

IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL UTILIZANDO TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO E LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO COM BASE NO PLANO DIRETOR DA CIDADE DE TERESINA - PI

ELAINE CRISTINA OSORIO ROCHA 1
ANA LÚCIA BEZERRA CANDEIAS 2

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Centro de Tecnologia e Geociências - CTG
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife, PE
elainecris_sr@yahoo.com.br, alcandeias@yahoo.com.br

RESUMO – A ocupação urbana de forma sustentável constitui um dos principais desafios para os gestores. É crescente a demanda por instrumentos de apoio ao ordenamento territorial de modo que possa refletir a realidade e as multiplicidades de conflitos existentes. A pesquisa apresenta uma análise ambiental integrando Tecnologias da Geoinformação com as diretrizes do Plano Diretor e Legislação Ambiental do Município de Teresina – PI através da espacialização das Áreas de Preservação Ambiental às margens dos rios Parnaíba e Poty no perímetro urbano. Propõe combinar o uso dos Sistemas de Informação Geográfica - SIG através do software ArcGis com programação em *Python* para determinar as áreas indevidas de ocupação urbana considerando os instrumentos legais que regem o planejamento para o ordenamento territorial e uso controlado de áreas ambientalmente protegidas. Para conduzir a investigação foi utilizada arquivos em formato *shapefiles* e imagem do satélite *Quickbird*. Os resultados são mostrados através de análise espacial com geração de áreas de influência (*buffer*) via *Python* no software ArcGis demonstrando a potencialidade do SIG e programação como alternativas de análise e gestão territorial. Este trabalho foi desenvolvido na disciplina de Tópicos Especiais de Processamento de Dados na Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, no 1º semestre de 2014.

ABSTRACT - The urban settlement in a sustainable manner is a major challenge for managers. There is a growing demand for tools to support spatial planning so that it can reflect the reality and the multiplicities of conflicts. The research presents an environmental analysis integrating Geoinformation Technologies with the guidelines of the Master Plan and Environmental Legislation Teresina - PI through the spatialization of Environmental Preservation Areas on the banks of the Poty and Parnaíba rivers within the city limits. Proposes to combine the use of Geographic Information Systems - GIS using ArcGIS software with programming in *Python* to determine undue urban occupation considering the legal instruments that govern the planning for land use and controlled use of environmentally protected areas. To conduct the research was used files on shapefiles and Quickbird satellite image format. The results are shown through spatial analysis and map in *Python* demonstrating the potential of GIS and programming as alternatives analysis and territorial management. This work was developed in the course Special Topics in Data Processing Graduate in Geodetic Sciences and Technologies Geoinformation in the 1st half of 2014.

1. INTRODUÇÃO

A intervenção do homem no meio ambiente tem provocado modificações crescentes principalmente com a ocupação desordenada nas cidades acarretando considerável desequilíbrio ambiental. Na mesma velocidade é ampliada a demanda por instrumentos que regulamentem a política de ocupação urbana e planejamento territorial, além, de novas tecnologias voltadas para o gerenciamento dos recursos naturais.

Iniciativas importantes para o planejamento urbano foram criadas como o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001) que regulamenta os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal, baseado no direito a moradia, na função social da cidade e gestão do solo urbano. No capítulo III, o Estatuto oferece aos Municípios instrumentos que auxiliam o planejamento territorial e o desenvolvimento das funções sociais da cidade. Trata-se do Plano Diretor considerado por Reis Filho (2012) o principal instrumento para os Municípios promoverem políticas urbanas que

expressem os princípios constitucionais e as diretrizes gerais previstas no Estatuto da Cidade, considerando o disposto em seu artigo 39 (Capítulo III – Do Plano Diretor). Tornou-se um instrumento obrigatório para os gestores municipais intervirem visando garantir a produção de um espaço urbano sustentável, democrático e de qualidade vida urbana.

Novas competências tecnológicas como os Sistemas de Informação Geográfica - SIG surgem como solução para facilitar o ordenamento territorial e ambiental. Câmara e Davis (2013) consideram que o SIG permite realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar banco de dados georreferenciados. O termo Sistema de Informação Geográfica é empregado segundo Câmara et al (1998) como sistemas que fazem o manuseio computacional de dados geográficos e produzem informações não somente baseadas em suas características alfanuméricas, mas também de sua localização espacial. Proporcionam ao gestor (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, de forma que todas as informações sobre um determinado assunto permitem seu alcance, interrelacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum – a localização geográfica.

Na perspectiva moderna de gestão do território, qualquer ação de planejamento, estudo de potencialidades ou ordenamento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes de ambiente, como o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu interrelacionamento. O conceito de *desenvolvimento sustentado*, aplaudido na Rio-92, estabelece que as ações de ocupação do território devam ser precedidas de uma análise abrangente de seus impactos no ambiente, a curto, médio e longo prazos (CAMARA et al, 1998). Nesse viés, é fundamental para qualquer gestor ter uma visão holística do mundo urbano e que se tenha ferramentas como o SIG capazes de analisar os conflitos no meio urbano.

O Plano Diretor da Cidade de Teresina, instituído pela Lei nº 3.151/2002, trata do controle do Uso e Ocupação do Solo, estabelece o zoneamento urbano em consonância com Estatuto da Cidade e, são elaboradas diversas leis dirigidas à regulação do uso e ocupação do solo (TERESINA, 2002).

Nessa regulamentação fica estabelecida a delimitação do perímetro urbano objetivando estruturar assentamentos urbanos futuros, garantir melhores condições de habitabilidade e conforto para a população, além de regulamentar os serviços públicos proporcionando um crescimento urbano racional, preservação ambiental e adequado uso do solo.

A Lei nº 3.560/2006 define o uso do solo urbano do município de Teresina – PI que fica dividida nas seguintes zonas: I – zonas residenciais, II – zonas comerciais, III – zonas de serviços, IV – zonas industriais, V – zonas especiais, VI – zonas de preservação ambiental e VII = zonas de especial interesse social.

As Zonas de Preservação Ambiental estão elencadas no Art.10 e são áreas de urbanização limitada em decorrência de preservação de áreas verdes e sítios históricos e/ou culturais, sendo classificadas nas seguintes categorias:

- I – Zona de Preservação Ambiental ZP1
- II - Zona de Preservação Ambiental ZP2
- III - Zona de Preservação Ambiental ZP3
- IV - Zona de Preservação Ambiental ZP4
- V - Zona de Preservação Ambiental ZP5
- VI - Zona de Preservação Ambiental ZP6
- VII - Zona de Preservação Ambiental ZP7
- VIII - Zona de Preservação Ambiental ZP8

O uso do solo nas áreas de preservação ambiental fica estabelecida na Lei Complementar nº 3.563/2006, onde a ZP5 compreende as margens dos Rios Parnaíba e Poty. Em seu Art. 1º § 5º as Zonas de Preservação Ambiental ZP5 compreendem:

- I - as encostas com declividades superiores a 30% (trinta por cento);
- II - as áreas marginais ao Rio Parnaíba, correspondentes a uma faixa com largura de 200 m (duzentos metros), salvo quando já estejam ocupadas, caso em que a faixa tem a largura da área ainda não ocupada;
- III - as áreas marginais ao Rio Poty, correspondentes a uma faixa com largura de 100m (cem metros), salvo quando já estejam ocupadas, caso em que a faixa tem a largura da área ainda não ocupada; e
- IV - as áreas das lagoas e respectivas margens, correspondentes a uma faixa de 30m (trinta metros).

A pesquisa aborda a análise integrada das Tecnologias da Geoinformação com as diretrizes do Plano Diretor e Legislação Ambiental do Município de Teresina – PI para análise ambiental através da espacialização das áreas de abrangência das Zonas de Preservação Ambiental ZP5 que correspondem às margens dos rios Parnaíba e Poty no perímetro urbano da capital visto que constitui enorme preocupação pela população e governantes devido seu alto grau de assoreamento e ocupação indevida de suas margens. Os resultados são mostrados através de análise espacial com geração de áreas de influência (*buffer*) via programação em *Python* no software ArcGis 10.2 utilizando arquivos em formato *shapefile* e imagem do satélite *Quickbird*.

2. METODOLOGIA DO TRABALHO

A área do trabalho é a cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí, localizada à margem direita do Rio Parnaíba principal referência de confluência dos rios Parnaíba e Poty. População é de 814.230 habitantes (IBGE, 2010), densidade de 585 hab/km². As coordenadas de referência do centro urbano estão assim determinadas (REIS FILHO, 2012): Latitude 05°05'21" Sul; Longitude 42°48'07" Oeste e Altitude média 72 metros.

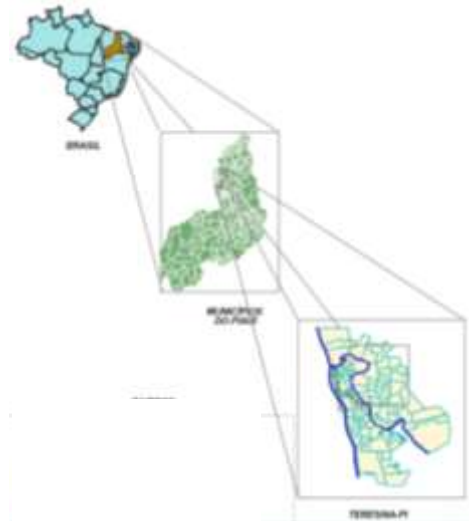


Figura 1 – Mapa de Situação

Uma vez instituída pela Lei Complementar nº 3560/2006 as Zonas de Preservação Ambiental e os critérios de uso do solo estabelecida pela Lei de Preservação Ambiental de Teresina, respectivamente, buscou-se espacializar as Zonas de Preservação Ambiental 5 (ZP5) (figura 4) que correspondem as áreas marginais ao Rio Parnaíba, na faixa com largura de 200 m (duzentos metros) e as áreas marginais ao Rio Poty, na faixa com largura de 100m (cem metros) conforme a norma utilizando Sistema de Geoinformação – SIG através do uso do software Arcis 10.2 que permite representações gráficas de objetos e/ou fenômenos, estruturação dos dados espaciais em forma de arquivos *shapefile*, análise espacial e geração de mapas.

Os dados da pesquisa contemplam: arquivos *shapefile* “Hidrografia”, imagem de satélite *Quickbird* do ano de 2005 fornecidos pela empresa de saneamento do Piauí AGESPISA.

Para apresentação dos dados fez-se a ferramenta *Python* no ArcGis, foram desenvolvidos os scripts com comandos para análise espacial utilizando o arquivo *shape* “Hidrografia” para obter os raios de abrangência (*Buffer*) das Zonas de Preservação Ambiental das margens dos Rios Parnaíba e Poty. (figura 3)

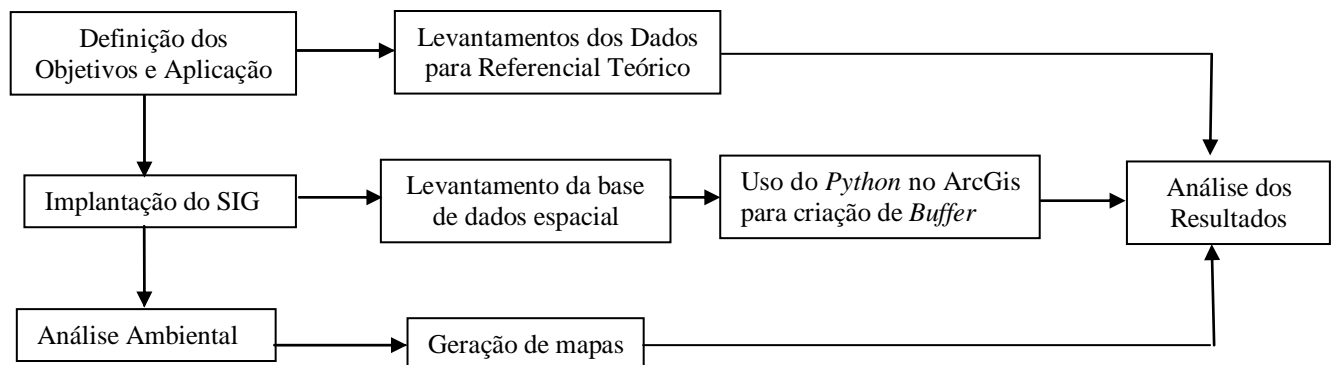
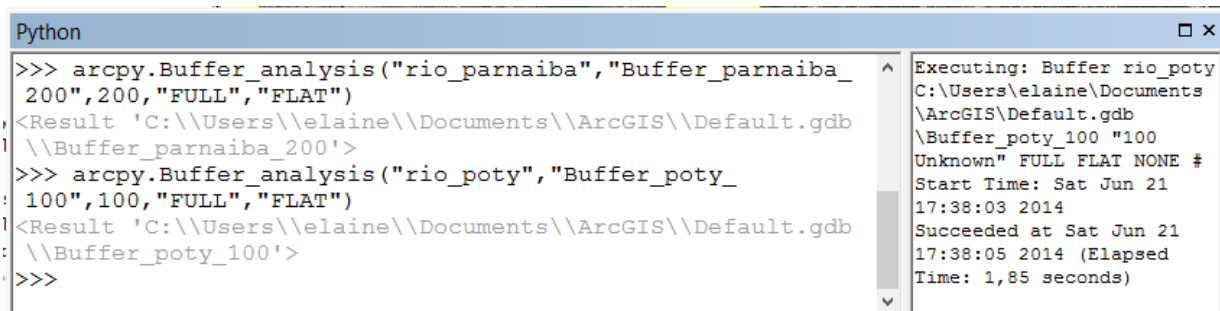


Figura 2 – Fluxograma de Atividades

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como os atributos correspondentes aos Rios Parnaíba e Poty estão no mesmo *shape* “Hidrografia” não seria possível gerar raios de diferentes valores para os dois atributos simultaneamente, então, foi criado, a partir do original, dois novos *shapes* - “Rio Parnaíba” e “Rio Poty” no ArcGis para possibilitar a geração dos *buffers* conforme os valores dos raios supracitados. Com a ferramenta *Python* no ArcGis foi digitado os comandos de entrada que determinam o raio de abrangência de 200 m da margem do Rio Parnaíba e de 100 m da margem do Rio Poty com os códigos:



```
Python
>>> arcpy.Buffer_analysis("rio_parnaiba", "Buffer_parnaiba_200", 200, "FULL", "FLAT")
<Result 'C:\\Users\\elaine\\Documents\\ArcGIS\\Default.gdb\\Buffer_parnaiba_200'>
>>> arcpy.Buffer_analysis("rio_poty", "Buffer_poty_100", 100, "FULL", "FLAT")
<Result 'C:\\Users\\elaine\\Documents\\ArcGIS\\Default.gdb\\Buffer_poty_100'>
>>>
```

Executing: Buffer rio_poty
C:\\Users\\elaine\\Documents\\ArcGIS\\Default.gdb\\Buffer_poty_100 "100
Unknown" FULL FLAT NONE #
Start Time: Sat Jun 21 17:38:03 2014
Succeeded at Sat Jun 21 17:38:05 2014 (Elapsed Time: 1,85 seconds)

Figura 3 – Comandos para *Buffer* no *Python*

O resultado foi a geração de dois novos *shapes* – “*Buffer_parnaiba*” e “*Buffer_poty*” que correspondem aos raios de abrangência das Zonas de Preservação Ambiental ZP5 proveniente do Plano Diretor cujas áreas destacadas são ditas protegidas, amparadas e determinadas pela Lei de Preservação Ambiental nº 3.560/2006. As figuras 5 e 6 destacam as áreas de proteção ambiental ocupadas indevidamente.

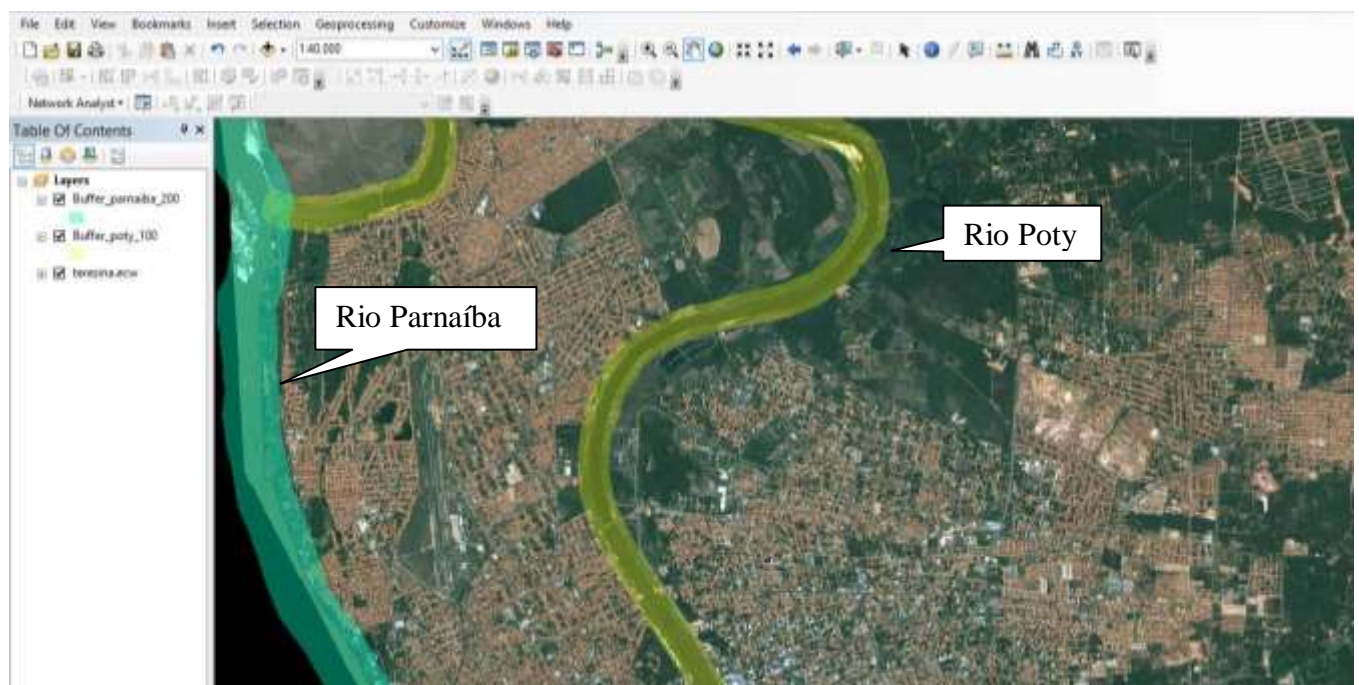


Figura 4 – *Buffer* dos Rios Parnaíba (200 m) e Poty (100 m)



Figura 5 – Ocupação indevida às margens do Rio Parnaíba



Figura 6 – Ocupação indevida às margens do Rio Poty

Outra forma de representar os dados do *Python* é apresentada através do diagrama de blocos (figura 7) com as ações tomadas pela máquina de forma organizada e lógica para solução do problema conforme fluxograma abaixo:

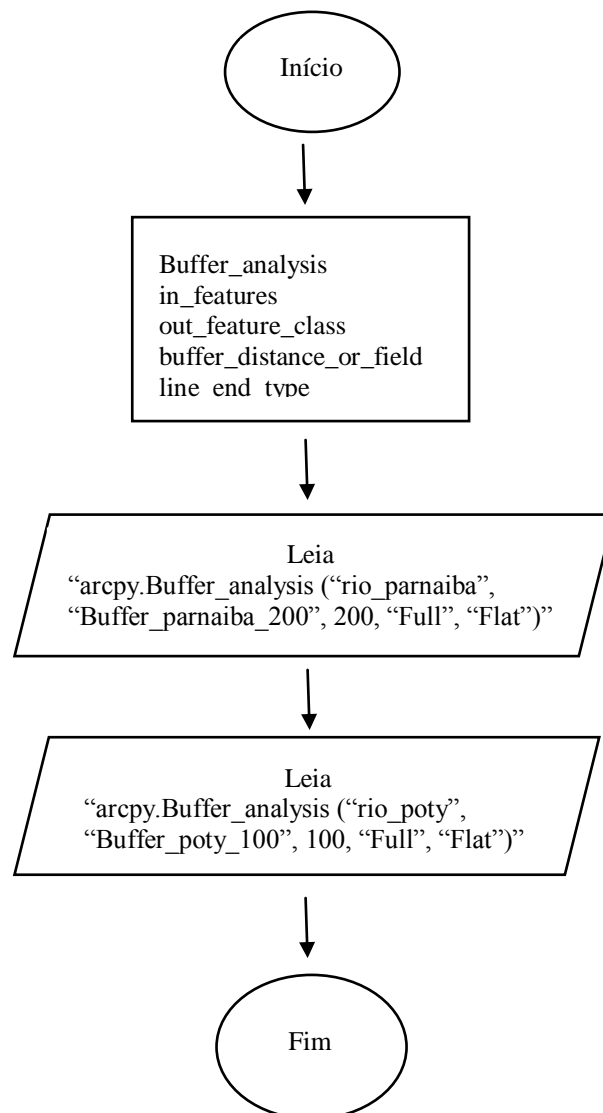


Figura 7 – Diagrama de Blocos

4 CONCLUSÕES

A integração Plano Diretor e Sistema de Informação Geográfica e lógica de programação realçou a importância das Tecnologias da Geoinformação como ferramenta de gestão e análise espacial de áreas ambientalmente protegidas. O resultado apresentado por meio do mapa permitiu a visualização espacial da dimensão da área de proteção ambiental das margens dos Rios Parnaíba e Poty no perímetro urbano da cidade de Teresina – PI fornecendo subsídios para tomada de decisões por parte do gestor na restrição de ocupação dessas áreas.

A utilização da programação em *Python* para gerar os *buffers* demonstrou a diversidade de operações oferecidas pelos SIGs revelando que através de ferramentas de linguagem de programação presentes no ArcGis é possível chegar a um resultado satisfatório não apenas através das ferramentas usuais de edição e análise espacial.

As Tecnologias da Geoinformação mostrou-se relevante para gestão territorial e ambiental uma vez que possui a versatilidade de realizar avaliações e criar cenários que podem ser revertidos em mapas de fácil percepção da área estudada como revelado na pesquisa.

Referências Bibliográficas

CÂMARA, G.; DAVIS C. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. INPE. São José dos Campos: SP, 2013. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>>. Acesso: em 22 junho 2014.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. **Princípios Básicos em geoprocessamento (cap. 1)**. In: ASSAD, E.D., SANO, E.E. **Sistemas de Informações Geográficas – Aplicações na Agricultura**. Embrapa, 2. Ed. Brasília, 1998. 434p.

LUCIANO, Francisco Veríssimo. **Apostila de Lógica de Programação**. Disponível em <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ecivaldo.com%2FIFSP%2Fdisciplinas%2F2013.2%2Fpronatec%2FAPOSTILA_LOGICA_PRONATEC-FRANCISCO.pdf&ei=D3KmU7OtCJS1sATq7oHQDw&usg=AFQjCNHt1P0JD4Wp9I7_W8gX4Q-aXCHZpw&bvm=bv.69411363,d.cWc>. Acesso: em 22 junho 2014.

REIS FILHO, Antônio Aderson dos. **Análise integrada por geoprocessamento da expansão urbana de Teresina com base no estatuto da cidade: estudo de potencialidades, restrições e conflitos de interesse**. Tese Doutorado em Geografia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012, 278 p.

TERESINA. **Lei Complementar nº 3.560, de 20 de Outubro de 2006**. Cria zonas de preservação ambiental.

Disponível em:

<<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.teresina.pi.gov.br%2Fportalpmt%2Forgao%2FSEMPPLAN%2Fdoc%2F20100419-329-1410-D.pdf&ei=ceWmU6HYFqLesASInYEQ&usg=AFQjCNGNPbEI5tCT3ppRcgpBLegMCtV8Jw&bvm=bv.69411363,d.b2U>>. Acesso: em 20 junho 2014.

TERESINA. **Lei Complementar nº 3.563, de 20 de Outubro de 2006**. Cria zonas de preservação ambiental.

Disponível em:

<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.teresina.pi.gov.br%2Fportalpmt%2Forgao%2FSEMPPLAN%2Fdoc%2F20100419-326-1407-D.pdf&ei=3-SmU7XxAca_sQS82oGQDg&usg=AFQjCNE2bzklWfDiQomWw8kCcaES4PP-Hw&bvm=bv.69411363,d.b2U>.

Acesso: em 20 junho 2014.

TERESINA. **Lei 3.151 de 23 de Dezembro de 2002**. Institui o Plano de Desenvolvimento Sustentável – Teresina Agenda 2015 como Plano Diretor de Teresina. 2002. Disponível em: <

<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.teresina.pi.gov.br%2Fsistemas%2Fportalpmt%2Fadmin%2Fupload%2Fdocumentos%2F77f8cb7ca.pdf&ei=4-WmU5PoIuiF8gHuWIH4Cg&usg=AFQjCNGrGUIUaXdIqSTwF8vho9pjrJei1Q&bvm=bv.69411363,d.b2U>>.

Acesso: em 22 junho 2014.