

Estudo preliminar de indicadores de impactos ambientais: estrada do aeroporto e o escoamento de águas pluviais no centro urbano de Tucuruí-PA**preliminary study of environmental impact indicators: airport road and rainwater flow in the urban center of Tucuruí-PA**

DOI:10.34117/bjdv6n7-099

Recebimento dos originais: 03/06/2020

Aceitação para publicação: 06/07/2020

Marcio André de Souza Lopes

Engenheiro Sanitarista e Ambiental

Instituição: Universidade Federal do Pará- UFPA

Endereço: Rua 03 de Outubro nº 88, Nova Tucuruí, Tucuruí-PA, Brasil.

E-mail: marcioandrel@hotmail.com

Yarnel de Oliveira Campos

Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia- UFU

Instituição: Docente na Universidade Federal do Pará- UFPA

E-mail: yarnel_campos@yahoo.com.br

Lucas Nunes Franco

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental

Instituição: Universidade Federal do Pará- UFPA

E-mail: lucasfranco.ufpa@gmail.com

Agnes da Silva Araújo

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental

Instituição: Universidade Federal do Pará- UFPA

E-mail: agnesaraujo07@hotmail.com

RESUMO

O município de Tucuruí localizado no sudeste do Pará, na região amazônica, possui grande potencial econômico e energético devido a usina hidrelétrica de Tucuruí (UHT). A crescente urbanização da cidade e uso da terra, potencializam a degradação da vegetação e dos recursos hídricos, devido a ausência de planejamento adequado à sustentabilidade ambiental. A pesquisa teve como objetivo identificar os principais indicadores de impactos ambientais na bacia de 4ª ordem do igarapé Santana. Diante disso, foram detectados a estrada do aeroporto que funciona como barramento ao escoamento das águas pluviais, voçoroca, ravinas profundas, tamponamento devido ações de conjuntos habitacionais (Condomínios Viva Cidade e Verdes Lagos), retirada de material para pavimentação de vias públicas e a voçoroca da nascente. O estudo ressalta a influência dos indicadores aos impactos nos canais de 2ª ordem do igarapé Santana e em sua nascente, aos transtornos ocasionados por assoreamento, bem como processos de enchentes no perímetro urbano, arriscando às condições sócio sanitárias da comunidade local. Por fim, observa-se a pesquisa com uso de indicadores ambientais mostrou-se eficiente na identificação de interferências antrópicas ao meio ambiente, sendo necessário agir perante tal situação, incluindo a sensibilização da comunidade envolvida.

Palavras-chave: indicadores, estrada, pluviometria, urbanização.

ABSTRACT

The municipality of Tucuruí located in southeastern Pará, in the Amazon region, has great economic and energy potential due to the Tucuruí hydroelectric plant (UHT). The increasing urbanization of the city and land use, potentiate the degradation of vegetation and water resources, due to the absence of adequate planning for environmental sustainability. The research aimed to identify the main environmental impact indicators in the 4th order baseline of the Santana stream. In view of this, the airport roadway was detected as a bus to the drainage of rainwater, voçoroca, deep ravines, buffering due to housing actions (Condomínios Viva Cidade and Verdes Lagos), removal of paving material from public roads and voçoroca from the source. The study emphasizes the influence of the indicators on the impacts on the second order channels of the Santana stream and its source, the disturbances caused by silting, as well as flooding processes in the urban perimeter, risking the socio-sanitary conditions of the local community. Finally, it is observed that research using environmental indicators provides to be efficient in the identification of anthropic interferences to the environment, and it is necessary to act in such a situation, including raising the awareness of the community involved.

Keywords: indicators, road, rainfall, urbanization.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, diversos estudos ambientais intensificaram-se com a proposta do alcance de sustentabilidade no planeta. De acordo com Ribeiro, Silveira e Santos (2015), essas pesquisas são formas de garantir possíveis cenários que promovam qualidade de vida às gerações futuras.

Diante das linhas de pesquisas de diversos estudiosos, destaca-se o estudo preliminar de indicadores ambientais em pequenas bacias hidrográficas, pois o manejo de recursos hídricos beneficia a população, economia e ao meio ambiente. A gestão adequada das bacias hidrográficas possibilita a regularização do fluxo de água, redução da erosão, além disso, oportunizam atividades de irrigação, abastecimento entre outros. (RIBEIRO; SILVEIRA; SANTOS, 2015).

No entanto o uso e ocupação da terra são fatores que podem afetar uma bacia hidrográfica. À medida que a terra é impermeabilizada, o escoamento acelera, sobrecarregando o sistema de drenagem e conseqüentemente iniciando as inundações principalmente nos perímetros urbanos, obstrução de pontes e assoreamentos, desenvolvimento de ravinas, voçorocas e canais erodidos (TUCCI; BERTONI, 2003).

O uso de indicadores ambientais mediante um estudo preliminar com caráter avaliativo é eficaz para identificação de problemas em áreas de estudo. Estes buscam em específico, representar estados do meio ambiente, como “resultados de preocupações com os desequilíbrios ambientais percebidos, avaliando resultados em função de metas, provendo partes interessadas e suporte ao poder decisório” (BENETTI, 2006; MALHEIROS; PHILIPPI; COUTINHO, 2008).

Levando em consideração problemas decorrentes das enchentes no igarapé Santana, o presente estudo tem o objetivo de detectar os indicadores ambientais para identificar precursores de transtornos existentes na bacia do igarapé Santana. Por se tratar de um estudo preliminar, o estudo

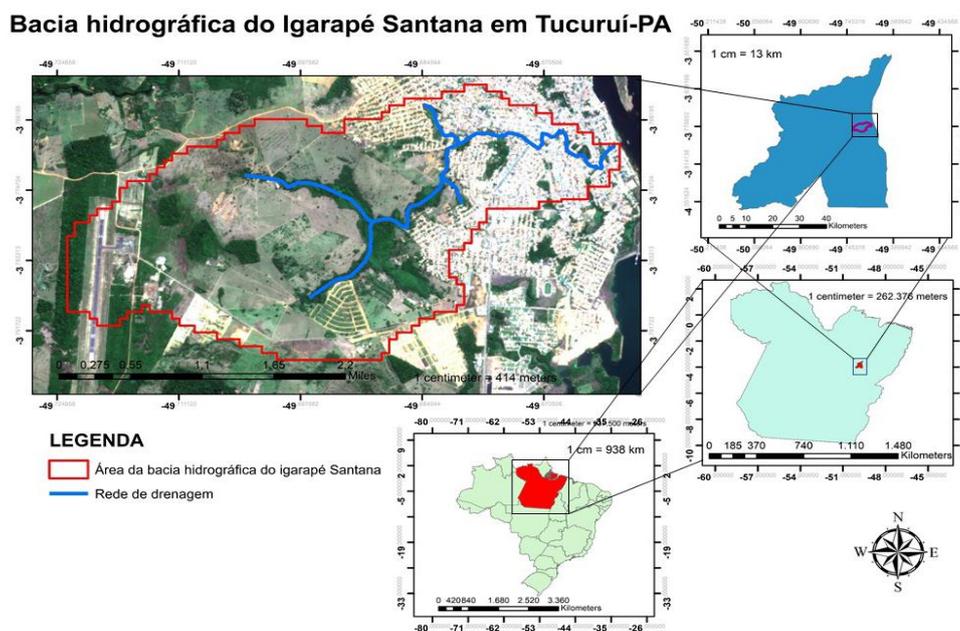
traz sugestões de técnicas e informações que podem ser adotadas a partir de literaturas e perspectivas voltadas a realidade local.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de Tucuruí se, sudeste do estado Pará, na área da bacia de 4ª ordem do igarapé Santana de acordo com o método de Strahler (1957). Tucuruí está localizado nas coordenadas 03° 45' 58'' de latitude sul e 49° 40' 21'' de longitude oeste, possui população estimada em 112.148 habitantes e conta com uma área de 2.084,289km² de acordo com o IBGE (2018).

O igarapé Santana é um importante curso d'água do município, o curso d'água corta a cidade e desagua no Rio Tocantins como apresenta a figura 1.

Figura 1. Localização da área de estudo. Bacia hidrográfica de 4ª ordem do igarapé Santana.

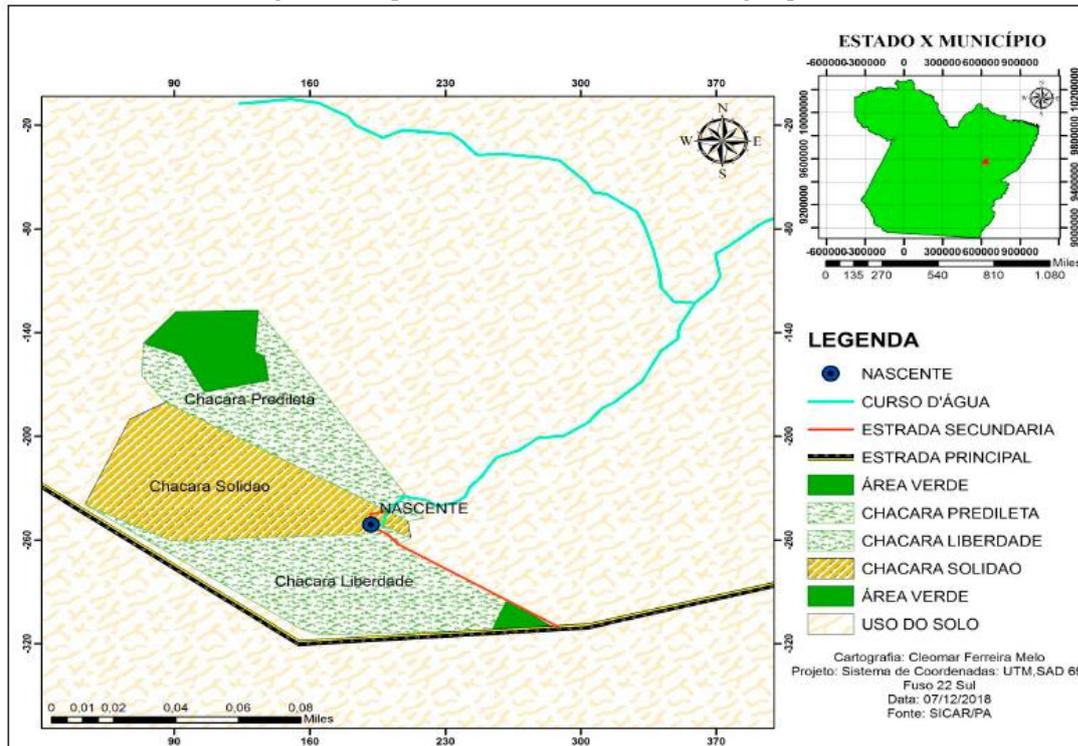


Fonte: Autores (2019).

Foi proposta a metodologia de identificar os principais indicadores ambientais juntamente com a observação da zona urbana de Tucuruí para associar transtornos existentes na área de estudo. A pesquisa se motivou em virtude da observação de enchentes frequentes na zona urbana, logo, o estudo foi levantado para identificar os possíveis precursores que ocasionam essa problemática.

Além das observações em área urbana, a pesquisa se expandiu para detecção dos indicadores próximos da nascente do igarapé Santana que se encontra em três propriedades rurais (Chácara Predileta, chácara Solidão e chácara Liberdade) sob as coordenadas 3°47'19,38'' latitude sul e 49°41'55,38'' longitude oeste (Figura 2).

Figura 2. Propriedades rurais da nascente do Igarapé Santana.



Fonte: Graduandos de eng. Florestal (2018).

O estudo foi dividido em três momentos. A primeira se consistiu na busca de referencial e fundamentação teórica, por meio de artigos científicos, teses, dissertações, e, além disso, buscou-se verificar o comportamento pluviométrico da região em 40 anos por meio do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O segundo momento se caracterizou pelo levantamento de informações por visitas *in loco* e registro de fotografias térreas e aéreas com a utilização de um drone DJI Phantom 3 Standard, e também por diálogo com populares antigos.

Para as observações, observaram-se alguns indicadores como:

- Características da terra;
- Vegetação;
- Aspectos Hidrológicos;
- Uso e ocupação da terra.

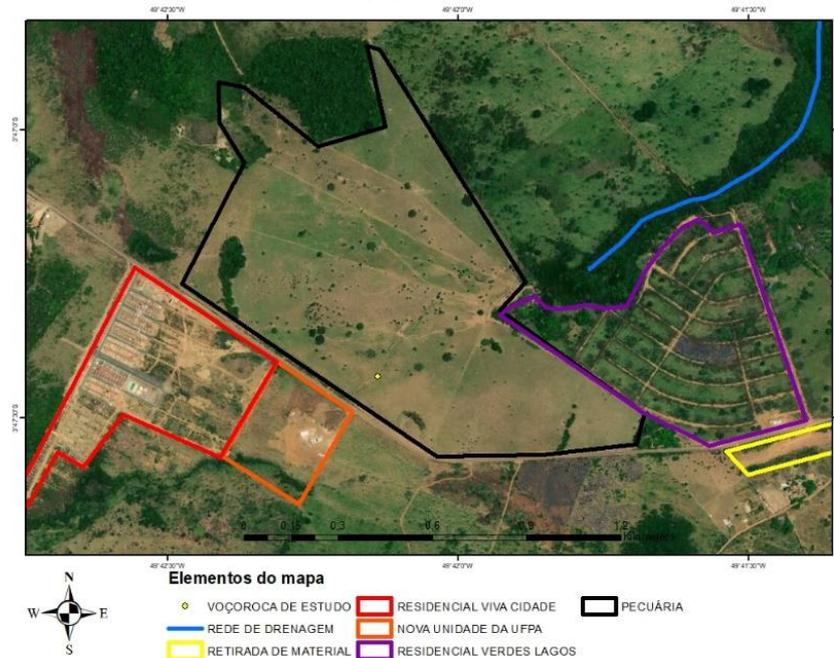
Por fim, a terceira etapa verifica sugestões viáveis às problemáticas encontradas na área de estudo do igarapé Santana.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de indicadores permitiu relacionar diversos problemas decorrentes das ações humanas na área de estudo. Nota-se que com o tempo, a nascente em estudo foi intensamente prejudicada com

assoreamento ocasionado devido problemas na terra, como voçorocas e ravinas, assim como a construção do empreendimento de mobilidade urbana (Rodovia), residenciais e remoção de material para fins de pavimentação. A figura 3 apresenta os usos por atividades antrópicas na área de estudo, a fim conhecer os possíveis precursores dos transtornos atuais existentes.

Figura 3. Uso e ocupação da terra na área de estudo.



Fonte: Autores (2020).

Um dos principais problemas encontrados na área de estudo foi uma voçoroca decorrente do intenso escoamento de água pluvial proveniente da construção irregular, ou seja, fora do interflúvio do relevo local. As figuras 4 e 5 mostram fotografias retiradas *in loco* em consequência do fenômeno.

Figura 4. Voçoroca ocasionada por acúmulo do escoamento de água pluvial



Fonte: Autores (2018)

Figura 5. Visão aérea da voçoroca.



Fonte: Autores (2018)

A área utilizada para este estudo possui alta elevação e declividades variadas. Em relação a vegetação, as áreas de pastagem mostram-se predominantes por toda a extensão territorial mencionada (figura 6), fato que favorece ao surgimento de tais fissuras. A figura 7 apresenta a remoção de material local para de pavimentação de vias públicas.

Figura 6. Área de pastagem



Fonte: Autores (2018)

Figura 7. Área de retirada de material para fins de pavimentação das vias públicas.



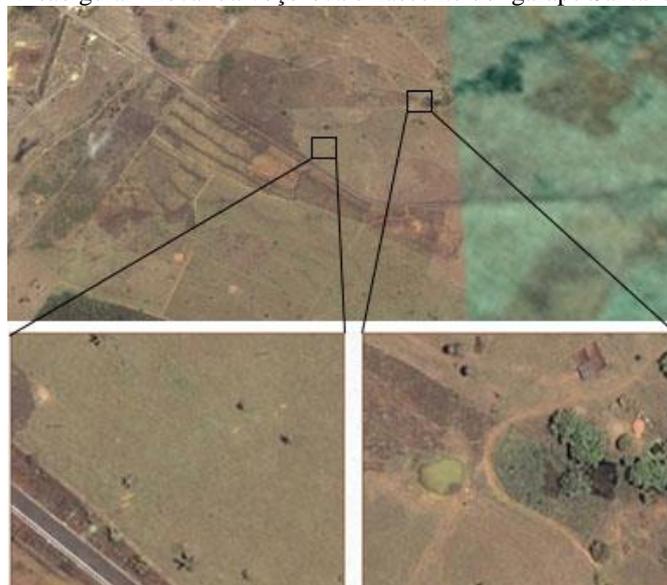
Fonte: Autores (2017)

Ao realizar um estudo semelhante, Sousa e Ferreira (2017) também concluíram que as declividades acentuadas do município de Morrinhos em Goiás possuíam um grau de participação na origem das ravinas e voçorocas.

Para Cherobin (2012) a origem do processo de formação das voçorocas consta-se nas erosões formadas devido as águas pluviais ganharem energia de movimento e velocidade de escoamento que adquirem com a declividade do terreno. Passando a arrastar uma quantidade de sedimentos que será transportada até chegar nos pontos mais baixos, como afluentes e subafluentes.

Desta forma, os pecuaristas inferem que as dimensões da voçoroca se ampliaram após a construção residenciais ocorridas em 2014. As informações se confirmam ao analisar o histórico de origem e desenvolvimento do processo erosivo por meio de imagens georreferenciadas. Além disso, o material sedimentar prejudicou a nascente de estudo, soterrando um dos olhos d'água. As figuras de 8 a 11 mostram a evolução histórica do crescimento urbano, processo de erosão, desaparecimento de um lago e também da nascente entre os anos de 2001 a 2017.

Figura 8. Visão geral- Local da voçoroca e nascente do igarapé Santana em 2001.



Fonte: Adaptado Google Earth (2019)

Figura 9. Visão geral- Local da voçoroca e nascente do igarapé Santana em 2005.



Fonte: Adaptado Google Earth (2019)

Figura 10. Visão geral- Local da voçoroca e nascente do igarapé Santana em 2009.



Fonte: Adaptado Google Earth (2019)

Figura 11. Visão geral- Local da voçoroca e nascente do igarapé Santana em 2013.



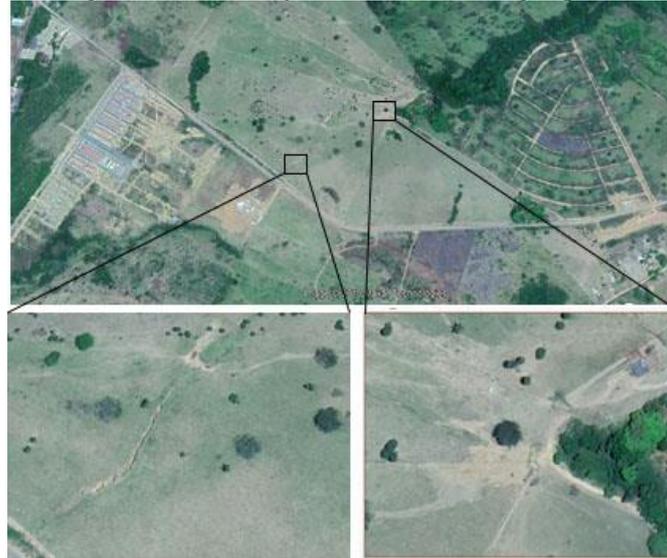
Fonte: Adaptado Google Earth (2019)

Figura 12. Visão geral- Local da voçoroca e nascente do igarapé Santana em 2016.



Fonte: Adaptado Google Earth (2019)

Figura 13. Visão geral- Local da voçoroca e nascente do igarapé Santana em 2017.



Fonte: Adaptado Google Earth (2019)

As figuras retratam bem o processo de surgimento e ampliação da voçoroca. É válido reafirmar que as ações antrópicas intensificam esse processo, pois desde 2001 a 2013 a área possuía basicamente atividades pecuaristas, e a fissura apresentava crescimento gradual e lento. A partir da imagem de 2016 percebe-se um crescimento acelerado em apenas 3 anos do fenômeno erosivo, quando comparado à situação observada no ano de 2013.

A partir das figuras também é possível identificar um lago no ano de 2001, onde este foi totalmente aterrado como mostra a figura 9, e a nascente passou a imergir em um ponto à jusante, ocorrendo, portanto, um processo denominado de deslocamento da nascente, ocorrido devido assoreamento. Guerra e Cunha (2001) relatam um processo semelhante ao ocorrido na bacia do Rio Cascata dos Amores em Teresópolis-RJ, onde parte da rede de drenagem foi impermeabilizada por urbanização e o curso d'água foi forçado a imergir em um ponto à jusante.

É possível que alguns transtornos ocorridos na zona urbana podem ser decorrentes do impacto ocasionado à nascente, gerando uma corrente em cadeia. De acordo com populares, alguns perímetros urbanos são atingidos com enchentes no inverno amazônico, provocando riscos aos moradores em zonas de vulnerabilidade.

Normalmente essas instalações atingidas são construídas próximas às margens dos igarapés Santana, em pontos de altitude mais baixa, como apresentado nas figuras 11.

As Figuras 14 apresentam casos de enchentes na zona urbana do município de Tucuruí.

Figura 14. a Enchente do Igarapé Santana.



Fonte: Autores (2018)

Figura 14. b Enchente do Igarapé Santana.



Fonte: Autores (2018)

Para Tucci e Bertoni (2003) o manejo inadequado de bacias hidrográficas encontra-se relacionado ao mau uso e ocupação da terra, como possíveis precursores da ineficiência da rede de drenagem natural de uma região hidrográfica. Logo, aumentam-se os riscos de ocorrência de inundações principalmente em perímetros urbanos.

Em seus estudos realizados Rodrigues e Listo (2016) associam o motivo do aumento de inundações à impermeabilização da terra e redução da área de drenagem. Os autores ainda relacionam as ações humanas como potencializadores dos fenômenos de erosão e escorregamentos.

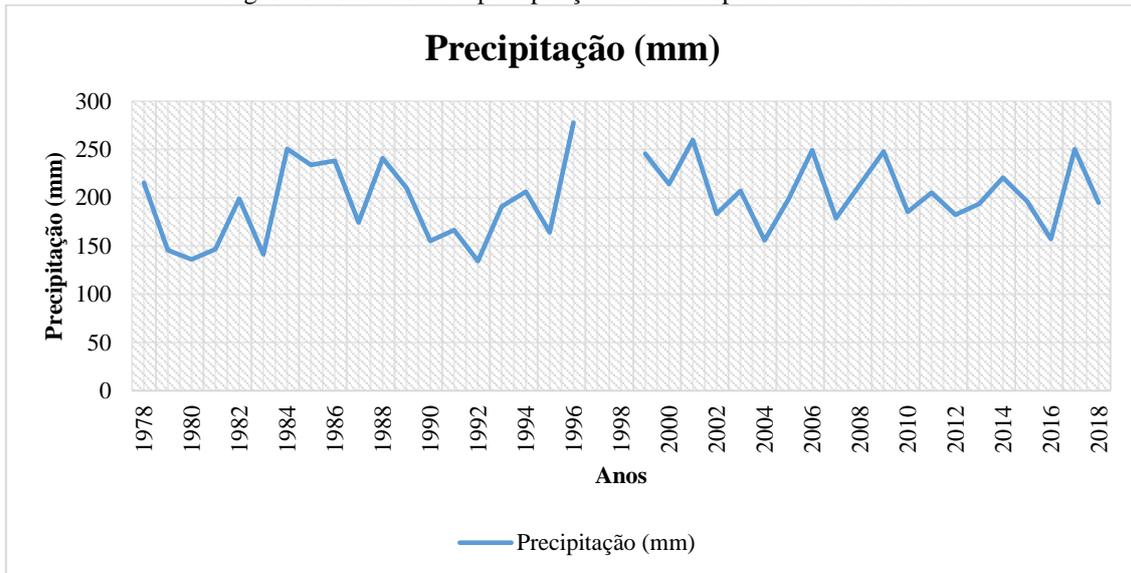
De acordo com Fabriani e Castilho (2014), habitações construídas em locais de riscos constituem graves problemas sociais, pois propiciam à vulnerabilidade da população que em muitos casos tornam-se mais suscetíveis a problemas ambientais em suas moradias, como desalojamento devido inundações ocasionadas por chuvas torrenciais características desta região brasileira.

Segundo relatos de moradores mais antigos de Tucuruí que residem próximo ao Igarapé Santana, asseveram que na atualidade o igarapé tem uma reação mais rápida durante a ocorrência de chuvas. Para os mesmos, em anos anteriores, este corpo hídrico não apresentava níveis altos em um período de chuva curto. No entanto, o que se observa nos dias atuais, é que esses moradores tem percebido o aumento rápido do nível das águas em decorrência dos períodos chuvosos.

O município de Tucuruí apresenta histórico de precipitação equilibrado. Embora ocorram variações no período pesquisado, é possível perceber que todos os dados se encontram dentro de uma faixa entre 134,29mm, ocorrido em 1992, e 134,29mm em 1996. Porém, o que se verifica é que nos últimos anos os níveis de precipitação apresentaram um aumento significativo, variando entre 157,24mm em 2016, 250,15mm em 2017 e 194,84mm em 2018.

A imagem 15 a seguir apresenta o histórico de precipitação em Tucuruí:

Figura 15. Histórico de precipitação no município de Tucuruí-PA



Fonte: Instituto Nacional de meteorologia- INMET (2019)

O gráfico permite compreender o histórico de precipitação no município de Tucuruí com exceção dos anos de 1997 e 1998 que não constam dados no INMET. A partir das informações, é possível reafirmar o impacto do uso na terra da região, pois nos anos anteriores das instalações dos empreendimentos próximos à nascente do igarapé Santana, os dados de precipitações mostraram-se bem elevados quando comparado ao ano de 2016 (ano em que as dimensões da voçoroca foram ampliadas) com nível de precipitação de 157,24mm.

Para tanto, considerando anos anteriores como 2001, 2006 e 2010 que apresentaram altos índices pluviométricos, respectivamente, 259,75mm, 249,13mm e 185,16mm, questiona-se por qual motivo o processo erosivo não se agravou nesse intervalo de tempo; Fato justificado com o surgimento de novos empreendimentos em associação aos níveis de precipitação, culminando na intensificação do aumento de abertura da fissura e consequentemente a formação do fenômeno da voçoroca.

Nunes, Almeida e Coelho (2011) reforçam que processos erosivos ocorrem de maneira natural no meio ambiente, sendo esses, lentos e gradativos, entretanto as interferências da ação humana, como desmatamentos, produções agropecuárias e manejo inadequado da terra podem intensificá-los.

É importante que ocorra participação e sensibilização social para promoção da sustentabilidade. Diante do mencionado, Rodrigues et al., (2018) afirmam que a conscientização e participação popular são essenciais para preservação dos recursos naturais, em especial dos recursos hídricos, de modo que impactos negativos não se intensifiquem e afetem os municípios.

4 CONCLUSÕES

O estudo preliminar utilizando indicadores ambientais para pesquisa para identificação de possíveis interferências antrópicas na área de entorno de uma das nascentes do igarapé Santana se mostrou uma eficiente ferramenta no auxílio à gestão e manejo de bacias.

A pesquisa detectou diversos problemas possivelmente provenientes das ações antrópicas na área de estudo, como, processos erosivos (voçoroca) e assoreamentos graves que levaram a perda total de um lago por carreamento de sedimentos e deslocamento da nascente do curso d'água. Além disso, há a possível interferência no centro urbano de Tucuruí, ocasionando enchentes e transtornos à população residente próxima as margens do igarapé.

Embora existam dificuldades na área de estudo, é possível que ocorra a recuperação do solo, vegetação e recursos hídricos a partir de técnicas e informações que possam reduzir o impacto ocasionado pelo homem, como, criação de APP's em vigor ao novo código florestal, além da participação social da comunidade envolvida.

REFERÊNCIAS

BRASIL – Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em 21 de maio de 2019.

BRASIL- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. IBGE cidades, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tucuru/panorama>. Acesso em 16/06/2019

BRASIL- Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET (2019). “*BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa*”. Disponível em < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em 10 de Maio de 2019.

BENETTI, L. B. **Avaliação do índice de desenvolvimento sustentável do município de Lages-SC através do método do painel de sustentabilidade**. 2006, 2015 f. Tese de doutorado em Engenharia Ambiental- curso de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade de Santa Catarina.

CHEROBIN, S. F. **Estimativa de erosão e sua relação com os diferentes mecanismos erosivos atuantes: estudo da voçoroca Vila Alegre**. Ouro Preto, 2012. 116f. Dissertação (Mestrado em engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2012.

FABRIANI, C. B.; CASTILHO, L. V. Moradias em áreas de risco, cidadania e participação: um desafio para a governança municipal. **Revista Científica Direitos Culturais – RDC**. v. 9, n. 19, 2014.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da; Impactos Ambientais urbanos no Brasil. BERTRAND BRASIL, 2001. 416p.

GUIMARÃES, T. P et al. Crescimento inicial de açaízeiro em sistema agroflorestal no P. A. Belo Horizonte I, São Domingos do Araguaia, Pará. **Agroecossistemas**, v. 3, n. 1, p. 30-35, 2011.

HEITOR, F. D et al. Importância de implantação de sistemas agrossilvipastoris. In: I Seminário Científico da FACIG, 2015, Anais. Manhuaçu-MG. 2015.

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR., A.; COUTINHO, S. M.V. **Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro**. Revista Saúde e Sociedade, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 7-20, mar, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-12902008000100002&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 25 Jan. 2019.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros Indicativos para Qualidade da Água em Nascentes com Diferentes Coberturas de Terra e Conservação da Vegetação Ciliar. **Floresta e Ambiente**; p.171-181. 2015.

NUNES, A. N.; ALMEIDA, A. C.; COELHO, C. O. A. Impacts of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal. **Applied Geography**, v.31. p. 687-699, 2011

REZENDE, R. E. C et al. Recuperação de área degradada por erosão hídrica em um Argisterra Vermelho Amarelo em assentamento de reforma agrária no grupo sedimentar do Arenito Bauru. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/18797>. Acesso em: 01 Jun 2019.

RIBEIRO, F. L.; SILVEIRA, G. R. P. de; SANTOS, W. R. P. dos. Análise da preservação dos recursos hídricos por meio de imagem de satélite. **Periódico eletrônico XI Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 5, pp. 11-24, 2015.

RODRIGUES, F. S.; LISTO, F. L. R. Mapeamento de áreas de risco a escorregamentos e inundações em áreas marginais a rodovias na Região Metropolitana de São Paulo. **Eng Sanit Ambient**, v.21 n.4, 2016.

RODRIGUES, A. C. J.; PALMIERI, D. A.; RODRIGUES, R. J. Uso do geoprocessamento para planejamento, manejo e proteção de mananciais em áreas urbanas. **Tekhne e Logos**, Botucatu, SP, v.9, n.1, abril, 2018.

SOUSA, A. T.; FERREIRA, I. M. Diagnóstico de voçorocas em área de pastagem no município de morrinhos (GO). **Espaço em revista**, v. 19, n. 2, jul./dez. 2017. p. 68-83.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. New Halen: Transactions: American Geophysical Union, 1957. v.38, p. 913-920.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (Org.). **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2003. Disponível em: <http://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/5/23335/InBr02803.pdf>. Acesso em: 12 Dez. 2018.