Análise do comportamento espaço-temporal das geoformas fluviais do baixo curso do rio Doce com o auxílio de imagens orbitais Landsat 8 - Linhares, ES

Andressa Padovani Gil [1]
André Luiz Nascentes Coelho [2]

[1, 2] Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras - Vitória - ES, Brasil – CEP: 29075-910
[1]andressa.pgil@gmail.com; [2]alnc.ufes@gmail.com

Abstract. Water plays an important role as transforming agent of the landscape. The fluvial processes of erosion, transport and deposition are interdependent and interconnected as components of a river basin system, whose actions promoted inside interfere directly or indirectly in these processes (emphasizing, in this point, changes of use and occupation of land promoted by anthropogenic activities). Thus, this paper aims to map and analyze the behavior of fluvial landforms present in the main channel of the lower course of the Doce river (Linhares / ES / Brazil) during periods of low tide, normal and full, correlating the temporal factors and the processes occurring upstream of the study area, the upper and middle course of the river. As specific objectives, we sought to verify the contribution of the integrated use of geographic information systems (GIS) and remote sensing products (in this case, images from satellite Landsat 8) for the study and understanding of the dynamics of fluvial process. The methodology proved to be highly satisfactory, providing an overview of the whole analyzed area, the identification and counting of landforms. We identified changes in the presence of such features for the three different periods, reflecting the seasonal variability of river dynamics, and highlighted the importance of a systemic approach that considers the river basin as a planning unit. Thus, the methodology was established as an important tool to aid in the development of suitable management and proper environmental planning methodologies, minimizing negative environmental impacts.

Keywords: river dynamics, environmental planning, remote sensing, geographic information systems; dinâmica fluvial, ordenamento socioambiental, sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas.

1. Introdução

Os rios constituem-se como principais agentes no transporte de materiais intemperizados das áreas mais elevadas para as mais baixas, e dos continentes para o mar. (CHRISTOFOLETTI, 1980). Fatores como a frequência e distribuição das precipitações, a estrutura geológica, as condições topográficas, os diferentes tipos de usos do solo e cobertura vegetal influenciam a formação do material intemperizado na bacia, que constituirá a carga detrítica a ser transportada pelos rios (CHRISTOFOLETTI, 1981). Por sua vez, a capacidade de transporte de um rio depende de fatores como a velocidade das águas e a densidade e granulometria da carga erodida: quando a velocidade do fluxo se reduz, as partículas maiores são depositadas, enquanto as menores permanecem em movimento (NOVO, 2008).

Os processos fluviais atuantes ao longo do curso do rio definirão o tipo do canal, que pode ser classificado, de modo geral, como retilíneo, anastomosado ou meandrante. Neste estudo de caso destaca-se o padrão anastomosado, formado quando o rio não possui capacidade de transportar a carga sedimentar presente, depositando-a no próprio leito, fazendo com que o mesmo se ramifique em múltiplos canais que se subdividem e se reencontram, separados por ilhas ou barras arenosas, que podem ficar submersas durante períodos de cheia (CUNHA, 2005; CHRISTOFOLETTI, 1980).

Cunha (2003) destaca que as mudanças no uso e ocupação do solo, tais como desmatamento e crescimento de áreas urbanas, reduzem a capacidade de infiltração do solo e aumentam o escoamento superficial, promovendo a erosão hídrica. Este processo resultará num maior volume de sedimentos a serem depositados na calha fluvial, contribuindo para o assoreamento dos rios e, consequentemente, para a ocorrência de enchentes nas planícies de inundação nos períodos de cheia do rio.

A utilização integrada de produtos de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas (SIG) proporciona uma visão de conjunto de extensas áreas da superfície terrestre, possibilitando o estudo e o monitoramento de fenômenos naturais dinâmicos do meio ambiente (COELHO et. al, 2011; FLORENZANO, 2007). Ainda, Novo (2008) destaca a utilização de imagens temporais para estudos hidrológicos, possibilitando a análise de processos e formas resultantes em períodos distintos do ciclo hidrológico (vazante e cheia).

Neste cenário, o presente artigo tem como principal objetivo analisar o comportamento das geoformas fluviais no baixo curso do rio Doce em seus períodos de vazante, normal e cheia, correlacionando os fatores temporais. Como objetivos específicos, o estudo pretende: verificar a contribuição de produtos de sensoriamento remoto para o estudo e compreensão da dinâmica dos processos fluviais; realizar uma análise integrada dos fatores socioambientais da região; difundir a aplicação do uso integrado de sistemas de informações geográficas e produtos de sensoriamento remoto para estudos geográficos e como auxílio à tomada de decisões, possibilitando um melhor ordenamento de áreas como a estudada.

2. Materiais e métodos

O trabalho foi dividido em duas principais etapas, sendo a primeira, revisão bibliográfica e consulta dos dados de cotas (em centímetros) do canal principal do rio Doce da estação Corpo de Bombeiros, localizada no município de Colatina, a montante da área de estudo, código 56994510 (ANA, 2014); pesquisas referentes à caracterização da área de estudo, tais como mapas geológicos, geomorfológicos e pedológicos do Projeto Radambrasil, volume 32 (1983). Segunda, aquisição de imagens do satélite Landsat 8 no Serviço Geológico Americano (USGS, 2014), correspondentes aos períodos de vazante (data de passagem 07 de agosto de 2014), de normal (passagem em 30 de abril de 2013) e de cheia do rio (passagem em 26 de dezembro de 2013); além de bases cartográficas (planos de informação) no formato *shapefile* (IJSN 2010; ANA 2009) referentes aos limites municipais do estado, limites entre os bairros, rodovias, malha viária e cursos d'água.

Os mapeamentos e processamento de todos os dados vetoriais e matriciais foram realizados no ambiente SIG ArcGIS 10.2.2, iniciando com a adição dos Planos de Informações do Município e adjacências que foram ajustados, quando necessário, no sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum SIRGAS-2000, Zona 24 sul. A organização dos dados raster iniciou-se com o georreferenciamento *(georreferencing)* e retificação geométrica das imagens de cada período com os Pontos de Controle Terrestres (PCTs). Feito isso, prosseguiu-se o processo de composição de bandas *(composit bands)* com as imagens dos três períodos, com as bandas 1 a 4 na combinação R (4), G (3), B (2) para a composição da cor natural e posteriormente da técnica de fusão de imagem (*pan sharpening*), que consiste, basicamente, em integrar a melhor resolução espacial de 15 metros da banda pancromática preservando o conteúdo / cor da imagem composta. A composição em cor natural foi realizada com o intuito de poder distinguir as barras arenosas das ilhas vegetadas no canal do rio. O próximo passo foi a realização do processo de interpretação visual comparando as três imagens Pan, considerando elementos básicos como tonalidade/cor, forma, textura e padrão, conforme proposta de Jensen (2009). Após este procedimento, realizou-se o processo de análise e contagem das barras arenosas e ilhas vegetadas presentes na calha principal do rio nos três momentos distintos conforme metodologia de Coelho (2007). Para uma contagem precisa, foi criado um total de seis planos de informações no formato de pontos, sendo dois para cada período analisado: um para as barras arenosas, e outro para as ilhas vegetadas. Através da função de edição vetorial, foram adicionados pontos em todas as barras e ilhas (em seu plano de informações respectivo) verificadas nos três períodos, sendo que o total de pontos pôde ser verificado posteriormente no banco de dados do plano de informação. A nuvem de pontos resultante pode ser observada para os períodos

de vazante e cheia na Figura 1. A classificação em barras arenosas levará em conta todos os depósitos arenosos desprovidos de vegetação localizados no canal, independente de sua posição no mesmo (no centro ou nas laterais).

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

A Bacia do Rio Doce encontra-se inserida na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, possui uma área de drenagem de 83.465 km² com 14% pertencente ao Estado do Espírito Santo e 86% ao Estado de Minas Gerais (COELHO, 2007). A área estudada corresponde ao baixo curso do rio Doce até sua foz, na porção do município de Linhares, Espírito Santo.

Segundo relatórios diagnósticos da bacia hidrográfica do rio Doce (CBH-Doce, 2005) processos de desmatamento, erosão e assoreamento são problemas graves. As regiões com maior produção de sedimentos situam-se nos trechos de grandes declividades do alto e médio curso do rio Doce, no estado de Minas Gerais, onde as elevadas concentrações de chuvas juntamente com outros fatores desencadeiam a erosão. Há que se ressaltar, ainda, que a vulnerabilidade natural à erosão intensifica-se a partir da ação antrópica, através do desmatamento extensivo realizado ao longo de décadas passadas (COELHO, 2007).

Do ponto de vista geomorfológico, a área do município de Linhares possui três principais unidades de relevo (COELHO, 2007):

- Tabuleiros costeiros, onde se encontra a maior parte da sede do município, caracterizada por feições predominantemente aplainadas e depósitos de sedimentos constituídos de areias e argilas, além da presença de lagoas originadas em função da oscilação do nível do mar, ocasionando barramento dos cursos fluviais por depósitos quaternários;
- Planície fluvio-lacustre, que pode ser compreendida como um prolongamento da planície costeira, porém formada a partir da ação do rio, com os depósitos de sedimentos fluviais;
- Planície costeira é a menor unidade geomorfológica da bacia do rio Doce, caracterizada pelas altitudes inferiores a 22 metros, correspondendo às terras baixas do litoral. Difere-se da unidade anterior por ter sua formação a partir da ação marítima

Quanto ao clima, a área estudada enquadra-se no tipo climático Aw segundo classificação de Köppen, com chuvas de verão e inverno secos. O regime pluviométrico do município de Linhares apresenta-se com chuvas mal distribuídas, sendo a estação chuvosa nos meses mais quentes do ano (outubro a abril), e a estação seca nos meses de inverno (maio a setembro) (ICMBIO, 2013). O regime hidrológico da Bacia é perene e bem definido e, de modo geral, acompanha a pluviosidade que opera na bacia, marcado por dois períodos: um de cheia com os níveis máximos ocorrendo nos meses de dezembro, janeiro e março apresentando médias mensais superiores a 1.250 m³/s; e um de vazante, a partir de abril, atingindo mínimas extremas nos meses de agosto a setembro com valor médio mensal inferior a 370 m³/s, na estação Fluviométrica de Colatina (COELHO, 2007).

3. Resultados e Discussão

Na Figura 1, observa-se o recorte da área de estudo com as imagens dos períodos de vazante e de cheia, respectivamente, apresentando as nuvens de pontos criadas para as barras arenosas, na cor verde, e para as ilhas vegetadas, na cor vinho. Não foi apresentado o período normal, pois nesta escala (1:300.000) as diferenças entre os períodos de normal e vazante são imperceptíveis. Foi analisado todo o trecho do rio apresentado na figura 1 abaixo, e em amarelo destacam-se os Segmentos 1 e 2, que foram analisados em maior escala para melhor visualização.

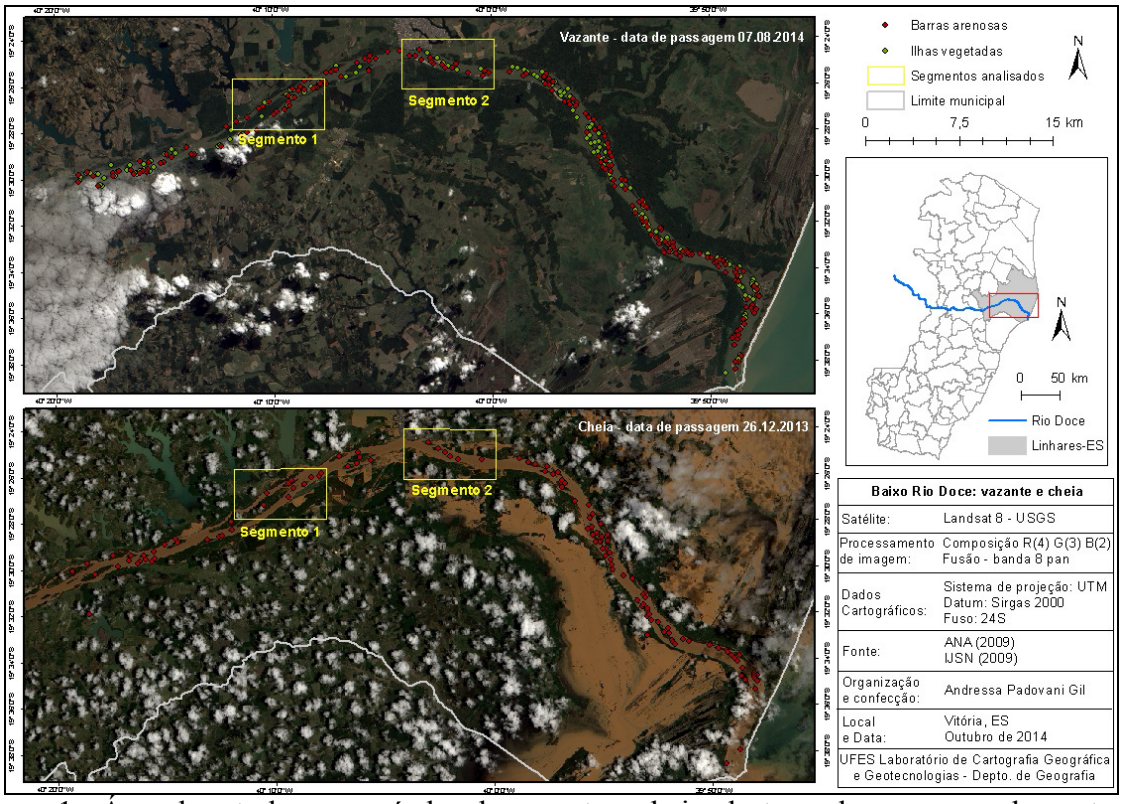

Figura 1 - Área de estudo nos períodos de vazante e cheia, destacando as nuvens de pontos para as barras arenosas (cor verde) e para as ilhas vegetadas (cor vinho), e os segmentos 1 e 2 (retângulos amarelos). Organização e confecção: Andressa P. Gil- 2014.

Conforme já mencionado, os processos de intensa erosão que ocorrem nas regiões do alto e médio curso do rio Doce desencadeiam uma expressiva produção de sedimentos, onde as declividades são altas, o que faz com que os sedimentos sejam transportados com eficiência para jusante. Segundo relatórios do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Doce (2005, 2000), o baixo curso do rio possui leito predominantemente rochoso, fluindo com declividades menores até desaguar no oceano atlântico. Novo (2008) destaca que a maior parte do material em suspensão de um rio deposita-se nas seções onde o gradiente do canal é pequeno, o que pode ser observado neste estudo de caso, onde o assoreamento é expressivo no baixo curso do rio Doce. Indica-se que o grande aporte de sedimentos recebido de montante, ao se deparar com declividades menores, começa a se depositar no leito do rio. O acúmulo de sedimentos, por sua vez, desencadeia um processo de criação de feições geomorfológicas no leito do rio como barras e ilhas de sedimentos, que constituem-se como obstáculo para a eficiência do fluxo de água, dificultando ainda mais sua capacidade de transporte e facilitando a deposição sedimentar.

Segundo estudos realizados por Bandeira Jr. & Suguio (1975, apud SUGUIO E BIGARELLA, 1990) o rio Doce (ES) mudou seu padrão de canal, de meandrante para anastomosado (situação atual) nos últimos milênios. A partir da análise das imagens dos três períodos diferentes do rio (vazante, normal e cheia), identificou-se a presença de barras arenosas nos períodos de vazante e de normal, e a presença de ilhas vegetadas nos três períodos, inclusive no de cheia. Na Tabela 1 abaixo seguem as quantidades de barras arenosas e ilhas vegetadas encontradas em cada um dos períodos:

Tabela 1 - Quantificação das barras arenosas e ilhas vegetadas encontradas nos três períodos. Organização: Andressa P. Gil.

Período da imagem	Quantidade de barras arenosas	Quantidade de ilhas vegetadas	Cota registrada no dia* (cm)
Vazante - 07.08.2014	202	141	49,23
Normal - 30.04.2013	103	141	123
Cheia - 26.12.2013	0	121	663,67

*Cotas registradas na estação Corpo de Bombeiros, à montante da área de estudo, no município de Colatina.

É importante destacar o evento de cheia de dezembro de 2013, mês que registrou o maior volume de precipitações dos últimos 90 anos (INCAPER, 2014) e consequentemente a maior cheia do rio Doce registrada, considerando toda a série histórica de dados disponível, segundo dados da Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2014[1]). Em contrapartida, de acordo com notícias divulgadas pelo jornal A Gazeta em 15/09/2014 (GAZETA, 2014), o ano de 2014 vem apresentando uma das piores secas do rio Doce dos últimos 70 anos, segundo análise feita pela CPRM. Analisando dados do 5º relatório de "Acompanhamento da estiagem na região sudeste do Brasil" (CPRM, 2014[2]), destaca-se que a vazão do rio Doce medida em agosto de 2014 (214,64m³/s) na estação Colatina, a montante do município de Linhares, é menor que a vazão mínima da série histórica medida até o ano de 2013 (217 m³/s), quando o rio apresentou uma cota de 35 cm (no dia 31 de agosto de 2014).

O período normal analisado refere-se a abril de 2013, mês de transição entre os períodos chuvoso e seco da área estudada. Destaca-se que a imagem utilizada é anterior a cheia de dezembro do mesmo ano, apresentando em seu leito barras arenosa e ilhas vegetadas por ser um rio impactado por expressiva erosão e assoreamento ocorridos na área de sua bacia.

O período analisado de cheia refere-se ao mês de dezembro, época de chuvas expressivas na área de estudo, na qual se registrou um evento excepcional que não ocorria em muitos anos. Observou-se que as barras arenosas, constituídas de detritos móveis e caracterizadas por sua baixa permanência e instabilidade, ficaram emersas e sujeitas a variações em suas formas e tamanhos. Apenas algumas das ilhas vegetadas ficaram submersas neste evento de cheia e nenhuma foi transportada pela ação das águas, por serem mais fixas ao fundo do leito e consequentemente mais estáveis, além da presença de vegetação, que dificulta a erosão e o carreamento das mesmas (NOVO, 2008; CUNHA, 2005). Christofoletti (1981) afirma ainda que a principal fase de movimentação e deposição detrítica nos canais anastomosados ocorre durante períodos de cheia.

Por fim, o período de vazante escolhido corresponde ao mês de agosto, estação seca da área estudada. À expressiva estiagem que ocorre desde o início do ano de 2014, soma-se o elevado aporte sedimentar promovido pela última cheia que precedeu este período de vazante analisado.

Comparando as imagens do período normal e de vazante, constatou-se um surgimento expressivo de novas barras arenosas presentes no leito do rio, de diferentes formas e tamanhos: algumas bem pequenas, outras médias. Em sua grande maioria, observou-se que estas tiveram origem anexas às margens do rio ou às ilhas vegetadas, poucas foram as barras que surgiram no meio do canal. Também verificou-se uma ampliação significativa de barras já existentes, fato este que, em alguns trechos, levou a conexão de ilhas vegetadas que encontravam-se separadas no período normal. Notou-se também o transporte e/ou desaparecimento de algumas barras arenosas que podiam ser observadas no período normal, e foram deslocadas no período de vazante. No Segmento 1, Figura 2, apresentam-se alguns destes exemplos citados acima:

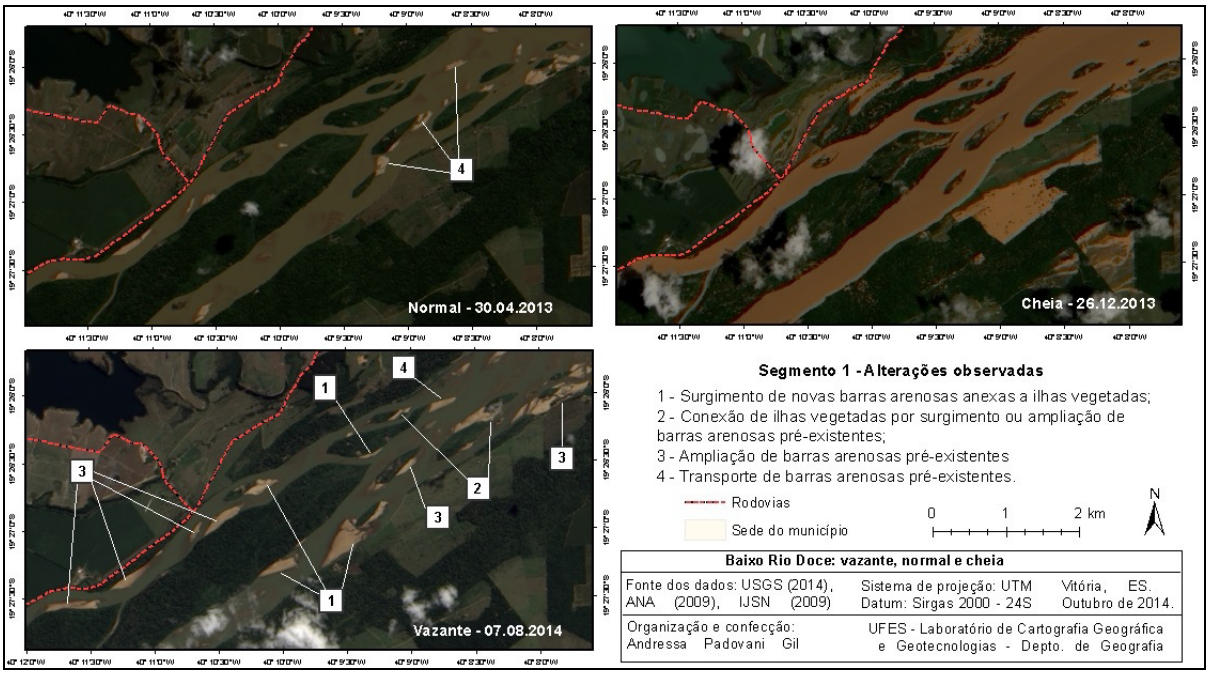

Figura 2 - Segmento 1 analisado em maior escala, destacando as alterações observadas nas feições geomorfológicas do rio Doce nos três períodos distintos. Organização e confecção: Andressa P. Gil - 2014.

A Figura 3, do Segmento 2, apresenta mais uma vez o surgimento e ampliação de barras arenosas e o transporte de algumas. Neste ponto destaca-se à margem esquerda do rio Doce, no ponto 4, o transbordamento das águas do rio no período de cheia que inundou um conjunto habitacional construído na área de planície de inundação do rio.

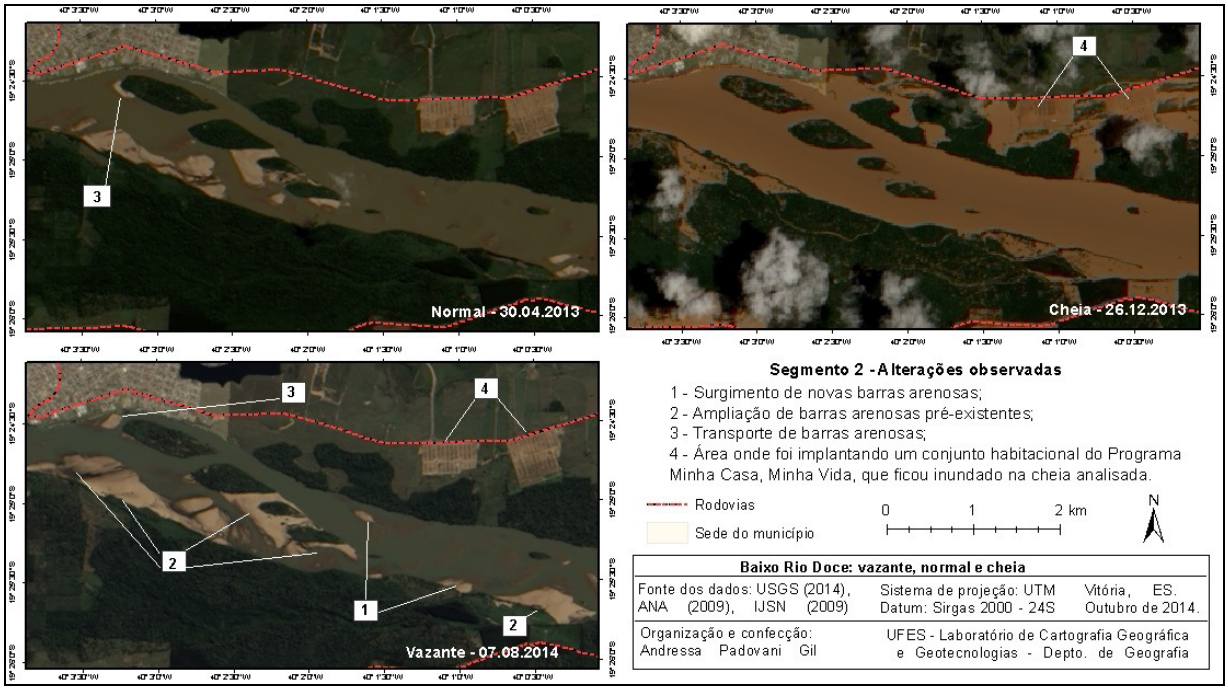

Figura 3 - Segmento 2 analisado em maior escala, destacando neste a inundação de um conjunto habitacional à margem esquerda. Organização e confecção: Andressa P. Gil - 2014.

Dados do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce revelam que os processos de ocupação e crescimento econômico na área da bacia aconteceram de forma totalmente

desordenada, em especial nos últimos 50 anos, sem levar em conta possíveis reflexos futuros desta ocupação (CBH-DOCE, 2000). Somado à vulnerabilidade natural à erosão, as diversas atividades econômicas que ocorrem em seu interior causaram profundas modificações no sistema da bacia. Exploração mineral, atividades industriais diversas, pecuária, agricultura, entre outros, e o consequente desmatamento e erosão dos solos contribuíram, ao longo dos anos, para o processo de assoreamento de diversos cursos d'água da bacia, em especial do rio Doce. Destaca-se também, no estado mineiro, a presença de importantes usinas hidrelétricas, cujos represamentos desencadeiam diversos impactos socioambientais, dentre os quais se pode citar o assoreamento dos cursos d'água (COELHO, 2007; CUNHA, 1995).

A identificação das feições geomorfológicas presentes na calha dos rios pode contribuir significativamente para a compreensão da dinâmica de processos fluviais atuais responsáveis pelo seu desenvolvimento e evolução do comportamento e auto ajuste do canal, diante das modificações promovidas no sistema hidrográfico (HINGEL E MARÇAL, apud KLEINA, 2013). Também, tais estudos podem contribuir na elaboração de metodologias adequadas ao manejo dos cursos d'água e de ambientes fluviais como um todo, visando um planejamento na escala de bacia hidrográfica. Conhecendo a dinâmica fluvial e ambiental do local, possibilita-se um ordenamento socioambiental adequado, minimizando os impactos negativos ao meio ambiente e à própria sociedade, a exemplo dos casos de ocupação em áreas suscetíveis a acidentes naturais, como no caso do conjunto habitacional destacado neste estudo, implantado na planície de inundação do rio Doce.

4. Considerações finais

No presente estudo, evidenciou-se a interdependência entre os processos de erosão, transporte e deposição de um sistema hídrico e a relação destes processos com a dinâmica socioambiental da bacia hidrográfica como um todo, destacando a grande importância das intervenções antrópicas como agentes transformadores do ambiente, em especial aos tipos de uso e ocupação do solo. Reforça-se a importância de uma abordagem sistêmica da paisagem e de planejamentos baseados em escala de bacias hidrográfica, visto que as ações realizadas dentro destas repercutem direta ou indiretamente no ambiente como um todo, tendo o rio um papel importante como modelador e transformador da paisagem.

As técnicas integradas de sistemas de informações geográficas e produtos de sensoriamento remoto, neste caso imagens orbitais, possibilitam a visualização, análise e acompanhamento de sistemas ambientais (tais como bacias hidrográficas). A metodologia utilizada com imagens do satélite Landsat 8 mostrou-se satisfatória na identificação das feições geomorfológicas presentes na calha principal do rio Doce, constituindo-se como importantes ferramentas de auxílio para a tomada de decisões e melhor ordenamento socioambiental de áreas como a estudada.

Referências Bibliográficas

ANA - Agência Nacional das Águas. Planos de informação - formato *shapefile*. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=4100>. Acesso em: 05 out. 2014.

ANA - Agência Nacional das Águas: hidroweb, dados de séries histórias, 2014. Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 05 out. 2014.

COELHO, A.L.N. **Alterações hidrogeomorfológicas no médio-baixo Rio Doce / ES.** 2007. Tese (Doutorado em Geografia, Área de concentração: Ordenamento Territorial Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2007.

COELHO, A. L. N.; RAMOS, A. L. D.; BERGAMASCHI, R. B. Uso Imagens Temporais CBERS-2B/CCD para Zoneamento de Área Sazonalmente Inundável no Município de Piúma - ES: uma proposta metodológica. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, XV, 2011, Curitiba. **Anais eletrônicos**. Disponível em <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0381.pdf >. Acesso em: 20 abr. 2014.

CPRM[1] - Servço Geológico do Brasil. **CPRM divulga balanço do monitoramento das Cheias do Rio Doce**. 24 de janeiro de 2014. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=2975&sid=48>. Acesso em: 10 out. 2014.

CPRM[2] - Serviço Geológico do Brasil. **Acompanhamento da estiagem na região sudeste do Brasil - relatório 5**.Disponível em <http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/dehid/RT05_Estiagem_BH.pdf.>. Acesso em: 10 out. 2014.

CUNHA, S.B. Canais fluviais e a questão ambiental. In: CUNHA, S.B; GUERRA, A.J.T.. (Orgs.) **A Questão Ambiental: Diferentes Abordagens**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 219-238.

CUNHA, S.B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Orgs.) **Geomorfologia uma Base de Atualização e Conceitos.** 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 211-252.

CUNHA, S.B. **Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do rio São João (Rio de Janeiro - Brasil).** Rio de Janeiro: Ed: Instituto de Geociências, UFRJ, 1995. 378p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-Doce). **Caracterização da Bacia, 2010**. Disponível em <http://www.riodoce.cbh.gov.br/bacia_caracterizacao.asp>. Acesso em: 05 out. 2014.

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-Doce). **Diagnóstico Consolidado da Bacia**, 2005. Disponível em: <http://www.riodoce.cbh.gov.br/Diagnostico2005/diagnostico.pdf>. Acesso em: 05 out. 2014.

FLORENZANO, T.G. Uso de Imagens no Estudo de Fenômenos Ambientais in: **Iniciação em Sensoriamento Remoto**: Imagens de satélites para estudos ambientais. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 57 - 65.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Goytacazes. Vitória, Janeiro de 2013.

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves. Planos de informação - formato *shapefile*. Disponível em: < http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=3780&Itemid=330>. Acesso em: 05 out. 2014

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Balanço das chuvas no Espírito Santo. Disponível em: <hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=ultimasnoticias>

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p

KLEINA, M. **Estilos fluviais do rio Sagrado (Morretes/PR): análise comparativa dos anos de 2006 e 2011**. 2013. 60 F. Monografia (Graduação em Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

NOVO, E. M. L. M. Ambientes fluviais. In: FLORENZANO, T.G. (Org.). **Geomorfologia:** conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. P.219-246.

Rio Doce tem uma das piores secas em 70 anos e causa prejuízos no ES. **Gazeta On Line**, Espírito Santo, 15 set. 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2014/09/rio-doce-tem-uma-das-piores-secas-em-70-anos-e-causa-prejuizos-no-es.html>. Acesso em 10 out. 2014.

SUGIO, K.; BIGARELLA, J.J. **Ambientes Fluviais**. 2. ed. Florianópolis: Editora UFPR, 1990.

USGS - United States Geological Survey - **Imagens do satélite Landsat-8 - câmera/sensor OLI/TIRS, Órbita 215, ponto 074**, datas de passagem 30/04/2013, 26/12/2013 e 07/08/2014. Disponível em: < http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 02 out. 2014.