipo arenito, granito e gnaisses; predominam os argilosos com e sem frajipan e também solos aluviais moderados e proeminentes, possuem textura arenosa a média e média a argilosa, estão dispostos em regiões de relevo plano e suave ondulado (CORREIA *et al*, 1981). Os planossolos são solos minerais, podem ser hidromórficos ou não, possuem um horizonte B textural com mudança abrupta do horizonte A para B, apresentam uma parte argilosa de atividade alta e baixa; no grupo dos planossolos, predominam solos aluviais de textura média a argilosa em relevo suave ondulado a plano. Outros solos que estão presentes na região, como, os latossolos, solos litólicos e brunizens. Os latossolos são de camadas muito espessas, bem intemperizados, neles predominam o teor de argila que é ligeiramente crescente com a profundidade, possuem textura média a argiloso. Os solos litólicos são solos

jovens formados pela alteração da rocha, são poucos espessos, rasos, ocorrendo normalmente em áreas de relevo muito acidentado e de textura areno-agilosa e argilo-arenosa, podem ter pedregulho. Os brunizens são solos minerais, não hidromórficos, de textura média a argilosa, caracterizados por apresentar argila de atividade alta e um horizonte A chernozêmico.

REGO (1998) descreveu os solos de Feira de Santana, compartimentando-os em dois grandes conjuntos: os solos relacionados com o embasamento cristalino e os solos relacionados com a cobertura sedimentar terciário-quadernária. Nesse último conjunto, predominam os solos podzólicos, associados a esses estão os latossolos e ainda ocorrem areias quartzosas, sendo que esse últimos são caracterizados pelas texturas arenosas, de formação mais recente. Ao primeiro conjunto, embasamento cristalino, estão relacionados os solos mais recentes, como: brunos não cálcicos apresentam pouca profundidade com horizonte C, tendo início a aproximadamente 60-70 cm, costumam apresentar textura média, pedregosidade na superfície do solo; cambissolos eutróficos, que são profundos e de textura média; e ainda solos litólicos e litossolos ocupando as partes mais altas do relevo e os declives fortes. O grande problema das informações pedológicas é que elas têm um grau de incerteza muito grande, devido a dificuldade em obtê-las e à variabilidade de suas características.

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

A utilização dos SIGs vem crescendo rapidamente, pois o uso dessa ferramenta possibilita o melhor gerenciamento das informações (qualidade e rapidez). Muitos são os usos dessa ferramenta sendo o maior destaque no planejamento urbano (municipal, estadual e federal) e proteção ambiental.

Na literatura, encontram-se muitas definições de SIGs, sendo que essas podem tratá-los de maneira mais específica ou de maneira genérica, mais ampla. Nas definições mais amplas, pode-se notar uma preocupação com o uso, os detalhes nas aplicações, sendo assim, tem-se as seguintes definições:

- Um sistema para captura, armazenamento, checagem, manipulação, análise e exposição de dados os quais são especialmente referenciados à terra.

- Os procedimentos manuais ou computacionais usados para armazenar e manipular dados geograficamente referenciados.
- Uma tecnologia de informação a qual armazena, analisa e exibe dados espaciais e não-espaciais.
- Um caso especial de sistema de informação no qual o banco de dados consiste na observação de feições distribuídas espacialmente, atividades ou eventos que são definidos no espaço como pontos, linhas ou área.
- Uma seleção de poderosas ferramentas para realizar coleta, armazenamento, recuperação, segundo interesse do usuário, transformando e expondo dados do mundo real.
- Uma entidade institucional, refletindo uma estrutura organizacional que integra tecnologia com banco de dados, especialistas e suporte financeiro continuado.

Na tentativa de definir o SIG, de uma maneira mais ampla, TEIXEIRA (1995), considera-o como um conjunto de programas (afinal é um sistema), equipamentos (pois temos aquisição de dados de várias fontes/meios), metodologias (pois vai depender para que uso), dados (são vários tipos de dados), e usuários (pois depende da utilização), esses devem estar perfeitamente integrados de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados geográficos (georreferenciado), bem como a produção da informação.

Ao utilizar um SIG, alguns termos vão aparecendo, dentre esses pode-se destacar:

Geoprocessamento, que pode ser definido como um conjunto de técnicas computacionais relacionadas com coleta, armazenamento e tratamento de informações espaciais ou georreferenciadas para serem utilizadas em sistemas específicos a cada aplicação; as informações georreferenciadas têm como característica principal a localização geográfica.

Banco de dados espaciais, que é o nome atribuído aos sistemas gerenciadores de bancos de dados capazes de manipular dados com representação geométricas.

Bancos de dados geográficos, que é uma especialidade dos bancos de dados espaciais utilizados em aplicações de geoprocessamento.

Atualmente, há um universo de aplicações de um SIG que podem ser englobadas em áreas principais, como:

1) Ocupação humana:

a) Planejamento e gerenciamento urbano – redes de infraestrutura, como, água, luz, telecomunicação, esgoto, cadastramento territorial.

b) Saúde e educação – rede hospitalar e de ensino, saneamento básico e controle epidemiológico.

c) Transporte – supervisão de malhas viárias, controle de tráfego, sistemas de informação turísticas.

d) Segurança – controle dos espaço aéreo, marítimo e terrestre, controle de tráfego, cartografia náutica.

2) Uso da terra: Planejamento agropecuário; classificação dos solos e vegetação; gerenciamento das bacias hidrográficas; planejamento de barragens, cadastramento de propriedade rurais; levantamento topográfico e planimétrico; mapeamento do uso do terreno.

3) Uso dos recursos naturais: Controle do uso do extrativismo vegetal, mineral, gerenciamento dos recursos hídricos, gerenciamento costeiro.

4) Meio ambiente: controle de queimadas; gerenciamento florestal de desmatamento e reflorestamento.

5) Atividades econômicas: planejamento de pesquisas socio-econômicas; distribuição de produtos e serviços; transporte de matéria-prima e insumos.

Neste trabalho, o SIG foi mais uma ferramenta na manipulação da informação. Os mapas foram digitalizados, via mesa digitalizadora, diretamente no ambiente do próprio SIG. Alguns mapas foram gerados no próprio SIG, como o mapa de Materiais Inconsolidados e o mapa de Zoneamento Geotécnico Geral, a partir de outros mapas. Outras atividades foram realizadas no SIG, como, o registro de imagens, geração de modelo numérico de terreno, entre outras, atividades essas que serviram também para avaliar as características do meio físico da região.

MAPA DE MATERIAIS INCONSOLIDADOS

Após o estudo do meio físico e a observação de suas características, as informações foram reunidas em mapas, como, topográfico, de declividade, geológico, geomorfológico,

águas superficiais, entre outros, porém os mais importantes e que coube aqui destacar foram o mapa de material inconsolidado e o mapa de zoneamento geotécnico geral.

Nesse tipos de mapas devem ser representados todos os materiais que estão sobre o substrato rochoso (ZUQUETTE, 1987).

No mapa elaborado neste trabalho, foram usadas informações obtidas a partir dos resultados de ensaios laboratoriais realizados em amostras coletadas; informações contidas em mapas da região, como o mapa pedológico do RADAMBRASIL, folha SD 24, e o mapa da EMPRAPA; informações obtidas por fotointerpretação de aerofotos e imagem de radar e ainda informações retiradas do mapa de composição textural, por meio do cruzamento com o pedológico. O mapa final (Figura 2) tem os limites entre as classes de solo, os mesmos do mapa do RADAMBRASIL.

MAPA DE COMPOSIÇÃO TEXTURAL

O mapa de composição textural (Figura3) foi elaborado a partir dos resultados das amostras de solos coletadas na região, que foram localizadas num mapa, suas coordenadas geográficas foram corrigidas com auxílio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Posteriormente, fez-se a distribuição granulométrica dos solos, de acordo com as texturas de silte, argila e areia, então, pôde-se observar espacialmente como, em termos de textura, se comportam os solos de região de Feira de Santana. Essa distribuição foi realizada por meio de um modelo numérico do terreno, que de porte das coordenadas dos pontos amostrados, dos valores de textura (areia, silte e argila), pode-se gerar um MNT em tons de cinza. Obtendo-se a informação anterior, pode-se fazer um fatiamento que obtém-se classes. As divisões finais de solo que seguiram a classificação textural são: solos argilosos, solo franco argiloso, solo franco argilo-arenoso, solo franco siltoso, solo franco, solo franco arenoso, solo arenoso franco. O que se pode observar no mapa de composição textural é a distribuição granulométrica dos materiais inconsolidados por toda a região do município de Feira de Santana.

MAPA DE MATERIAL INCONSOLIDADO

Assim, após executadas as análises anteriormente relatadas, chegou-se às classes dos materiais inconsolidados, caracterizadas abaixo:

Solo 1 - Pedologicamente, encontra-se na classe dos solos brunizos que são associações de solos caracterizados por uma textura média/argilosa, apresentando material argiloso de atividade alta, normalmente originados em locais de clima de estação seca prolongada. Geotecnicamente, sua granulometria é distribuída em argila de 10 a 20%, silte de 20 a 30% e areia de 40 a 60%. De acordo com a classificação textural, esta unidade é composta, basicamente, por solos franco arenoso e franco; segundo a classificação geotécnica dos solos da U.S. Corps of Engineer (unificada), são solos do tipo SNI e CL/arenoso; na classificação geotécnica de solos da U.S. Public Roads (Highway Research Board – HRB), sendo dessa unidade, são do tipo A4. A2-4. A6. Por meio dos ensaios executados com os solos amostrados que estão nesta unidade pôde-se verificar que estes apresentam de baixa a nenhuma plasticidade (BASTOS, 1996).

Solo 2 - Pedologicamente, correspondem aos planossolos que são solos de textura argilosa cascalhenta média e arenosa, caracterizando-se, assim, por uma mudança textural abrupta ao longo do perfil existindo um material argiloso de atividade alta. Quanto as características geotécnicas, apresentam uma distribuição granulométrica com argila de 2 a 25%, silte de 20 a 60 % o e areia de 30 a 75%; sendo solos francos siltosos, franco arenoso e franco argilo-arenoso; na classificação unificada, estão entre os solos SC e CL/arenoso; na classificação da HRB, estão nos grupos A4 e A2-4; por fim, estes solos apresentam plasticidade de baixa a nenhuma. Cabe salientar que esta unidade ocupa grande parte da área da região, com 42% em relação ao total da área que, com o solo 3, somam 80% (Tabela 1). O perfil geotécnico típico deste solo é: solo arenoso, alteração de rocha e rocha.

Solo 3 - Pedologicamente, compreende o grupo dos podzólicos, que se caracterizam por serem solos pouco intemperizados,

podendo existir um nítido gradiente textural entre os horizontes A e B (CONCIANI, et al. 1995), possuem textura arenosa/média a média/argilosa, seu material argiloso tem atividade baixa. Pode-se caracterizar esta unidade geotecnicamente como tendo uma distribuição granulométrica de argila entre 5 a 25%, de silte entre 10 a 25%, de areia entre 50 a 85%; segundo a classificação textural, são solos francos argilo-arenosos, francos arenosos e arenosos francos; de acordo com a classificação unificada, tem-se os solos SM, SC, SC/SM; segundo a classificação HRB, predominam os solos A4 e A2-4, aparecendo, por vezes, solos A6; na sua maioria, são solos não-plásticos podendo apresentar uma pequena plasticidade. Este, solo geralmente, apresenta um perfil geotécnico do tipo: camada arenosa, logo abaixo, um material concrecionário de matriz argilosa

Solo 4 - Sob a unidade pedológica dos solos litólicos os quais se caracterizam como solos pouco alterados, rasos; a textura varia entre arenosa e média/argilosa sendo que a fração argilosa apresenta atividade baixa. Geotecnicamente, pode-se descrevê-los como solos de granulometria argilosa, variando entre 1 a 10%, siltosa de 10 a 25% e arenosa de 25 a 50%; de acordo com a classificação textural, são solos do tipo franco arenoso e franco; segundo a unificada, os solos são SNI, com relação à classificação HRB, os solos são do tipo A4 e A2-4; em relação à plasticidade, são, geralmente, NP ou apresentam uma pequena plasticidade. Estes solos apresentam um perfil geotécnico do tipo: camada arenosa sobre rocha sã.

Solo 5. Está no grupo dos latossolos. pedologicamente caracterizados como solos muito profundos de textura argilosa média e até arenosa. São solos bem intemperizados. aparecendo em pequenas manchas sobre a região. As características geotécnicas foram estipuladas a partir de uma tendência observada no mapa de composição textural, pois não foi possível obter amostra do material inconsolidado da área em que está localizada esta classe, mas pode-se dizer que são solos de granulometria argilosa tendendo entre 25 a 40%, siltosa entre 10 a 25% e arenosa 45 a 55%; quanto à classificação textural, os solos são do tipo franco argiloso e franco argilo-arenoso; na classificação unificada, solos CL, e, na HRB, solos A2-4, com ocorrência de solos Alb e A6: quando a plasticidade é de baixa a NP.

CARTA DE ZONEAMENTO GEOTÉCNICO GERAL

O zoneamento geotécnico geral (Figura 6) da região de Feira de Santana foi elaborado a partir de três condicionantes do meio físico mais representativos da região: geologia (Figura 4), geomorfologia (ver Figura 5) e material inconsolidado (ver Figura 2), sendo realizado um cruzamento dessas informações. Outras informações, como, águas superficiais, declividade, foram também usadas, mas de forma qualitativa, apenas para a caracterização das zonas.

A primeira compartimentação realizada separa a região em duas porções com aspectos bem distintos: uma constituída a partir da geologia do embasamento cristalino, representada pela geomorfologia do Pediplano Sertanejo e o solo 2; e outra, constituída a partir da cobertura sedimentar, geomorfologicamente correspondendo aos tabuleiros e apresentando os solos 3. Porém, para uma melhor caracterização do meio físico da região, optou-se por subdividi-la, o que resultou em um zoneamento com 10 zonas (Figura 4).

A zona 1 tem como característica principal a geomorfologia do Pediplano Sertanejo mais o solo e a geologia do Pré-Cambriano do Complexo Jequié, apresentando, assim, um relevo mais plano, com alguns picos e cristas remanescentes, solos mais arenosos e pouco espessos e existência de afloramentos de rochas cristalinas. Esta zona ocupa quase 30% da área (Tabela 2).

A zona 2 tem como característica principal o solo do tipo 4 que é um solo pouco espesso e de textura arenosa, predominante em locais de relevos acidentados. Nesta zona aparece uma maior concentração de morros isolados, picos e cristas. Está situada na área rural da região, totalmente no lado oeste, ocupando uma área de 9% em relação a área total da região.

A zona 3 está caracterizada, principalmente, pela litologia dos Granitóides, sendo associada à geomorfologia do Pediplano Sertanejo e do solo 2, sendo os solos mais arenosos e com espessura média. Apresentam, muitas vezes, afloramentos de rochas em forma de “lajedos”, como também um relevo com cristas e morros isolados (picos), porém em menor densidade que a anterior. Esta zona ocupa 10% da área da região.

A zona 4 tem uma geologia do Complexo Caraíba Paramirim, sob a unidade geomorfológica do pediplano Sertanejo, e os solos que a compõem são mais argilosos e mais espessos, o solo 5 que é sua característica principal. Esta é uma pequena unidade situada a nordeste da folha, ocupando menos de 1% da área.

A zona 5 é resultante, principalmente, da junção das litologias do embasamento cristalino mais os tabuleiros (Interiorano Inumado, Pré-litorâneo do recôncavo), com os solos 2,3,4. É caracterizada, principalmente, pela litologia do granulito 2. Está situada, na sua maioria, no lado leste da folha. Registra uma concentração das drenagens (rios e lagoas), praticamente a maioria das lagoas estão sobre esta zona. Possui um relevo predominantemente plano. Esta zona tem uma certa proximidade com a área urbana, porém é onde ocorrem lagoas muitas das quais são nascentes de rios e riachos, sendo assim, deve-se ter uma certa preocupação quanto à ocupação que deve ser ordenada e equilibrada para que não contamine as águas das lagoas. Esta zona ocupa quase 13% da área da região.

A zona 6 é uma das mais importantes para a região, pois é onde se concentra a parte urbana do município e a tendência da expansão, devido ao relevo essencialmente plano e ao fato de apresentar poucos problemas em relação aos solos. É caracterizada pela litologia da cobertura sedimentar juntamente com a unidade geomorfológica do Tabuleiro Interiorano, mais o solo 3. Esta zona está próxima da maioria das lagoas, porém com a expansão urbana avançando nas áreas próximas das lagoas, sem nenhum controle nem planejamento, esses mananciais estão, na sua maioria, comprometidos, devido ao lançamento de lixo e esgotos domésticos. Esta é uma das maiores zonas, ocupando 22% da área da região.

A zona 7 está definida totalmente pela geomorfologia do Tabuleiro Pré-litorâneo e o solo 1, sendo caracterizada pela geologia do Complexo Jequié. O relevo é eminentemente plano e não apresenta qualquer feição de relevo, como, picos e cristas. Ocupa cerca de 5% da área.

A zona 8 tem como característica fundamental a geomorfologia do Planalto dos Geraizinhos, tem ainda como característica a

geologia do Complexo Caraíba Paramirim e os solos 3 e 5. Esta unidade ocorre em uma pequena porção a nordeste da folha, praticamente fora do limite do município de Feira de Santana. Apresenta um relevo essencialmente plano. Esta zona ocupa por volta de 2% da área total.

A zona 9 é definida, fundamentalmente, pela unidade geomorfológica Tabuleiro Interiorano Dissecado e pelo solo 3, caracterizando-se, assim, por relevos mais planos e solos mais argilosos e mais espessos. Geologicamente, é caracterizada pela geologia da cobertura sedimentar. Essa zona ocupa em torno de 5% da área.

A zona 10 tem como característica fundamental a geologia da cobertura sedimentar, possuindo como unidade geomorfológica a do Pediplano Sertanejo. Os solos que a compõem são do tipo 3, logo, solos mais argilosos e mais espessos. Encontra-se situada, praticamente, fora do limite do município de Feira de Santana. Ocupa quase 4% do total da área da região.

As zonas 1, 2, 3 assemelha-se, pela geologia do embasamento cristalino, à geomorfologia do Pediplano Sertanejo, predominando solos mais arenosos. Nessas zonas se concentra-se a maior parte da drenagem permanente; apresentam um relevo com cristas e picos e estão situadas na porção mais rural; representam, juntas, quase 50% da região. Porém nessas zonas apresenta uma limitação geotécnica, que foi observado durante o período de trabalho de campo, algumas erosões laminares (<50cm), necessitando de melhores cuidados com relação a sua ocupação para não haver uma evolução dessas erosões. Também vale ressaltar que a presença de um relevo com morros e serras deve ser considerada como um fator a mais na limitação para sua ocupação.

As zonas 5 e 6 que, juntas, perfazem um total de 35% da área, são as zonas mais importantes para o planejamento, pois constituem as zonas onde se concentram as áreas urbanas com provável expansão e, por serem áreas de lagoas e nascentes, requerem cuidados especiais para a proteção desses mananciais.

As zonas 7, 8 e 9 somam um total de quase 12% da área, representam, também, uma possível opção para o crescimento do município, apesar de não ser imediatamente adjacente ao atual núcleo urbano.

CONCLUSÕES

Este mapeamento geotécnico, mesmo preliminar, é de suma importância para a região, visto que não há qualquer trabalho anterior a respeito dessa temática. O estudo traz informações relevantes para o planejamento urbano da região de Feira de Santana, como um zoneamento ambiental e um estudo de melhor uso e ocupação do solo. Optou-se por uma escala 1:250.000 para apresentação final dos mapas, pois a região não apresentava muitas informações sobre o meio físico e as que foram encontradas estavam normalmente em pequena escala.

A análise final dos mapas mostra características do meio físico (rocha, água, solo e relevo) do município de Feira de Santana-BA. A litologia (rocha) da região apresenta dois domínios: um deles correspondendo ao embasamento cristalino e outro, à cobertura sedimentar. Quanto aos aspectos hidrológicos, a maior parte das lagoas encontram-se sobre o tabuleiro/cobertura sedimentar, normalmente relacionadas com as depressões ovaladas; os rios praticamente seguem os condicionantes geológicos do embasamento cristalino. Quanto aos solos, tem-se uma cobertura arenosa superficial acompanhando geralmente de material argiloso ou de alteração de rocha. Quanto ao relevo é, predominantemente, plano, com modelados de aplanamento e de dissecação, alguns morros remanescentes nos lados oeste e leste do município, mas a parte central é praticamente plana.

A região em estudo não apresenta muitos problemas geotécnicos, possui declividade na maior parte baixa, solos mais arenosos, muitas vezes, é pouco espesso, com melhores condições para fundações. Porém, podem ocorrer problemas com obras subterrâneas, devido a maior dificuldade de escavação em rocha. O relevo plano requer estudos mais sistemáticos para instalações de rede de esgoto e água. Todavia o principal agravante neste caso é a falta de planejamento urbano que leva a cidade a ter problemas, como, contaminação das águas superficiais, erosões, gerados principalmente pela explosão da densidade demográfica descontrolada.

O mapa de zoneamento geotécnico geral em escala regional produzido neste estudo dá orientação geral para estudos de uso e de ocupação do solo.

Recomendam-se para os trabalhos futuros: ensaios especiais de laboratórios, para uma melhor caracterização do material inconsolidado da região (MCT, raio X, azul de metileno, entre outros), visto que há abundância de solos arenosos e rocha, podendo-se gerar um mapa de material de construção, necessário à região. Na etapa de campo, foi observado um grande número de jazidas de areias, locais de exploração de rocha, tanto manual quanto mecanizadas, além de retiradas de material argiloso em alguns pontos. Para uma melhor elaboração de mapas recomendam-se aerofotos de 1:60.000 e de 1:10.000, que não podem ser utilizadas nestes trabalho, mas que, possivelmente, devem existir na região e ainda imagem de satélite.

Foram utilizadas as ferramentas de SIG e geoprocessamento para realizar melhor a análise e elaboração de cartas aqui apresentadas. Essas ferramentas mostraram-se de extrema importância tanto para uma obtenção rápida das cartas como para uma melhor qualidade das informações resultantes e, ainda, a melhor precisão dessas. Grande parte do trabalho foi executando utilizando sistemas de informação geográfica (SIG).

Para finalizar, caberia ressaltar a importância de um mapeamento geotécnico no planejamento urbano de um município, pois esse fornece informações do meio físico e a adequabilidade das áreas quanto a determinado uso, implantações de obras civis, zonas de proteção, entre outras, logo, esta ferramenta, mapeamento geotécnico, é fundamental ao administrador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.A.P; **Estudo Morfodinâmico do Sítio Urbano de Feira de Santana-BA**. Salvador, 1992. Dissertação (Mestrado em Geologia), UFBA. 1992.

ANJOS, N.F.R; BASTOS, CA.M. Estudo das Possibilidades Hidrogeológicas de Feira de Santana-Bahia. Série Hidrologia n. 20. **SUDENE**, Recife, PE, 1968. 250p.

BASTOS, G. ; **Estudos em Sistemas de Informação Geográfica para O Mapeamento Geotécnico de Feira de Santana- BA.** Brasília, 1996. Dissertação (Mestrado em Geotecnia). UnB, 1996.

BRAZÃO, J.E.M.; ARAUJO, A.P. Vegetação, levantamento dos recursos naturais. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro: **Projeto RADAMBRASIL.**, v. Folha SD24-Salvador, 624p. 1981.

CORRÊA, P.R.S.; SANTOS, J.H.G.; SILVA, G. B. **Projeto RADAMBRASIL** - Pedologia, levantamento dos recursos naturais. Ministério das Minas e Energia. Rio de Janeiro, RJ, vol. folha SD24-Salvador, 624p. 1981.

DEARMAN, W. R. **Engineering Geological Mapping.**Oxford:Butterworth-heinemann.1991. p.387.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento Exploratório de Solos da Margem Direita do Rio São Francisco Estado da Bahia.** EMBRAPA, v.1. 1977.

MORAES, C.A.M. A nova história da Cartografia. **O Correio da UNESCO.** Rio de Janeiro: n.8, p.4-9, 1991.

_____. Os agrimensores do Espaço. Rio de Janeiro: **O Correio da UNESCO,** n.8, p.29-32, 1991b.

NOLASCO, M.C.; ROCHA, C.C; FRANCA ROCHA, W.J.S. **Impactos e vetores de riscos ambientais em Feira de Santana:** Resultados Preliminares. Feira de Santana: UEFS. 1994. p.4.

RÊGO, M.J.M. Os Solos do Município de Feira de Santana. In: FRANCA ROCHA, W.J.S.; NOLASCO, M.C. **Projeto Nascentes: “Um olhar sobre Feira de Santana”.** Feira de Santana, BA:UEFS, 1998, CD-ROM.

TEIXEIRA A. A. , MATIAS, L.F. NOAL, MORETTI, E. Qual a melhor definição de SIG, Fator GIS, **A Revista de Geoprocessamento,** n.11, p.20-24, 1995.

CORREIO DA UNESCO. **Editorial.** Rio de Janeiro: n.8, p.3. 1991.

ZUQUETTE, L.V. Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para as condições brasileiras. São Carlos, 1987. p.673. Tese (Doutorado em Geotecnia). USP/EESC, 1987.

ANEXOS

Tabela 1 - Áreas das unidades do mapa de materiais inconsolidados.

UNIDADES	AREA(Km²)	AREA(%)
SOLO1	155,64	4,73
SOLO2	1.383,97	42,07
SOLO3	1.256,46	38,19
SOLO4	395,66	12,03
SOLO5	98,05	2,98
TOTAL	3.289,78	100,00

Tabela 2 - Áreas das zonas.

UNIDADES	ÁREA (Km²)	ÁREA (%)
ZONA 1	951,69	29,20
ZONA 2	293,82	9,02
ZONA 3	333,18	10,22
ZONA 4	24,58	0,75
ZONA 5	409,58	12,57
ZONA 6	736,80	22,61
ZONA 7	162,44	4,98
ZONA 8	44,40	1,36
ZONA 9	176,12	5,40
ZONA 10	126,46	3,88
TOTAL	3.256,07	100,00

Figura 1 - Mapa de Localização de Feira de Santana.

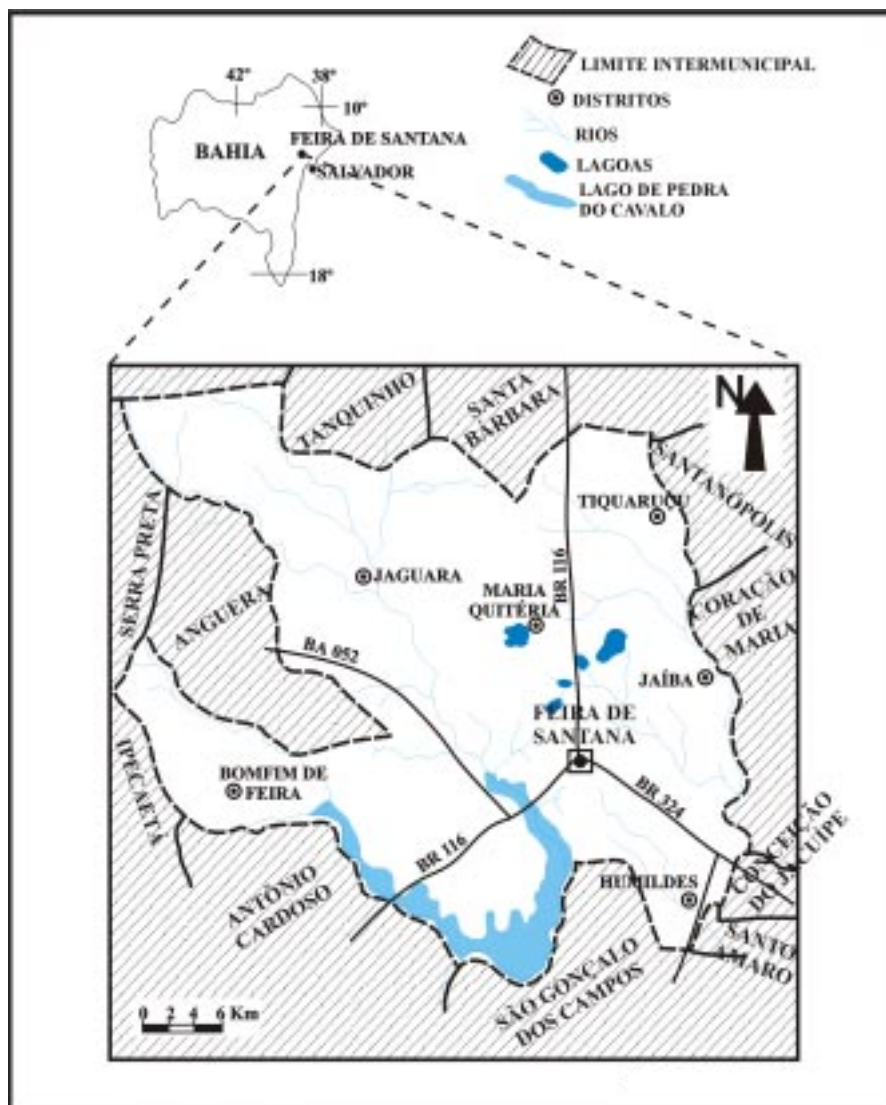


FIGURA 2

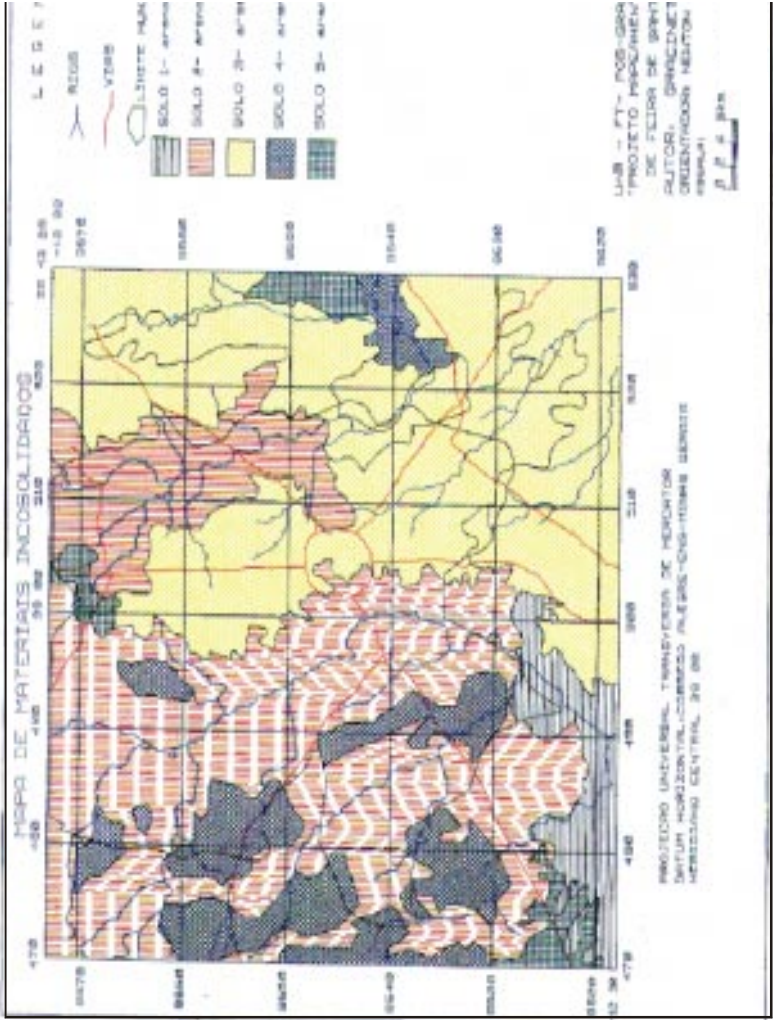


FIGURA 6

