



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO**

**NEY RAFAEL GOMES MONTEIRO**

**METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PONTOS DE ALAGAMENTOS  
EM ÁREAS URBANAS COM O USO DE GEOTECNOLOGIAS: O  
CASO DA CIDADE DE SANTARÉM (PA)**

**SANTARÉM-PARÁ**

**2019**

**NEY RAFAEL GOMES MONTEIRO**

**METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PONTOS DE ALAGAMENTOS  
EM ÁREAS URBANAS COM O USO DE GEOTECNOLOGIAS: O  
CASO DA CIDADE DE SANTARÉM (PA)**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Programa de Geografia da Universidade Federal do Oeste Pará como requisito para obtenção do título de Licenciatura Plena em Geografia.

**Orientador:** Dra. Izaura Cristina Nunes Pereira Costa.

**SANTARÉM-PARÁ**

**2019**

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO**

**NEY RAFAEL GOMES MONTEIRO**

**METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PONTOS DE ALAGAMENTOS EM ÁREAS  
URBANAS COM O USO DE GEOTECNOLOGIAS: O CASO DA CIDADE DE  
SANTARÉM (PA)**

**Defesa:** Santarém - PA, / /2019

**Conceito:**\_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dra. IZAURA CRISTINA NUNES PEREIRA COSTA (Orientadora)  
Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA

---

Dra. JESSICA ARIANA DE JESUS CORREA 1 (Examinadora)  
Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA

---

Ms. FRANCILENE SALES DA CONCEIÇÃO 2 (Examinadora)  
Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente à Deus por me dar forças, e em segundo lugar aos meus pais por dedicarem sua vida a mim e minhas irmãs para que nunca desistíssemos dos nossos estudos.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por nunca me abandonar durante minha trajetória e me ajudar a vencer todos os obstáculos.

A professora Dra. Izaura C.N. Pereira Costa, por desde o início do curso, mostrar toda a sua dedicação e competência como uma excelente docente e por fim ter paciência e atenção para com meu trabalho.

A professora Dra. Maria Betanha Cardoso Barbosa, por me incentivar através de palavras inspiradoras para que eu concluísse esse trabalho.

Aos meus familiares, em especial a minha esposa, Maria Alcinete que sempre me apoiou, incentivou e teve compreensão pelos momentos que estive ausente empenhado para concluir esse trabalho.

*“Esse é o grande mistério das cidades: elas crescem e se modificam, guardando, porém, sua alma profunda apesar das transformações do seu conteúdo demográfico, econômico e da diversificação de suas pedras.”*

*Milton Santos*

## RESUMO

O momento evolutivo que nossa sociedade vive hoje é caracterizado por uma evolução tecnológica muito dinâmica e veloz, o que vários autores caracterizam como o meio técnico científico informacional. Seguindo essa dinâmica, a expansão urbana e desordenada surge também como um problema grave, ao mesmo tempo que as geotecnologias também seguem essa dinâmica e rapidez, emergindo como uma grande ferramenta capaz de auxiliar na tomada de decisões e planejamento urbano territorial. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo, fazer uma pequena amostra de como as ferramentas de geotecnologias, com ênfase ao SIG (Sistema de Informações Geográficas), são capazes de auxiliar na análise de problemas, como os alagamentos urbanos na cidade de Santarém - PA. Utilizou-se como base altimétrica da cidade, o MDE do projeto TOPODATA, em conjunto com os *shapefiles* de arruamentos, hidrografia, limites dos bairros e por fim, os pontos de alagamentos, criando-se assim um mapa temático. Nesse sentido, fez-se uma análise da topografia da área urbana com os pontos de alagamentos, fazendo assim uma espacialização do problema e uma investigação sobre as possíveis causas procurando levar em consideração as peculiaridades de cada situação. Ao fim do trabalho chegou-se à conclusão de que o uso de geotecnologias é de fundamental importância para o planejamento urbano e que deveriam ser bem mais aproveitados pela gestão pública na cidade de Santarém.

**Palavras-Chaves:** Geotecnologias; SIG; Planejamento urbano; Santarém.

## **ABSTRACT**

The evolutionary moment that our society lives today is characterized by a very dynamic and fast technological evolution, which several authors characterize as the technical informational scientific medium. Following this dynamic, urban sprawl also emerges as a serious problem, while geotechnologies also follow this dynamic and speed, emerging as a great tool capable of assisting in decision-making and territorial urban planning. In this context, the present work aims to make a small sample of how geotechnology tools, with emphasis on GIS (Geographic Information System), are able to assist in the analysis of problems such as urban flooding in the city of Santarém - PA. It was used as altimetric base of the city, the TOPODATA project MDE, together with the shapefiles of streets, neighborhood boundaries and finally, the flooding points, thus creating a thematic map. In this sense, it was made an analysis of the topography of the urban area with the flooding points, thus making a spatialization of the problem and an investigation of the possible causes seeking to take into account the peculiarities of each situation. At the end of the work it was concluded that the use of geotechnologies is of fundamental importance for urban planning and that they should be much more used by public management in the city of Santarém.

**Keywords:** Geotechnologies; GIS; Urban planning; Santarém.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Santarém – PA.....	26
Figura 2 - As cores hipsométricas aplicadas à imagem TOPODATA.....	32
Figura 3 - As curvas de níveis antes e depois da aplicação do método PAEK.....	33
Figura 4 - Curvas de Níveis sobrepondo-se aos limites das cores.....	34
Figura 5 - Exemplo de perfil topográfico.....	35
Figura 6 - Mapa altimétrico da área urbana de Santarém.....	36
Figura 7 - Mapa altimétrico dando ênfase ao bairro do Santarenzinho.....	38
Figura 8 - Classificação de declividades segundo a EMBRAPA.....	39
Figura 9 - Mapa altimétrico dando ênfase ao bairro Interventoria.....	40
Figura 10 - Mapa de possível fluxo do escoamento superficial local.....	41
Figura 11 - Enxurrada após a chuva na Av. Hilda Mota em direção a Av. Castelo Branco.....	42
Figura 12 - Infraestrutura feita para o escoamento superficial.....	42
Figura 13 - O escoamento superficial proveniente da rua Anchieta se acumulando na Av. Castelo Branco.....	43
Figura 14 - Perímetro aonde as ruas Anchieta e Cabanos se interceptam com a Av. Castelo Branco.....	43
Figura 15 - Vala improvisada para o escoamento superficial às margens da Av. Castelo Branco.....	44

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>GERAL.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>ESPECÍFICOS.....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
<b>I</b>	<b>CAPÍTULO: O MEIO TÉCNICO-CIENTÍFICO- INFORMACIONAL E AS NOVAS TÉCNICAS DE ANÁLISE ESPACIAL.....</b>	<b>14</b>
1.1	O MEIO TÉCNICO CIENTÍFICO INFORMACIONAL.....	14
1.2	O SURGIMENTO E AVAÇO DAS GEOTECNOLOGIAS.....	16
1.3	AS GEOTECNOLOGIAS NO BRASIL.....	18
<b>II</b>	<b>CAPÍTULO: O USO DAS GEOTECNOLOGIAS NA GESTÃO PÚBLICA NO BRASIL.....</b>	<b>22</b>
2.1	OS MUNICÍPIOS E O ESTATUTO DAS CIDADES.....	22
2.2	AS GEOTECNOLOGIAS E OS MUNICÍPIOS: O CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO (CTM).....	24
2.3	O PLANO DIRETOR EM SANTARÉM.....	26
<b>III</b>	<b>CAPÍTULO: METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PONTOS DE ALAGAMENTOS EM ÁREAS URBANAS COM O USO DE GEOTECNOLOGIAS: O CASO DA CIDADE DE SANTARÉM (PA).....</b>	<b>29</b>
3.1	CONSIDERAÇÕES INTRODUTÓRIAS.....	29
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
3.3.2	AQUISIÇÃO DE DADOS SECUNDÁRIOS.....	30
3.3.3	PROCESSAMENTO NO AMBIENTE SIG (ARCGIS).....	30
3.3.4	DETALHAMENTO DA METODOLOGIA.....	30
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>36</b>
4.1	MAPA ALTIMÉTRICO DA ÁREA URBANA DE SANTARÉM.....	36
4.2	A RELAÇÃO ENTRE TOPOGRAFIA E ALAGAMENTO.....	37
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Compreender os vários fenômenos naturais e sociais que ocorrem no espaço geográfico é uma necessidade muito grande do homem hoje em dia no meio técnico científico informacional. No período do meio natural, havia uma necessidade por parte do homem, de localizar fenômenos naturais, a fim de obter recursos indispensáveis a sua sobrevivência e evolução. A compreensão de tais fenômenos geográficos vem a contribuir com a elucidação de várias questões pertinentes a diversas áreas do conhecimento, porque à medida que estes são compreendidos o homem passa a dominá-los e a usá-los para seus propósitos. Com o avanço de novas tecnologias, sobretudo a informática, e o barateamento dos custos dos computadores pessoais por volta da década de 80, começou-se a difusão das chamadas geotecnologias, que são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica. (CÂMARA et al. 1996)

As geotecnologias são ferramentas poderosas capazes de realizar análises complexas, levando em consideração a localização geográfica dos fenômenos a serem estudados, assim como o seu entorno e suas relações. Uma das grandes vantagens das geotecnologias é a integração de um variado leque de dados e informações para investigar um determinado fenômeno geográfico (CÂMARA et al. 1996).

As geotecnologias apresentam várias ferramentas que se interligam de uma maneira coerente. Dentre tais ferramentas, destaca-se o Sistema de Informações Geográficas (SIG), que segundo Câmara et al. (1996) consiste em um outro conjunto de ferramentas capaz de adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais. O SIG tem como uma de suas características, sintetizar vários planos de informações de diferentes fontes, ao mesmo tempo em que é capaz de alterar tais informações de maneira dinâmica e rápida, propiciando uma análise bastante complexa e satisfatória.

Tais qualidades do SIG, tornaram-no uma ferramenta ótima para auxiliar as esferas públicas, no que diz respeito às políticas de planejamento e gerenciamento do espaço, seja urbano ou rural. Com a aprovação do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) muitos municípios tiveram que rever seus planejamentos para adequá-los as novas normas, principalmente aqueles que

se enquadram nos critérios do art. 41 da referida lei, pois estes devem apresentar o Plano Diretor, que surge como um instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. (JUNIOR et al. 2011)

A escolha desse tema foi motivada pela necessidade de investigar alguns possíveis fatores que influenciam diretamente em um fenômeno que todos os anos causam transtornos à população santarena e de muitas outras cidades do Brasil: os alagamentos.

Os alagamentos urbanos correspondem a um fenômeno que atinge grande parte das cidades brasileiras e que pode causar muitos prejuízos tanto à administração pública quanto à população, que pode ser atingida direta ou indiretamente. Durante a pesquisa, realizou-se análises com o uso de geotecnologias para se ter uma ideia de como funciona a dinâmica espacial desse fenômeno na cidade de Santarém.

Os alagamentos são fenômenos naturais que acompanham a sociedade ao longo de sua história, porém a ação do homem vem contribuindo para intensificação dos mesmos. Com a expansão urbana desordenada e sem planejamento, as zonas urbanas, porém periféricas, vão se expandindo descontroladamente e se afastando dos centros, aonde se tem ainda um mínimo de ordenamento e infraestrutura pública.

Observa-se em Santarém, um modelo de gestão que é bastante comum nas cidades brasileiras, que segundo Farina (2006) é parcial, fragmentado e destinado em sua grande parte a localizar estudo de uso do solo e projetar infraestruturas. Tal afirmação se faz presente quando se leva em consideração as ferramentas que são utilizadas pelos órgãos responsáveis pela gestão espacial. Órgãos como a Coordenadoria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano – CHDU, e a Secretaria Municipal de Infraestrutura – SEMINFRA, tem seus trabalhos relacionados a planejamento e espacialidade, todos baseados em sistemas CAD (desenho auxiliado por computador), o que ao longo do trabalho, será mostrado como um sistema que quando utilizado de maneira isolada, não proporciona respostas satisfatórias quanto às análises espaciais. Curiosamente, ao longo da pesquisa, foi possível identificar que, a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil faz uso de um sistema de informações

bastante complexo e muito rico em dados relacionados a riscos e gestão de desastres.

A cidade de Santarém possui um grande potencial para se desenvolver em questões de planejamento e expansão urbana, o fato de ser uma cidade com uma área urbana pequena, se comparada a outros municípios, se torna favorável às questões de gestão pública. O uso das geotecnologias vem justamente favorecer o desenvolvimento de uma política de expansão urbana mais planejada e voltada para a prevenção de problemas corriqueiros, quer seja de origem natural ou antrópica.

O presente trabalho está organizado de forma a abordar num primeiro momento o desenvolvimento do meio técnico científico informacional e sua relação com a criação e evolução das geotecnologias, inclusive no Brasil. Num segundo momento abordaremos a importância do Estatuto das Cidades e a relação das geotecnologias com o planejamento urbano nos municípios. E por fim, mostraremos de forma prática e sucinta a aplicação de uso de geotecnologias para analisar e compreender o fenômeno dos alagamentos na área urbana de Santarém.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1. Geral:**

Analisar como algumas geotecnologias de baixa complexidade e baixo custo, podem auxiliar na análise e compreensão de problemas urbanos, como os alagamentos, tomando por referência empírica a cidade de Santarém, oeste do Pará.

### **2.2. Específicos:**

- Analisar de forma prática o uso de geotecnologias para a elaboração de um mapa temático da área urbana da cidade de Santarém;
- Gerar um mapa temático da cidade de Santarém e analisar a correlação do relevo com os casos de alagamentos ocorridos na área urbana de Santarém;
- Discutir a importância do uso do SIG e outras geotecnologias para o planejamento urbano.

### 3 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos delineados nesse trabalho, foram cumpridas algumas etapas.

Num primeiro momento foi feito uma pesquisa bibliográfica acerca do assunto, buscando conceitos e definições que melhor se enquadrassem na presente pesquisa, a fim de se criar uma base conceitual consistente.

Em seguida, realizou-se uma série de levantamentos de campo que resultaram em alguns registros fotográficos e algumas entrevistas, assim, foi possível observar *in loco* algumas situações pertinentes ao assunto.

Num terceiro momento, iniciou-se o processo de levantamento e compilação de dados georreferenciados para em seguida iniciar o processo de elaboração e confecção de um mapa temático da cidade. Para tal procedimento, foram adquiridos Modelos Digitais de Elevação (MDE) do projeto TOPODATA, em conjunto com *shapefiles* de arruamento, divisão dos bairros, hidrografia e pontos de alagamentos da cidade de Santarém-PA. Tais dados foram processados no ambiente do software de SIG denominado ArcGis, onde foram feitas análises espaciais e por fim a confecção do mapa temático.

A partir deste, foram elaboradas análises em alguns pontos considerados importantes para a pesquisa, ao mesmo tempo em que foram gerados outros mapas, mostrando a situação do fenômeno em análise nesses pontos.

Por último, foram feitas explanações a respeito dos resultados da pesquisa, comparando-os com as expectativas criadas através do levantamento bibliográfico e uma sistematização de tais resultados.

## **I CAPÍTULO: O MEIO TÉCNICO CIENTÍFICO INFORMACIONAL E AS NOVAS TÉCNICAS DE ANÁLISE ESPACIAL.**

### **1.1 O MEIO TÉCNICO CIENTÍFICO INFORMACIONAL.**

Quando abordamos a temática do planejamento urbano e a gestão territorial, é inevitável tomarmos para si, a responsabilidade de citar a questão do espaço geográfico. Não há um consenso entre os geógrafos sobre uma definição correta de espaço. Para Hartshorne (1939) o espaço geográfico é um conceito abstrato, se resumindo a uma construção intelectual, é uma forma de como enxergamos a sociedade e suas transformações.

O espaço geográfico pode ser comparado a um palco aonde acontece toda a transformação da natureza pelo homem. Todas as formas de interações com a natureza, reflexo das atividades da sociedade. Para Santos (2006), o espaço geográfico é um conjunto de sistemas de objetos, que transformam o meio, seja ele natural ou social.

Para Santos (2006) a relação natureza e sociedade pode ser caracterizada e dividida ao longo do tempo, pois a mesma é dinâmica. O autor classifica essa evolução na transformação do espaço pela sociedade em três etapas.

A primeira etapa seria o que o autor a chama de Meio Natural, aonde as relações de transformação do espaço eram lentas, caracterizadas por técnicas dependentes da natureza e sem muitas transformações. A relação do homem com a natureza era harmoniosa e respeitosa. A técnica já existia, porém esta era concomitante com a natureza, criando uma nova natureza.

A segunda etapa é o Meio Técnico, caracterizada pelo autor, como uma emergência do espaço mecanizado, aonde há uma sobreposição dos objetos técnicos e o espaço mecanizado sobre a natureza e a cultura. As ferramentas, antes comparadas a extensões do corpo do homem, agora são extensões do território. Começa aí uma distinção entre espaços, regiões e países, levando em consideração a velocidade na qual essas técnicas vão se sobrepondo ao meio natural nesses lugares. Com a utilização de novos materiais, o homem começa a transgredir distâncias e criar um novo tempo. Nesse período a Divisão Internacional do Trabalho (DIT) se intensifica, cria-se uma razão e lógica: A razão

do comércio, que se contrapõem a razão da natureza. Tal fenômeno era limitado, nem todos os países e regiões tinham condições para receber tais processos.

Por fim, temos o Meio Técnico Científico Informacional, que é o momento que vivemos hoje e que teve início logo após o término da segunda guerra mundial. Alguns autores preferem chamar de meio técnico científico, pois há uma verdadeira fusão da técnica com a ciência, porém Santos (2006) faz uma crítica a esse termo, devido a falta da inserção de um elemento fundamental: o mercado global. O mercado global aliado aos elementos anteriormente citados vem causar profundas transformações na natureza e no espaço, criando uma nova organização e configuração do espaço, ou seja, ditando as regras para tais configurações.

Nessas condições, o meio técnico científico informacional é caracterizado pela globalização. Os espaços reconfigurados atendem as necessidades dos atores hegemônicos. Com o excedente da produção, aumenta-se a necessidade de aumento das redes de circulação.

Com o crescente desenvolvimento da tecnologia, começa uma divisão de espaços e territórios, baseada no poder da informação, como afirma Santos (2006) ao descrever que certas porções do território são privilegiadas com uma tecnologia, que possibilita a prevenção das atividades da natureza, ou seja, podem prever fenômenos naturais com maior precisão e assim otimizar e obter maiores êxitos em suas atividades, como por exemplo, a agricultura.

Uma nova dinâmica de diferenciação se instala no território. Em primeiro lugar, distinguem-se zonas servidas pelos meios de conhecimento e áreas desprovidas dessa vantagem. (SANTOS, 2006, p.163)

Com essa afirmação, podemos concluir que os detentores dos recursos, competem vantajosamente com aqueles que não os têm. Os atores hegemônicos agora com as informações adequadas, detém o poder e servem-se de todo o território.

## 1.2 O SURGIMENTO E AVANÇO DAS GEOTECNOLOGIAS

Como foi visto anteriormente, quem detém a informação possui o poder. Seguindo essa lógica, surgiram as geotecnologias, acompanhando o processo de desenvolvimento do meio técnico científico informacional com o objetivo de fornecer informações. Com todo esse processo, surge a necessidade de gerir, monitorar e planejar esses espaços.

Conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informações com referência geográfica. São compostas por soluções de hardware, software e peopleware que juntas constituem-se em poderosos instrumentos como suporte a tomada de decisão. (ROSA, 2011, p. 5)

As geotecnologias deram um grande salto com o desenvolvimento do sensoriamento remoto, através da aerofotogrametria e das imagens orbitais de satélite. Tal tecnologia permitiu ao homem, ter uma visão geral de grandes áreas, ao mesmo tempo em que reduziu muito os custos de obtenção de informações de áreas extensas a um curto espaço de tempo. As ferramentas de sensoriamento remoto permitem que as imagens geradas sejam analisadas e interpretadas dando origem a mapeamentos quantitativos (FARINA, 2006).

Outra tecnologia que surge para auxiliar na gestão espacial é o Sistema de Informações Geográficas – SIG. Para Câmara et al. (1996) um SIG é um conjunto de sistemas concebido para armazenar, analisar e manipular dados geográficos.

Um SIG é constituído por um conjunto de "ferramentas" especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais. (CÂMARA e ORTIZ, 1998).

O SIG propriamente dito deve ter os seguintes componentes: interface com usuário; entrada e integração de dados; funções de processamento; visualização e plotagem; armazenamento e recuperação de dados. (CAMARA et al. 1996)

Dessa forma, o SIG se apresenta como uma ótima ferramenta para o estudo do espaço geográfico e suas transformações. As atividades auxiliadas pelos SIG's vêm aumentando a cada ano com a evolução tecnológica dos seus componentes.

Os primeiros esboços de criação de um SIG foram realizados no Canadá, Inglaterra e Estados Unidos, com o intuito de automatizar e baratear a criação de mapas (ROSA, 2011). Para Câmara et al. (1996), as primeiras tentativas de automatizar dados georreferenciados, foram realizadas por volta dos anos 50 na Grã Bretanha, para um estudo de botânica e nos EUA na cidade de Chicago, em um estudo sobre o fluxo de tráfego em algumas vias.

Nos EUA logo após a segunda guerra mundial, o exército começa a usar a informática para desenhos de artefatos bélicos, daí surge o primeiro sistema CAD (Computer Aided Design) no ano de 1947, que dentro de pouco tempo, estava sendo usado por arquitetos e engenheiros como ferramenta de planejamento urbano. Porém, tal sistema tinha muitas limitações principalmente no que dizia respeito a representação de coordenadas terrestres, somente em 1959 surge o primeiro software de cartografia automatizado batizado de MIMO (Map-in Map-out), surgindo assim, a cartografia digital (MELLO et al. 2015). No entanto, o primeiro sistema computacional a realmente possuir as características de um SIG foi o ARDA (Agricultural Rehabilitation and Development Administration), no Canadá, criado pelo Ministério da Agricultura na década de 1960.

Em 1965 Dacey e Marble (1965) usaram pela primeira vez, o termo GIS (Geographic Informations System) para definir um software capaz de compilar, armazenar, analisar e confeccionar mapas e/ou relatórios (MELLO et al. 2015).

Com um maior acesso a informática por parte da população, na década de 1960, alguns desenvolvedores criaram seus próprios institutos com o objetivo de apoiar a gestão dos recursos naturais. Nesse período foi fundada a *Environmental Systems Research Institute (ESRI)*, por Jack e Laura Dangermond.; Jim e Nice Meadlock, Terry Schansman e colaboradores criam a M&S Computing (mais tarde renomeada de Intergraph). Tais instituições tiveram um papel muito importante no avanço e principalmente na popularização de softwares para SIG (MELLO et al. 2015).

Nos anos 1980, o barateamento dos computadores pessoais e a popularização da informática, fez com que o SIG alcançasse cada vez mais um número maior de usuários (MELLO et al. 2015). Antes desse período, apenas grandes instituições possuíam tal sistema em categorias de grande porte (CAMARA et al. 1996).

O avanço tecnológico permitiu um grande avanço também, na maneira de se obter dados georreferenciados. Os primeiros SIG tinham como sistemas de entrada de dados, a digitalização de cartas e mapas através de mesas digitalizadoras e cadernetas de campo, hoje já se tem as imagens orbitais de satélite de alta resolução. No que se refere ao armazenamento dos primeiros SIGs, tinha-se os *mainframes*<sup>1</sup> de apenas um núcleo, hoje há microcomputadores portáteis com alta taxa de processamento e alto poder de mobilidade.

A forma de saída de dados nos primeiros SIG era bastante rústica e pouco intuitiva, pois era feita através da impressão de relatórios, devido ao fato dos primeiros computadores não terem interface gráfica. Nos dias atuais essa forma de saída ainda pode ser através de relatórios, porém, mais elaborados e com gráficos, todavia, a principal forma de saída são os mapas, sejam impressos ou digitais, e ainda podem ser impressos em 3D, com o advento das impressoras que suportam essas tecnologias.

### **1.3 AS GEOTECNOLOGIAS NO BRASIL**

As geotecnologias vêm acompanhando o processo dinâmico e veloz da globalização e se torna cada vez mais presentes em nossas vidas, à medida que nós também, nos tornamos cada vez mais dependentes e envolvidos por tal processo.

Desde épocas remotas, a representação do espaço através de cartas, se faz necessário para o homem. As primeiras cartas/mapas eram usadas, principalmente por navegadores e outros especialistas. Nas sociedades

---

<sup>1</sup> O mainframe é um supercomputador, ou computador de grande porte, dedicado normalmente ao processamento de um volume grande de informações. É normalmente usado em ambientes comerciais e para processamento científico.

organizadas sempre houve uma preocupação em se representar através de mapas a distribuição geográfica dos recursos naturais disponíveis. Tal conhecimento da distribuição desses recursos foi fundamental ao desenvolvimento de tais países e sua ocupação territorial (ROSA, 2011).

No Brasil, o avanço tecnológico, a queda nos preços de computadores, equipamentos e softwares e a maior oferta de produtos de sensores remotos e os baixos custos de obtenção dos mesmos, também alavancou a popularização dos SIG no país (ROSA, 2011). Por outro lado, o Brasil se encontra numa situação contraditória no mundo globalizado, aonde enfrenta-se uma desigualdade social gritante ao mesmo tempo que se encontra num processo de inserção competitiva no mercado global (CÂMARA, 1996).

A história das geotecnologias no Brasil tem início, de acordo com Rosa (2011), a partir da década de 60 quando o país começa a usar dados de satélites ambientais e meteorológicos norte-americanos, o que resultou numa vasta base de dados, que serviram para auxiliar vários planos de desenvolvimento. No entanto, para Avelino, Câmara e Davis Jr (2014, apud MELLO et al., 2015, p.5), o primeiro SIG brasileiro foi implementado em 1978 e chamava-se Sistema de Informação Geo-Ambiental (SIGA) e foi resultado da síntese dos dados gerados pelo projeto RADAM e RADAM BRASIL.

Com a visita ao Brasil do Dr. Roger Tomlinson em 1982, responsável pela criação do primeiro SIG no Canadá, começa-se um processo de pesquisas na área de desenvolvimento de SIG, com destaque para a Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ sob o comando do Prof. Jorge Xavier da Silva, ao desenvolver o Sistema de Análise Geo-Ambiental (SAGA).

A partir daí, surgem outros vários institutos com o intuito de se aprofundar na criação de softwares para SIG, dentre eles podemos destacar: Sistema Geográfico de Informação (SGI/INPE), o CartoCAD (atual MaxiCAD), ambos de 1982; o Sistema de Tratamento de Imagens e Sistema Geográfico de Informação (SITIM/SGI), em 1986; o Sistema Automatizado de Gerência da Rede Externa (SAGRE), em 1990; e o Sistema para Processamento de Informações Geográficas (SPRING), em 1991 (MELLO et al. 2015).

Diante de toda essa evolução das geotecnologias no Brasil, podemos listar alguns dos softwares de SIG mais utilizados no país, segundo Rosa (2011), são eles: ArcGIS, ArcInfo, ArcView, AutoCAD Map, ENVI, ERDAS, GRASS, IDRISI, MAPINFO e SPRING.

Vale ressaltar que, o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - SPRING - é o único desenvolvido no Brasil. Foi concebido no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, e é um poderoso software que integra o processamento digital de imagens com análises espaciais envolvendo vetores e banco de dados.

Outro software de SIG que vem ganhando espaço e destaque aqui no Brasil é o Quantum GIS, que é um poderoso software que permite análise e manipulação de dados georreferenciados e possui uma característica muito especial, o fato de ser *open source*, ou seja, é um software livre.

Câmara e Ortiz (1998) classificam o uso das geotecnologias no Brasil da seguinte forma:

- a) **Cadastral:** O uso de tais tecnologias é usado para fins de cadastros, seja rural ou urbano, afim de apresentação de banco de dados e geração de mapas e imagens e é muito utilizado por prefeituras.
- b) **Cartografia Automatizada:** Utilizada por órgãos ou instituições que demandam uma grande quantidade de produção cartográfica. Necessitam de ferramentas complexas de entrada de dados.
- c) **Ambiental:** Instituições federais e estaduais que necessitam gerenciar e monitorar os recursos naturais.
- d) **Concessionárias/Redes:** São as concessionárias de serviços como energia elétrica, água, telefone. Devido a complexidade do uso, são desenvolvidas melhorias específicas nos SIG para melhor lhe atenderem.
- e) **Planejamento Rural:** Nesse setor o uso dos SIG é feito para planejar colheitas, distribuição de produtos, e uso de insumos. Como no caso anterior, são desenvolvidas ferramentas muito específicas para esse tipo de usuário.
- f) **Business Geographic:** Nesse tipo de empreendimento, o SIG é utilizado para planejar ações para localização de novos nichos de

mercado, distribuição e gerenciamento de equipes. Assim como nos casos anteriores, ferramentas específicas devem ser desenvolvidas para atender as demandas do cliente.

Como se pode observar, cada segmento apresenta características e necessidades bem específicas, sendo assim, o SIG deve ser aplicado a metodologias que vão dar respostas satisfatórias a tais necessidades, levando em consideração alguns outros fatores, como custo x benefício de implantação e a disponibilidade de mão de obra técnica capaz de operar tais sistemas.

## **II CAPÍTULO: O USO DAS GEOTECNOLOGIAS NA GESTÃO PÚBLICA NO BRASIL**

### **2.1 OS MUNICÍPIOS E O ESTATUTO DAS CIDADES**

Nos últimos anos aqui no Brasil, houve um crescimento urbano muito espantoso e desorganizado, criando um leque de problemas à população. Problemas estes que vão desde a falta de infraestrutura básica e ocupações irregulares ou em áreas inadequadas, até problemas de cunho ambiental. O crescimento acelerado não permite que o município atenda todas as demandas e o impossibilita de criar e elaborar um planejamento razoável e eficaz para atender todos os setores. Como uma medida de intervenção, o Governo Federal cria o Estatuto das Cidades com a expectativa que em médio prazo, tais problemas estejam resolvidos, ou pelo menos parte destes (COELHO, 2009).

Desde a sua criação, em 2001, através da Lei 10.257 de 10 de julho de 2001, o Estatuto das Cidades vem com uma série de instrumentos que objetivam atender demandas de caráter urbano, com o fim de minimizar as desigualdades sociais das cidades brasileiras. Tal instrumento delega aos municípios a responsabilidade de gestão planejamento e desenvolvimento urbano. Para alcançar tais objetivos, foi criado o Plano Diretor, como um instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana (BRASIL, 2011).

Em 1º de janeiro de 2003 o presidente cria o Ministério das Cidades, reforçando mais ainda a ideia de combate às desigualdades sociais, transformar as cidades em espaços mais humanizados, ampliar o acesso da população à moradia, ao saneamento e ao transporte.

O plano diretor, antes obrigatório apenas para cidades que possuíam mais de vinte mil habitantes, agora passa a abranger cidades que são integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, áreas de especial interesse turístico, as inseridas em áreas de influência de significativo impacto ambiental ou ainda aquelas nas quais o poder público pretenda utilizar os instrumentos definidos no § 4º do Art. 182 da Constituição Federal, que trata do devido aproveitamento do solo urbano (BRASIL, 2001).

O plano diretor vem a ser o principal instrumento integrador das demais políticas setoriais e estabelecer parâmetros que realmente definem o papel social da cidade com a população, tentando dessa forma, reduzir desigualdades através de projetos de inclusão social. Ao mesmo tempo em que tenta criar mecanismos de ordenamento territorial, visando, assim, reduzir tais desigualdades e evitando com isso a segregação sócio-espacial, irregularidades fundiárias e degradação ambiental.

O objetivo principal do Plano Diretor vem a ser promover a igualdade social, através de medidas que visem promover o acesso aos serviços básicos urbanos as mais variadas classes sociais, ao mesmo tempo que busca implantar uma gestão participativa e democrática (BRASIL, 2011).

O novo modelo de Plano Diretor é mais complexo e visa a democratização com a participação da sociedade, aqui representada por membros de movimentos sociais, presidentes de associações, presidentes de bairros, ONG's e outros órgãos da iniciativa privada e pública.

A participação popular se dá através de audiências públicas, como disposto no Art. 40 da Lei 10.257 de 10 de julho de 2001. Desta forma, almeja-se uma gestão democrática e participativa com várias esferas da sociedade. Assim, os órgãos planejadores e fiscalizadores, tem a oportunidade de ouvir a população e seus anseios. Nesse processo, o município ainda tem a obrigatoriedade de divulgar nos meios de comunicações locais sobre as audiências e os seus resultados.

Seguindo essa lógica, o Plano Diretor é elaborado por uma equipe técnica especializada, junto com a participação da sociedade, em seguida o processo é encaminhado para discussão na câmara de vereadores, aonde, se for aprovado, deverá ser sancionado e se torna Lei Municipal (COELHO, 2009).

Dessa forma, pode-se dizer, de forma sucinta, que o Plano Diretor é o documento que estabelece diretrizes ao ordenamento territorial e ao desenvolvimento municipal. Seu objetivo maior é o de fazer com que a população tenha melhor qualidade de vida no espaço urbano (COELHO, 2009).

A implantação de tais instrumentos é um desafio para as cidades, justamente por falta de uma base de informações territoriais informatizadas (FREITAS et al.,

2013). Há muitos municípios no País que não possuem infraestrutura para tal suporte nem mesmo para situações básicas, como cobrança de IPTU.

## **2.2 AS GEOTECNOLOGIAS E OS MUNICÍPIOS: O CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO (CTM).**

A partir da década de 1990, o uso do SIG se consolidou no Brasil, saindo da vertente acadêmica e emergindo no mercado como ferramenta de apoio a tomada de decisões. Instituições Governamentais e empresas de grande porte investiram no uso de SIG mais complexos e completos.

A gestão municipal deveria fazer um grande uso de SIG para tomada de decisões, pois como afirma Rosa (2011), cerca de 80% das ações de uma prefeitura são baseadas no fator localização espacial. Para um planejador, o SIG apresenta-se como uma ferramenta de fundamental importância, pois com o uso de tal ferramenta, é possível relacionar vários produtos cartográficos da cidade com bancos de dados, como por exemplo, dados censitários, dados de saúde, dados sobre uso do solo, dados das escolas, dados da defesa civil e etc.

O Ministério das Cidades, através de iniciativas de capacitação dos gestores municipais, vem estimulando o uso de geotecnologias para a gestão e planejamento urbano, principalmente no que diz respeito aos Cadastros Técnicos Multifinalitários (CTM). Tais capacitações se dão no âmbito do Programa Nacional de Capacitação das Cidades (PNCC) que faz parte Política Nacional de Desenvolvimento Urbano.

Art. 1º O Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), quando adotado pelos Municípios brasileiros, será o inventário territorial oficial e sistemático do município e será embasado no levantamento dos limites de cada parcela, que recebe uma identificação numérica inequívoca. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2009)

O Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) tem como objetivo, compor um sistema de informações que integra dados diversificados sobre a propriedade imobiliária. Tais informações devem estar espacialmente referenciadas e em uma escala adequada. As diretrizes para criação do CTM, foram estabelecidas

através da portaria nº 511 de dezembro de 2009, com a ajuda e apoio de diversos órgãos e entidades entre elas a Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR, que sugeriu ajustes pertinentes e manifestou-se de forma favorável à iniciativa. (CUNHA; ERBA, 2010). Desse modo, pode-se observar a preocupação do Ministério das Cidades em levantar e organizar dados espaciais dos municípios e ao consultar a CONCAR, demonstra também a necessidade de padronização de tais dados cartográficos, o que sugere uma possível hipótese de manipulação desses dados em um ambiente de SIG. Todavia o caráter de tais diretrizes ainda é somente orientador aos municípios e não obrigatório.

As diretrizes para criação do CTM no seu capítulo III - “Da Cartografia Cadastral”, ressaltam a importância da padronização dos dados espaciais com as normatizações da Cartografia Nacional, do Sistema Geodésico Brasileiro e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e aos padrões estabelecidos para a INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais). Tais diretrizes ainda sugerem que cada município mantenha uma equipe técnica capacitada para atualização e manutenção do sistema.

Diante dessa informações, podemos sugerir que, o Governo Federal já tem uma preocupação em usar geotecnologias para a gestão pública, porém, como destaca Loch (2007), há uma série de obstáculos que precisam ser superados para que tal sistema realmente funcione, como por exemplo, a falta de uma legislação vigente sobre tal tema, para que se possa direcionar e impor linhas de ação mínima para a implantação e manutenção de projetos cadastrais.

Dentre os problemas já citados, Loch (2007) ainda destaca outros desafios a serem enfrentados pela maioria dos municípios, dentre eles, podemos citar: A falta de profissionais para manipular as geotecnologias necessárias, falta de softwares e hardwares específicos para tal tarefa, ausência de harmonia entre as equipes de gestão e de coletas de informações, insuficiência de dados de qualidade e por último, a grande demora proveniente da burocratização para realizar tais projetos.

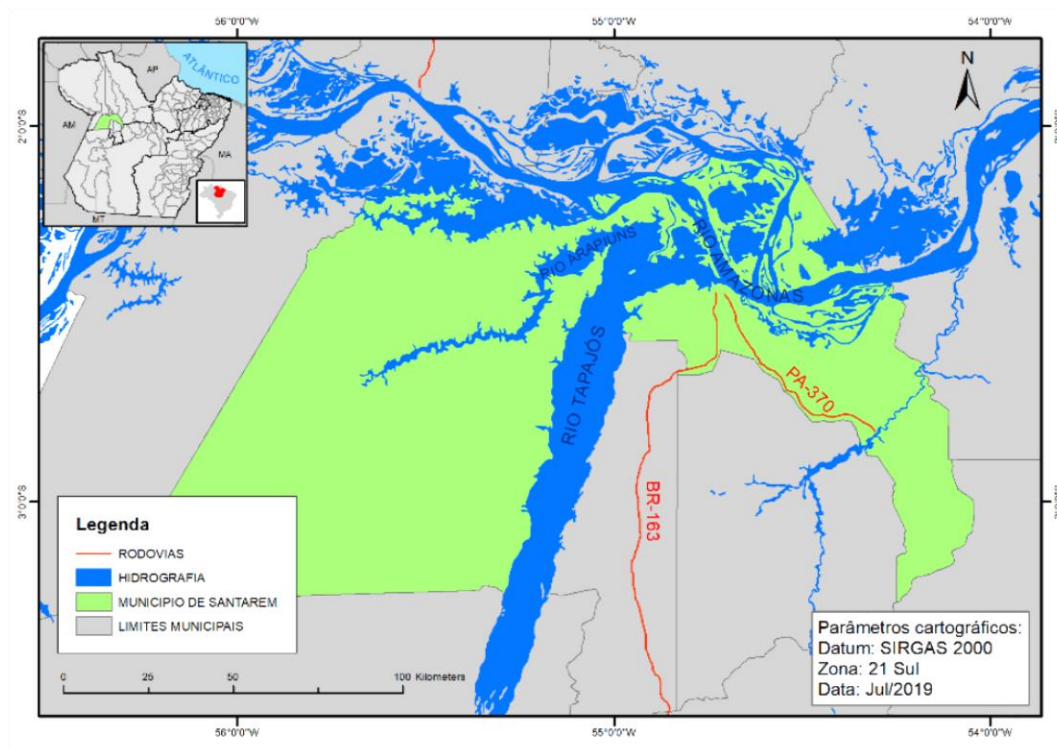
### 2.3 O PLANO DIRETOR EM SANTARÉM

O processo de povoamento na Amazônia se deu de maneira desordenada e ditado pelas necessidades de expansão territorial da coroa portuguesa durante o período colonial. Após o período de colonização portuguesa as atividades econômicas predominantes durante esse período eram baseadas no extrativismo, e se desenvolviam em ciclos que ascendiam e passado algum tempo, entravam em decadência (BEKER, 2005).

A cidade de Santarém foi fundada em 22 de junho de 1661 pelo padre português João Felipe Bettendorf, na época era denominada de Aldeia do Tapajós. Somente em 14 de março de 1758, foi nomeada de Santarém pelo então Governador da Província do Grão Pará capitão-geral Francisco Xavier de Mendonça Furtado. Em 24 de outubro de 1848 foi elevada ao posto de cidade pelo presidente da província, Jerônimo Francisco Coelho (SANTARÉM, 2019).

Santarém como uma cidade típica da Amazônia, tem sua implantação pautada na localização as margens dos rios, beneficiando-se assim dos meios de transportes fluviais. A cidade é margeada pelo Rio Tapajós e pelo Rio Amazonas, que estão entre os maiores da região amazônica (figura 1).

Figura 1 - Localização do município de Santarém – PA.



Fonte: Monteiro (2019)

A população de Santarém é de aproximadamente 294.580 pessoas, possui uma extensão territorial de aproximadamente 17.989,389 Km<sup>2</sup>, que está dividida em quatro distritos: Santarém, Alter-do-chão, Boim e Curai (IBGE,2010).

O Plano Diretor Participativo do município de Santarém foi instituído em 29 de dezembro de 2006, através da lei municipal N° 18.051/ 2006. O plano é um instrumento básico de política de desenvolvimento e expansão urbana, fazendo parte do processo do planejamento municipal. Dentre os vários pontos abordados pelo plano, destacam-se os instrumentos de gestão e organização territorial do município, que se apresentam na forma de zoneamentos para definir o uso e ocupação do solo.

Segundo o texto do plano, em sua segunda parte, assim chamada de Título II, o tema abordado são as políticas setoriais que são divididas em onze capítulos, sendo que cada um, aborda um setor, descritos resumidamente abaixo:

- DA ORGANIZAÇÃO DO TERRITÓRIO - Ordenamento e uso do solo através de zoneamentos.
- DA ORGANIZAÇÃO DA ECONOMIA - Política de desenvolvimento econômico e social estruturada para os setores da agropecuária, comércio e serviços, indústria, turismo, extrativismo e pesca.
- DA ORGANIZAÇÃO DO MEIO AMBIENTE - Políticas de gestão do meio ambiente, através de instrumentos de fiscalização e incentivo a conservação ambiental.
- DA ORGANIZAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA - Promover articulações e integração dos componentes estruturadores da mobilidade urbana, saneamento, iluminação pública, pavimentação.
- DA ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA DE SAÚDE - Promover ações e serviços públicos de saúde.
- DA EDUCAÇÃO - atenderá a educação escolar desenvolvida em instituições públicas de ensino e garantirá a educação básica e Superior em condições de igualdade e oportunidade de acesso.
- DO ESPORTE E LAZER - planejar, apoiar e incrementar programas e projetos na área do esporte e do lazer enquanto direito social.

- DA ASSISTÊNCIA SOCIAL - promover serviços, programas, projetos e benefícios de proteção social básica.
- DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO CULTURAL, ARTÍSTICO, PAISAGÍSTICO, ARQUITETÔNICO E ARQUEOLÓGICO - implantar programas de educação patrimonial e ações de produção de informações voltadas para a compreensão da preservação de todo patrimônio.
- SEGURANÇA PÚBLICA - implantação de equipamentos de Segurança Pública e implementação da guarda Municipal.
- DA HABITAÇÃO - Políticas para assegurar moradia que garanta as condições de habitabilidade.

Com o uso adequado e pessoal qualificado, um planejador dispõe no SIG de ferramentas que permitem traçar metas e estratégias de ordenamento territorial, assim como avaliar os seus resultados. Tudo isso aliado a uma resposta rápida de análise e velocidade na atualização e consulta dos dados.

O uso do de geotecnologias pode dar suporte a todos esses setores contemplados pelo Plano Diretor, necessitando apenas que o planejador de cada área, saiba determinar sua demanda ou necessidade para que um operador de um SIG o realize, ou gere um produto cartográfico para auxiliar na tomada de decisões.

### **III – CAPÍTULO: METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PONTOS DE ALAGAMENTOS EM ÁREAS URBANAS COM O USO DE GEOTECNOLOGIAS: O CASO DA CIDADE DE SANTARÉM (PA)**

#### **3.1 Considerações Introdutórias**

Nesta parte do trabalho, abordaremos as metodologias e técnicas aplicadas para a elaboração de um produto proveniente do uso de geotecnologias, as possibilidades e aplicabilidades de tal produto para uma melhor gestão e planejamento urbano. Tudo isso fazendo uso de dados secundários e públicos, uma metodologia não tão complexa e com um resultado satisfatório, mostrando a praticidade de tal ferramenta no uso e o baixo custo para implantação. Sempre lembrando que há muitas possibilidades de análises e correlações de vários planos de informações que levam o usuário a chegar a vários resultados diferentes.

No primeiro momento geramos uma carta topográfica representando o relevo da área urbana de Santarém, segundo o Plano Diretor, em seguida sobrepomos outros planos de informações, do tipo, arruamentos, limites de bairros, pontos de alagamentos, a fim de se fazer uma breve análise sobre os motivos que levam a formação de tais pontos de alagamentos nessas localidades. Ou seja, uma correlação de relevo e outros fatores que levam a alterar o escoamento superficial nesses pontos da cidade e que geram prejuízos a sociedade, principalmente, a administração pública.

#### **3.2 MATERIAIS E MÉTODOS**

##### **3.2.1 Aquisição de Dados secundários**

- Aquisição de imagens do TOPODATA (INPE).
- Base de dados geográficos de uso público (IBGE, EMBRAPA, Prefeitura de Santarém, etc.)

- Caracterização de cada elemento utilizado (imagens, MDE, bases cartográficas) com dados técnicos (resolução, sensor utilizado, escala)
- Métodos de aquisição de tais dados (Tipos de sensores, pré-processamento de dados, pós processamento de tais dados)
- Avaliação e análise de autores especializados na área (Artigos, monografias, dissertações dos mesmos avaliando a qualidade de tais técnicas e seus resultados.)
- Utilizou-se como base de estudo, o trabalho intitulado O SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO URBANO EM SANTARÉM (PA): POTENCIALIDADES E DESAFIOS. (Santos, 2018) para a localização de pontos de alagamentos na cidade.
- Visita ao departamento de Defesa Civil de Santarém.

### **3.2.2 Processamento no ambiente SIG (ArcGis)**

- Preparação do ambiente de trabalho (Definição do sistema de projeção, datum, escala, etc.)
- Adição das camadas ou *Layers*.
- Preparação de cada camada (reprojeção, datum, etc.)
- Definição dos parâmetros a serem utilizados em cada processamento das camadas (tipo de suavização, diretório de saída, etc.)
- Apresentação dos resultados pós processamento e análises.
- Montagem do Layout final para a confecção do mapa final.

### **3.3.3 Detalhamento da Metodologia**

Para a realização do presente trabalho, usou-se o software SIG (Sistema de Informações Geográficas) ArcGis 10.1 da ESRI, mais especificamente o módulo Arcmap, onde as feições ou *shapefile (layers ou camadas)* são visualizadas e tratadas.

O formato shapefile foi desenvolvido pela ESRI (Environmental Systems Research Institute) e tem por finalidade representar feições geográficas e os atributos da mesma.

Um shapefile é um formato de armazenamento de dados de vetor da Esri para armazenar a posição, forma e atributos de feições geográficas. (ArcGIS ,2019)

O shapefile é o formato vetorial mais utilizado no mundo, apesar de hoje não ser o mais eficiente, reinou durante décadas como o mais utilizado e eficiente entre os SIG e é utilizado para representar fenômenos e feições geográficas através de pontos, linhas e polígonos. Os *shapefiles* representam planos de informações como se fossem camadas separadas.

Delimitou-se a área de estudo como a área urbana de Santarém - PA, para isso, utilizou-se um arquivo *shapefile* com os limites da área urbana do município e sua divisão por bairros, extraídos de um arquivo do tipo CAD disponibilizado pela Prefeitura de Santarém.

No ambiente do Software de SIG *ArcGis*, adicionou-se um arquivo *raster* TOPODATA adquirida no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, que consiste, segundo Valeriano (2005), em um melhoramento das imagens originais do projeto *Shuttle Radar Topography Mission – SRTM*<sup>2</sup>, que apresentavam resolução espacial de 90m, e posteriormente, com o tratamento adequado, passaram a ser apresentadas com uma resolução de 30m e redução de falhas. A carta utilizada foi identificada pela nomenclatura 02S555ZN\_UTM21S, que abrange a parte urbana do município de Santarém - PA.

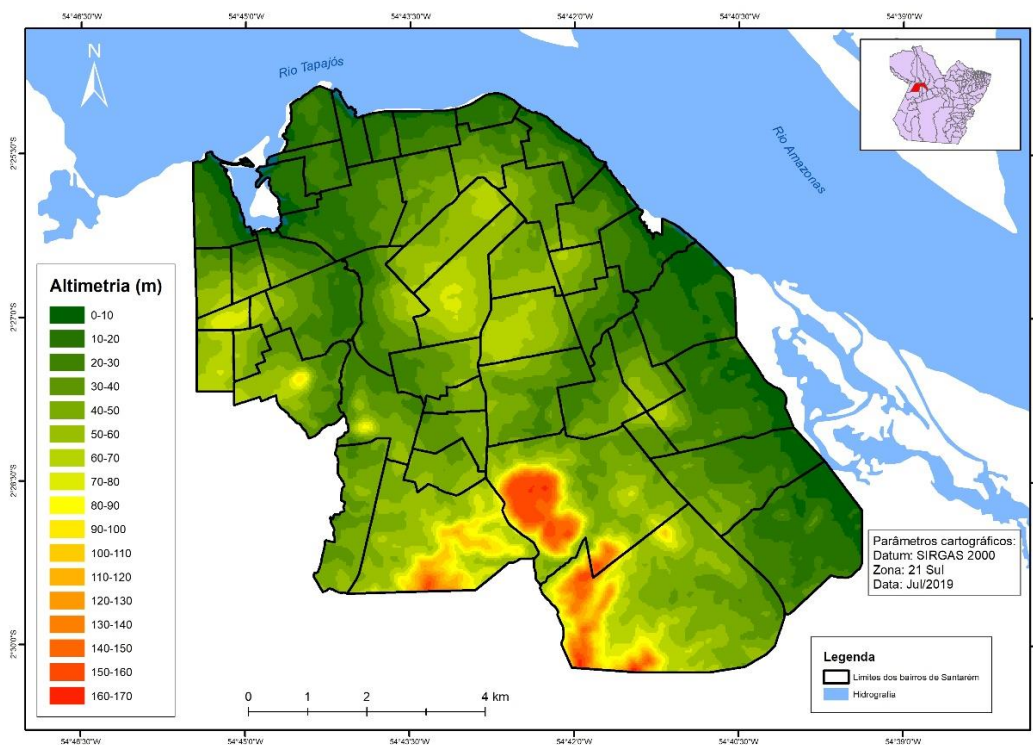
Com a imagem devidamente adicionada ao ambiente de trabalho, optou-se por atribuir cores hipsométricas<sup>3</sup>, as quais caracterizam as diversas faixas de altitudes IBGE (1999) para dar uma ideia da altimetria na área de estudo. Como podemos observar na figura 2, já é possível reconhecer as áreas mais elevadas da cidade e as mais baixas.

---

<sup>2</sup> O propósito da missão SRTM foi atuar na produção de um banco de dados digitais para todo o planeta, necessários na elaboração de um Modelo Digital de Elevação (MDE) das terras continentais. Os dados foram produzidos para a região do planeta posicionada entre os paralelos 56°S e 60°N.

<sup>3</sup> Hipsometria é uma técnica de representação da elevação de um terreno através de cores. As cores utilizadas possuem uma equivalência com a elevação do terreno. Geralmente é utilizado um sistema de graduação de cores. Esquemas convencionais de cores para a hipsometria começam com verde escuro para baixa altitude e, passando por amarelo e vermelho, até cinza e branco para grandes elevações.

Figura 2 - As cores hipsométricas aplicadas à imagem TOPODATA.



Fonte: Monteiro (2019)

Acessando a ferramenta *ArcToolBox* que se trata de um conjunto de ferramentas de análises e operações espaciais, e navegando até a aba *Spatial Analyst Tools*, acessando o sub-menu *Surface*, chega-se à ferramenta *Contour*, que será a encarregada de gerar as curvas de níveis.

Contornos são linhas que conectam locais de igual valor em um conjunto de dados raster que representa fenômenos contínuos, como elevação, temperatura, precipitação, poluição ou pressão atmosférica. (ESRI, 2010).

O modelo digital de elevação (MDE) é a representação, em ambiente de computador, das formas do relevo, representadas por uma matriz de pixels com coordenadas planimétricas e um valor de intensidade que irá corresponder à elevação. Na janela de parâmetros da ferramenta *Contour*, informa-se o arquivo MDE utilizado, que no nosso caso, será o arquivo TOPODATA correspondente a área. Em seguida escolhe-se o diretório de saída do arquivo, ou seja, onde será salvo o *shapefile* das curvas de níveis, e a equidistância das mesmas, que em nosso caso, será 10 metros. Com as curvas geradas, pode-se atribuir valores de altimetria na toponímia.

Optou-se por fazer um "recorte" na feição gerada, limitando-se a usar somente as curvas de níveis dentro da área urbana de Santarém. Para isso, usou-se a ferramenta de análise espacial chamada "*clip*", que consiste em recortar uma feição a partir de formato de outra feição, criando assim, uma área de interseção entre as duas feições.

Use essa ferramenta para recortar uma parte de uma classe de recurso usando um ou mais recursos em outra classe de recurso como um cortador de biscoitos. Isso é particularmente útil para criar uma nova classe de recurso - também conhecida como área de estudo ou área de interesse (AOI) - que contém um subconjunto geográfico dos recursos em outra classe de recurso maior. (ESRI,2010).

Como o resultado foi gerado através de um arquivo *raster*, as linhas que representam as curvas de níveis se apresentam "quadradas" (Figura 3a), representando o valor numérico de cada pixel do MDE. Contudo, optou-se por suavizar os vértices de tais curvas de níveis, a fim de se obter um melhor resultado visual e estético. Para isso ocorrer, utilizou-se a ferramenta de suavização do SIG chamada *Smooth Line*, e o método escolhido foi o *PAEK* (Aproximação Polinomial com Kernel Exponencial) por ser caracterizado como o método na qual o operador tem mais controle sobre os parâmetros que irão determinar tal resultado. (figura 3b)

O método PAEK (Aproximação Polinomial com Kernel Exponencial) suaviza as linhas com base em uma tolerância de suavização. (ESRI 2010)

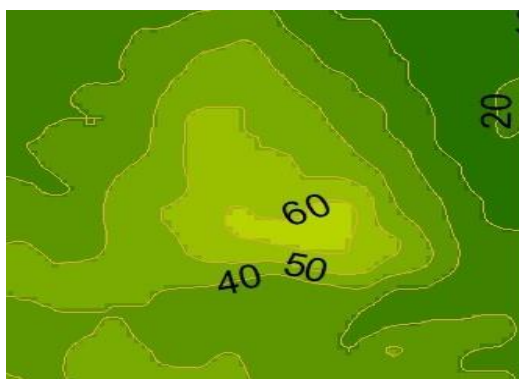
Figura 3 - As curvas de níveis antes e depois da aplicação do método PAEK.



Fonte: Monteiro (2019)

Ainda com o MDE em ambiente de trabalho, foi feito um procedimento chamado reclassificação, aonde os valores da imagem são reamostrados e agrupados em intervalos pré-definidos pelo usuário. No caso descrito acima, utilizou-se 17 classes, levando em consideração a variação de cotas identificadas na cidade, onde encontrou-se o valor máximo entre 160 e 170 metros de altitude, ficando assim, divididos em valores de 10 em 10 (mesma equidistância das curvas de níveis) como mostra a figura 4.

Figura 4 - Curvas de Níveis sobrepondo-se aos limites das cores.



Fonte: Monteiro (2019)

Observa-se o cuidado em sobrepor as curvas de níveis com suas cotas ao MDE devidamente representado com as cores hipsométricas, dando assim ao leitor/usuário uma rápida visão do relevo.

Na última etapa da metodologia, utilizando-se os resultados do estudo de Santos (2018) que em seu trabalho, destaca o uso do SIG como ferramenta de gestão e planejamento urbano, e aborda a questão de alagamentos na cidade, realizou-se a plotagem desses pontos de alagamentos ainda no ambiente do *ArcGis* através da inserção das coordenadas geográficas utilizadas pela autora<sup>4</sup>. Foi feita a escolha dos bairros Santarenzinho e Interventoria para realização de análises da relação entre topografia e alagamento. A escolha do bairro do Santarenzinho se deu em função da topografia que apresenta uma declividade acentuada e acidentada, além da falta de infraestrutura adequada,

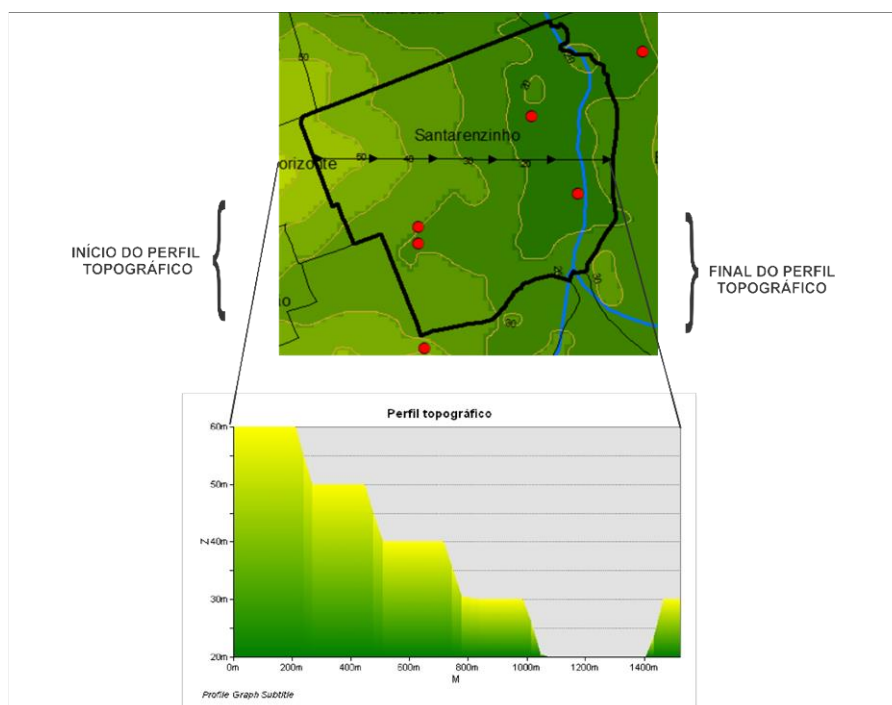
---

<sup>4</sup> Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por Analine Oliveira Santos, O sistema de informações geográficas (SIG) como ferramenta de gestão e planejamento urbano em Santarém (PA): Potencialidades e desafios.

em contrapartida, o bairro da Interventoria foi escolhido para análise, apesar da topografia relativamente plana, porque identificou-se um fenômeno peculiar relacionado a questão de arruamento e infraestrutura.

Nas duas situações, foi realizado um cálculo de declividade nos bairros anteriormente citados, no ambiente do ArcGis, usando a extensão *3D Analyst*, mais especificamente a ferramenta *Interpolate Line*, onde traça-se uma linha que posteriormente gera um perfil topográfico em forma de gráfico mostrando a declividade do local como mostra figura 5.

Figura 5 - Exemplo de perfil topográfico.



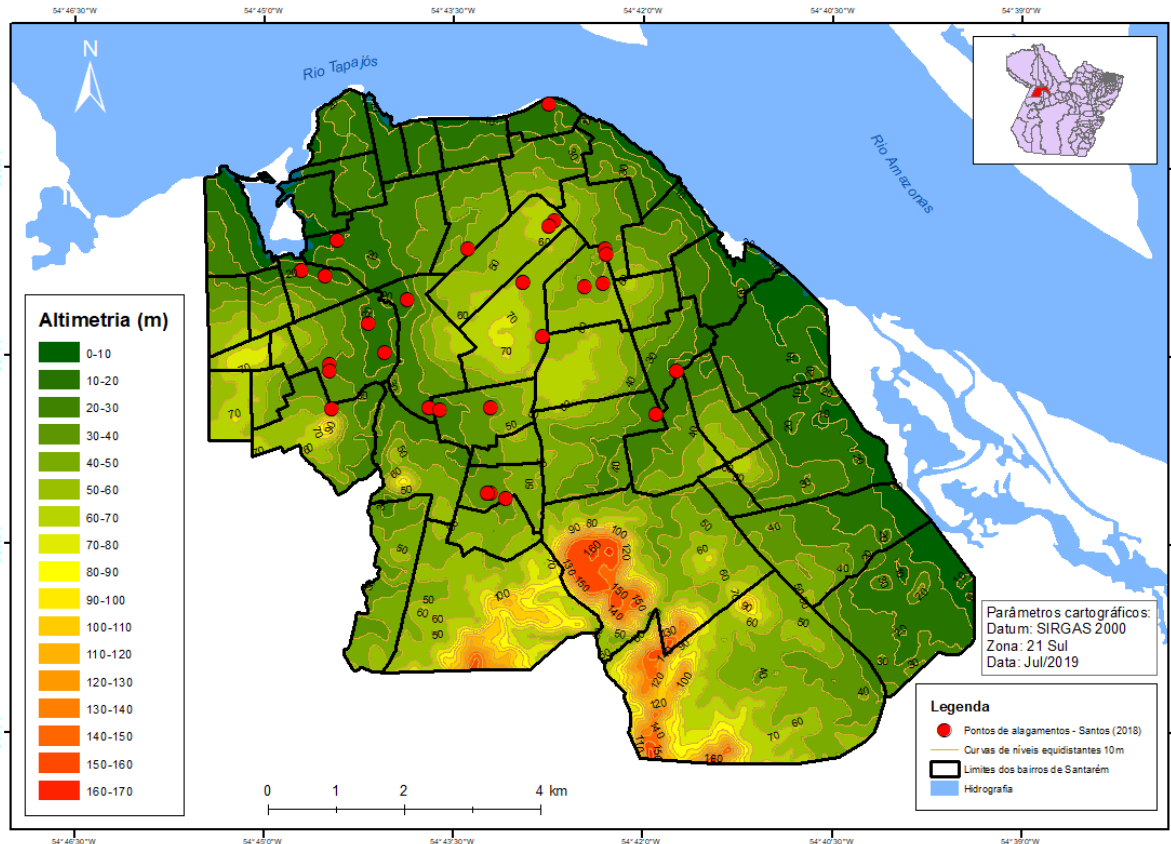
Fonte: Monteiro (2019)

## 4. RESULTADO E DISCUSSÕES

### 4.1 Mapa altimétrico da área urbana de Santarém

Como resultado da metodologia empregada, obteve-se o mapa altimétrico da cidade de Santarém (figura 06) com os principais pontos de alagamentos, dentro dos limites da zona urbana. Através desse produto, é possível fazer uma breve análise da situação topográfica da cidade.

Figura 6 - Mapa altimétrico da área urbana de Santarém.



Fonte: Monteiro (2019)

Nota-se que a porção ao sul da cidade contém as maiores elevações, porém, a porção ao oeste também possui consideradas elevações. Em contrapartida, as porções Norte e Leste possuem baixas elevações que vão diminuindo gradativamente ao se aproximar das margens dos Rios Tapajós e Amazonas. A porção central da cidade apresenta um relevo mais homogêneo, com poucas variações.

## 4.2 A relação entre topografia e alagamento

Para fins comparativos, utilizou-se parâmetros e resultados do estudo de Santos (2018) que em seu trabalho, destaca o uso do SIG como ferramenta de gestão e planejamento urbano. Em tal trabalho, são identificados e levantados alguns pontos de alagamentos na cidade, tais pontos possuem coordenadas geográficas e deram origem a um novo plano de informação (*shapefile*) que foi adicionado ao mapa altimétrico da cidade de Santarém. Mais uma vez, aqui destaca-se a versatilidade do SIG em integrar informações de forma rápida e simples, claro, sempre tomando cuidado de analisar os tipos e a compatibilidade dos planos de informações que estão sendo integrados.

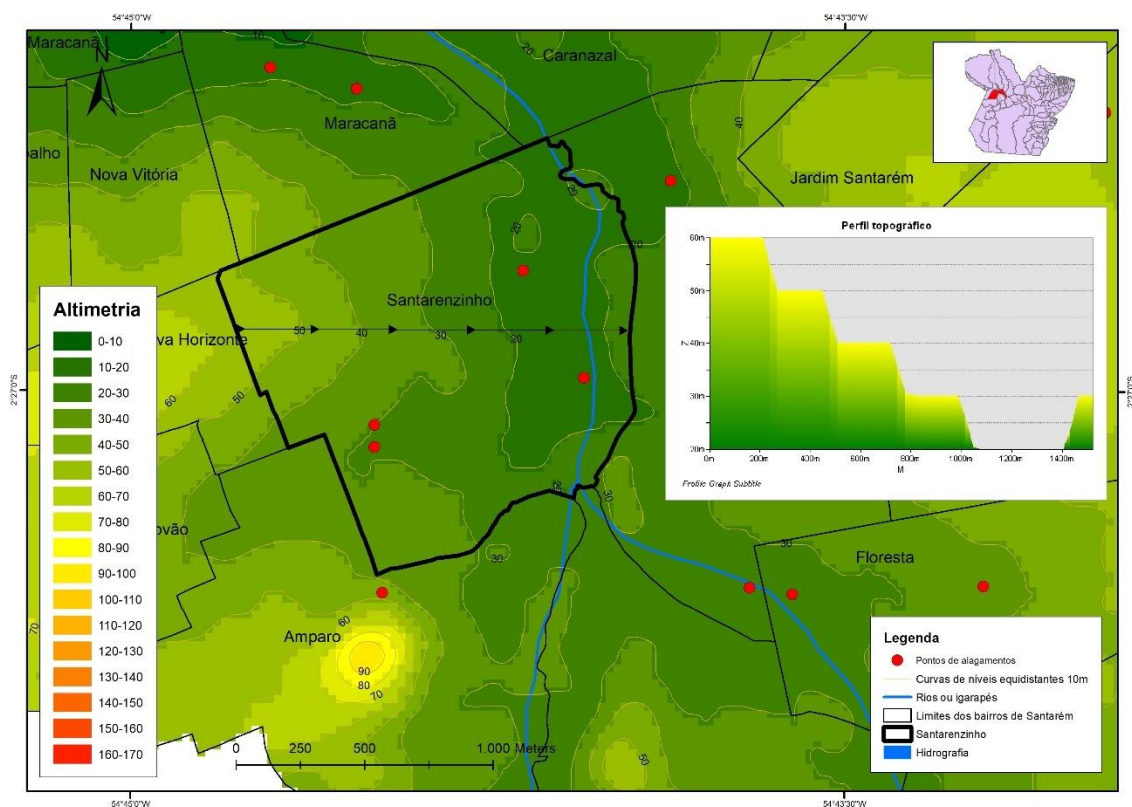
Em seu trabalho, Santos (2018) afirma que o bairro do Santarenzinho é um dos mais afetados pelos alagamentos no período chuvoso, sendo identificados e analisados 4 pontos críticos. O bairro abrange 57 ruas com 2.562 domicílios particulares permanentes e tem uma população total de 9.092 habitantes, sendo 49,1% homens e 50,8% mulheres.

Ainda em sua pesquisa, foram identificados vários pontos sem infraestrutura, ou com infraestrutura comprometida, o que vem a agravar a situação, como afirma Tucci (2003.)

O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento, como aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento. (TUCCI, 2003. pag.26)

Fazendo uma rápida análise dessa área, usando como base, o mapa altimétrico, nota-se uma área de declive acentuado, que pode ser resultado de uma encosta ao oeste do bairro e um leito de igarapé a leste, como mostra figura 7.

Figura 7 - Mapa altimétrico dando ênfase ao bairro do Santarenzinho.



Fonte: Monteiro (2019)

Como se pode observar, traçou-se uma linha de perfil no sentido Oeste-Leste, dentro do limite do bairro Santarenzinho, justamente seguindo o sentido de declividade da área. A declividade calculada nesse perfil foi de 2,8%, o que pode ser considerado plano, segundo a classificação de declividade como mostra a figura 8. (Embrapa,1979), porém em termos de inundações urbanas, pode ser um cenário propício a alagamentos. Como afirma Tucci (2003), a urbanização cria mecanismos de impermeabilização do solo e, conseqüentemente, o aumento da vazão de tais águas pluviais, criando assim, o que Cemadem (2016) caracteriza como “enxurradas”, ou seja, o aumento súbito das vazões de determinada drenagem com uma alta energia de transporte.

Figura 8 - Classificação de declividades segundo a EMBRAPA.

Classes de declividade (%)	
Plano	0 - 3
Suavemente ondulado	3 - 8
Ondulado	8 - 20
Fortemente ondulado	20 - 45
Montanhoso	45 - 75
Formente montanhoso	>75

Fonte: Organizado por Monteiro (2019). EMBRAPA 1979.

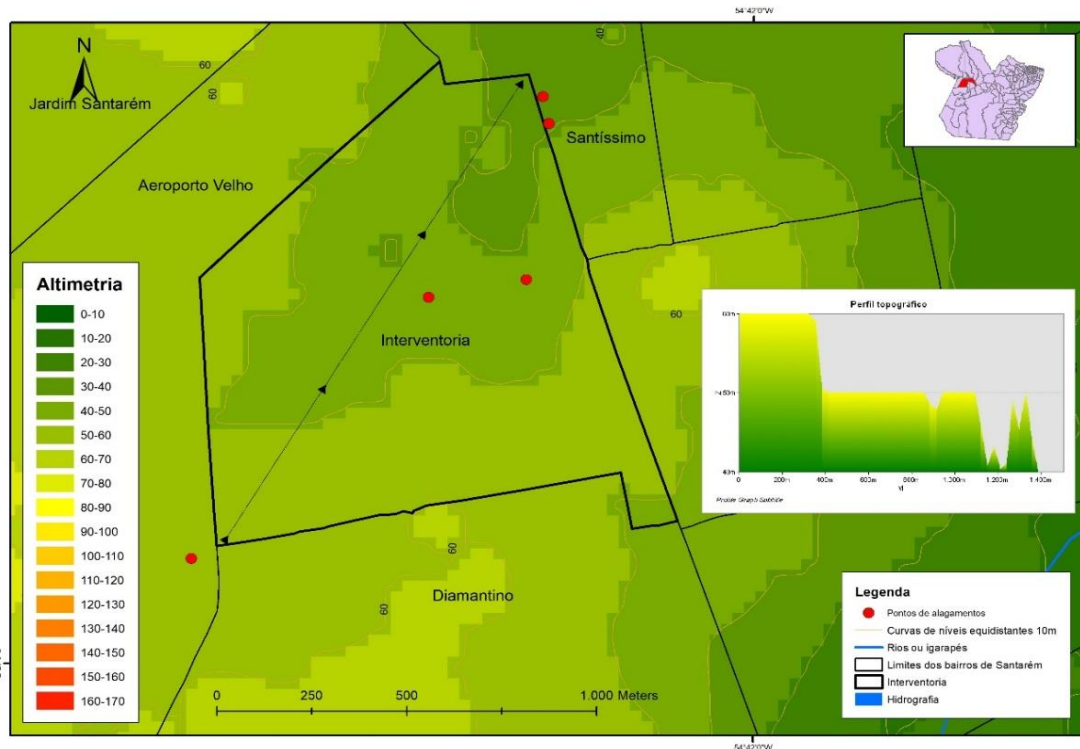
Observando ainda o mapa, nota-se a presença de morros e encostas ao sul do bairro, mais especificamente o morro popularmente chamado, de “serra do índio” localizado no bairro vizinho chamado de Amparo. A serra do índio apresenta uma declividade muito acentuada e apesar de não estar dentro do bairro do Santarenzinho, a topografia indica que parte das águas pluviais que incidem sobre esse morro, percorre em direção a este, inclusive Santos (2018) identifica um ponto de alagamento localizado exatamente na divisa entre os dois bairros.

Segundo Santos (2018), nesses pontos identificados como áreas de alagamento, há uma grande deposição e transporte de sedimentos, o que acaba acarretando problemas e prejuízos para a população local. Para Tucci (2003) o desenvolvimento urbano pode produzir obstruções na forma de infraestruturas inadequadas que dificultam o escoamento superficial e promovem o assoreamento em vias públicas com o aumento da produção de sedimentos e que pode ser agravado com o acúmulo de lixo. O contrário também pode ser percebido nesses casos, ou seja, o acúmulo de sedimentos e lixo obstruem o fluxo do escoamento superficial, resultando em alagamentos.

Ainda seguindo a análise do mapa altimétrico com os pontos de alagamentos identificados no estudo de Santos (2018), podemos destacar outro bairro com alguns pontos de alagamentos: Interventoria. Esse bairro localiza-se na porção central da zona urbana de Santarém, e possui uma população de 7.009 pessoas, sendo 46,5% homens e 53,4% mulheres, abrange 36 ruas com 2.269 residências particulares permanentes (IBGE, 2010), apresenta, segundo

Santos (2018), dois pontos de alagamentos. O bairro está localizado em uma área razoavelmente plana, porém, possui certas elevações ao leste sul, sudoeste e noroeste (figura 09).

Figura 9 - Mapa altimétrico dando ênfase ao bairro Interventoria.



Fonte: Monteiro (2019)

O caso de alagamento que mais chama a atenção nesse bairro e por muitas vezes está em evidência nos meios de comunicação, é o alagamento que se forma na Avenida Castelo Branco, com características bem específicas, como enxurradas fortes a ponto de movimentar veículos estacionados e causar muitos danos e prejuízos aos moradores locais e transeuntes.

Traçou-se um perfil no sentido sudoeste – nordeste, e constatou-se uma declividade de 1,42%, que ainda pode ser considerado plano, segundo a classificação de declividade ( Embrapa 1979).

Analisando o mapa altimétrico da área, observa-se uma especificidade que pode ter uma forte influência em tal fenômeno. Observando a figura 10, é possível notar a presença de duas grandes instalações o IFPA (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará) e o futuro Ministério Público Federal

(MPF). Usando a declividade do local como base para definir o fluxo de escoamento superficial da área e o sentido das ruas e avenidas ali situadas, nota-se que tais empreendimentos obstruem tal fluxo. Em primeiro lugar, tais empreendimentos por si só já interrompem a continuidade das vias públicas.

Figura 10 - Mapa de possível fluxo do escoamento superficial local.



Fonte: Monteiro (2019)

As ruas Nova Olinda, Hilda Mota e Padre Felipe Bettendorf são descontinuadas pela área ocupada pelo IFPA. A rua Anchieta e Cabanos são descontinuadas pela área ocupada pelo Ministério Público Federal. Ambas as instalações possuem galerias e bueiros para o escoamento superficial pluvial, porém, se tornam ineficazes quando a chuva toma proporções maiores, na verdade, em poucos minutos de chuva intensa a área já se torna alagadiça.

Em trabalho de campo, constatou-se a situação nessa área, não sem critério, escolheu-se um dia de chuva intensa para a visita *in loco* para constatar e registrar a situação, lembrando que, essa chuva durou apenas, aproximadamente cinco minutos. Na figura 11, observa-se a intensidade da

enxurrada, descendo Av. Hilda Mota em direção a Av. Castelo Branco, e ainda a incapacidade do bueiro de absorver o volume de água em tempo hábil a ponto de evitar o alagamento.

Figura 11 - Enxurrada após a chuva na Av. Hilda Mota em direção a Av. Castelo Branco.



Fonte: Trabalho de campo (2019)

Na seguinte situação, vê-se a incapacidade do sistema de drenagem em frente ao IFPA, apesar de serem infraestruturas relativamente grandes, ainda assim, não são suficientes para escoar o alto volume de água, conforme pode-se observar ainda na figura 12.

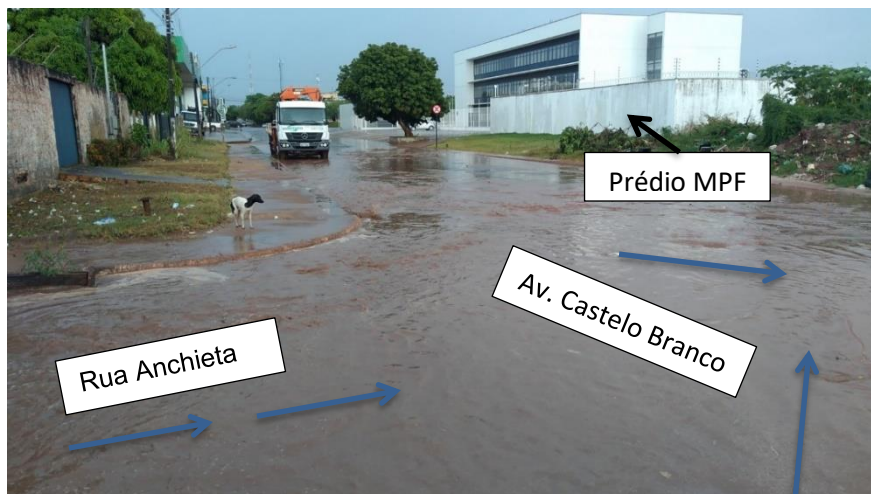
Figura 12 - Infraestrutura feita para o escoamento superficial.



Fonte: Trabalho de campo (2019)

Outro ponto visitado foi o perímetro da Av. Castelo Branco, às proximidades do Ministério Público Federal (MPF). Nesse ponto constatou-se a total falta de infraestrutura para escoamento superficial ( figura 13).

Figura 13 - O escoamento superficial proveniente da rua Anchieta se acumulando na Av. Castelo Branco.



Fonte: Trabalho de campo (2019)

No perímetro aonde as ruas Anchieta e Cabanos se interceptam com a Av. Castelo Branco, não há infraestruturas para o escoamento superficial, como há no perímetro do IFPA, agravando ainda mais a situação, como podemos observa a figura 14. Foi verificado somente a presença de uma espécie de vala improvisada na parte não construída ao lado do Ministério Público Federal. (figura 15).

Figura 14 - Perímetro de Rua Anchieta e Cabanos se interceptam com a Av. Castelo Branco.



Fonte: Trabalho de campo (2019)

Figura 15 - Vala improvisada para o escoamento superficial às margens da Av. Castelo Branco.



Fonte: Trabalho de campo (2019)

Talvez os projetos e obras de drenagem sejam inadequadas, com diâmetros insuficientes, drenagem sem esgotamento sejam alguns fatores, segundo Tucci (2003), que contribuam para isso.

Fazendo uma análise comparativa entre os bairros do Santarenzinho e o da Interventoria, identificou-se um ponto em comum entre eles: ambos se encontram em regiões rodeadas de elevações. Tal hipótese nos leva a refletir sobre o fato de que, nesses dois casos, a topografia local pode influenciar profundamente na questão de escoamento superficial e, conseqüentemente, nas áreas de alagamentos. Claro, que se deve fazer estudos mais profundos em relação a tal hipótese e levar em consideração as várias peculiaridades de cada situação, mas não há como negar essa característica em comum entre os dois casos. Tal característica foi identificada através de uma breve análise visual do mapa altimétrico dos locais e o cruzamento de informações, que neste estudo, foram os pontos de alagamentos identificados por Santos (2018), a topografia, o arruamento e outros elementos. Essa é a finalidade do SIG segundo CAMÂRA et al. (1996), integrar vários planos de informações de uma determinada área ou fenômeno geográfico, para em seguida serem analisados de maneiras diferentes dependendo do objetivo da aplicação.

O mapa altimétrico gerado nesse estudo pode servir de base para tomadas de decisões, planejamento urbano e muitos outros objetivos. As informações por fazerem parte de um SIG, são dinâmicas, ou seja, podem ser

alteradas e o banco de dados pode ser alimentado a qualquer momento pelo operador. As informações podem ser integradas a muitos outros planos de informações geográficas gerando vários outros tipos de análises.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de um SIG se faz muito importante para o planejamento urbano e a tomada de decisão, conforme já frisado. Como pode-se constatar ao final desse trabalho, o uso de ferramentas adequadas, podem propiciar ao planejador urbano a realização de análises e, assim, conduzir a tomada de decisões mais assertivas e num curto período de tempo.

Constatou-se no presente trabalho a eficiência do SIG e o uso de geotecnologias, para a visualização de um fenômeno geográfico, ao mesmo tempo que é possível identificar alguns fatores que compõem tal fenômeno. Foi possível comparar a influência de cada um desses fatores e possíveis riscos que tais fatores propiciam.

Em pleno período técnico-científico-informacional, as geotecnologias vêm acompanhando todo esse processo de modernização, surgindo como um agente inovador que carrega em sua essência um verdadeiro modelo de modernidade e praticidade. Porém o que se observa em Santarém o não acompanhamento desse processo. Os órgãos gestores ou responsáveis pelo planejamento urbano da cidade, não fazem uso de tais tecnologias, o que acaba resultando em uma falta de visão do contexto geral da cidade, ao mesmo tempo na ausência de perspectivas de áreas específicas.

A gestão territorial é feita por órgãos que tem suas atividades quase que todas pautadas em CAD. São mapas e plantas nesse formato, que na verdade, não passam de um mero sistema gráfico, claro, que sempre levando em consideração os pontos positivos do sistema CAD e suas contribuições, mas o uso desse sistema isoladamente é muito restrito e possui muitas limitações em questões analíticas.

Alguns órgãos gestores já fazem uso de softwares de SIG, porém de forma modesta e/ou isolada. Muitas das vezes, tais órgãos usam determinados softwares de SIG apenas para criação de mapas, deixando de lado todo o potencial de análise espacial de tal sistema, quer seja por falta de conhecimento, quer seja por falta de interesse ou estímulo.

Pode-se concluir que o objetivo da pesquisa foi alcançado, pois realizou-se uma análise geográfica através do cruzamento e sobreposição de planos de

informações, proporcionando ao leitor, uma pequena amostra do que o uso de geotecnologias é capaz de realizar. Claro, sempre evidenciando-se o fato de que tais análises também possuem um viés subjetivo e interpretativo por parte do usuário ou planejador. Porém, sempre dando ênfase a importância das geotecnologias como ferramenta para subsidiar a tomada de decisões, identificar problemas ao mesmo tempo que procura nortear a procura de soluções para os mesmos e tomar ações preventivas.

O uso das geotecnologias pode também ser utilizado para análise e compreensão de outros problemas relacionados ao uso do solo e planejamento urbano, como também problemas sociais e ambientais. A compreensão e visão do problema como um todo, assim como a visão de uma parte do todo, pode levar a busca mais eficaz da solução do mesmo. Esta é justamente uma das características de um SIG, analisar fenômenos em diferentes escalas e variáveis, proporcionando ao gestor, tomar medidas para solucionar o problema de um modo geral e alcançando os casos mais pontuais com medidas mais adequadas as suas peculiaridades.

Diante disso, é possível afirmar que a gestão pública do município de Santarém pode fazer um uso mais sensato e prático de tais ferramentas. Uma solução seria a implantação de um ou mais SIGs nos órgãos gestores e de planejamento, auxiliando o gerenciamento do espaço urbano municipal. Vale ressaltar a importância da capacitação de profissionais para lidar com tais tecnologias, sejam profissionais já existentes no quadro de funcionários dos órgãos, desde a contratação de novos. É um investimento a ser pensado pelas autarquias responsáveis. É uma prática que já vem sendo adotada por outros municípios e por outros setores da esfera pública Estadual e Federal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação - referências elaboração. Rio de Janeiro, 2018.

**ArcGIS Enterprise**. 2019. Disponível em: <https://enterprise.arcgis.com/pt-br/portal/latest/use/shapefiles.htm>. Acesso em: 08 jul. 2019.

ARCGIS Desktop. Versão 10.5. **Esri Inc.** 2010. Disponível em: <https://www.esri.com/pt-br/arcgis/trial>.

BECKER, Bertha K.. **Geopolítica da Amazônia**. Estud. av., São Paulo, v. 19, n. 53, p. 71-86, Apr. 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142005000100005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000100005&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 22 jul. 2019.

BRASIL. **Decreto lei no 10.257, de 10 de julho de 2001**. Estatuto da Cidade. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm). Acesso em: 15 jul. 2019.

BRASIL. Orlando Alves dos Santos Junior. Secretaria Nacional de Programas Urbanos (Org.). **Os Planos Diretores Municipais pós-estatuto da cidade : balanço crítico e perspectivas**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2011. 296 p. Disponível em: <http://bibspi.planejamento.gov.br/handle/iditem/302>. Acesso em: 16 jul 2019

LOCH, Carlos. A Realidade do cadastro Técnico Urbano No Brasil. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: Inpe, 2007. p. 5357 - 5364. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2006/11.14.18.04.51/doc/5357-5364.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2019.

CÂMARA, G.; ORTIZ, M.J. **Sistema de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/analise.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2019.

CÂMARA, G. et al. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. SBC, X Escola de Computação, Campinas, 1996. Disponível em: [www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/anatomia.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/anatomia.pdf). Acesso em: 08 jul. de 2019.

**CEMADEM**, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Enxurrada. 2019. Disponível em: <https://www.cemaden.gov.br/enxurrada/>. Acesso: 12 jul. 2019.

COELHO, A. (2009). **SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) COMO SUPORTE NA ELABORAÇÃO DE PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS**. CAMINHOS DE GEOGRAFIA, [online] (10), pp.93-94. Disponível em: <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>. Acesso: 9 jul. 2019.

CUNHA, Eglaisa Micheline Pontes; ERBA, Diego Alfonso (Org.). **DIRETRIZES PARA A CRIAÇÃO, INSTITUIÇÃO E ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO NOS MUNICÍPIOS**

**BRASILEIROS:** Manual de Apoio. Brasília: Ministério das Cidades, 2010. 170 p. Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/140/titulo/-diretrizes-para-a-criacao-instituicao-e-atualizacao-do-cadastro-territorial-multifinalitario-nos-municipios-brasileiros>. Acesso em: 02 Ago 2019.

**DO MAINFRAME À NUVEM: INOVAÇÕES, ESTRUTURA INDUSTRIAL E MODELOS DE NEGÓCIOS NAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO.** São Paulo: Revista de Administração, v. 48, n. 1, 25 nov. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5700/rausp1077>. Acesso em: 31 jul. 2019.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos** (Rio de Janeiro, RJ). Súmula das 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea,1)

FARINA, F.C. **Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana.** In: Cad. EBAPE.BR [online]. Canoas. vol.4, n.4, 2006.

FREITAS, C. Planejamento urbano com uso de sistema de informação geográfica: o caso de Feira de Santana, BA. **Universitas: Arquitetura e Comunicação Social.** Distrito Federal. v. 10, n. 1, p. 35-45. 2013.

PENA, Rodolfo F. Alves. Richard Hartshorne; **Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/richard-hartshorne.htm>. Acesso em: 22 de jul. de 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências - DGC. **Noções Básicas de Cartografia,** Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: [https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual\\_nocoos/indice.htm](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/indice.htm). Acesso: 12 jul. 2019.

IBGE. Instituto de Geografia e Estatística. **Censos Demográficos.** Rio de Janeiro: IBGE 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/santarem>. Acesso em: 20 jul. 2019.

MELO, D. H. C. T. B.; SILVA, H. M.; BRITO, P. L.; MENEZES, L. A. Sistema de Informação Geográfica: uma análise sobre o desenvolvimento técnico, tecnológico, acadêmico e conceitual. **Revista MundoGEO.** Curitiba: MundoGEO, ano 17, n. 83, sept. 2015. (Conteúdo Complementar, on-line). Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2015/09/10/sistema-de-informacao-geografica-uma-analise-sobre-o-desenvolvimento-tecnico-tecnologico-academico-e-conceitual/>. Acesso: 18 jul. 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Congresso. Senado. Constituição (1988). Portaria nº 511, de 08 de dezembro de 2009. **Diretrizes Para A Criação, Instituição e Atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (ctm) nos Municípios Brasileiros.** Brasília, DISTRITO FEDERAL.

LOCH, Carlos. A Realidade do cadastro Técnico Urbano No Brasil. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5357-5364. Disponível em: <http://mar.te.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2006/11.14.18.04.51/doc/5357-5364.pdf>. Acesso: 01 ago. 2019.

ROSA, Roberto. O USO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NO BRASIL. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, v. 2, n. 47, p.1-17, 2011. Disponível em: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2018>. Acesso: 18 jul. 2019.

\_\_\_\_\_**Santarém**. 2019 Disponível em:[http://www.santarem.pa.gov.br/pagina.asp?id\\_pagina=24](http://www.santarem.pa.gov.br/pagina.asp?id_pagina=24). Acesso em: 20 jul. 2019.

SANTARÉM (Município). Lei nº 18.051/06, de 29 de dezembro de 2006. **Institui O Plano Diretor Participativo do Município de Santarém**. Santarém, PA. Disponível em: [https://sapl.santarem.pa.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2006/43/43\\_texto\\_integral.pdf](https://sapl.santarem.pa.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2006/43/43_texto_integral.pdf). Acesso em: 02 ago. 2019.

SANTOS, M. **Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: [http://files.leadt-ufal.webnode.com.br/200000026-4d5134e4ca/Milton\\_Santos\\_A\\_Natureza\\_do\\_Espaco.pdf](http://files.leadt-ufal.webnode.com.br/200000026-4d5134e4ca/Milton_Santos_A_Natureza_do_Espaco.pdf). Acesso em: 11 jul. 2019.

SANTOS, Analine Oliveira. **O sistema de informações geográficas (SIG) como ferramenta de gestão e planejamento urbano em Santarém (PA): Potencialidades e desafios**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão Pública e Desenvolvimento Regional) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2018.

TUCCI, C. E. M. **Inundações Urbanas na América do Sul**. 1. ed. ABRH: Porto Alegre. 2003

VALERIANO, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia, GO. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2005. Disponível em: <http://mar.te.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/10.29.11.41/doc/3595.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2019.