

IV-260 - DELIMITAÇÃO DA SUB-BACIA DO RIO PIMENTA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS, MARANHÃO

Wagner de Jesus Dias Gonzaga ⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Ceuma. Pós-graduado em Perícia e Auditoria Ambiental pelo Centro Universitário Internacional – UNINTER, pós – graduando em Gestão de Recursos Hídricos pela UNINTER.

Engenheiro Ambiental da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão - CAEMA.

Christianne Costa Pereira ⁽²⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Ceuma. Pós-graduanda de Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Cruzeiro do Sul. Assistente Administrativa da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA).

Endereço⁽¹⁾: Travessa José Mutar, condomínio Novo Tempo I – Ap 104, Bloco E - Bairro: Alemanha, São Luís – Maranhão - CEP: 65000-000 - Brasil - Tel: +55 (98) 3219-5105 - e-mail: rengawwg@hotmail.com

RESUMO

Com o crescimento urbano e conseqüente redução da qualidade ambiental das áreas naturais, faz-se necessária a adoção de medidas que evitem maiores impactos, para tanto, utiliza-se a bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento e esta deve, por sua vez, ser conhecida e analisada antes de qualquer intervenção. Dessa forma, buscando tornar conhecida a área da sub-bacia hidrográfica do rio Pimenta, fez-se sua delimitação utilizando dados geográficos disponíveis em bancos de dados públicos como os do projeto *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) seguido pelo processamento dos dados através do Sistema de Informação Geográfica ArcGIS. Através do procedimento mencionado, identificou-se que esta sub-bacia possui uma área de 2,7683km². Paralelamente ao a delimitação foi feita visitas em campo que possibilitou a identificação de vários impactos ao longo da bacia, tais como, desmatamentos e despejo irregular de resíduos. Pode-se concluir que este estudo será que grande importância tanto para futuras pesquisas quanto para uma melhor visão da situação ambiental em que se encontra a região estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Pimenta, delimitação de bacia, dados SRTM.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é utilizada como unidade de gerenciamento dos recursos hídricos, portanto, o reconhecimento da sua área de abrangência facilita a mensuração de impactos e gestão ambiental da área, por isso, tem-se a delimitação de uma bacia como um dos primeiros e mais comum procedimento executado em análises hidrológicas ou ambientais (ARAÚJO *et al.*, 2009).

A Lei de nº 9.433 (BRASIL, 1997) define as bacias hidrográficas como unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atribui aos Comitês de Bacia Hidrográfica a atuação em grupos de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas, entretanto, para viabilizar a atuação dos Comitês, faz-se necessário o levantamento de informações referentes à bacia de interesse e sua delimitação.

Em relação à gestão de recursos hídricos no Maranhão, destaca-se o marco da promulgação da Lei Estadual nº 8.149/04 (MARANHÃO, 2004) que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, a qual estabelece a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais como responsável pela gestão dos recursos hídricos. Para efeito da Política Estadual dos Recursos Hídricos, implementou-se o Decreto Estadual nº 27.845/11, o qual divide o Estado do Maranhão em doze regiões hidrográficas, dentre estas, existem três Bacias Hidrográficas Federais, sete Bacias Hidrográficas Estaduais e dois Sistemas Hidrográficos Estaduais.

Na zona norte do município de São Luís encontram-se três sub-bacias hidrográficas, sendo estas: a do rio Claro, a do rio Pimenta e a do rio Calhau. Todas vêm sofrendo, ao longo tempo, com os mais diversos impactos ambientais que fizeram com que parte desses rios deixasse de ser perene e passasse a ser intermitente, como é o caso do rio Pimenta, objeto deste estudo.

OBJETIVO

A Ilha do Maranhão está totalmente inserida no Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses que, para efeito de criação de comitês de bacias hidrográficas, é considerado como bacia hidrográfica. Dentro desta região, está inserida a sub-bacia do rio Pimenta, a qual foi tomada como objeto de estudo deste trabalho.

A sub-bacia do rio Pimenta está localizada na parte norte do município de São Luís do Maranhão a uma distância de aproximadamente 14,5 km do centro da cidade; encontra-se localizada entre os bairros Turu, Olho D'Água, Jardim Olho D'Água, Caolho, Cohajap, Parque Shalon, Parque Atlântico, conforme ilustra a Figura 1.



Figura 1: Localização e extensão do rio Pimenta.

Tendo em vista a degradação ambiental da sub-bacia do rio Pimenta somada à escassez de estudos atualizados que caracterizem a sua situação ambiental, optou-se por avaliar com mais precisão os fatores que influenciam na sua dinâmica, através da identificação do seu grau de ramificações, a área de abrangência, assim como o georreferenciamento dos principais impactos ambientais existentes nesta área.

METODOLOGIA

Para a delimitação da sub-bacia do rio Pimenta tem-se como base as cartas topográficas da Diretoria de Serviços Geográfico do Exército (DSG) na escala de 1:100.000, a carta utilizada foi a SA.23-Z-A-V, obtida através do site <http://www.zee.ma.gov.br/html/cart1.html>. Os dados do projeto *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) foram integrados e processados pelo Sistema de Informação Geográfica ArcGIS. Para o processamento destes dados, existem quatro etapas a serem seguidas, sendo: preenchimento de depressões (“*fill sinks*”), direção de fluxo (“*flow direction*”), fluxo acumulado (“*flow accumulation*”) e delimitação de bacias (“*Watershed*”).

A primeira etapa, denominada *fill sinks*, consiste no preenchimento de depressões no mapa, o que permitirá maior consistência sobre a drenagem da bacia. Esta etapa terá o aspecto apresentado na Figura 2.

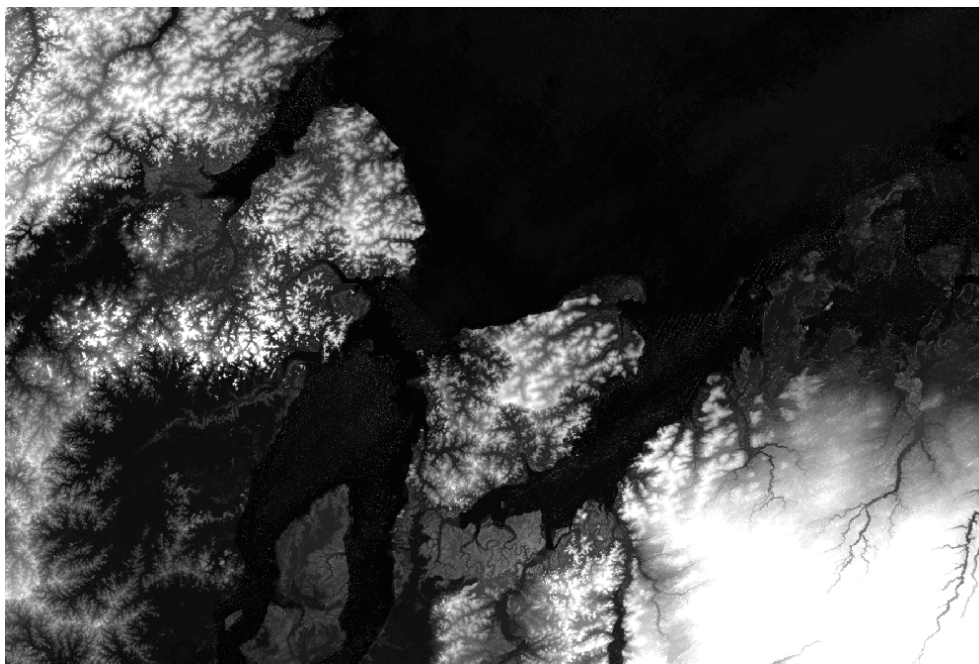


Figura 2: Mapa obtido com a execução da ferramenta *fill sink*.

A próxima função a ser executada é a *flow direction* ou direção de fluxo, que, como o próprio nome sugere, é responsável por gerar a direção do fluxo de água na rede de drenagem, portanto, a função *flow direction* definirá as relações hidrológicas entre diferentes pontos de uma superfície (RENNÓ *et al.*, 2008).

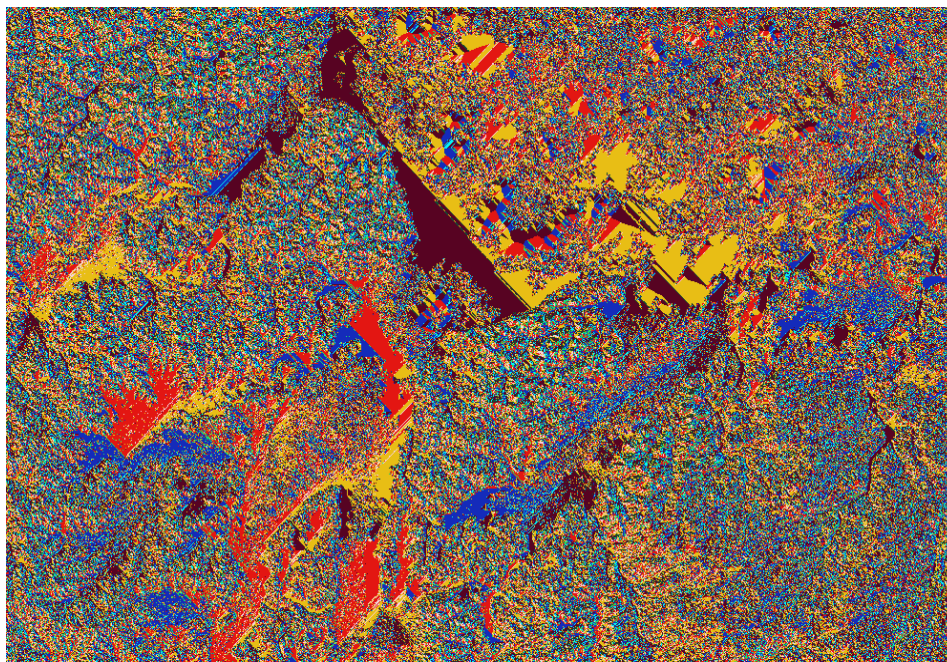


Figura 3: Mapa de direção de fluxo ou *flow direction*.

A aplicação da função fluxo acumulado ou *flow accumulation* é a terceira fase do procedimento. A partir dos dados oriundos da etapa anterior, utiliza-se a função fluxo acumulado para que cada célula armazene o valor correspondente ao número de células que convergiram para si no processamento da função “direção de fluxo” ou “*flow direction*”.

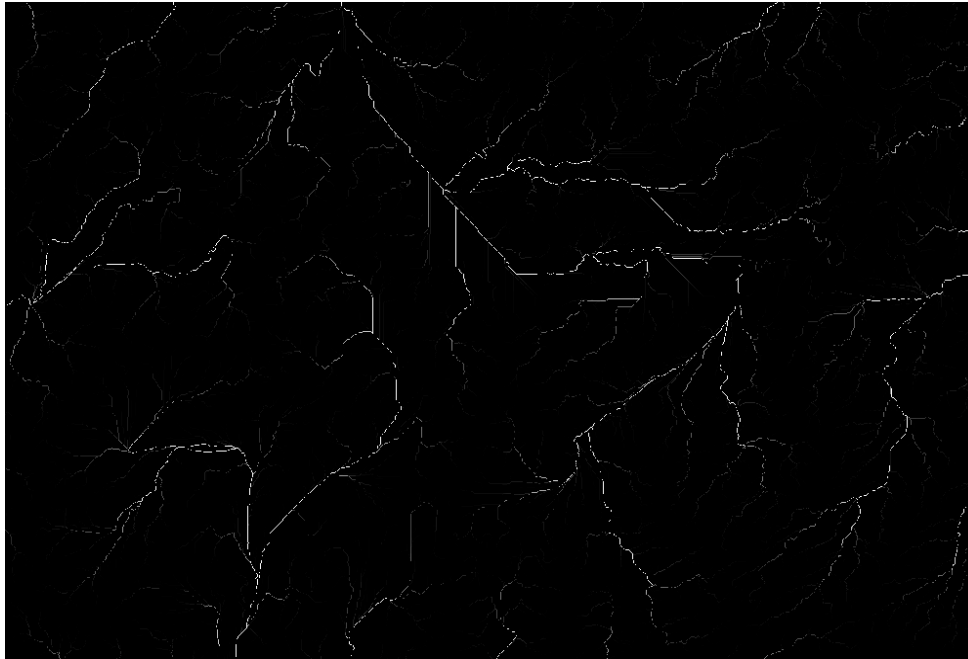


Figura 04: Aparência do mapa após a utilização da função fluxo acumulado.

Após a geração dos mapas de direção de fluxo e fluxo acumulado, é possível delimitar a bacia hidrográfica através da função “Watershed”. A bacia hidrográfica a ser gerada terá uma área compatível com a quantidade de células que foram processadas. Seguindo a delimitação das bacias hidrográficas, foi utilizado o comando “Stream Network” para delimitação da rede hidrográfica, utilizando, para tanto, os resultados da direção de fluxo, fluxo acumulado, e adotando um valor maior que 100 a fim de determinar o número mínimo de células para geração de fluxo. Quanto menor for o número de células definidas, maior será o número de microbacias criadas.

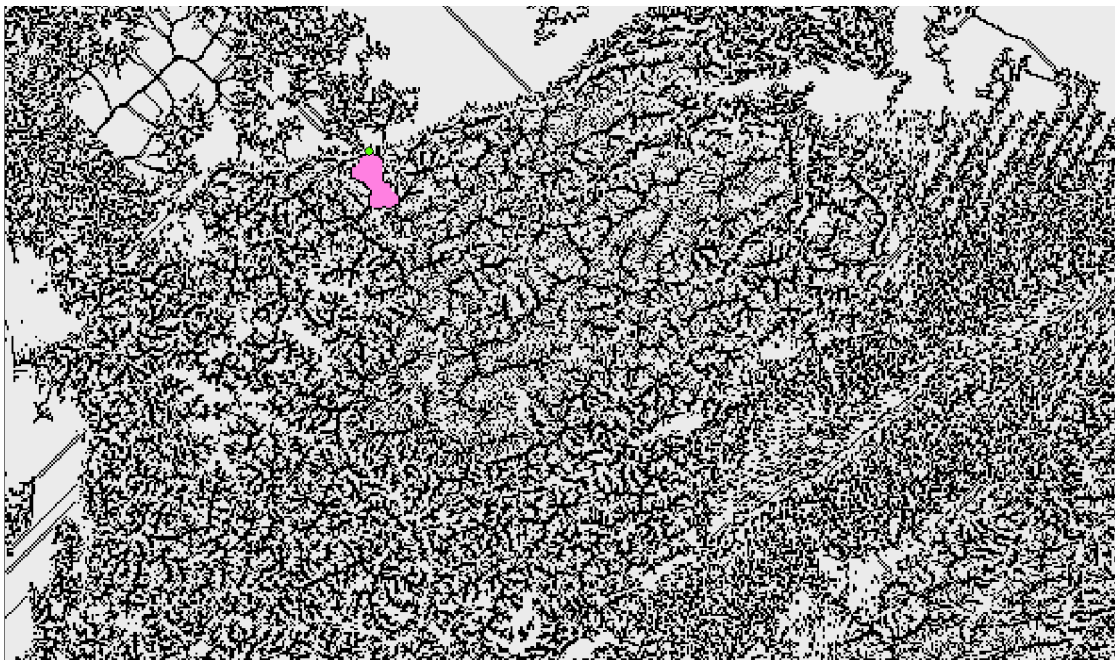


Figura 05: Mapa gerado após a delimitação da bacia.

RESULTADOS OBTIDOS

Após a utilização da sequência de funções explanadas, foi possível obter o delineamento da sub-bacia do rio Pimenta (Figura 6). A área encontrada para esta sub-bacia foi de 2,77 km² ou 2.768.000 m²; reconhecendo a extensão da sub-bacia, iniciou-se, então, uma análise dos seus principais impactos.

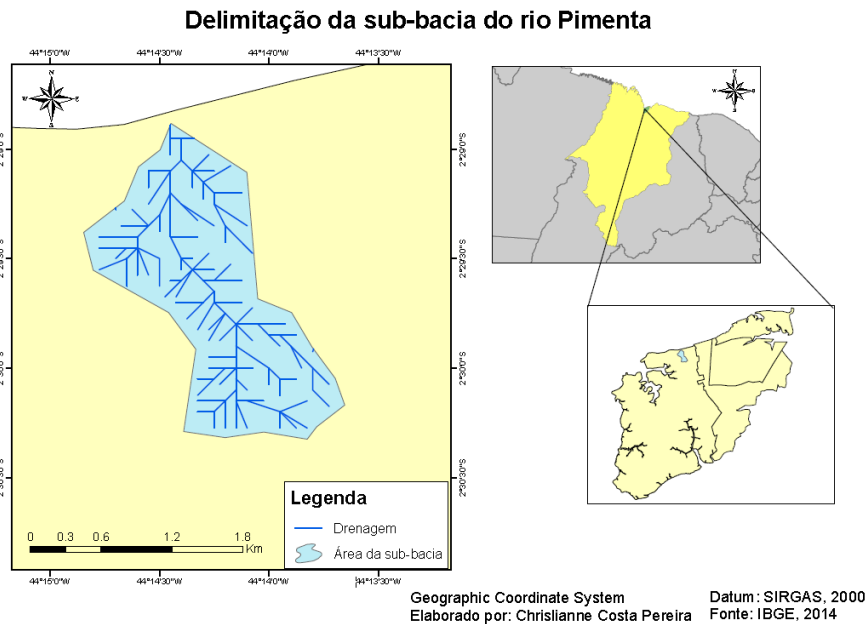


Figura 06: Mapa apresentando a localização e delimitação da sub-bacia do rio Pimenta

Os resultados obtidos apontam que a sub-bacia do rio Pimenta apresenta impactos como a disposição indevida de resíduos sólidos, trechos com queimadas e supressão vegetal na margem do rio, solo exposto, risco de erosão e chegada de esgoto *in natura* no leito do rio. Todos estes fatores tem contribuído significativamente para degradação ambiental desta sub-bacia e necessitam de medidas mitigadoras urgentes para sua recuperação.

Todos os componentes dos sistemas hídricos estão fortemente inter-relacionados devido à forma como são gerenciados dentro do ambiente urbano. Nos últimos anos, estamos passando por um cenário em que valores essenciais à nossa vida, que somente damos a devida importância quando nos faltam, como a água e a luz, podem estar em risco de suprimento por um tempo maior do que estamos acostumados a suportar. (TUCCI, 2005, pg. 14).

Foi possível identificar que o acúmulo de resíduos sólidos descartados irregularmente é mais acentuado a partir do médio curso do rio, onde se encontra restos de podagem, lixo doméstico, animais mortos e sobras de construções em geral (Figuras 07 e 08). Todos estes materiais são carreados por escoamentos superficiais ou até mesmo depositados diretamente no leito do rio, causando seu assoreamento, poluição e contaminação, tendo em vista que boa parte destes materiais não é inerte e, portanto passa seus contaminantes ao corpo hídrico.



Figura 07: Disposição irregular de lixo próximo ao rio Pimenta.



Figura 08: Disposição irregular de resíduos de construção próximo ao rio Pimenta.

Em relação à supressão vegetacional e às queimadas (mais evidente no período seco), estas acontecem principalmente na área próxima à nascente, neste local devido à especulação imobiliária, houve vasta supressão da vegetação e construção de moradias multifamiliares. Neste local, teve-se como resquício uma ampla área com solo exposto que é utilizada para a disposição de lixo doméstico e acúmulo de matérias utilizadas em construções (Figura 9).

A vegetação tem papel fundamental na retenção de água ao longo da bacia hidrográfica, é devido à sua interceptação, que há proteção do solo e redução no escoamento superficial, o que ajuda a manter a água precipitada por mais tempo na bacia.



Figura 9: Vegetação suprimida por queimada as margens do corpo principal da sub-bacia.

Para Tucci (2005) o crescimento urbano desordenado tem influenciado bastante a qualidade de vida do meio ambiente na América Latina, as megacidades, com seu consumo insustentável, tem a cada dia mais reduzido os recursos naturais onde estão instaladas.

Atualmente está sendo realizada pela Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA, uma obra despoluição do rio Pimenta, com a implantação de interceptores de esgoto, ampliação das redes coletoras e melhorias nas unidades de coleta existentes, visando a remoção dos lançamentos clandestinos de esgoto ao longo do rio. A ocorrência destes lançamentos são, em sua maioria, oriundos de ligações clandestinas de efluentes na rede pluvial. A obra de despoluição já demonstra bons resultados na situação ambiental deste corpo hídrico e espera-se que, com a participação do poder público, seja possível conferir melhorias na sub-bacia do rio Pimenta.

Com base nos levantamentos de campo pôde-se georreferenciar os principais impactos ao longo do rio Pimenta, bem como localizá-los em uma mesma imagem indicativa da situação ambiental atual do rio.



Figura 10: Problemas ambientais ao longo do rio Pimenta.
Fonte: Google Earth (2016)

Tabela 1: Coordenadas dos principais impactos na sub-bacia hidrográfica do rio Pimenta.

PONTO	COORDENADA	PONTO	COORDENADA
P01	02°28'54.48"S 44°14'24.87"W	P08	02°29'23.54"S 44°14'25.86"W
P02	02°28'57.75"S 44°14'21.79"W	P09	02°29'28.60"S 44°14'22.58"W
P03	02°28'59.30"S 44°14'24.33"W	P10	02°29'37.36"S 44°14'18.05"W
P04	02°29'3.66"S 44°14'26.62"W	P11	02°29'43.54"S 44°14'11.27"W
P05	02°29'5.56"S 44°14'28.44"W	P12	02°29'48.86"S 44°14'0.77"W
P06	02°29'5.58"S 44°14'28.75"W	P13	02°29'54.71"S 44°14'7.98"W
P07	02°29'20.24"S 44°14'28.50"W	P14	02°29'53.96"S 44°14'8.02"W

IMPACTOS dentro da área das coordenadas

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Dentre os impactos já apontados neste estudo a diminuição da qualidade da água destacou-se, pois o aspecto visual é um dos mais chamativos, e faz se necessário uma forma de gestão, que envolve a sociedade e o poder público.

Souza, Silva e Dias (2012) em seu estudo de caso sobre bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN), chegou a conclusões semelhantes “há uma urgente necessidade de promover uma gestão integrada, com vista ao uso sustentável dos recursos hídricos” e ainda que essa gestão pode ajudar a manter ou recuperar a qualidade das águas.

A utilização dos dados SRTM e do software ArcGis, foram, fundamentais para obtenção dos resultados, em especial a delimitação da área da sub-bacia, estas ferramentas são amplamente utilizadas por pesquisadores em seus trabalhos, como é o caso de Sobrinho et al. (2010) no estudo da Bacia do Córrego Guariroba, em que ele diz que “vale ressaltar a possibilidade de aplicação dessa técnica a outras áreas, proporcionando, assim, a redução da subjetividade e dos erros provenientes do método manual de traçado de bacias hidrográficas.”

O despejo de resíduos sólidos indiscriminadamente pode provocar problemas ambientais sérios, como aumento de vetores de doenças e contaminação por metais tóxicos no solo e no próprio rio, atualmente esse é um dos principais problemas encontrados ao longo do rio Pimenta e infelizmente o mesmo ocorre em todos os rios localizados nas áreas urbanas de nosso país, e tem haver com os maus hábitos da população.

Em um estudo sobre a degradação no rio Parnaíba entre os bairros Sacy até o encontro com o rio Poty, Lima (2010) pôde identificar o descarte irregular ao longo daquele rio causava degradação não só do leito rio em si, mais também das margens, estas assim como as do rio pimenta sofrem com desmatamentos irregulares.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante das considerações descritas, das observações realizadas *in loco* e dos impactos ambientais identificados, recomenda-se ações como o reforço da limpeza urbana em áreas nas áreas apontadas, fiscalização do órgão competente a fim de evitar o derramamento de efluentes no rio de forma clandestina a área de entorno do rio Pimenta, recomposição da vegetação afetada por queimadas e campanhas de sensibilização ambiental a fim de a população possa reconhecer a importância do rio, sentindo-se parte integrante e responsável por um ecossistema harmônico. Ainda pode-se concluir que quase a totalidade da rede de drenagem foi substituída por moradias e que houve um aumento significativo no escoamento superficial devido a grande impermeabilização da área, e pode-se atribuir a intermitência de boa parte do rio Pimenta à redução acentuada da vegetação ao longo dos anos, que faz com que a água pluvial, que chega à sub-bacia, não consiga ser retida, e dessa forma, a água doce que alimentaria o rio, tem escoado para o seu exutório de forma mais rápida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, E. P.; TELES, M. G. L.; LAGO, W. J. S. Delimitação das bacias hidrográficas da ilha do Maranhão a partir de dados SRTM, In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14, Natal. Anais. INPE, p. 4631-4638. 2009.
2. BEZERRA, D. O Ecossistema Manguezal em Meio Urbano no Contexto de Políticas Públicas de Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Rio Anil, São Luis, Maranhão (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal do Maranhão, São Luís-MA). 2008.
3. BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a nº 7.990, de 28/12/1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 12 jan. 2017.
4. JENSON, S.K.; DOMINGUE, J.O. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 54(11), pp.1593-1600, 1988.

5. LIMA, N. C ET. AL. O Processo de Degradação Ambiental do Rio Parnaíba no Trecho Urbano Sacy até o encontro com o Rio Poty, em Teresina-PI – X SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA. Teresina, 2010.
6. MARANHÃO. Lei nº 8.149 de 15 de julho de 2004. Dispõe sobre a política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos hídricos, e dá outras providências. Maranhão, 2004.
7. MELATI, M. D., MARCUZZO, F. F. N. Modelos digitais de elevação na delimitação automática das sub-bacias do rio Taquari-Antas no Rio Grande do Sul. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17. 2015.
8. PINTO, M.B.P., TRIGO, A.J., DO PRADO, A., DE AMORIM TEIXEIRA, A., FERREIRA, F.V., BORELLI, A.J., SILVA, M.A., SCHERER-WARREN, M., GODINHO, J.M., Metodologia de delimitação de áreas de drenagem por trecho de curso d'água coincidente com a cartografia em diferentes escalas utilizando modelo digital de elevação. 2011.
9. RENNÓ, C.D.; NOBRE, A.D.; CUARTAS, L.A.; SOARES, J.V.; HODNETT, M.G.; TOMASELLA, J.; WATERLOO, M.J. HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. Remote Sensing of Environment, New York, v88, n.4, p.401-411, 2008.
10. SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B. & AYRES, F. M. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. 2010.
11. SOUZA, A. C. M. et. Al. Gestão de Recursos Hídricos, Irriga, Botucatu, Edição Especial, pg, 280-296, 2012. Disponível em: <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/453/250>. Acessado em: 10 de jan. 2017.
12. TUCCI, C.E.M. E MENDES, C.A.B. Avaliação Ambiental Integrada de Bacias Hidrográficas. Ministério do Meio Ambiente e PNUD (Projeto PNUD 00/20. Apoio a Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental. Brasília-DF. 2006. 362p.