

**VI-222 - UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA  
MAPEAR A MATA CILIAR EM UM SETOR DO RIO SALGADINHO, JUAZEIRO  
DO NORTE, ESTADO DO CEARÁ**

**Yannice Tatiane da Costa Santos**<sup>(1)</sup>

Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza. Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professora do Instituto Federal do Ceará- Campus Juazeiro do Norte.

**Cosmo Márcio Ferreira da Silva**<sup>(2)</sup>

Aluno do curso de Especialização em Engenharia Sanitária pela Faculdade CENTEC (FATEC)

**Suélho Pereira dos Santos**<sup>(3)</sup>

Graduando do curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal do Ceará- Campus Juazeiro do Norte.

**Francisco Wedson Faustino**<sup>(4)</sup>

Graduando do curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal do Ceará- Campus Juazeiro do Norte.

**Lucyanno dos Reis Fernandes Gomes da Costa**<sup>(5)</sup>

Écologo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Geodinâmica e Geofísica pela UFRN. Doutor em Geologia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor da Faculdade do CENTEC (FATEC).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Av. Plácido Aderaldo Castelo, 1646 - Planalto – Juazeiro do Norte – CE- 63.040-540 – Brasil - (88) 2101-5341– e-mail: [yannice@ifce.edu.br](mailto:yannice@ifce.edu.br)

## RESUMO

O trabalho objetivou mapear a mata ciliar de um pequeno setor do rio Salgadinho localizado na zona urbana de Juazeiro do Norte – Ceará, nos anos de 2013 e 2016, com uso de imagens de sensores remotos orbitais, técnicas de processamento digital de imagens e índices de vegetação e água para realce da cobertura vegetal, e verificar o atendimento às diretrizes do novo Código Florestal (Lei 12.651/2012). A metodologia consistiu na marcação de pontos, aquisição das imagens gratuitas Digital Globe/Google Earth e RapidEye (5m resolução espacial), georreferenciamento, processamento digital de imagens e edição de mapas (cartas temáticas). A imagem RapidEye (2014) foi usada apenas para realizar testes nas composições coloridas, objetivando a aplicação do índice da água (NDWI-*Normalized Difference Water Index*) e da vegetação (NDVI- *Normalized Difference Vegetation Index*). Os produtos imagens adquiridos foram adequados para mapeamento da cobertura vegetal adjacente a um trecho do rio Salgadinho, verificando que em nenhum dos anos houve o respeito à legislação ao atingir os 30 m sugeridos pelo novo Código Florestal (Lei 12.651/2012), mesmo considerando o leito regular do rio, que para as datas de aquisição das imagens, contemplou o período de estiagem, estando no mês de outubro para cada ano. A etapa do PDI através das composições coloridas (R\_NDVI54 G3 B2 e R5 G2 B\_NDWI) pertinentes aos índices de vegetação e água asseguraram a identificação da cobertura vegetal no intervalo de tempo médio. Estas, semelhantemente foram úteis para nortear a escolha de uma área piloto para a vetorização, quantificação e mapeamento das classes vegetação, corpo d'água e APP a nível de detalhe.

**PALAVRAS-CHAVE:** Área de proteção ambiental, Mapeamento, ETE Malvas.

## INTRODUÇÃO

É sabido que as florestas possuem um papel importante na conservação dos recursos hídricos, também conhecidas como mata ciliares, possuem diversas funções, tais como barreiras protetoras, evitando o assoreamento e garantindo a qualidade da água, segundo Salamene et al. (2010). Ainda sobre a temática, Lima e Zakia (2004) a importância das matas ciliares por manterem a estabilidade térmica da água; impedem o impacto direto da chuva no solo, minimizando processos erosivos, e servem de abrigo e alimento para grande parte da fauna aquática.

Contudo, a grande maioria dos centros urbanos se desenvolveram ao entorno dos mananciais, sendo os rios principalmente, ganhando o título de “rios urbanos”, que infelizmente são atingidos pela quase inevitável degradação ambiental.

As matas ciliares são tradicionalmente eliminadas para dar lugar a núcleos urbanos ou atividades agropecuárias (ROZZA et al., 1992). A supressão da mata ciliar é uma prática que tradicionalmente ocorre em locais de implantação de núcleos urbanos ou outras atividades humanas (GASPARINO et al., 2006).

A urbanização é o principal ator da maior parcela da poluição acometida aos corpos receptores urbanos. Para Nascimento e Heller (2005) a urbanização produz impactos distintos de natureza física, química e biológica sobre os meios receptores, no contexto da própria área urbana e a jusante dela, sendo os últimos com origem em poluição difusa mobilizada por eventos de precipitação e poluição pontual causada, sobretudo, por lançamentos indevidos de esgotos sanitários e, em alguns casos, esgotos industriais, sem tratamento ou com tratamento insuficiente, nos sistemas de drenagem pluvial ou diretamente nos meios receptores.

As matas ciliares estão inseridas no conceito de Áreas de Proteção Permanente (APP), na qual, são entendidas como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012, Art. 3º, § II). Tal definição está respaldada na Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981; 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001.

Considerações de Pertille et al. (2017) acerca das Áreas de Preservação Permanente (APP), levantam que embora mantenham as mesmas distâncias do Código revogado, deve-se atentar que, pela nova legislação, a APP de cursos d'água é medida a partir da calha regular dos rios, ou seja, o canal por onde correm regularmente as águas do curso d'água durante o ano, e não mais a partir do leito maior, entendido pelo nível alcançado por ocasião da cheia sazonal, interferindo diretamente na área total a ser protegida.

Os rios urbanos em sua grande maioria estão em estados de poluição avançados, diante disto, esse tema deve ser levado a debate para que a situação que se encontram seja alvo de conhecimento do público e sem dúvida deve ser passível de soluções para reverter esse quadro.

O rio Salgadinho o principal rio da cidade de Juazeiro do Norte - Ceará e tem uma importância histórica e atual. Hoje sofre com a existência de fontes de poluição difusa, principalmente por atividades comerciais, industriais e ocupação por residências. Além disso, o rio recebe ainda o lançamento do efluente tratado por lagoas de estabilização oriundas da maior Estação de Tratamento de Esgoto (ETE Malvas) da cidade, o que gera muita desconfiança por parte da população e órgãos ambientais quanto ao comprometimento que este efluente realiza no rio.

Em função das sucessivas discussões acerca da responsabilidade da ETE Malvas pela degradação da água do rio em questão, pelo despejo do efluente tratado, polemizadas pelo poder público, políticos, entidades civis e a população, julga-se importante a investigação da faixa de mata ciliar ao longo de um trecho sob influência do efluente tratado, pois de acordo com Martins (2018) e Lima (2017), que pesquisaram o mesmo trecho, há indícios de contribuições de poluição difusa à jusante ao lançamento, desrespeitando dessa forma a presença obrigatória da mata ciliar.

Dessa forma, o trabalho objetivou mapear a mata ciliar de um pequeno setor do rio Salgadinho localizado na zona urbana de Juazeiro do Norte – Ceará, nos anos de 2013 e 2016, com uso de imagens de sensores remotos orbitais, técnicas de processamento digital de imagens e índices de vegetação e água para realce da cobertura vegetal, e verificar o atendimento às diretrizes do novo Código Florestal (Lei 12.651/2012).

## **METODOLOGIA**

Os materiais e métodos podem ser descritos da seguinte forma:

- a) Uso de GPS de navegação (precisão métrica): foi realizada uma visita a campo para marcação de pontos segundo coordenadas geográficas das unidades identificadas como mata ciliar e recurso hídrico.
- b) A aquisição gratuita dos produtos imagem: implicou diretamente em selecionar imagens de sensores remotos diversos condicionados à padronização das datas (períodos sazonais semelhantes).

Respectivamente os produtos usados para mapeamento da cobertura vegetal foram: i) imagem Digital Globe/Google Earth de 13/10/2013 com resolução espacial de um metro; ii) imagem Digital Globe/Google Earth de 13/10/2016 (1m resolução espacial); iii) Imagem RapidEye datada em 26/05/2014 (5m resolução espacial). Todas foram recortas para área de estudo de interesse. A imagem RapidEye (2014) foi usada apenas para realizar testes nas composições coloridas, objetivando a aplicação do índice da água (NDWI-*Normalized Difference Water Index*) e da vegetação (NDVI- *Normalized Difference Vegetation Index*) (GALVÃO *et. al.*, 2015).

Os produtos cartográficos gerados nesta etapa (escala espacial menor) foram úteis para nortear a escolha da área piloto. Neste recorte pontual (detalhe), foram usadas, exclusivamente, as imagens Digital Globe (2013 e 2016) para quantificação da mata ciliar e definição dos limites das Áreas de Preservação Permanente (APPs) adjacente ao rio estudado (FERREIRA *et. al.*, 2016).

- c) O georreferenciamento dos produtos imagem: consistiu em “redimensionar” as cenas dos satélites para mesma área, uniformizando assim a escala de mapeamento.
- d) O processamento de imagens digitais ou PDI: permitiu o realce da cobertura vegetal, mancha urbana e água.

As composições coloridas foram feitas sistema RGB (Red, Green, Blue) onde foram aplicados o índice de vegetação e água (NDVI/ NDWI) para discriminar cobertura vegetal em uma escala de menor detalhe e mata ciliar em uma escala fina. Matematicamente, são dois índices, gerados através da operação de razão de bandas.

Geralmente, para vegetação, usam-se as faixas do espectro eletromagnético do vermelho e infravermelho próximo; e para água, preferencialmente, os intervalos na região do azul.

e) a quinta etapa implicou na integração dos dados espaciais em ambiente SIG. Neste, as imagens foram abertas no programa QGIS, onde todos os planos de informação foram superpostos uns aos outros para análise, identificação, vetorização e quantificação do alvo destacado na etapa do PDI.

f) para encerrar a metodologia a edição de cartas temáticas, implicou no mapeamento da cobertura vegetal, da mata ciliar, da calha do rio Salgadinho e da Área de Preservação Permanente (APP) de trinta metros a partir do leito regular, conforme legislação vigente do Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (BRASIL, 2012).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **1. ANÁLISE DAS COMPOSIÇÕES COLORIDAS**

Admitiu-se neste trabalho por convenção que os resultados obtidos são representados pelas cartas temáticas geradas. Sendo assim:

Na composição RGB\_543 (Figura 1), as bandas 5, 4 e 3 foram representadas em vermelho, verde e azul, nesta ordem. Essa possibilitou distinguir no mosaico da paisagem, em gradientes de coloração azul, a mancha urbana; em verde claro, a lagoa de estabilização (estação de tratamento de esgotos-ETE); e em variações de vermelho, a vegetação.

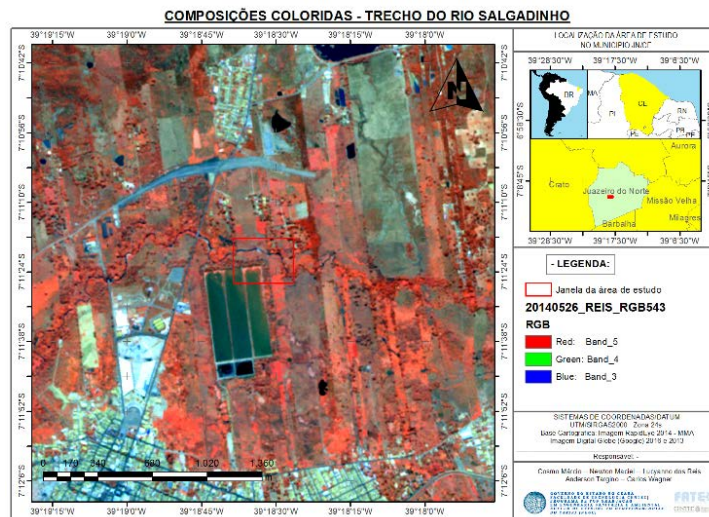


Figura 1. Composição colorida RGB543 (20140526\_REIS).

De maneira análoga como em Fernandes *et. al.*, (2009), na segunda composição gerada (RGB\_NDVI5432) o índice de vegetação (Figura 2) foi aplicado. Visivelmente, além da vegetação (vermelho intenso) e área urbana (tons de ciano); em gradientes de cor azul, foi possível reconhecer o solo exposto, vias de acesso, estradas e terrenos desmatados (Figura 2). Em contrapartida em fortes tons de vermelho foi encontrada a diferenciação sutil de extratos vegetacionais (arbórea-arbustiva-herbácea) e finalmente, ligada aos rios, a mata ciliar associada.

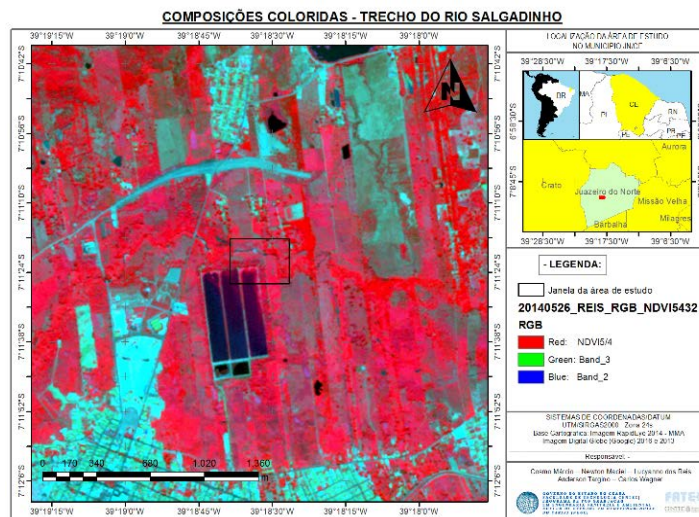


Figura 2. Composição colorida RGBNDVI5/432 (20140526\_REIS).

O índice da água (NDWI) foi aplicado na composição colorida RGB\_52NDWI2/5 (Figura 3). Potencialmente, esta permitiu discriminar a vegetação em tons vermelhos, área urbana em tons laranja e amarelo, marcando com bastante evidencia a presença de água em tons azuis.



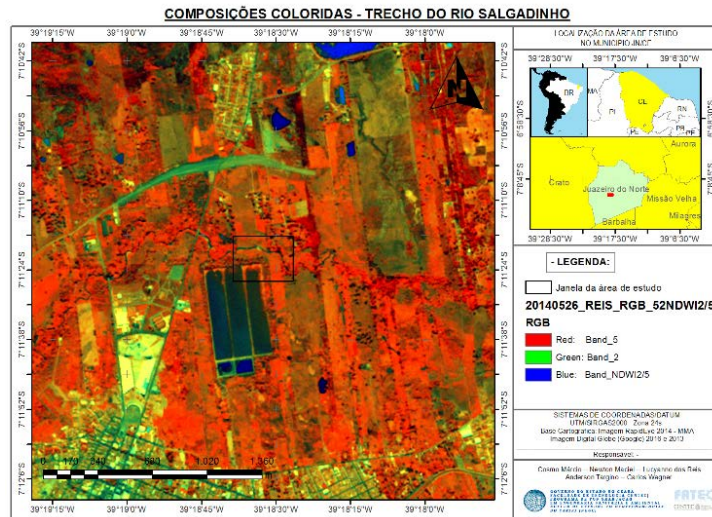


Figura 3. Composição colorida RGB52NDWI2/5 (20140526\_REIS).

Orientados pela três composições coloridas anteriores, a escolha da janela da área de estudo foi norteada por duas considerações. A primeira, pela proximidade com a lagoa de estabilização da ETE que lança efluente no corpo receptor (rio); a segunda, pela presença de vegetação relativamente contínua adjacente aquele trecho do rio Salgadinho. Após a seleção da área piloto os resultados implicaram na análise, mapeamento e quantificação da mata ciliar, do corpo aquático e na definição dos limites da APP (BRASIL, 2012).

## 2. ANÁLISE DA QUANTIFICAÇÃO DA MATA CILICAR NO TRECHO ESTUDADO

A seguir, as Figuras 4 e 5 ilustram a área (em verde) que representa a vegetação ciliar nos anos de 2013 e 2016, respectivamente, e a Figura 6, os valores em m<sup>2</sup> da área correspondente.

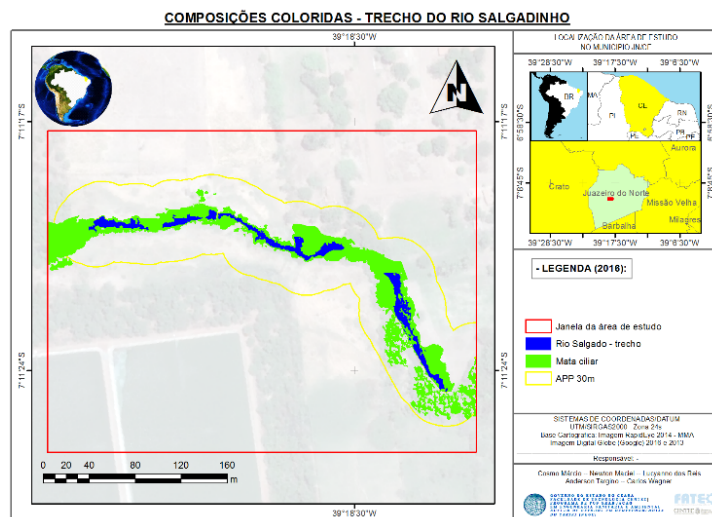


Figura 4. Quantificação (m<sup>2</sup>): Mata ciliar, Calha regular do Rio Salgado e APP (Digital Globe\_2016/out/2013).



## CONCLUSÕES

Os produtos imagens adquiridos foram adequados para mapeamento da cobertura vegetal adjacente a um trecho do rio Salgadinho, verificando que em ambos os períodos, não houve atendimento à faixa de 30m padronizada pelo novo Código Florestal (Lei 12.651/2012).

A etapa do PDI através das composições coloridas (R\_NDVI54 G3 B2 e R5 G2 B\_NDWI) pertinentes ao índices de vegetação e água asseguraram a identificação da cobertura vegetal no intervalo de tempo médio. Estas, semelhantemente foram úteis para nortear a escolha de uma área piloto para da vetorização, quantificação e mapeamento das classes vegetação, corpo d'água e APP a nível de detalhe.

Mesmo que para um pequeno trecho de um rio urbano, os resultados ilustrados nos mapas e na quantificação da área permite concluir, principalmente, que a mata ciliar deve ser protegida na totalidade dos limites da APP com o fim de evitar impactos negativos futuros, e que de alguma forma, por motivos ainda não claros, a vegetação deste setor tem se recuperado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Institui o Código Florestal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2012.
2. FERNANDES L.R.; ALMEIDA, A.M.; DUARTE, C.R. Evolução da cobertura vegetal no município de Carnaúba dos Dantas região do Seridó/RN. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14. (SBSR), 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, páginas (p. 6053-6060), 2009.
3. FERNANDES, L. R.; DUARTE, C. R.; SOUTO, M. V. S.; AMARO, V. E. 2015. Análise temporal em curto tempo das barras arenosas na praia de Ponta Grossa, região costeira de Icapuí/CE. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa. Anais... São José dos Campos: INPE. páginas (p. 5356-5362), 2015.
4. FERREIRA, A. T. S.; SANTOS, M. S. T.; RIBEIRO, M. C. H.; FERNANDES, L.R. Mapeamento geomorfológico de detalhe para delimitação de áreas de preservação permanente (APP) de zonas costeiras em atendimento ao cadastro ambiental rural (CAR). Revista Brasileira de Cartografia, v. 17, n.4, p. 631-643, jun. 2016.
5. GALVÃO, L.S; BREUNIG, F.M.; SANTOS, J. R.; Teles, T.S.; Gaida, M.; Moura, Y.M. Uso de imagens RapidEye no estudo das variações sazonais de índices de vegetação no Parque Estadual do Turvo (PET). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa. Anais... São José dos Campos: INPE, páginas (p. 1145-1152), 2015.
6. GASPARINO, D. et al. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. Revista Árvore, Viçosa, v. 30, n. 1, p.0-0, fev. 2006.
7. HUETE, A.R., DIDAN, K., MIURA, T., RODRIGUEZ, E.P., GAO, X., FERREIRA, L.G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment, v. 83, n.1-2, p. 195–213, mar. 2002.
8. LIMA, M. D. M. Influência do lançamento de efluente tratado de lagoa de maturação sobre a comunidade fitoplanctônica em trecho urbanizado do rio Salgadinho no nordeste brasileiro. 2017. 19 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Coordenação de Engenharia Ambiental, Instituto Federal do Ceará - Campus Juazeiro do Norte, Juazeiro do Norte, 2017. Disponível em: <<http://www.biblioteca.ifce.edu.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2019.
9. LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). Matas Ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: Edusp, Fapesp, 2ª ed, 2004. 320p
10. MARTINS, L. D. Influência do lançamento do efluente final da ETE Malvas nas concentrações de nitrogênio amoniacal total em um trecho do rio Salgadinho. 2018. 19 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Coordenação de Engenharia Ambiental, Instituto Federal do Ceará - Campus Juazeiro do Norte, Juazeiro do Norte, 2018. Disponível em: <<http://www.biblioteca.ifce.edu.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2019.
11. NASCIMENTO, N. O.; HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 10, n. 1, p. 36-48, 2005.
12. PERTILLE, C. T. et al. Estudo comparativo das diretrizes dos Códigos Florestais de 1965 e 2012. Extensão Rural, Deaer – Ccr, Santa Maria, v. 24, n. 2, p.55-71, jun. 2017.



13. ROZZA, A. et al. Revegetação de mata às margens do rio Piracicaba em área urbana do Município de Piracicaba, Estado de São Paulo. In: CONGRESSO DE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 1992, Santos. Anais... Santos: Sociedade Paulista de Botânica, 1992. p.37-38.
14. SALAMENE, S. et al. Estratificação e caracterização ambiental da área de preservação permanente do rio Guandu/RJ. Revista *Árvore*, Viçosa, v. 35, n. 2, p.221-231, 16 dez. 2010.