UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPOS I- CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

ADRIANO DANTAS DE OLIVEIRA SILVA

DELIMITAÇÃO DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM UM LOTEAMENTO RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO EGITO - PE

CAMPINA GRANDE–PB
2017

ADRIANO DANTAS DE OLIVEIRA SILVA

DELIMITAÇÃO DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM UM LOTEAMENTO RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO EGITO-PE

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Celeide Maria Belmont Sabino Meira.

CAMPINA GRANDE-PB
2017

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S586d Silva, Adriano Dantas de Oliveira.
Delimitação de área de preservação permanente em um loteamento residencial no município de São José do Egito - PE [manuscrito] / Adriano Dantas de Oliveira Silva. - 2017.
50 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.
"Orientação: Profa. Dra. Celeide Maria Belmont Sabino Meira, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental".

1. Estudo hidrológico. 2. Preservação ambiental. 3. Gestão ambiental. 4. Área de Preservação Permanente - APP. I. Título.
21. ed. CDD 628

ADRIANO DANTAS DE OLIVEIRA SILVA

DELIMITAÇÃO DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM UM LOTEAMENTO RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO EGITO-PE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Celeide Mª Belmont Sabino Meira.

Aprovada em: 14/08/2017

BANCA EXAMINADORA

Celeide M.ª Belmont Sabino Meira
Profa. Dra. Celeide Maria Belmont Sabino Meira. (Orientador)
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UEPB

Prof. Dr. Rui de Oliveira
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UEPB

Ruth Silveira do Nascimento
Profa. Dra. Ruth Silveira do Nascimento
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UEPB

CAMPINA GRANDE – PB

2017

Aos nordestinos, em especial aqueles que vivem no sertão travando verdadeiras batalhas no trabalho árduo do campo, clamando a DEUS por saúde e chuva, sonhando com dias melhores.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Alexandrino e Edithe, pelos ensinamentos e a forma que me disciplinaram, por todo esforço que fizeram a custo de minha formação, pelo carinho, dedicação e amor que me proporcionam.

A todos os meus familiares, aos meus sete irmãos, pelo carinho que têm comigo e apoio que me deram durante a trajetória deste curso.

A todos os colegas de graduação com os quais passei cinco anos em busca de formação, em especial a Tiago Batista, por tantos diálogos e alegrias que passamos juntos.

Aos amigos verdadeiros da vida cotidiana, em especial a Thiago Felipe e Erivonaldo pelos bons momentos de alegria.

À minha namorada, amiga e amada Paloma, por se fazer presente em minha vida sempre me aconselhando e pelo apoio que me deu na elaboração deste trabalho.

À professora Celeide Meira, pela orientação, ajuda e ensinamentos na elaboração deste trabalho.

Aos professores Rui de Oliveira e Ruth Silveira, por aceitarem o convite e participar da banca examinadora deste trabalho, por todas as contribuições e sugestões propostas a fim de enriquecer a qualidade do mesmo.

A todos os professores que me acompanharam nessa jornada do curso transmitindo os ensinamentos.

A Deus, pelo ar que respiro e a família que tenho.

RESUMO

A urbanização é um processo em que o espaço rural passa por grandes transformações alterando seus componentes bióticos e abióticos, onde os problemas ambientais atingem maior amplitude. O crescimento urbano sem planejamento tem trazido grandes problemas à sociedade e ao poder público. Desastres ambientais têm sido cada vez mais frequentes e refletem negativamente na qualidade de vida da população, a realização de estudos hidrológicos em bacias hidrográficas acontece devido a necessidade de compreender o comportamento do balanço hídrico, a partir desses estudos pode-se projetar obras de contenção e prevenção para prováveis impactos sobre a qualidade e a quantidade da água. O planejamento e a adequada ocupação do solo é essencial para uma boa acomodação da população, devem controlar o uso e ocupação de áreas suscetíveis a inundações, é especificamente nesses locais onde são delimitadas as Áreas de Preservação Permanente (APP). Em conformidade com o que foi apresentado, este trabalho tem como objetivo principal realizar um levantamento de fatores hidrológicos como contribuição para delimitação de áreas de preservação permanentes em um loteamento residencial no município de São José do Egito – PE. O estudo foi desenvolvido em um loteamento residencial unifamiliar localizado à margem da Rodovia PE 275, nos entornos da sede do município de São José do Egito – PE. Sabendo a cota máxima de cheia, foi limitado as áreas de preservação permanentes com 30 m de largura a partir da altura da lamina máxima ao longo das margens do rio nas proximidades do loteamento, Nas APPs delimitadas, é possível verificar que não há conservação de acordo com os parâmetros exigidos no código florestal e plano diretor municipal, onde as interferências antrópicas são perceptíveis nas imagens da delimitação, sendo esta a causa de inúmeros impactos relacionados a degradação e perda da qualidade ambiental, e da qualidade de vida da população que habita suas adjacências. Diante dos resultados obtidos com este trabalho, ressalta-se a importância da delimitação das áreas de preservação permanentes e a atenção que elas necessitam por parte dos poderes públicos, a fim de preservar, manter ou recupera-las visto os inúmeros benefícios que trazem quando preservadas.

Palavras-chaves: Estudo Hidrológico, Área de Preservação Permanente (app), Urbanização.

ABSTRACT

Urbanization is a process in which the rural space undergoes major transformations, altering its biotic and abiotic components, where environmental problems reach a greater extent. Unplanned urban growth has brought great problems to society and to public power, environmental disasters have been increasingly frequent and reflect negatively on the quality of life of the population, hydrological studies in hydrographic basins happen due to the need to understand the behavior Of the water balance, from these studies one can design works of containment and prevention for probable impacts on the quality and quantity of the water. Planning and proper land occupation is essential for a good accommodation of the population, they must control the use and occupation of areas susceptible to flooding, it is specifically in these places where the Permanent Preservation Areas (APP) are delimited. In accordance with what has been presented, this work has as main objective a survey of hydrological factors as a contribution to the delimitation of permanent preservation areas in a residential subdivision in the municipality of São José do Egito - PE. The study was carried out in a single-family housing development located at the margin of Highway PE 275, in the surroundings of the municipality of São José do Egito - PE. Knowing the maximum flood quota, the permanent preservation areas 30 m wide were limited from the maximum lamina height along the riverbanks in the vicinity of the plot. In the PPAs delimited, it is possible to verify that there is no conservation according to With the parameters required in the forest code and municipal director plan, where the anthropic interference is perceptible in the images of the delimitation, this being the cause of innumerable impacts related to degradation and loss of environmental quality, and the quality of life of the population living in its surroundings . In view of the results obtained with this work, the importance of the delimitation of the permanent preservation areas and the attention they need by the public authorities is emphasized, in order to preserve, maintain or recover them, given the innumerable benefits they bring when preserved.

Key word: Hydrological study, Permanent Preservation Area (app), Urbanization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Localização do município de São José do Egito..... 23
Figura 3.2 - Mapa do município de São José do Egito..... 24
Figura 4.1 - Localização do loteamento..... 29
Figura 5.1 - Representação da localização bacia hidrográfica do rio São José. 31
Figura 5.2 - Localização da bacia hidrográfica e loteamento..... 32
Figura 5.3 - Classificação hipsométrica da bacia hidrográfica do rio São José.. 33
Figura 5.4 - Perfil longitudinal do rio principal da bacia do rio São José..... 33
Figura 5.5 - Classificação do uso e ocupação do solo bacia hidrográfica do rio São José..... 35
Figura 5.6 - Seção do canal tem geometria trapezoidal temos..... 40
Figura 5.7 - Imagem do corte transversal da seção..... 45
Figura 5.8 - Imagem da delimitação da área de preservação permanente..... 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1- População de São José do Egito, Pernambuco e Brasil..... 25
Tabela 3.2- Indicadores sociais do município de São José do Egito - PE..... 26
Tabela 5.1- Áreas da classificação do uso do solo..... 34
Tabela 5.2- Precipitação máxima estimada para diferentes tempo de retorno..... 37
Tabela 5.3- Intensidade de chuva para diferentes tempos de retorno..... 37
Tabela 5.4- Relação entre as durações..... 38
Tabela 5.5- Dados usados para ajustes dos parâmetros da equação IDF..... 39
Tabela 5.6- Observação do melhor R^2 obtido variando-se o valor de "b"..... 40
Tabela 5.7- Ponderação do valor de CN..... 42
Tabela 5.8- Dados utilizados para cálculo da altura da lamina d'água..... 44
Tabela 5.9- Cálculo da altura da lamina d'água com uso da tabela eletrônica alternando o valor de h..... 45

SUMÁRIO

SUMÁRIO **11**

1.0 INTRODUÇÃO **11**

2.0 Objetivos 13

2.1 Objetivo geral *13*

2.2 Objetivos específicos *13*

3.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **14**

3.1 Bacias hidrográficas 14

3.2 Utilização de sistemas de informação geográfica em estudos ambientais 14

3.3 Preservação ambiental 15

3.4 Gestão ambiental 16

3.5 Áreas de preservação permanente às margens de cursos de água em áreas urbanas 16

3.6 Loteamento 20

3.7 Município de São José do Egito 22

3.7.1 Descrições gerais do município de São José do Egito *23*

3.7.3 Dados demográficos do município *23*

3.7.4 Principais indicadores sociais *25*

3.7.5 Dados econômicos *25*

3.7.6 Vegetação *26*

3.7.7 Educação *27*

4.0 METODOLOGIA **28**

4.1 Localização da Área de Estudo 28

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO **30**

5.1 Delimitação e Caracterização da Bacia Hidrográfica do rio São José. 30

5.2 Declividade média do curso d'água principal 33

5.3 Uso e ocupação do solo. 33

5.4 Tempo de concentração 35

5.5 Cálculo da intensidade máxima provável e da equação IDF. 35

5.6 Estimativa do coeficiente de escoamento com base em características das superfícies 40

5.7 Determinação da precipitação efetiva e vazão. 41

5.8 Altura da lâmina d'água às margens do rio. 42

5 CONCLUSÕES 46

1.0 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano sem planejamento tem trazido grandes problemas à sociedade e ao poder público, desastres ambientais têm sido cada vez mais frequentes e refletem negativamente na qualidade de vida da população. Hoje, vários profissionais buscam encontrar soluções para problemas de alagamentos, degradação de mananciais, alterações microclimáticas, dentre outros. Modificações, como a impermeabilização dos solos em áreas urbanas, são exemplos de eventos que causam consequências, alterando vazões máximas e mínimas dos mananciais, podendo levar a altos picos de vazão e, como consequência, uma frequência, cada vez maior, de inundações. Segundo Tucci (2001) os problemas causados pela inundação são resultado da frequência com que ocorrem e do grau de ocupação da bacia hidrográfica pela população.

Muitas vezes, na falta de informações e de uma equipe profissional multidisciplinar que conheça os problemas e suas causas, adotam-se medidas com custos elevados e que tendem a aumentar o problema que pretendiam resolver. A população afetada por uma inundação, solicita de imediato a execução de um canal, que apenas irá transferir o problema para jusante da bacia (TUCCI e BERTONI, 2003).

A realização de estudos hidrológicos em bacias hidrográficas se impõe devido à necessidade de compreender o comportamento do balanço hídrico. A partir desses estudos obras de contenção e prevenção de impactos sobre a qualidade e a quantidade da água podem ser planejadas. Modelos de representação do comportamento físico da natureza requerem uma gama de informações que nem sempre estão disponíveis. Com o intuito de garantir uma melhor aproximação do modelo ao evento real, 20 a 30 anos de dados históricos são necessários para auxiliar os estudos, necessitando o balanço hídrico de dados sobre precipitação, vazão, evaporação e infiltração.

O poder público municipal tem papel fundamental sobre o planejamento urbano e sobre a organização do uso e ocupação do solo. De acordo com Santos (2004), o planejamento:

> (...) é um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizadas das informações, por meio de procedimentos e métodos, para chegar a decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis. Sua finalidade é atingir

> metas específicas no futuro, levando à melhoria de uma determinada situação e ao desenvolvimento das sociedades.

O planejamento e a adequada ocupação do solo são essenciais para uma boa acomodação da população e o controle do uso e ocupação de áreas suscetíveis a inundações. É nesses locais que o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) prevê a instalação de Áreas de Preservação Permanente (APP).

> "considera-se APP uma área protegida, em zonas rurais ou urbanas coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas".

Se por um lado, a ocupação dessas áreas causa a redução ou retirada total da vegetação, a qual tem função fundamental para o equilíbrio ecológico, por outro lado, sua delimitação e instalação oferecem proteção para as águas e para o solo, minimizando o assoreamento e amortecendo a força das águas que chegam aos rios, represas e lagos, preservando a qualidade da água e impedindo a entrada de poluentes no corpo hídrico. Segundo Lewinsohn et al. (2010), as APP, são de essencial importância no controle das inundações, funcionando como "piscinões", que "dissipam as forças erosivas do escoamento superficial das águas pluviais, funcionando como importantes controladores de enchentes". Além disso, contribuiria para o aumento da água infiltrada no solo, reduzindo o escoamento superficial e diminuindo as inundações a jusante, minimizando problemas relacionados a alagamentos e inundações nas cidades.

Este trabalho, baseado em levantamento de fatores hidrológicos para delimitação de áreas de preservação permanente e em critérios de atendimento ao arcabouço legal, nas esferas municipal, estadual e federal, representa importante contribuição para o planejamento do uso e ocupação do solo no entorno de cursos d'água urbanos visando salvaguardar a população de eventos como inundações e alagamentos causados por fortes precipitações.

2.0 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Realizar levantamento de fatores hidrológicos, como contribuição para a delimitação de áreas de preservação permanente em um loteamento residencial no município de São José do Egito – PE.

2.2 Objetivos específicos

- Delimitar a bacia do rio São José;
- Caracterizar hipsograficamente a bacia hidrográfica;
- Traçar o perfil longitudinal do rio São José;
- Caracterizar os solos e seus revestimentos;
- Estimar tempo de concentração da bacia através de equações empíricas;
- Estimar o coeficiente de escoamento superficial;
- Estimar alturas de lâminas de água as margens do rio.

3.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Bacias hidrográficas

Uma bacia hidrográfica é uma unidade fisiográfica, limitada por divisores topográficos, que recolhe a precipitação, age como um reservatório de água e sedimentos, escoando-os em uma seção fluvial única, denominada exutório. Ou seja, é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, tal que toda a vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída. Segundo (TUCCI, 1997), a bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório.

Do ponto de vista da gestão de recursos hídricos, no Brasil, a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Sua caracterização faz-se necessária para estimar a quantidade de água resultante no ponto exutório da bacia, sendo importante frisar que sua área influencia diretamente em qualquer tipo de avaliação e intervenção, referente à bacia hidrográfica, inclusive nas dimensões de áreas de proteção permanente (APP).

3.2 Utilização de sistemas de informação geográfica em estudos ambientais

Os sistemas de informação geográfica (SIG) são definidos por Rocha (2000) como sistemas com capacidade para aquisição, armazenamento, integração, processamento, recuperação, transformação, manuseio, modelagem, atualização, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas, associadas ou não a um banco de dados alfanuméricos.

O processo de realizar operações com dados espaciais permite ao SIG o levantamento, o manuseio digital, o mapeamento e a análise de um conjunto de atributos georreferenciados, sendo utilizado em várias aplicações como tributações, licenciamento de atividades, parcelamento do solo, planejamento urbano, educação, saúde, transportes, infraestrutura urbana (redes de energia elétrica,

telecomunicações, abastecimento de água, drenagem pluvial, esgotamento sanitário) e também planos estratégicos de setorização, dentre tantas outras (DAVIS JÚNIOR; OLIVEIRA, 2002).

De acordo com Assad e Sano (1998) e Florenzano (2002), o geoprocessamento faz uso de técnicas matemáticas e computacionais para a análise de informações geográficas e seu uso tem sido difundido em estudos ambientais. O uso dessa ferramenta é muito importante para a tomada de decisões em planejamento urbano e ambiental, destacando-se por ser uma tecnologia que demanda baixos custos.

FLORENZANO (2002) justifica o emprego dessas técnicas em projetos e estudos ambientais, destacando que “as imagens de satélites proporcionam uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (de dinâmica) de extensas áreas da superfície terrestre. Elas mostram os ambientes e a sua transformação, destacam os impactos causados por fenômenos naturais e pela ação do homem através do uso e ocupação do espaço”.

Imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) são muito utilizadas na elaboração de estudos ambientais, pois permitem caracterizar o relevo e definir perfis topográficos e a altimetria de regiões estudadas. Estas imagens são classificadas como modelos digitais de elevação (MDE), de grande importância para estudos geomorfológicos, onde o relevo é objeto de estudo (CARVALHO e BAYER, 2008).

3.3 Preservação ambiental

Preservação ambiental consiste em proteger o meio ambiente das ações do homem, sem desconsiderar a questão econômica ou de uso, sendo influenciada por aspectos como legislação ambiental, ética e educação.

A legislação ambiental é o conjunto de leis, normas, regras e padrões, especificamente dirigidos para proteger o meio ambiente, a ética é entendida como o modo do homem se desenvolver em harmonia com a natureza, orientando-se pelo padrão determinado pela legislação e a educação é o ato da aprendizagem que sensibiliza o indivíduo e o faz compreender o assunto desejado.

3.4 Gestão ambiental

Assuntos ambientais se tornaram um ponto crítico para os negócios nos últimos anos. Adequações com regulamentos, decisões legais de responsabilidade financeira por danos ambientais, o aumento da importância por parte de grupos e clientes tem pressionado empresas a mudar o rumo da produção, dando maior importância para a gestão do meio ambiente.

De acordo com Tavares (2008), gestão ambiental é ação de planejamento através de medidas econômicas, investimentos e providências institucionais e jurídicas, com a finalidade de manter e recuperar a qualidade do meio ambiente e assegurar a produtividade dos recursos e o desenvolvimento social.

Logo, a implantação de um sistema de gestão ambiental requer uma reavaliação na missão das empresas, alteração das políticas, estratégias, capacitação e investimento do pessoal envolvido.

A cada ano têm sido mais debatidos os problemas relacionados ao meio ambiente, os eventos extremos ocorridos nos últimos anos, como chuvas intensas, extensos períodos de secas e aumento nas temperaturas, têm sido apontados pelos estudiosos como sendo reflexos de práticas antrópicas agressivas ao meio ambiente, tornando-se claro que é necessária uma mudança comportamental urgente para não agravar ainda mais esta degradação.

3.5 Áreas de preservação permanente às margens de cursos de água em áreas urbanas

As áreas de preservação permanente têm por propósito proteger o ambiente natural de qualquer ação que venha modificar seu estado natural, devendo estar com a cobertura da vegetação, sendo áreas onde a alteração e o uso do solo são proibidos. A cobertura vegetal nesses ambientes irá amenizar os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para a qualidade das águas, regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos rios e reservatórios, além de ser fundamental para a proteção da fauna (COSTA; SOUZA e BRITES, 1996).

Conforme o Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), em seu Capítulo I, Art. 3°, Área de Preservação Permanente (APP) é definida como:

> [...] área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Estas áreas de preservação permanente, em zonas rurais ou urbanas devem estar localizadas, ainda conforme a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, Art. 4º, nos seguintes locais:

> I – as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
> a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
> b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
> c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
> d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
> e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
> II – as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
> a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
> b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
> III – as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento, observado o disposto nos parágrafos 1º e 2º;
> IV – as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água, qualquer que seja a sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; (Redação dada pela Medida Provisória nº 571, de 2012).
> V – as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
> VI – as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
> VII – os manguezais, em toda a sua extensão;
> VIII – as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
> IX – no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;
> X – as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;
> XI – em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado. (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012)

As áreas de preservação permanentes são de fundamental importância para a conservação dos recursos e sistemas naturais no meio urbano, sendo a elas atribuída a função de manter o mínimo do sistema natural local, diante das

transformações promovidas pelo homem. Para o meio urbano as APPs se tornaram primordiais, pela série de benefícios que trazem à população, conforme Servilha, 2007 apud Coelho Júnior 2010:

> No meio urbano as APPs têm o potencial de funcionar como amenizadores de temperatura (controle climático), diminuir os ruídos e o nível de gás carbônico (melhoria da qualidade do ar), promover equilíbrio de distúrbios do meio (proteção contra enchentes e secas), proteger as bacias hidrográficas para abastecimento de águas limpas (controle e suprimento de águas), proporcionar abrigo para a fauna silvestre (controle biológico e refúgio da fauna), promover a melhoria da saúde mental e física da população que as frequenta (função recreacional e cultural), e contribuir para o melhoramento estético da paisagem.

Conforme foi destacado acima, estas áreas proporcionam melhorias na qualidade de vida das populações urbanas, protegem áreas susceptíveis a erosão, contribuem para o controle de assoreamento nos corpos hídricos, favorecem a recarga de lençóis freáticos e o amortecimento das cheias nas margens dos rios, contribuindo para o controle de enchentes, apresentam capacidade de proporcionar um microclima no ambiente urbano em relação a temperatura, e minimizar os efeitos da poluição sonora (ANDRADE, 2005 apud FELICIO, 2006).

O Quadro 3.1 resume um grande conjunto de valores associados às áreas de preservação permanente, em áreas urbanas e rurais, de acordo com vários critérios, conforme Fisher e Sá (2007) apud Borges (2011).

Quadro 3.1 - Valores associados às áreas de preservação permanente.

Critério	Meio urbano	Meio rural
Econômico	Influência positiva ou negativa nos valores das propriedades, de acordo com o tipo de vegetação e o tipo de utilização da área. Há custos de manutenção em áreas urbanas, demandando planejamento específico para que atinjam o fim esperado.	Promovem a manutenção de processos ecológicos que permitem a perpetuação da exploração econômica de atividades relacionadas à exploração das áreas rurais e de seus recursos.
Ecológico	Sofrem grande variação de acordo com os níveis de poluição decorrentes da atividade urbana, mas servem de abrigo para a fauna remanescente e podem atuar preventivamente no controle de deslizamentos de terras e enchentes quando da existência de vegetação, de acordo com características do solo e topografia.	Promovem *habitat* para elementos da fauna, protegem os corpos hídricos do assoreamento, contaminação por poluentes resultantes das atividades econômicas e servem como corredor ecológico, interligando maciços florestais.
Paisagístico	Constituem-se em elemento básico das unidades de paisagem, funcionando como contraponto aos espaços construídos.	Possuem relevante importância paisagística.
Físico	Reduzem a poluição atmosférica e a sonora; influenciam na temperatura da cidade; reduzem a força e condicionam a circulação dos ventos; atuam como ponto de absorção da água das chuvas e permitem a absorção de lençóis freáticos; podem fornecer sombreamento para transeuntes e áreas livres para recreação dependendo do tipo de vegetação existente.	Protegem os processos ecológicos e podem ser exploradas economicamente por meio do turismo (amenidades) ou outras atividades de baixo impacto.
Psicológico	Servem a propósitos religiosos; permitem o contato com a “natureza” para habitantes da urbe; podem permitir o lazer ativo e passivo, de acordo com as características do relevo e vegetação; podem ser elemento integrante da paisagem e identidade	Favorecem a construção das relações do indivíduo com o meio que o circunda e entre os indivíduos. Para alguns grupos, podem ter função cultural e não meramente econômica

Fonte: FISHER e SÁ, 2007 apud BORGES, 2011.

A aplicação da Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal) ainda não é eficiente, pois não existe uma demarcação oficial das áreas de preservação permanente; nas áreas urbanas, geralmente, seus limites não são respeitados, ocorrendo ocupações irregulares em áreas da periferia, ou mesmo em áreas mais centrais, onde os loteamentos aprovados também ocupam APPs. Existem muitas APPs abandonadas e degradadas, em zonas urbanas, nas quais a vegetação nativa foi suprimida e deu lugar a plantas forrageiras introduzidas por habitantes das proximidades, a fim de produzir forragem para seus animais. Os impactos aumentam com a disposição de despejos clandestinos, entre os quais galhos provenientes de podas, animais mortos, resíduos da construção civil, de limpeza de quintais e terrenos, móveis e pneus velhos. Sem nenhuma proteção as APPs ocupadas por gramíneas altas, favorecem a criminalidade, tornando-se ambiente perigoso, servindo de refúgio para marginais, tráfico e uso de drogas, homicídios, ocultação de cadáveres, estupros e diversos problemas relacionados ao mundo do crime. Visto isso, é perceptível que a intervenção do poder municipal é fundamental, para um planejamento adequado do uso e ocupação do solo, pois a gestão em escala local torna-se mais detalhada e classifica as fragilidades com mais rigor. As APPs no meio urbano precisam ser delimitadas e protegidas, para o bem do meio ambiente, assim como para promover a melhoria da saúde, segurança e tranquilidade da população urbana.

3.6 Loteamento

Loteamento é uma forma de parcelamento do solo urbano, definida pelo Artigo 2º da Lei nº 6.766/1979) “§ 1º - Considera-se loteamento a subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes”.

Rizzardo (1996) classifica loteamento como “a operação que se utiliza de dados técnicos de agrimensura para dividir uma área em tantas outras porções autônomas, com possibilidade de vida própria”.

Para que seja possível admitir um loteamento existem requisitos estabelecidos pela legislação, a exemplo do Art. 3º da Lei 6.766/1979.

> Art. 3º Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo plano diretor ou aprovadas por lei municipal. (Redação dada pela Lei nº 9.785, de 1999).
> Parágrafo único - Não será permitido o parcelamento do solo:
> I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
> II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;
> III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;
> IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;
> V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

O loteamento é um empreendimento que, para ser efetivado, precisa de aprovação dos departamentos de obras e urbanismo dos municípios, que seguem os requisitos da legislação. O professor Meirelles (2000) define loteamento como um meio de urbanização que só é realizado por meio de procedimento formal do proprietário da gleba, que faz seu planejamento, reúne documentação e submete à aprovação da Prefeitura, para posterior inscrição no registro de imóveis, e faz a transferência gratuita das áreas das vias públicas e espaços livres ao poder municipal.

A migração do homem do campo para o meio urbano, em busca de oportunidades e melhores condições de vida, causou um crescimento acelerado das cidades, estando os municípios despreparados para acomodar os imigrantes e atender suas necessidades básicas, surgindo daí graves problemas sociais e ambientais. A baixa renda das famílias dificulta a aquisição da casa própria e isso propicia a invasão de áreas públicas, geralmente áreas de risco, encostas de morros e Áreas de Preservação Permanente, sendo as moradias edificadas de forma precária e sem saneamento, formando os aglomerados denominados de favelas. Desta forma é notória a necessidade do desenvolvimento de políticas que possibilitem a oportunidade da aquisição de moradias e favoreçam a fiscalização, no sentido de inibir a ocupação e aglomeração irregulares, tornando possível um planejamento adequado para o uso e ocupação do solo.

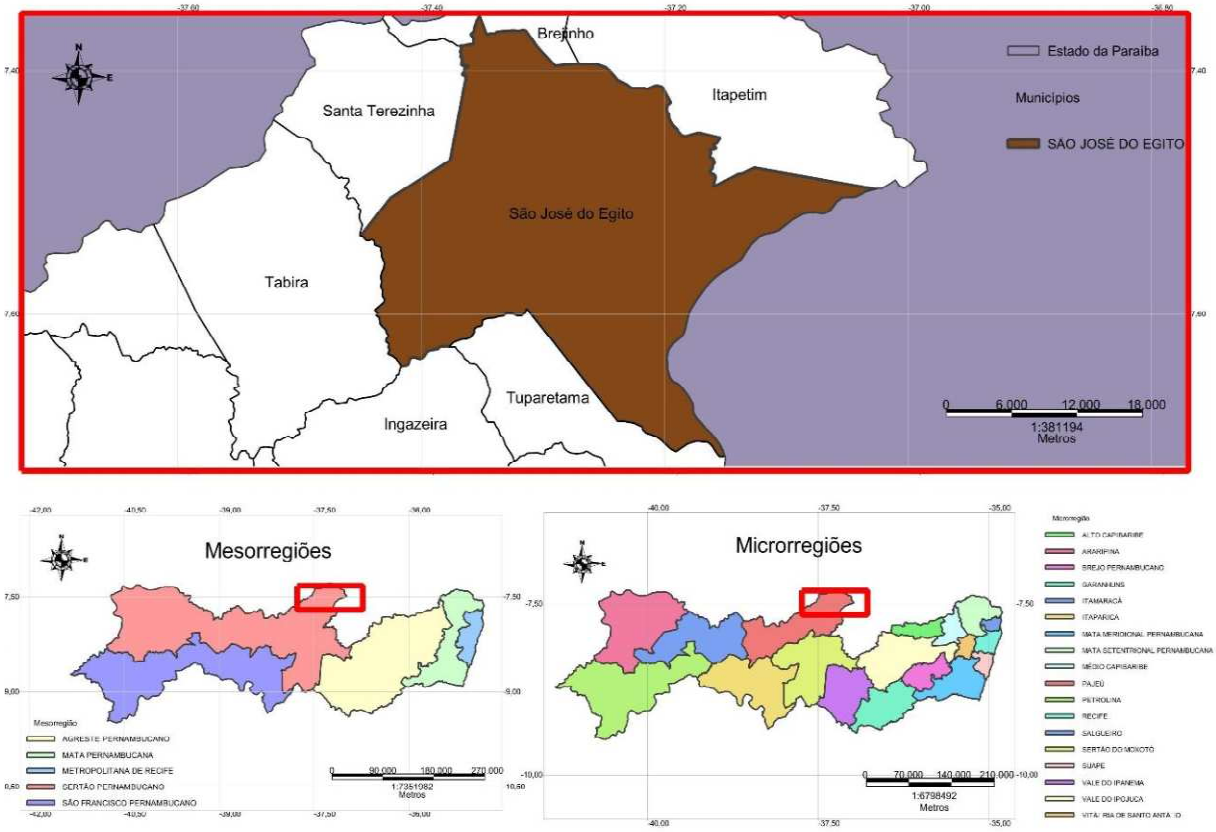
O déficit habitacional e a necessidade de moradia, contribuem para os parcelamentos clandestinos, desfavorecidos de infraestrutura básica. Cabe ao poder público estabelecer normas complementares relativas ao parcelamento do solo municipal, que contemplem a adequação a realidades regionais e locais.

O parcelamento do solo urbano é regido pela, já referida, Lei 6.766/1979, que preconiza normas urbanísticas, sanitárias, civis e penais visando disciplinar a ocupação do solo e o desenvolvimento urbano, impondo que sejam cumpridos requisitos que estão expressos como condição para o desenvolvimento válido e regular de todo o empreendimento.

3.7 Município de São José do Egito

O município de São José do Egito está localizado na Macrorregião do Sertão Pernambucano e na Microrregião do Pajeú limitando-se ao norte com Itapetim e Brejinho, ao Sul com Ingazeira e Tuparetama, a Leste com o estado da Paraíba e ao Oeste com Tabira e Santa Terezinha (Figura 3.1). A sede municipal tem como coordenadas geográficas centroides: Latitude: 7º 28'44'' Sul, Longitude: 37º 16'28'' Oeste, distanciando-se 404 km do Recife, capital de Pernambuco

Figura 3.1 – Localização do município de São José do Egito.



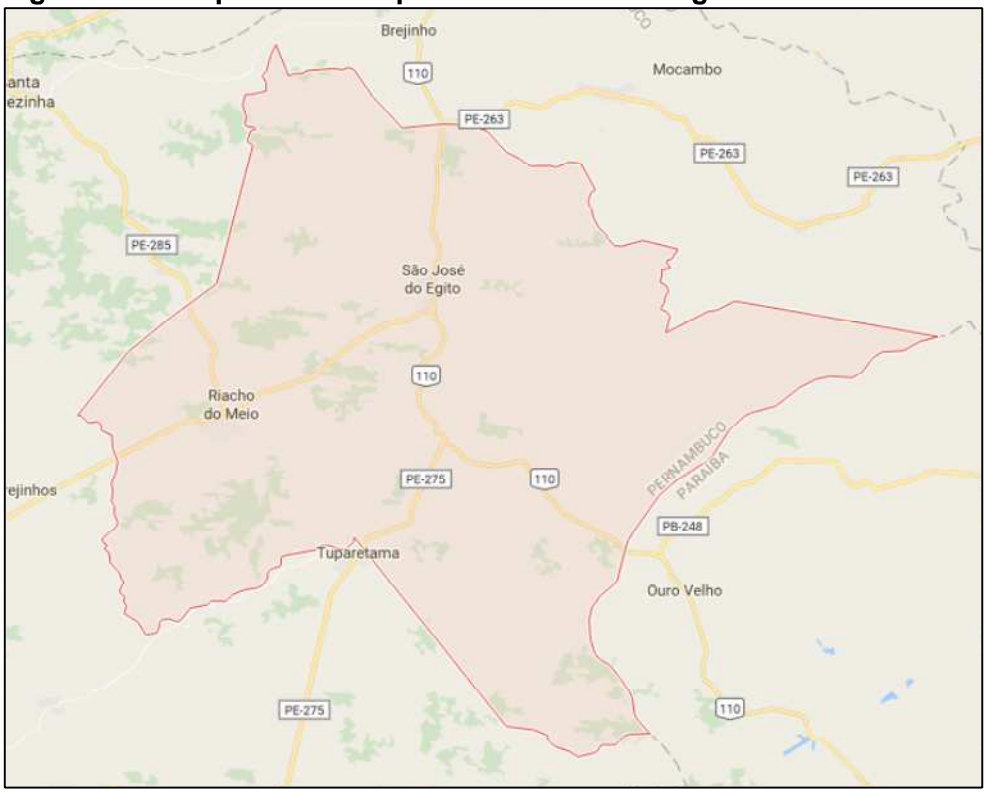
3.7.1 Descrições gerais do município de São José do Egito

São descritas, a seguir, as principais características de interesses para o estudo, relativas ao município de São José do Egito.

3.7.2 Área territorial

Com uma área territorial de 794,143/ km^2 o município de São José do Egito apresenta uma densidade demográfica de acordo com a estimativa da população em 2016 pelo IBGE, de 42,23 hab/km^2. A Figura 3.2, ilustra os limites de São José do Egito, bem como as principais rodovias que o cortam.

Figura 3.2 – Mapa do município de São José do Egito – PE.



Fonte: GOOGLE MAPS, 2016

3.7.3 Dados demográficos do município

Segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (2013), a população urbana do município, no ano de 2010, era de 20.960 habitantes (65,85 %), enquanto que a população rural em 2010 era de 10.869 habitantes (34,15 %), resultando em

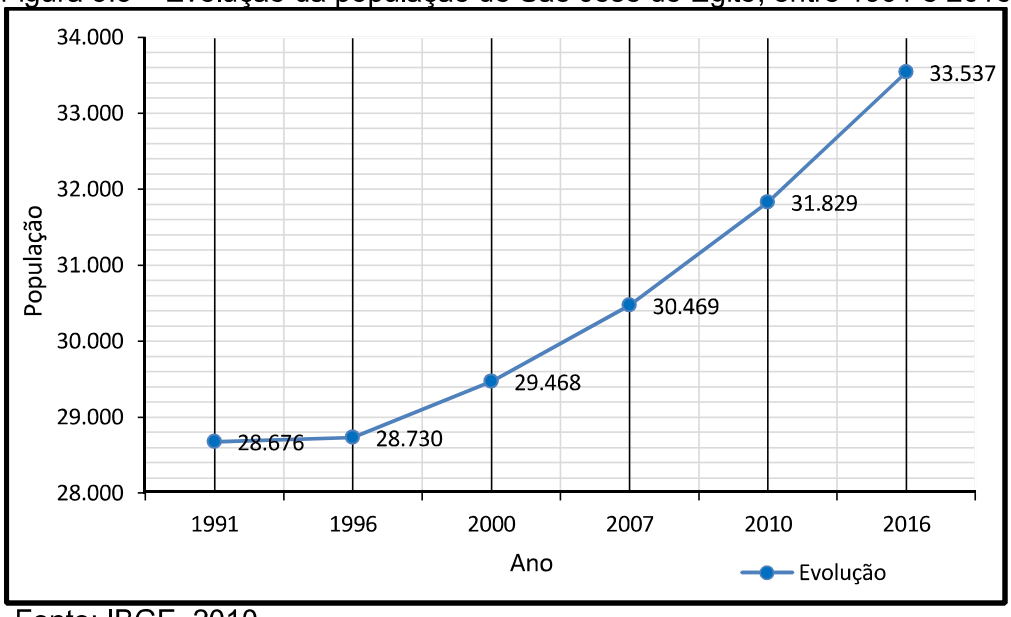
uma população de 31.829 habitantes. De acordo com a última estimativa populacional disponível no site do IBGE, a população estimada para São José do Egito-PE em 2016 é de 33.537 habitantes. A Tabela 3.1 apresenta a evolução do crescimento populacional do município de São José do Egito-PE, em comparação ao estado de Pernambuco e ao Brasil, indicando um baixo crescimento demográfico municipal. A Figura 3.3 ilustra a evolução população municipal entre os anos de 1991 e 2016.

Tabela 3.1 – Evolução do crescimento populacional de São José do Egito, Pernambuco e Brasil, entre 1991 e 2016.

ANO	SÃO JOSÉ DO EGITO	PERNAMBUCO	BRASIL
1991	28.676	7.127.855	146.825.475
1996	28.730	7.361.368	156.032.944
2000	29.468	7.918.344	169.799.170
2007	30.469	8.485.386	183.987.291
2010	31.829	8.796.448	190.755.799
2016	33.537	9.410.336	206.081.432

Fonte: IBGE,2010

Figura 3.3 – Evolução da população de São José do Egito, entre 1991 e 2016



Fonte: IBGE, 2010

3.7.4 Principais indicadores sociais

A Tabela 3.2 apresenta os principais indicadores sociais do município de São José do Egito.

Tabela 3.2 – Indicadores sociais do município de São José do Egito - PE.

INDICADOR	ANO		
	1991	2000	2010
Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM)	0,397	0,508	0,635
Longevidade	0,662	0,727	0,816
Taxa de mortalidade infantil (Até 1 ano de idade, por 1.000 nascidos vivos)	69,23	52,40	25,45
Índice de Gini	0,67	0,58	0,53
Proporção de pobres (%)	73,05	53,77	34,97

Fonte: ADHB, 2013

3.7.5 Dados econômicos

Segundo o Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável do Sertão do Pajeú (MDS/SDT, 2011), dentre as atividades econômicas com maior desenvolvimento nesse território, destacam-se pecuária, caprinocultura e ovinocultura, o que se explica devido á fácil adaptação desses animais às condições climáticas do semiárido. No que se refere às atividades agrícolas nos municípios da microrregião são predominantes os cultivos de mandioca, feijão e milho, apenas em épocas de chuva, caracterizando-se como as principais atividades de agricultura familiar.

Na área urbana o comércio tem destaque na economia. Nos dias de feiras livres a comercialização é intensificada, sendo uma tradição entre os nordestinos sertanejos participarem dessas feiras, destacando-se a comercialização de produtos escoados da agricultura familiar, animais de pequeno porte como galinhas, caprinos e ovinos e seus subprodutos (ovos e carnes). Além dos produtos do cultivo das lavouras temporárias como feijão, milho, mandioca, cana de açúcar, batata doce, algodão herbáceo e tomate, também são comercializados aqueles das lavouras permanentes como goiaba, banana, fibra de agave, castanha de caju, manga e laranja (PCFAAS, 2005).

Atualmente, a economia local vem se desenvolvendo, sobretudo, através do comércio e da avicultura de corte e de postura de pequeno e de médio portes. De acordo com dados da COPASA - Cooperativa de Suinocultores e Avicultores do Alto Pajeú, que atende aos cooperados do município, existem aproximadamente 223 granjas de frango distribuídas nas áreas rurais. Deste modo, segundo o IBGE (2010), o Produto Interno Bruno (PIB) está associado ao desenvolvimento dos serviços, indústria e agropecuária. O desenvolvimento desta atividade econômica vem possibilitando o aumento da oferta de emprego no município e também evidenciando a eclosão ou processos latentes de conflitos entre a população local, devido aos problemas de escassez de água e indisponibilidade de recursos hídricos.

3.7.6 Vegetação

O município de São José do Egito-PE está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, representando a paisagem típica do semiárido nordestino. A vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia. O clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril (PRADO, 2003).

A caatinga é uma savana - estépica com fisionomia de deserto, que se caracteriza por um clima semiárido com poucas e irregulares chuvas e uma vegetação aparentemente seca. Catinga (do Tupi: caa (mata) + tinga (branca) = mata branca) é o único bioma exclusivamente brasileiro, o que significa que grande parte do seu patrimônio biológico não pode ser encontrado em nenhum outro lugar do Planeta. A caatinga ocupa uma área de cerca de 850.000 km², cerca de 10% do território nacional, englobando de forma contínua parte dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte do norte de Minas Gerais, determinando o que constitui o chamado Polígono das Secas (ALVES et al., 2009).

Além da importância biológica, a caatinga apresenta um potencial econômico ainda pouco valorizado, destacando-se seu potencial forrageiro como opção alimentar para caprinos, ovinos, bovinos e muares, além da potencialidade frutífera e medicinal.

A Caatinga apresenta três estratos: arbóreo (8 a 12 metros), arbustivo (2 a 5 metros) e herbáceo (abaixo de 2 metros), tendo a flora se adaptado ao clima seco para se proteger. As folhas, por exemplo, são finas ou inexistentes, algumas plantas armazenam água, como os cactos, outras se caracterizam por terem raízes praticamente na superfície do solo para absorver o máximo da umidade. Algumas das espécies mais comuns da região são amburana, aroeira, umbu, baraúna, maniçoba, macambira, mandacaru e juazeiro.

No meio de tanta aridez, a Caatinga surpreende com suas "ilhas de umidade" e solos férteis, são os chamados brejos, que quebram a monotonia das condições físicas e geológicas dos sertões. Nessas ilhas é possível produzir quase todos os alimentos e frutas peculiares aos trópicos do mundo. Essas áreas normalmente localizam-se próximas às serras, onde a abundância de chuvas é maior.

3.7.7 Educação

Segundo a Secretaria de Educação de São José do Egito, atualmente, existem no município cerca de 5510 estudantes na rede municipal de ensino. Em 2010 a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola foi de 95,27%, a de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental foi de 90,03%, a de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo de 47,85% e a de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo de 41,46% (INEP, 2016).

4.0 METODOLOGIA

4.1 Localização da Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido em um loteamento residencial unifamiliar localizado à margem da Rodovia PE 275, nos entornos da sede do município de São José do Egito, conforme ilustrado na Figura 4.1.

Figura 4.1 – Localização do loteamento.

Fonte: GOOGLE EARTH, 2016

Este trabalho seguiu as etapas metodológicas descritas a seguir:

1. Levantamento bibliográfico sobre o tema da pesquisa para a construção da fundamentação teórica;

2. Para a localização e análise do loteamento foram utilizadas imagens disponibilizadas pelo aplicativo Google Earth Pro e plantas-baixas do loteamento;
3. Delimitação da bacia hidrográfica do rio São José: Foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na elaboração dos Mapas Temáticos. Foram utilizadas imagens SRTM (*Shuttle Radar Topograhy Missin*) de cartas que representam a região. Essas foram importantes para uso no software de geoprocessamento QGis, versão 2.14.10, tornando possível verificar a hipsometria, o perfil topográfico longitudinal, o entalhamento da rede de drenagem, a delimitação dos divisores de água, a construção do polígono do limite da bacia hidrográfica e a delimitação da APP;
4. Caracterização dos solos, uso e revestimento: Para caracterizar o solo foram utilizadas Imagens do satélite Landsat 8, do ano de 2015, da região que abrange São José do Egito e municípios vizinhos, para identificar a cobertura da terra com vegetação, campos e corpos de água. Para caracterizar o tipo de uso da área foi feita uma análise supervisionada das imagens com auxílio do software Qgis, versão 2.14.10, com o complemento Semi-Automatic Classification Pluguim, além do conhecimento de campo da região;
5. Perfil Topográfico Longitudinal: Com o uso do software Qgis versão 2.14.10, foi traçado o perfil ao longo do canal principal, da nascente até o ponto exutório, onde se encontra o loteamento em estudo;
6. O estudo hidrológico da área para determinar a altura de lâmina d'água no ponto exutório foi realizado com base na série histórica de dados de precipitação disponibilizados no site da Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2016). Para delimitação da APP também foi utilizado o Qgis versão 2.14.10, sendo limitada pela faixa de 30 m, a partir da lâmina máxima de cheia ao longo das margens do rio nas proximidades do loteamento.

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Delimitação e Caracterização da Bacia Hidrográfica do rio São José.

Os passos para a obtenção do divisor topográfico da bacia consistiram em (1) correção do Modelo Digital de Elevação (MDE) para a remoção de pixels que poderiam comprometer a continuidade do fluxo da água – ferramenta Fill Pit; (2) determinação da direção preferencial do fluxo na superfície – ferramenta D8 Flow Direction, a qual definiu o fluxo, pixel a pixel, em apenas uma direção dentro de oito possíveis caminhos em relação aos pixels vizinhos; (3) obtenção do fluxo acumulado na superfície – ferramenta D8 Contributing Area, que consistiu na representação da linha composta pelos pixels selecionados na etapa anterior, sendo já, nesta etapa, possível definir o exutório da bacia e obter a área de contribuição a montante desse ponto; (4) obtenção da bacia em formato raster – ferramenta Stream Reach and Watershed, com a extração da rede de drenagem numérica para a área de estudo; (5) conversão da bacia, do formato raster para o formato vetor (polígono), com realização dos cálculos de área e perímetro, sendo o resultado do procedimento descrito ilustrado nas Figuras 5.1 e 5.2.

Figura 5.1 – Representação da localização da bacia hidrográfica do rio São José.

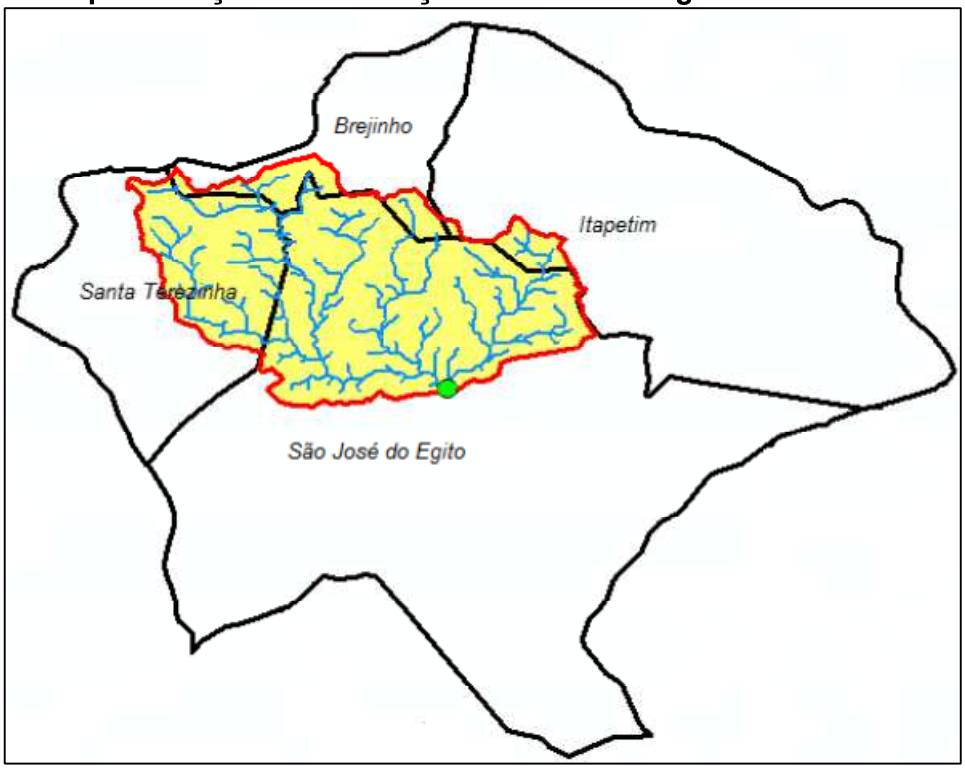
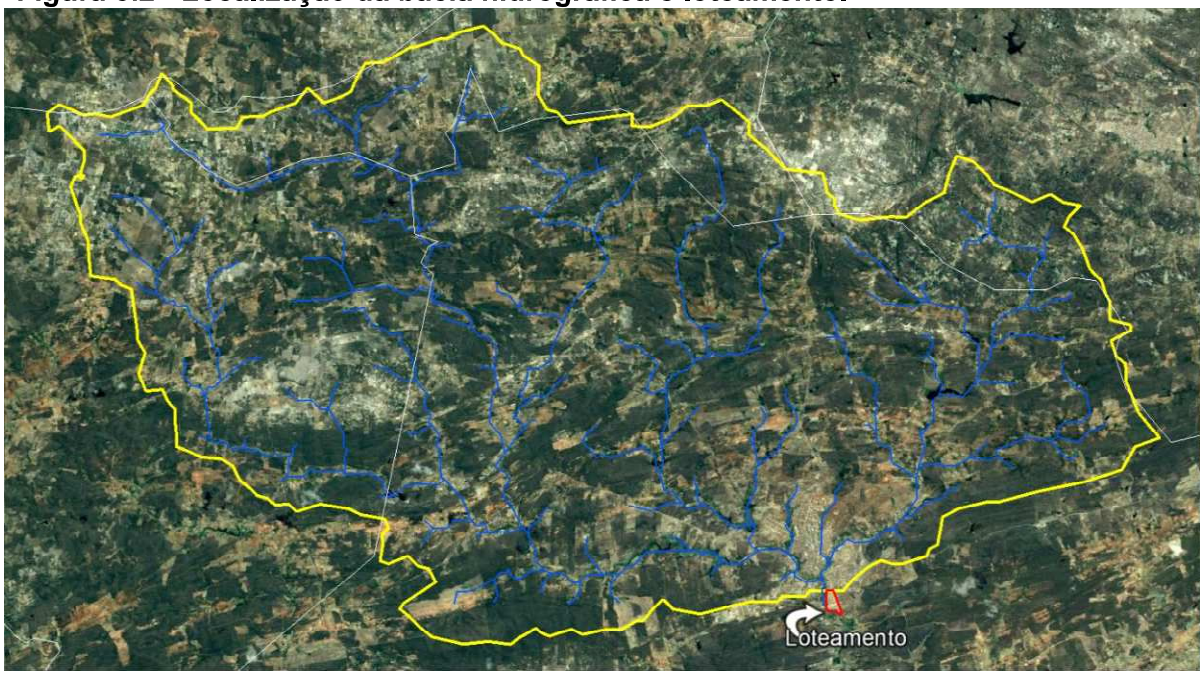


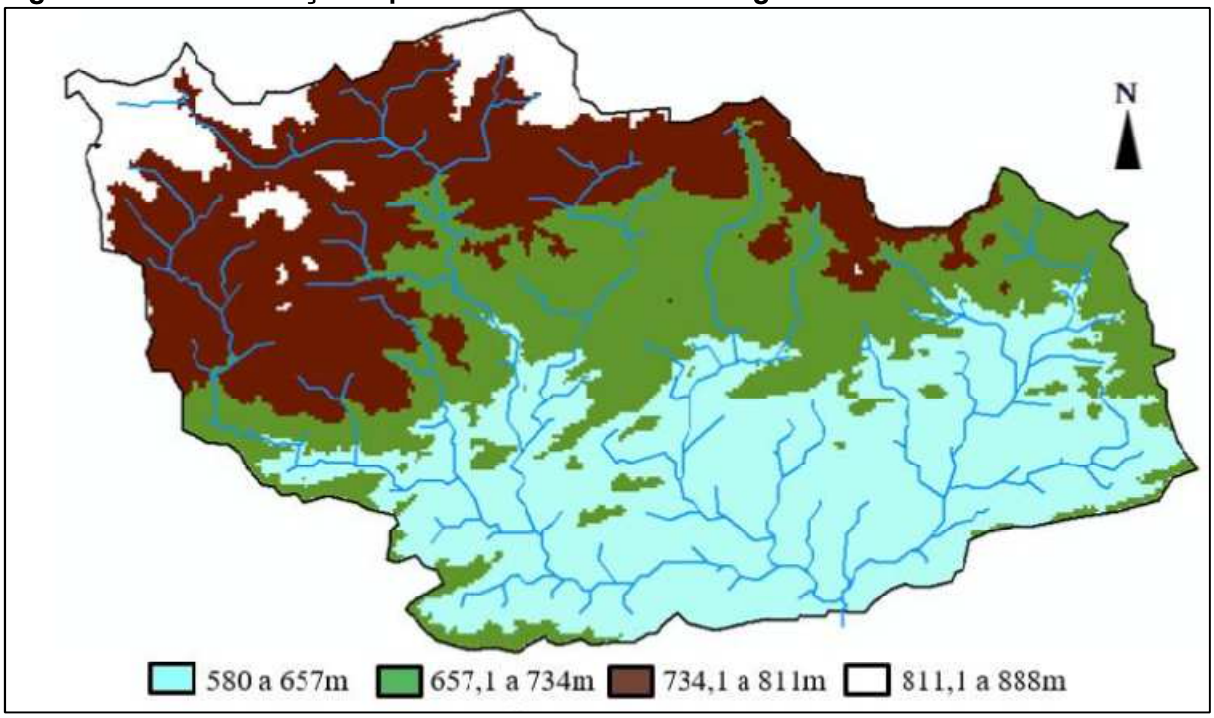
Figura 5.2 - Localização da bacia hidrográfica e loteamento.



Fonte: GOOGLE EARTH,2016.

A Figura 5.3 representa o mapa hipsométrico, tornando possível caracterizar diferentes classes altimétricas do relevo.

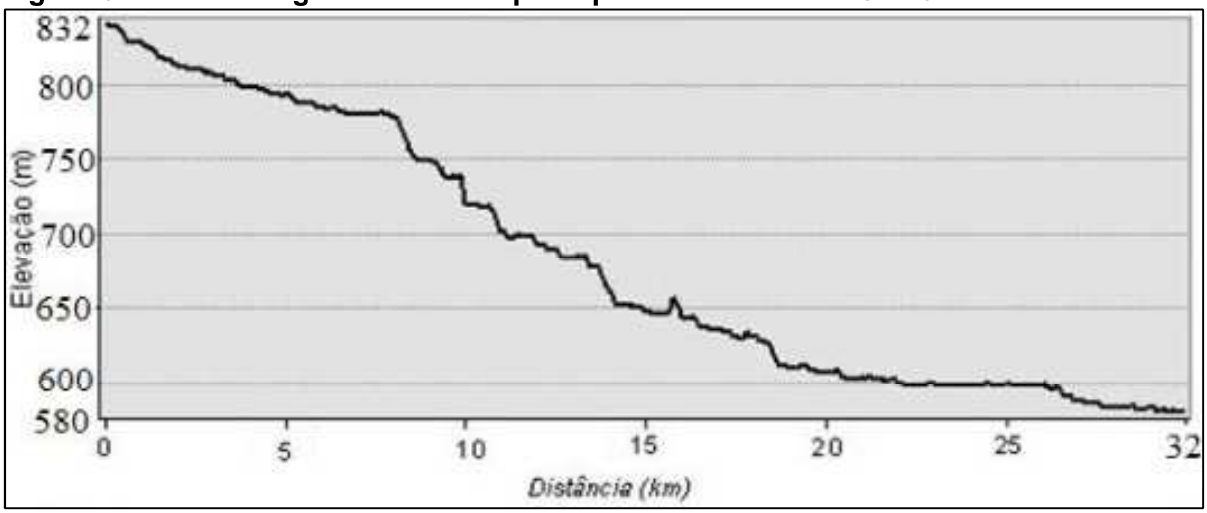
Figura 5.3 - Classificação hipsométrica da bacia hidrográfica do rio São José.



A análise da Figura 5.3 possibilita verificar que as cotas altimétricas da bacia variam entre 580 a 888m, com relação ao nível do mar, sendo classificadas em 4 classes, variando em 77m cada. Nas áreas entre 811,1 e 888m, de cor branca, encontram-se as maiores altitudes nas cabeceiras do rio, ocupando uma área de 1.855,42ha, representando 6,07% da bacia, sendo a extensão do canal de aproximadamente 1,73km. A classe com cotas altimétricas entre 734,1 e 811m, de cor marrom escura, com área de 8.546,76ha, representa 27,8% da bacia e uma extensão de 8,2 km de canal, enquanto a classe com cotas entre 657,1 e 734m, de cor verde, com área de 8.352,56ha, representa 27,17% da área total e compreende uma extensão de canal de 4,96km. As cotas entre 580 e 657, de cor azul clara, estão inseridas em área de 11.977,28ha, representando 38,9% da área total, sendo a mais abrangente da bacia, com uma extensão do canal de aproximadamente 17,11km.

O perfil longitudinal do rio principal da bacia do rio São José, como ilustra a Figura 5.4, mostra a relação entre a altimetria e o comprimento do curso de água sendo verificado que a cota no ponto mais alto do rio é de 832 m e a mais baixa é de 580 m. Com a extensão do canal de 32 km, a declividade ao longo do rio apresenta-se bem íngreme, em certos pontos, tornando-se mais suave próximo ao ponto exutório. A declividade acentuada e o desmatamento das áreas de várzea favorecem a erosão e a lixiviação do solo, causando sérios problemas na bacia, principalmente com relação à degradação dos solos e à qualidade da água.

Figura 5.4 - Perfil longitudinal do rio principal da bacia do rio São José.



5.2 Declividade média do curso d'água principal

A declividade média do curso d'água (0,007875m.m^{-1}, 0,7875%) foi determinada pela relação entre a diferença total da elevação (252m), entre os dois pontos, de cota máxima e mínima do leito do rio, e a distância entre eles (32km).

5.3 Uso e ocupação do solo.

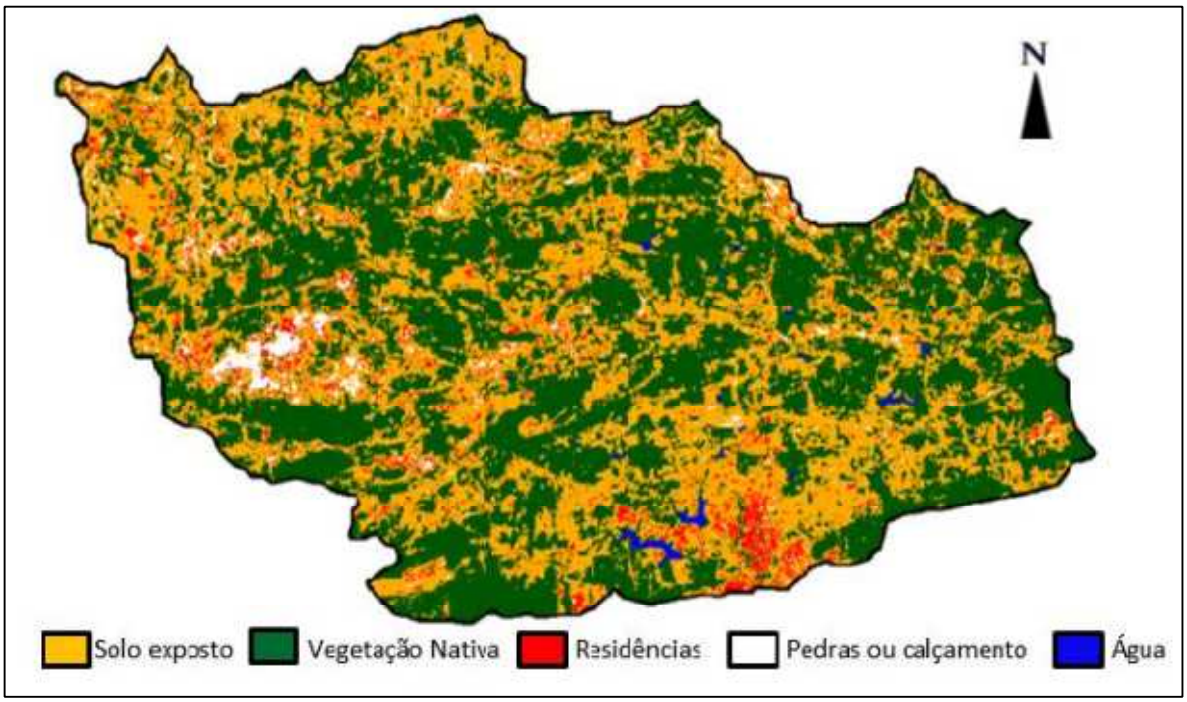
A região que abrange a bacia em estudo é composta basicamente de pequenas propriedades rurais, que desenvolvem a agricultura de subsistência (culturas como milho, feijão, mandioca) e também atividades de agropecuária. Com isso há na região a predominância de áreas desmatadas provenientes dessas atividades ao longo dos anos, sendo poucos os impactos provenientes de atividades industriais.

A classificação de uso do solo, gerado a partir do mosaico de imagens do satélite Landsat 8, pode ser observada na Figura 5.5. Com a necessidade de realizar uma análise da área, a mesma foi subdividida em área de vegetação nativa, solo exposto, pedras ou calçamento e água. Com a identificação dessas quatro subdivisões foi possível calcular as áreas de cada uma dessas classes bem como as respectivas porcentagens em relação à área total da bacia, conforme mostrado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Áreas da classificação do uso do solo.

TIPO DE ÁREA	ÁREA (km^2)	PORCENTAGEM (%)
Solo exposto	172,40	56,1
Vegetação nativa	103,54	33,7
Residência	13,55	4,4
Pedra ou calçamento	11,49	3,7
Água	6,43	2,1
Total	307,41	100

Figura 5.5 – Classificação do uso e ocupação do solo bacia hidrográfica do rio São José.



Neste estudo é importante destacar o percentual de 56% de solo exposto, decorrente do desmatamento provocado ao longo dos anos e afetado pelas secas que, nos últimos anos eliminou grande parte da vegetação, destacando-se fruteiras como cajueiros, goiabeiras e mangueiras, e representantes da vegetação nativa como jurema preta, angico e marmeleiro, principalmente nas áreas de serras. Esta vegetação possui um alto poder calorífico e é muito explorada para utilização como lenha nas indústrias locais, na queima nos fogões a lenha, principalmente na zona rural, e também é transformada em carvão para os diversos fins.

A exposição do solo, devida ao desmatamento e ao clima quente com pouca precipitação, leva ao aumento da desidratação do solo, à perda da biodiversidade, favorece o aumento da erosão, a perda de nutrientes do solo por lixiviação, diminui a infiltração das águas de chuva e provoca outros problemas como a salinização. Todos esses efeitos tendem a contribuir para o processo de desertificação de muitas áreas.

5.4 Tempo de concentração

São muitas as equações empíricas para calcular o tempo de concentração de uma bacia hidrográfica as quais são empregadas de acordo com as características que melhor definem a área em estudo. Sabendo-se que a bacia do rio São José abrange predominantemente zonas rurais e ocupa uma área total de 307,41 km^2, a equação selecionada para aplicabilidade neste estudo foi a de Dodge (Eq. 1), indicada para bacias rurais com áreas variando de 140 a 930 km^2. O tempo de concentração estimado foi de 522 min ou (8h 42min).

$$tc = 21,88 \times A^{0,41} \times S^{-0,17} \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Onde:
tc – Tempo de concentração (min);
A – Área (km^2);
S – Declividade média do talvegue ($m.m^{-1}$).

5.5 Cálculo da intensidade máxima provável e da equação IDF.

O rio São José é temporário, com fluxo somente em períodos de chuvas e cheias, suas margens não são bem definidas e não se tem informações do controle de vazão. Para estimar a altura da lâmina de água se fez necessário um estudo hidrológico, utilizando uma série histórica de dados de precipitação máxima de um dia, disponibilizados no site da Agência Nacional de Águas no portal Hidroweb. Com o uso de planilhas eletrônicas os dados de precipitações máximas anuais, com duração de um dia, de uma série histórica de 30 anos, entre 1958 e 1987, foram processados. A precipitação média calculada foi de 70,96mm, o desvio padrão da série de máximas anuais foi de 31,07mm, o desvio padrão da variável reduzida foi de 1,11mm. A Tabela 5.2 Apresenta os valores máximos de precipitação estimada, para várias durações e períodos de retorno.

Tabela 5.2 - Precipitação máxima estimada para diferentes tempos de retorno.

TR (anos)	P_{1dia} (mm)	P_{24h} (mm)	P_{12h} (mm)	P_{10h} (mm)	P_{8h} (mm)	P_{6h} (mm)	P_{1h} (mm)	P_{30min} (mm)	P_{25min} (mm)	P_{20min} (mm)	P_{15min} (mm)	P_{10min} (mm)	P_{5min} (mm)
2	**58,45**	64,30	54,65	52,72	50,15	46,29	27,00	19,98	18,18	16,19	13,99	10,79	6,79
10	**103,42**	113,76	96,70	93,28	88,73	81,91	47,78	35,36	32,17	28,64	24,75	19,09	12,02
15	**113,53**	124,88	106,15	102,40	97,41	89,91	52,45	38,81	35,32	31,44	27,17	20,96	13,20
20	**120,60**	132,66	112,76	108,78	103,48	95,52	55,72	41,23	37,52	33,40	28,86	22,26	14,02
25	**126,05**	138,66	117,86	113,70	108,15	99,83	58,24	43,09	39,22	34,91	30,17	23,27	14,65
50	**142,84**	157,13	133,56	128,84	122,56	113,13	65,99	48,84	44,44	39,56	34,18	26,37	16,60
100	**159,51**	175,46	149,14	143,88	136,86	126,33	73,69	54,53	49,63	44,17	38,17	29,45	18,54

Na Tabela 5.3 apresentam-se os valores das intensidades de chuva estimados dividindo-se os valores da Tabela 5.2 por 24 horas.

Tabela 5.3 – Intensidade de chuva para diferentes tempos de retorno.

TR (anos)	I1dia (mm)	I24h (mm)	I12h (mm)	I10h (mm)	I8h (mm)	I6h (mm)	I1h (mm)	I30min (mm)	I25min (mm)	I20min (mm)	I15min (mm)	I10min (mm)	I5min (mm)
2	2,44	2,68	4,55	5,27	6,27	7,72	27,00	39,97	43,64	48,56	55,95	64,75	81,53
10	4,31	4,74	8,06	9,33	11,09	13,65	47,78	70,71	77,22	85,92	99,00	114,56	144,26
15	4,73	5,20	8,85	10,24	12,18	14,99	52,45	77,62	84,77	94,31	108,67	125,75	158,35
20	5,03	5,53	9,40	10,88	12,93	15,92	55,72	82,46	90,05	100,19	115,45	133,59	168,22
25	5,25	5,78	9,82	11,37	13,52	16,64	58,24	86,19	94,12	104,72	120,67	139,63	175,83
50	5,95	6,55	11,13	12,88	15,32	18,86	65,99	97,67	106,66	118,67	136,74	158,23	199,25
100	6,65	7,31	12,43	14,39	17,11	21,06	73,69	109,07	119,10	132,52	152,69	176,69	222,50

Para a obtenção desses valores o primeiro passo foi a obtenção da chuva máxima em 1dia, em seguida foi estimada a chuva máxima para 24h, que é diferente da de um dia, pois a de um dia é o valor compreendido em dois horários de observações pluviométricas, por exemplo: das 10 horas de ontem até as 10 horas de hoje, já a chuva máxima de 24 horas, é o maior valor de chuva acumulado em um período consecutivo de 24 horas. Muitos trabalhos mostram que a relação entre a chuva máxima em 24 horas e a chuva máxima de 1 dia é praticamente constante independentemente do tempo de retorno. Para a desagregação da chuva diária, foi utilizado o método de Bell, método das relações de durações, com valores de coeficiente apresentados na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 - Relação entre as durações

DURAÇÕES	RAZÃO
24h/1dia	1,10
12h/24h	0,85
10h/24h	0,82
8h/24h	0,78
6h/24h	0,72
1h/24h	0,42
30min/1h	0,74
25min/30min	0,91
20min/30min	0,81
15min/30min	0,70
10min/30min	0,54
5min/30min	0,34

Fonte: CETESB (1979)

A equação IDF (Eq. 2) utilizada para relacionar intensidade, duração e frequência da precipitação pluvial apresenta a seguinte forma geral:

$$i = \frac{k \times Tr^{m}}{t+b\ ^{n}} \qquad \text{(Eq. 2)}$$

Onde:
i – Intensidade máxima média de chuva ($mm.h^{-1}$);
t – Tempo de duração da chuva (min);
Tr – Tempo de retorno (anos);
k, b, m, n – parâmetros empíricos a serem determinados para a região.

A Equação 3 é a forma linear da equação IDF, sendo C o produto $K*T^m$.

$$i = \frac{C}{(t+b)^n} \quad \Rightarrow \quad \log i = \log C - n * \log(t+b) \qquad \text{(Eq. 3)}$$

Após esse procedimento, foi calculado o logaritmo da intensidade máxima para cada duração (***log i***), para os tempos de retorno de 10 e 25 anos. O valor de b foi obtido por tentativa, fazendo uso de análise de regressão aplicada aos valores dos logaritmos da intensidade (***log i***) para um dado tempo de retorno, com relação aos logaritmos das durações (***log (b+t)***).

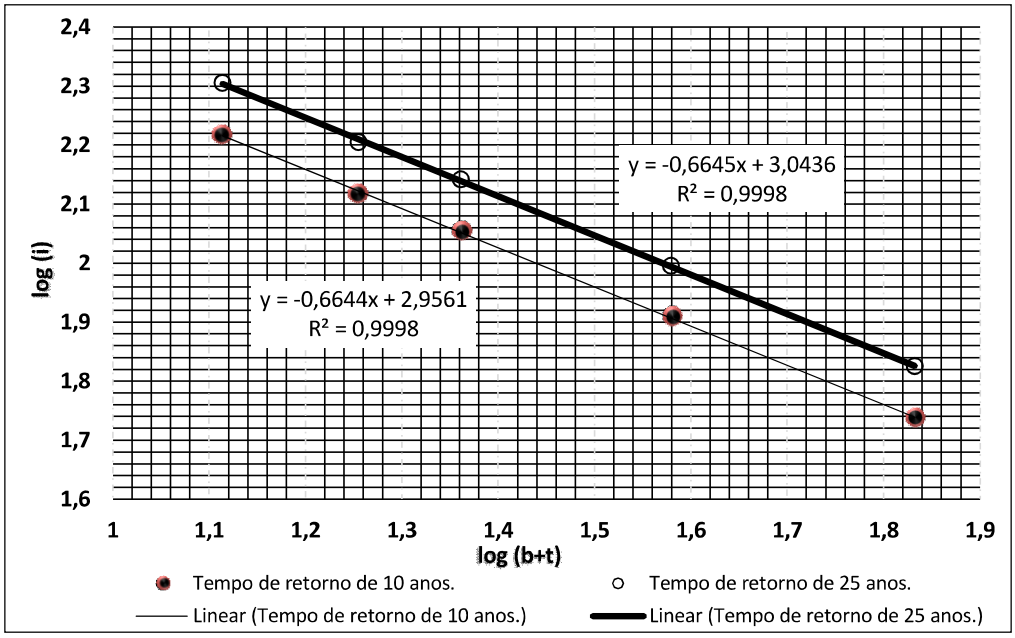
Na Tabela 5.5 são apresentados os valores de intensidade e duração de chuvas, para os tempos de retorno de 10 e 25 anos.

Tabela 5.5 – Dados usados para ajustes dos parâmetros da equação IDF.

Tempo de retorno (10 anos)					
Duração (t) Min	**Intensidade (i)** mm/h	**b = 8**		**Log (b+t)**	**Log (i)**
		(b+t)	**8**		
5	165,01	13	165,01	1,113943	2,21751
10	131,04	18	131,04	1,255273	2,117404
15	113,25	23	113,25	1,361728	2,054038
30	80,89	38	80,89	1,573124	1,907895
60	54,66	68	54,66	1,832509	1,73767
Tempo de retorno (25 anos)					
Duração (t) Min	**Intensidade (i)** mm/h	**b = 8**		**Log (b+t)**	**Log (i)**
		(b+t)	**8**		
5	201,79	13	201,79	1,113943	2,30409
10	160,24	18	160,24	1,255273	2,204771
15	138,48	23	138,48	1,361728	2,141387
30	98,90	38	98,90	1,573124	1,995196
60	66,83	68	66,83	1,832509	1,824971

De posse dos valores de ***log i*** e ***log (t +b),*** foram gerados gráficos de dispersão, ajustando-se os coeficientes angular (n) e linear (***log C***), para cada tempo de retorno. A Figura 5.6 mostra a representação gráfica da relação linear entre esses fatores hidrológicos, conforme a Equação 3.

Figura 5.6 – Relação entre intensidade (i) e a duração de chuvas (t).



O valor de b foi escolhido de modo a obter o melhor valor do coeficiente de determinação (R^2), como demonstrado na Tabela 5.6. Esse quadro também apresenta os valores de n.

Tabela 5.6 – Observação do melhor R^2 obtido variando-se o valor de b.

Valores de R^2 para estimativas de "b"			**Valores de "n"para as retas ajustadas**	
b	**R^2 para 10 anos**	**R2 para 25 anos**	**"n" para 10 anos**	**"n" para 25 anos**
5	0,9988	0,9988	-0,5893	-0,5895
6	0,9994	0,9993	-0,6149	-0,6151
7	0,9997	0,9997	-0,6399	-0,6401
8	**0,9998**	**0,9998**	**-0,6644**	**-0,6645**
9	0,9997	0,9997	-0,6884	-0,6886
10	0,9995	0,9995	-0,7121	-0,7122
Melhor R^2 obtido quando b = 8			**Valores de "n" para as retas ajustadas**	
			TR (anos)	**"n"**
			10	-0,6644
			25	-0,6645
			Média	**-0,66445**

Os parâmetros "k" e "m" foram estimados com base na solução das Equações 4 e 5, para os tempos de retorno de 10 (Tr1) e 25 (Tr2) anos,

respectivamente, para as diversas durações de precipitação. O valor de “k” foi 513,51 e o valor de “m” foi 0,22.

$$\log(i) = \log(k) + m \cdot \log(T_{r1}) - n \cdot \log(t + b) \quad \text{(Eq. 4)}$$

$$\log(i_) = \log(k) + m \cdot \log(T_{r2}) - n \cdot \log(t + b) \quad \text{(Eq. 5)}$$

$$i = \frac{513{,}51 * Tr^{0,22}}{(t+8)^{0,66445}}$$

Onde:
i – Intensidade máxima média de chuva ($mm.h^{-1}$);
t – Tempo de duração da chuva (min);
Tr – Tempo de retorno (anos);

Para um tempo de retorno de 25 anos e a duração da chuva, igual ao tempo de concentração da bacia hidrográfica (522min), para essa condição a intensidade da precipitação será de 16,14mm/h, resultando em uma chuva acumulada (P) durante esse tempo de 135,89mm.

5.6 Estimativa do coeficiente de escoamento com base em características das superfícies

A determinação do escoamento superficial, segue o método do número CN - SCS (Soil Conservation Service) que foi desenvolvido pelo Serviço de Conservação de Solos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (SCS-USDA). O parâmetro inclui a determinação da vazão de pico, o volume e forma do hidrograma. Sua determinação necessitou de um estudo da hidrologia de toda a bacia hidrográfica tendo sido analisadas as características predominantes do solo com relação à permeabilidade, capacidade de infiltração, retenção pelas depressões e cobertura vegetal. Os valores para CN variam de 1 a 100 e estão associados a diversos fatores fisiográficos como classe de solo, cobertura vegetal e umidade do solo antecedente ao evento.

Seguindo a metodologia, o solo foi enquadrado no grupo C, “Solos que geram escoamento superficial superior ao solo B, com capacidade de infiltração média a baixa, percentual mais elevado de argila e pouco profundos”, com relação às condições de umidade antecedente ao evento foi adotada a condição II “Situação

média na época das cheias: as chuvas, nos últimos cinco dias, totalizaram de 15 a 40mm.", o valor de CN foi obtido em tabela considerando a ponderação (Tabela 5.7) do coeficiente de diferentes superfícies de acordo com a caracterização do uso e ocupação do solo.

Tabela 5.7 - Ponderação do valor de CN.

DESCRIÇÃO DA ÁREA	ÁREA (km²)	ÁREA %	CN (tabela)
Solo exposto	172,40	56,08	91
Vegetação nativa esparsa	103,54	33,68	78
Uso residencial com 65% do lote impermeável	13,55	4,41	90
Pavimentação de vias públicas com pedras ou paralelepípedos	11,49	3,74	89
TOTAL	300,98	97,1	

Obs.:
A porcentagem total das áreas não completou os 100% porque há uma parte de áreas alagadas que não foi contabilizada.

O valor de CN (84,6) foi estimado com base na Equação 6.

$$CN = 0{,}5608 \times 91 + 0{,}3368 \times 78 + 0{,}0441 \times 90 + 0{,}0374 \times 89 \quad \text{(Eq. 6)}$$

5.7 Determinação da precipitação efetiva e vazão.

A chuva efetiva é a parcela da precipitação que se transforma em escoamento superficial e provoca as enchentes nos canais dos rios. Para seu cálculo foram utilizadas as equações 7, 8 e 9:

$$s = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{(Eq. 7)}$$

$$Ia = \frac{S}{5} \quad \text{(Eq. 8)}$$

$$P_{ef} = \frac{(P - Ia)^2}{(P - Ia + S)} \quad \text{(Eq.9)}$$

Onde:
P_{ef} – Escoamento (mm);
P – Chuva acumulada (mm);
Ia – Perdas iniciais;

S – Parâmetro de armazenamento.
CN – Número estimado pela Eq. 7.

Os valores estimados foram respectivamente 46,23 (S), 9,24 (Ia) e 117,62mm (P_{ef}).

A resposta da bacia a uma dada precipitação é a vazão no seu exutório representada pelo hidrograma. Utilizando o método do hidrograma unitário foi estimada a vazão da bacia em estudo.

Adotando a duração da chuva igual ao tempo de concentração da bacia temos t = 8,7h. Usando as seguintes fórmulas empíricas foi possível determinar a vazão.

Tempo de pico (t_p)
$t_p = t/2 + 0,6 \times t_c$
$t_p = 8,7h/2+0,6 \times 8,7h = 9,57h$

Tempo de base (t_b)
$t_b = 2,67 \times t_p$
$t_p = 2,67 \times 9,57h = 25,55h$

Vazão unitária (Q_{pu})
$Q_{pu} = 2,08 \times A/t_p$
$Q_{pu} = 2,08 \times 307,41Km^2/9,57h = 66,81m^3/s$

Vazão para o evento (Q_p)
$Q_p = P_{ef}/10 * Q_{up}$
$Q_p = (92,78/10) \times 66,81 =$ **$619,86m^3/s$**

onde: tc é o tempo de concentração (h); tp é o tempo de pico do hidrograma unitário (h); tb é o tempo de base do hidrogra unitário (duração do escoamento superficial – h); Qpu é a vazão de pico do hidrograma unitário (m3/s); A é a área da bacia (km2); Qp Vazão de pico do evento.

5.8 Altura da lâmina d'água às margens do rio.

Para estimar a altura da lâmina d'água no rio foi necessária a utilização do levantamento topográfico de algumas sessões transversais do rio. A fórmula de Manning foi aplicada no cálculo da vazão (**$Q = 619,86m^3/s$),** adotando a geometria

do canal como um trapézio. A altura da lâmina liquida foi estimada com base nos elementos da Tabela 5.8 e num processo de tentativa e erro.

Tabela 5.8 – Dados utilizados para cálculo da altura da lamina d'água no ponto exutório.

Vazão (m^3/s)	619,86 (m^3/s)
Inclinação dos taludes para 20:1(sendo 20 horizontal e 1 na vertical. (m)	20 (m)
Base menor do canal (m)	5 (m)
Declividade do canal	0,007875 (m/m)

A Tabela 5.9 resume os resultados do método de tentativa e erro aplicado para a definição da lâmina líquida capaz de produzir a vazão conhecida (785,81m^3/s), tendo sido adotada a lâmina de 3m de altura que melhor se adequa para esta vazão.

5.9 Delimitação das áreas de preservação permanente às margens do rio.

Para delimitar as áreas de preservação permanente que margeiam o loteamento em estudo foram seguidos os requisitos da Lei Complementar nº 007/2007, de 01 de novembro de 2007, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, considerando a lâmina (3,0m) de cheia máxima:

> Na área de preservação e requalificação ecológico-ambiental das margens do rio São José e Riacho dos Porcos será proibido qualquer tipo de ocupação de suas margens, numa faixa de 30,00 m. (trinta metros) de cada uma das margens, a partir da cota máxima de enchente, sendo as faixas destinadas a áreas de proteção ambiental, recuperação da cobertura vegetal e para usos públicos compatíveis com a proteção ambiental (PMSJE, 2007).

A Figura 5.8, construída utilizando técnicas de geoprocessamento aplicadas no software Qgis e o aplicativo software Google Earth, ilustra os limites (em verde) das áreas de preservação permanente no entorno do loteamento (em vermelho) proposto.

Tabela 5.9 – Cálculo da altura da lamina d'água com uso da tabela eletrônica alternando o valor de h.

	Inclinação do talude 20:1	Base menor	Altura	Declividade do canal	Área molhada	Perímetro molhado	Raio Hidráulico	Velocidade	Vazão	Vazão conhecida
Nº	m	B	h	I	(b+z.h)h	$P=b+2.h\sqrt{1+z^2}$	$R=\frac{A}{P}$	$V=\frac{1}{n}.R^{\frac{2}{3}}.I^{\frac{1}{2}}$	$Q=\frac{1}{n}.A.R^{\frac{2}{3}}.I^{\frac{1}{2}}$	Q
1	20	5	1	0,00787	25,00	45,05	0,555	0,304	49,92	619,96
2	20	5	1,5	0,00787	52,50	65,07	0,807	0,642	134,54	619,96
3	20	5	2	0,00787	90,00	85,10	1,058	1,102	276,25	619,96
4	20	5	2,5	0,00787	137,50	105,12	1,308	1,686	486,29	619,96
5	20	5	3	0,00787	195,00	125,15	1,56	2,393	775,00	619,96
6	20	5	2,7	0,00787	159,30	113,13	1,40	1,954	591,78	619,96
7	**20**	**5**	**2,8**	**0,00787**	**170,8**	**117,1399**	**1,46**	**2,096**	**649,44**	**619,96**

O aplicativo AutoCAD para a representação da seção transversal do rio, conforme ilustrado na Figura 5.7.

Figura 5.7 - Imagem do corte transversal da seção.

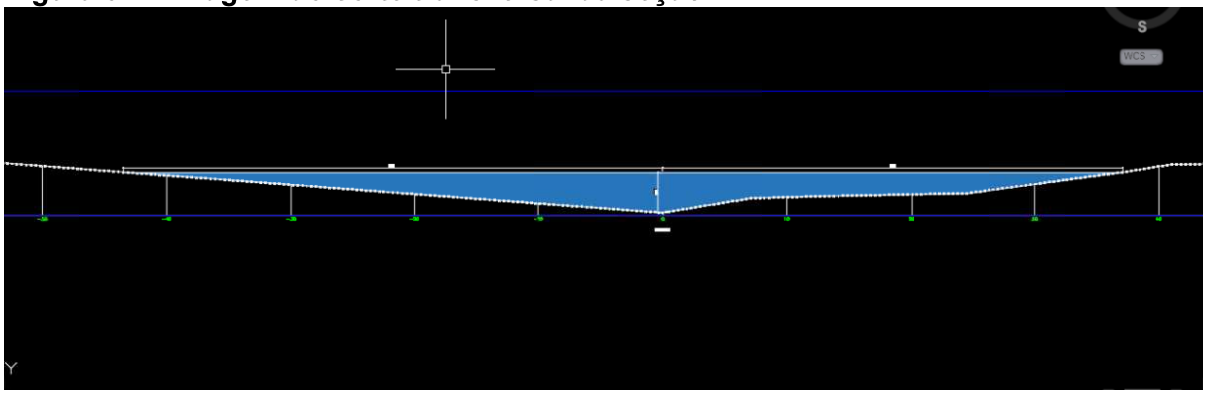


Figura 5.8 – Imagem da delimitação da área de preservação permanente

5 CONCLUSÕES

Conforme estabelece a legislação ambiental a delimitação de Áreas de Preservação Permanente deve considerar a altura máxima da lâmina d'água.

A caracterização hidrológica da bacia hidrográfica é fundamental para a determinação dessa lâmina.

Técnicas de geoprocessamento associadas ao uso de imagens constituem ferramental básico para a caracterização hidrológica da Bacia Hidrográfica.

Este trabalho propõe roteiro metodológico para a delimitação de Áreas de Preservação Permanente, com base em fundamento de Hidrologia e auxílio de aplicativos computacionais.

Neste estudo de caso foi verificado que os limites de um loteamento proposto encontram-se dentro da Área de Preservação Permanente da margem leste do rio São José, no entorno da cidade de São José do Egito-PE.

Cabe ao órgão ambiental competente verificar as adequações necessárias para a aprovação.

REFERÊNCIAS.

ADHB - ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL, 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/sao-jose-do-egito_pe>. Acesso em: 05 agosto 2016.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura.** Brasília: Embrapa, 1998.

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. D. ; NASCIMENTO, S. S. D. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, 2009.

BORGES, L. A. C; REZENDE, J. L. P; PEREIRA, J. A. A; JUNIOR,L. M. C; BARROS, D. A. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.7, p.1202-1210, jul, 2011. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n7/a5611cr4051.pdf > Acesso em 10 de dezembro de 2016.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas: séries históricas.** Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=1080&TipoReg=7&MostraCon=false&CriaArq=false&TipoArq=1&SerieHist=true>. Acesso em: 10 agosto 2016.

BRASIL. **Lei Federal n° 12.651**, de 25 de maio de 2012, alterada pela Lei 12.727, de 17 de outubro de 2012. Brasília, DF. Congresso Nacional, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm> Acesso: em 13 de setembro 2016.

CARVALHO, T.M.; BAYER, M. (2008). Utilização dos produtos da “Shuttle Radar Topography Mission” (SRTM) no mapeamento geomorfológico do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.9,n.1, p.35-41, 2008.

COELHO JUNIOR, L. **Intervenções nas áreas de preservação permanente em zona urbana: uma discussão crítica acerca das possibilidades de regularização.** Custos legais. Revista eletrônica do ministério público. Disponível em: <http://www.prrj.mpf.gov.br/custoslegis/revista_2010/2010/aprovados/2010a_Tut_Col_L auro.pdf > Acesso em 8 de dezembro de 2016.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - DAEECETESB. **Drenagem urbana: manual de projeto**. São Paulo: DAEE-CETESB, 1979.

COSTA, T. C. C.; SOUZA, M. G.; BRITES, R. S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). **Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,** Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE.

DAVIS JÚNIOR., C. A.; OLIVEIRA P. A. SIG Interoperável e Distribuído para Administrações Municipais de Grande Port. **Revista Informática Pública**. Belo Horizonte, 2002.

FELICIO, B da C**. Evolução temporal da legislação ambiental e urbanística das áreas de preservação permanente – APPs.** Brasília – DF, 2006**.** Disponível em: < http://www.ibdu.org.br/imagens/EVOLUcaOTEMPORALDALEGISLAcaOAMBIENTALEURBANiSTICA.pdf> Acesso em 5 de novembro de 2016.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

GOOGLE MAPS**. São José do Egito-PE**. [2016]. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/S%C3%A3o+Jos%C3%A9+do+Egito,+PE/@-7.4710003,37.2869911,15z/data=!4m5!3m4!1s0x7a8a7df7251f401:0x4395a52df611073a!8m2!3d-7.4686612!4d-37.2746574?hl=pt-BR>. Acesso em 4 de setembro de 2016.

GOOGLE EARTH. Version 7.1. 2016. **São José do Egito-PE.** Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/thanks.html#os=windows#version=pro#updater=yes>. Acesso em: setembro 2016.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.**Senso 2010**. 2010. Cidades@. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=261360&search=pernambuco|sao-jose-do-egito> Acesso em 5 de agosto de 2016.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica**. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/resultado/resultado.seam?cid=1571802 > Acesso em: 09 de setembro de 2016.

LEWHINSON, T. M.; METZGER, J. P.; JOLY, C. A.; CASATTI, L.; RODRIGUES, R. R.; MARTINELLI, L. A. **Impactos potenciais das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos:** documento-síntese produzido por Pesquisadores do PROGRAMA BIOTA-FAPESP e pela ABECO (Associação Brasileira de Ciência Ecológica e Conservação). 2010. Disponível em: <http://www2.unesp.br/revista/wp-content/uploads/2010/10/Biota-Fapesp-ABECO-Sintese-CFB-e-biodiversidade.pdf>. Acesso: em 23 de agosto de 2016

PCFAAS **– Projeto Cadastro de Fonte de Abastecimento por Água Subterrânea Pernambuco Diagnóstico de São José do Egito**, do Ministério de Minas e Energia - MME (2005) Disponível em: < http://docplayer.com.br/18439301-Projeto-cadastro-de-fontes-de-abastecimento-por-agua-subterranea-pernambuco-diagnostico-do-municipio-de-sao-jose-do-egito.html> Acesso em 3 de setembro de 2016.

PMSJE - Prefeitura Municipal e São José do Egito. **Lei Complementar municipal n° 007.2007**, de 01 de novembro de 2007.Dispõe sobre parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Gabinete do Prefeito, 01 nov. 2007.

MDA/SDT. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável do Sertão do Pajeú**, 2011. Disponível em: http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio082.pdf Acesso em 27 de agosto de 2016.

MEIRELLES, H. L. **Direito Municipal Brasileiro**. 11. ed. São Paulo: Malheiros, 2000.

PRADO, D. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, I.R.TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (eds). **Ecologia e conservação da Caatinga.** Recife: Editora Universitária/ UFPE, 2003.

RIZZARDO, A. **Promessa de compra e venda e parcelamento do solo urbano.** 4. ed. São Paulo: RT, 1996.

ROCHA,C.H.B. **Geoprocessamento: tecnología transdiciplinar.** Juiz de Fora, MG, Ed. do Autor, 2000.

SANTOS, R.F. dos. **Planejamento Ambiental – Teoria e Prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

TAVARES, A. **Dicionário de meio ambiente.** Uberaba: s.n., 2008.

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

TUCCI, C. E. M. BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: ABRH, 2003.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001.