

ESTILOS FLUVIAIS DO RIACHO SÃO GONÇALO, BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BASTIÕES- CEARÁ

*RIVER STYLES OF THE SÃO GONÇALO RIACHO, BASTIÕES RIVER WATER
BASIN, CEARÁ*

*ESTILOS FLUVIALES DEL RÍO SÃO GONÇALO, CUENCA DEL RÍO BASTIÕES-
CEARÁ*

VANESSA MARTINS LOPES¹
OSVALDO GIRÃO²
JONAS OTAVIANO PRAÇA DE SOUZA³

¹Docente da rede estadual da Paraíba e Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Recife, Pernambuco. CEP: 50.740-530. Brasil, wan.martins19@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5199-6870>

²Docente no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Recife, Pernambuco. CEP: 50.740-530. Brasil, osgirao@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5797-4450>

³Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Cidade Universitária, João Pessoa, Paraíba. CEP: 58051-900. Brasil, jonas.souza@academico.ufpb.br
<https://orcid.org/0000-0002-1405-0944>

RESUMO

Os sistemas fluviais apresentam uma grande diversidade morfológica, fruto da complexidade de uma gama de processos hidrogeomorfológicos que operam em várias escalas dentro desses sistemas. Os rios de terras secas apresentam padrões fisiográficos e fisiológicos decorrentes do forte controle climático, marcado pela irregularidade espaço-temporal pluviométrica. Considerando a importância da compreensão da diversidade fluvial do semiárido, nesse trabalho apresentamos as tipologias fluviais presentes no riacho São Gonçalo, um dos principais afluentes da Bacia Hidrográfica do Rio Bastiões (BHRB), no estado do Ceará, a partir da metodologia do River Styles (Estilos Fluviais), proposta por Brierley e Fryirs (2005). Na área de estudo foram identificados três estilos de rio: Vale Confinado com Leito Rochoso, Vale Parcialmente Confinado com Leito Arenoso e Vale Não Confinado com Leito Arenoso. Cada estilo possui formas e processos dominantes distintos, resultantes de controles litoestruturais e geomorfológicos específicos. Considerando a crescente intervenção antrópica sobre os sistemas fluviais, especialmente de regiões semiáridas, é necessário reconhecer as especificidades de feições e dinâmicas dos rios, a fim de implementar ações de planejamento e gestão eficazes para possíveis aproveitamentos antrópicos mantenedores do equilíbrio natural fluvial.

Palavras-chave: Sistema fluvial; River Styles; Rios de Terras Secas; Semiárido.

ABSTRACT

River systems present a great morphological diversity, resulting from the complexity of a range of hydrogeomorphological processes that operate at various scales within these systems. Dryland rivers present physiographic and physiological patterns resulting from strong climate control, marked by spatio-temporal rainfall irregularity. Considering the importance of understanding the river diversity of the semi-arid region, in this work we present the river typologies present in the São Gonçalo stream, one of the main tributaries of the Bastões River Basin (BHRB), in the state of Ceará, based on the River Styles methodology (River Styles), proposed by Brierley and Fryirs (2005). In the study area, three river styles were identified: Valley Confined with Rocky Bed, Valley Partially Confined with Sandy Bed and Unconfined Valley with Sandy Bed. Each style has distinct forms and dominant processes, resulting from specific lithostructural and geomorphological controls. Considering the growing anthropogenic intervention on river systems, especially in semi-arid regions, it is necessary to recognize the specific features and dynamics of rivers, in order to implement effective planning and management actions for possible anthropogenic uses that maintain the natural river balance.

Keywords: River system; River Styles; Dryland Rivers; Semi-arid.

RESUMEN

Los sistemas fluviales presentan una gran diversidad morfológica, resultante de la complejidad de una variedad de procesos hidrogeomorfológicos que operan a diversas escalas dentro de estos sistemas. Los ríos de tierra seca presentan patrones fisiográficos y fisiológicos resultantes de un fuerte control climático, marcados por una irregularidad espacio-temporal de las precipitaciones. Considerando la importancia de comprender la diversidad fluvial de la región semiárida, en este trabajo

presentamos las tipologías fluviales presentes en el arroyo São Gonçalo, uno de los principales afluentes de la Cuenca del Río Bastões (BHRB), en el estado de Ceará, basado en la metodología River Styles (River Styles), propuesta por Brierley y Fryirs (2005). En el área de estudio se identificaron tres estilos de ríos: Valle Confinado con Lecho Rocoso, Valle Parcialmente Confinado con Lecho Arenoso y Valle Libre con Lecho Arenoso. Cada estilo tiene formas distintas y procesos dominantes, resultantes de controles litoestructurales y geomorfológicos específicos. Considerando la creciente intervención antropogénica sobre los sistemas fluviales, especialmente en las regiones semiáridas, es necesario reconocer las características y dinámicas específicas de los ríos, para implementar acciones efectivas de planificación y gestión de posibles usos antropogénicos que mantengan el equilibrio natural de los ríos.

Palabras clave: Sistema fluvial; Estilos de río; Ríos de Tierra Seca; Semi árido.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é considerada um sistema complexo, e, portanto, é preciso compreendê-la sob a ótica enfatizada por Christofolletti (1999) na qual as partes de um sistema só podem ser compreendidas a partir de sua totalidade. Essa totalidade resulta da integração de um conjunto estruturado de componentes, dotados de inter-relações estruturais e funcionais.

Apesar do uso da bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento, bem como do crescente reconhecimento da necessidade de sua análise sob o viés sistêmico, ainda é possível observar que quando se trata da sua gestão e manejo, o foco das questões ainda permanece sendo somente a água. De modo geral, ainda não se é considerado e/ou aprofundado os estudos sobre outros elementos físicos do sistema, especialmente de sedimentos, mesmo diante da importância que o fluxo sedimentar exerce na bacia, inclusive diretamente sobre a disponibilidade e aproveitamento dos recursos hídricos (POEPPL *et al.*, 2020; SOUZA, 2013).

Por outro lado, a ideia de sistema fluvial consegue atender essa demanda de análise integrada, pois considera todos os componentes do sistema ambiental e não somente os recursos hídricos. Na perspectiva do sistema fluvial, a rede de drenagem é considerada juntamente com os aspectos geomorfológicos e sedimentológicos, não negligenciando os demais componentes do sistema, pois todos eles exercem influência direta ou indireta entre si.

Deste modo, a bacia hidrográfica é a unidade básica do sistema fluvial (CHARLTON, 2008). Este, engloba a zona fonte de sedimentos, a rede de transporte e os sítios de deposição. Em todas essas zonas (produção, transporte e deposição) os sedimentos podem ser erodidos, transportados e estocados, mas apenas em cada uma delas um dos processos é dominante (SCHUMM, 1977 *apud* ALMEIDA, 2017; SOUZA, 2011; SOUZA, 2013). Logo, além da integração em termos de componentes do sistema fluvial, há também uma interdependência entre as diferentes escalas espaciais, analisando processos e feições como fruto dessa inter-relação.

Nos sistemas fluviais semiáridos, o clima é um condicionante visivelmente importante, pois interfere direta e indiretamente no comportamento dos componentes físico-naturais e na dinâmica superficial da paisagem. A pluviosidade afeta a natureza e a magnitude do trabalho geomorfológico nas bacias de drenagem das terras secas. A vegetação e os processos de formação do relevo e dos solos estão totalmente adaptados ao clima, sendo estes últimos em geral pouco desenvolvidos, de modo que sazonalmente há o predomínio de processos geomórficos específicos (ALMEIDA, 2015; RIBEIRO; MARÇAL; CORREA, 2010; SOUZA).

Os condicionantes ambientais das terras secas resultam na predominância dos processos de intemperismo físico sobre os químicos e, mais ainda, sobre os processos bioquímicos. Assim, na morfodinâmica dessas regiões se destacam a desagregação mecânica das rochas e o escoamento superficial (RIBEIRO; MARÇAL; CORRÊA, 2010). Os mantos de intemperismo resultantes destes processos morfoesculturadores são pouco espessos e resultam do saldo de um balanço denudacional, que favorece a erosão sobre os agentes pedogenéticos (CORRÊA; SOUZA; CAVALCANTI, 2014).

A concentração espaço-temporal de precipitações pluviométricas nessas regiões, geram saturação do solo, escoamento rápido e inundações nos rios. O escoamento representa a contribuição de massa e energia para o sistema de canais e alimenta os processos fluviais dos rios de terras secas (GRAF, 1988). A erosividade das chuvas é geralmente muito alta, porque

além de ocorrer em altas intensidades no solo, ela cai sobre uma cobertura vegetal esparsa, irregular e até mesmo ausente. Os coeficientes de escoamento tendem a ser altos porque além das chuvas de alta intensidade, há baixas perdas por interceptação, e estas se combinam com grandes áreas rochosas desnudas e de baixa capacidade de infiltração do solo. Assim, há escoamento rápido mesmo diante de baixas quantidades de chuva, esse escoamento é geralmente dominado pelo fluxo terrestre hortoniano (TOOTH, 2000).

Os processos geomórficos podem ser caracterizados pela interação entre as forças de perturbação e as forças de resistência. Alguns elementos de resistência na paisagem semiárida podem ser representados pela cobertura vegetal e seu nível de proteção sobre os solos e afloramentos rochosos; pelas características pedológicas; estruturais e litológicas; e ainda pelo tipo de uso da terra. O resultado dessa interação se reflete nas taxas de erosão das regiões de clima semiárido que é uma das maiores dentre os sistemas morfoclimáticos terrestres, e onde se observa o movimento de grandes quantidades de sedimentos durante períodos episódicos e pouco frequentes (FRYIRS, 2013; FRYIRS *et al.*, 2007; GRAF, 1988; MATTOS; PEREZ FILHO, 2004; RIBEIRO; MARÇAL; CORREA, 2010).

Todos esses aspectos que caracterizam os sistemas fluviais semiáridos dão origem a tipologias de rio, ou “estilos fluviais”, distintos daqueles observados em regiões úmidas. Um Estilo Fluvial (*River Style*) é um trecho do rio com um conjunto quase uniforme de unidades geomórficas, cuja identificação é importante, pois registra o caráter e o comportamento de um rio a partir de um contexto que integra a bacia hidrográfica. Essa bacia dentro da proposta dos estilos fluviais é analisada a partir de três campos: planta do canal, unidades geomórficas do canal fluvial e planície de inundação, e textura do leito dos rios (BRIERLEY *et al.*, 2002; BRIERLEY; FRYIRS, 2005).

A compreensão da bacia hidrográfica a partir da diversidade fluvial é um fator de suma importância para o planejamento e gestão de recursos hídricos. Os canais fluviais refletem em sua morfologia e comportamento uma gama de controles, e através da interação processos-resposta são responsáveis pela gênese e evolução da paisagem fluvial. Nesse sentido, é necessário compreender que a análise de uma bacia hidrográfica deve ser feita considerando uma interação escalar (escalas local, zonal e da bacia hidrográfica integral), e sob a perspectiva de que um canal fluvial pode apresentar diversos estilos.

Os aspectos físicos da bacia determinam o tipo de unidades de paisagem que, por sua vez, exercem controle sobre os tipos de estilos fluviais. Os principais controles sobre a variabilidade no caráter e comportamento do rio se dá pela configuração do vale, medido em termos de inclinação, forma e grau de confinamento. Na diferenciação entre estilos de rio, a relação entre canal e planície é primordial (THOMSON; TAYLOR; BRIERLEY, 2004).

A metodologia dos *Rivers Styles* possibilita a classificação de segmentos do curso fluvial que apresentam um conjunto de características geomorfológicas e hidrodinâmicas comuns, contribuindo para distinguir o caráter (estrutura geomorfológica do rio, incluindo forma em planta e geometria) e comportamento (características hidráulicas do canal, tipo de materiais transportados e depositados, sua relação com a planície e a susceptibilidade às mudanças geomorfológicas) para cada tipo de rio. Ademais, tal proposta permite identificar as relações entre processos e formas ao longo dos canais fluviais, em seus diferentes segmentos, de modo que um rio pode apresentar diferentes estilos, conforme cada segmento interage de modo particular com a paisagem ao redor (BRIERLEY; FRYIRS, 2005; LIMA; MARÇAL, 2013).

Assim sendo, os estilos fluviais são avaliados sob a perspectiva de sistema fluviais, considerando o contexto paisagístico e às ligações espaço-temporais dos processos geomorfológicos dominantes. A compreensão do sistema fluvial e do contexto paisagístico permite a elaboração de cenários futuros para esses ambientes, considerando para isso, as retroalimentações, ou seja, as respostas complexas do sistema (BRIERLEY; FRYIRS, 2000; BRIERLEY; FRYIRS, 2005; SOUZA, 2014; SOUZA; BARROS; CORRÊA, 2016).

Um aspecto peculiar dessa proposta em relação às demais aplicadas à gestão fluvial, é que ela fornece um modelo integrado de análise multiescalar. Em sua análise ela abrange as escalas: de bacia hidrográfica (controles e características gerais da bacia), de unidades de paisagem (controles topográficos sobre as morfologias e comportamento fluvial), de estilos fluviais (trechos do canal com homogeneidade quanto aos arranjos morfológicos e processuais), de unidades geomórficas (arranjos erosivos e materiais disponíveis) e das unidades hidráulicas (características do fluxo e sua interação superfície – subsuperfície - substrato) (BRIERLEY; FRYIRS, 2005).

A capacidade de ajuste e estabilidade fluvial frente às perturbações, varia de acordo com cada estilo fluvial, sendo alguns sistemas de fluxo mais sensíveis a distúrbios físicos e biológicos do que outros. Daí a importância de se conhecer cada configuração para prever possíveis comportamentos. O cerne é determinar a capacidade de ajuste para cada estilo interpretando as possíveis maneiras pelas quais um rio pode se ajustar dentro de uma configuração de vale (BRIERLEY *et al.*, 2002).

Defende-se a importância de práticas de gerenciamento baseadas no trabalho sobre as causas dos problemas em vez das consequências, já que a prevenção é mais barata e eficaz do que a reparação dos danos. A detecção precoce de sinais de degradação é fundamental em sistemas fluviais de terras secas, onde a condição degradada pode ser difícil de reverter (POEPPL *et al.*, 2020; SACO *et al.*, 2020).

Diante do contexto supracitado, objetivamos através deste trabalho apresentar e caracterizar as tipologias fluviais presentes no riacho São Gonçalo, um dos principais afluentes da Bacia Hidrográfica do Rio Bastiões (BHRB), no estado do Ceará, a partir da metodologia do *River Styles* (Estilos Fluviais), proposta por Brierley e Fryirs (2005).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para identificar e classificar as diferentes tipologias fluviais do riacho São Gonçalo, foi necessário um levantamento das características morfométricas, geomorfológicas, hidrológicas e litoestruturais da sub-bacia. Os mapas produzidos foram feitos com o ArcGIS 10.8, a partir do Modelo Digital de Elevação (*Shuttle Radar Topography Mission- SRTM*), com resolução espacial de 30 metros, disponibilizado pelo Projeto Topodata do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Especificamente os dados geológicos, foram obtidos junto à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) na escala de 1:500.000.

Utilizando como aporte os mapas temáticos citados e o *software* Google Earth Pro, fizemos uma análise do canal fluvial os pré-classificando de acordo com o grau de confinamento do vale, validando os dados posteriormente em campo. Foi considerada a classificação de Brierley e Fryirs (2005), baseada na ocorrência de extravasamento ou não de fluxo para além do canal, distinguindo três tipos: vale confinado, quando há a presença de planícies de inundação em menos de 10% do trecho do canal fluvial; vale parcialmente confinado, quando entre 10-90% do trecho possui planície de inundação (descontínua); e vale não confinado (ou aluvial), quando mais de 90% do trecho apresenta planície de inundação (contínua).

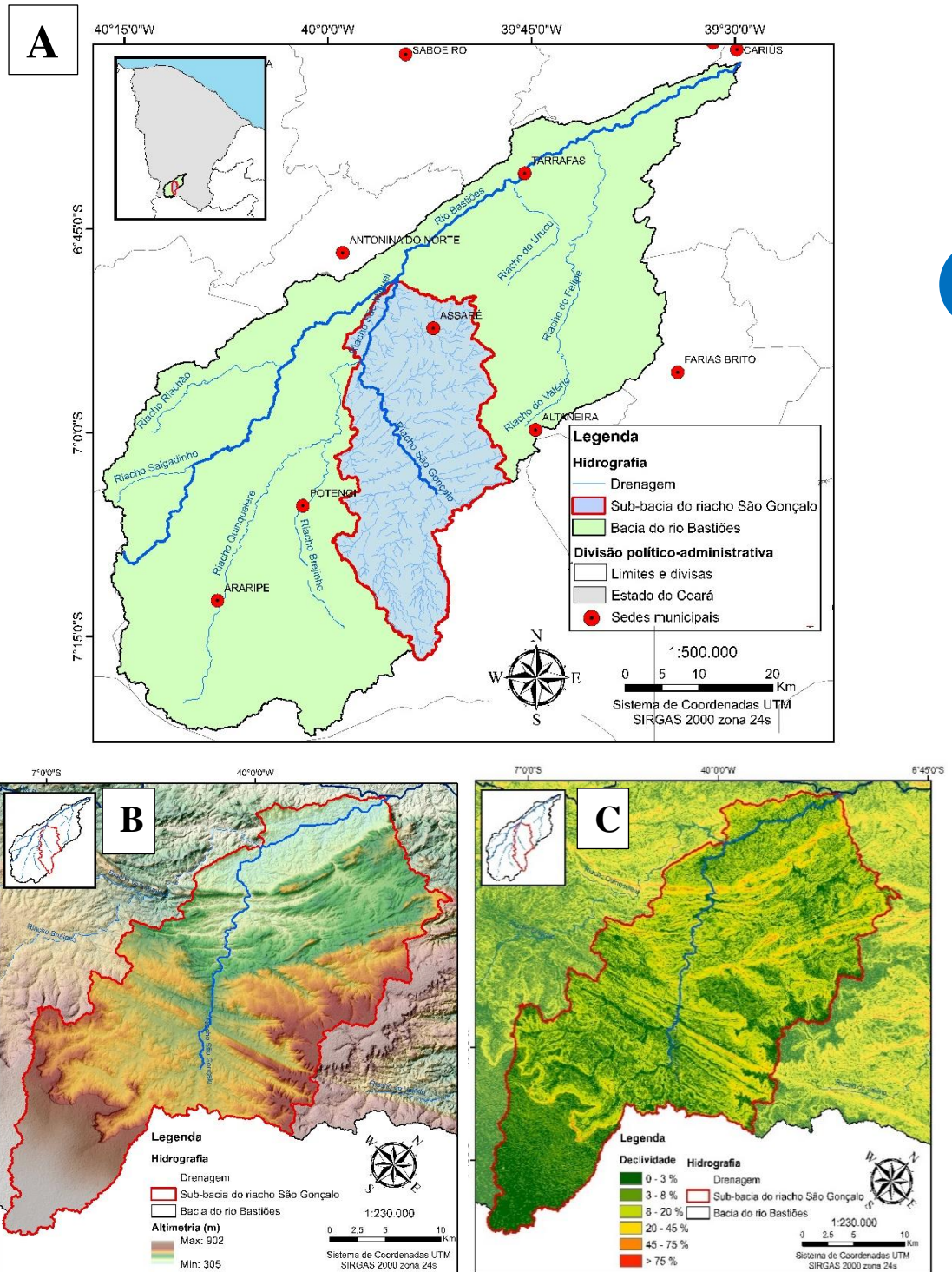
Subsequentemente foi feita a classificação da bacia quanto às unidades de paisagem, compartimentando-a de acordo com áreas fisiograficamente e fisiologicamente homogêneas. Considerando a relevância do contexto geológico-geomorfológico tanto em aspectos morfológicos quanto processuais, as unidades de paisagem compreendem padrões característicos de formas de relevo. Assim, foram classificadas considerando parâmetros como geologia, altimetria, declividade, topografia e posição na área de estudo, embora os aspectos geomorfológicos tenham tido maior peso. Ademais, às nomenclaturas dessas unidades, acrescentou-se o uso e cobertura da terra predominante em cada uma (BRIERLEY; FRYIRS; 2000).

Para identificar e classificar os estilos de rios foram utilizadas imagens de satélite disponíveis no *Google Earth Pro*, onde também foram mapeadas as unidades geomórficas da planície aluvial e do canal fluvial. Também foram analisados com o uso dessa ferramenta, alguns aspectos importantes como textura do leito, margens e planície de inundação, processos operantes, cobertura vegetal e intervenção antrópica. Após esse mapeamento, analisando os dados levantados, fizemos uma classificação prévia dos estilos de rios presentes na bacia, que foi posteriormente validado em atividades de campo, e representados no mapa de estilo fluvial.

A ÁREA DE ESTUDO

O riacho São Gonçalo, que em seu segmento final recebe o nome de riacho São Miguel, é o canal principal de uma das subunidades da Bacia Hidrográfica do Rio Bastiões (BHRB). Esta por sua vez, está inserida na bacia Alto Jaguaribe, sul do estado do Ceará (figura 01- A).

Figura 01 – A: Localização da sub-bacia do riacho São Gonçalo, BHRB-Ceará; B: Modelo Digital de Elevação (MDE) da sub-bacia do riacho São Gonçalo; C: classes de declividade da sub-bacia do riacho São Gonçalo.



Fonte: Os autores.

A BHRB, geologicamente, está localizada no domínio geológico-geomorfológico da Chapada do Araripe, um planalto sedimentar elevado de topo tabuliforme; e da Depressão Sertaneja, que representa o domínio das grandes depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste Brasileiro, que na área possui cotas altimétricas entre 250 e 550 metros (BRANDÃO; FREITAS, 2014). Destarte se configura em uma zona de transição de substrato geológico

sedimentar-cristalino, o que interfere diretamente nos padrões morfológicos e processuais predominantes da dinâmica superficial.

A sub-bacia do riacho São Gonçalo, apresenta superfície de topografia dissecada e com alto controle litoestrutural (figura 01- B e C), já que se trata de uma região de dobramentos composta por um complexo de falhas, lineamentos e zonas de cisalhamento com direção preferencial NE-SW (ALMEIDA *et al.*, 1977; BRITO NEVES *et al.*, 1995; MAIA; BEZERRA, 2014). As rochas são bastante antigas, a maioria datadas do Proterozóico (figura 02- A). O embasamento cristalino pré-cambriano se destaca espacialmente, já as coberturas sedimentares mais expressivas estão associadas à Bacia Sedimentar do Araripe ao sul e aos depósitos colúvio-eluviais à leste. Espacialmente se destacam as litologias do Plúton Campos Sales- Assaré compostas por monzonito, granodiorito, granito e diorito. Podem ser encontradas outras litologias cristalinas como o ortognaisse, o gnaisse e o quartzito, ou sedimentares, como o arenito, o siltito e o calcário.

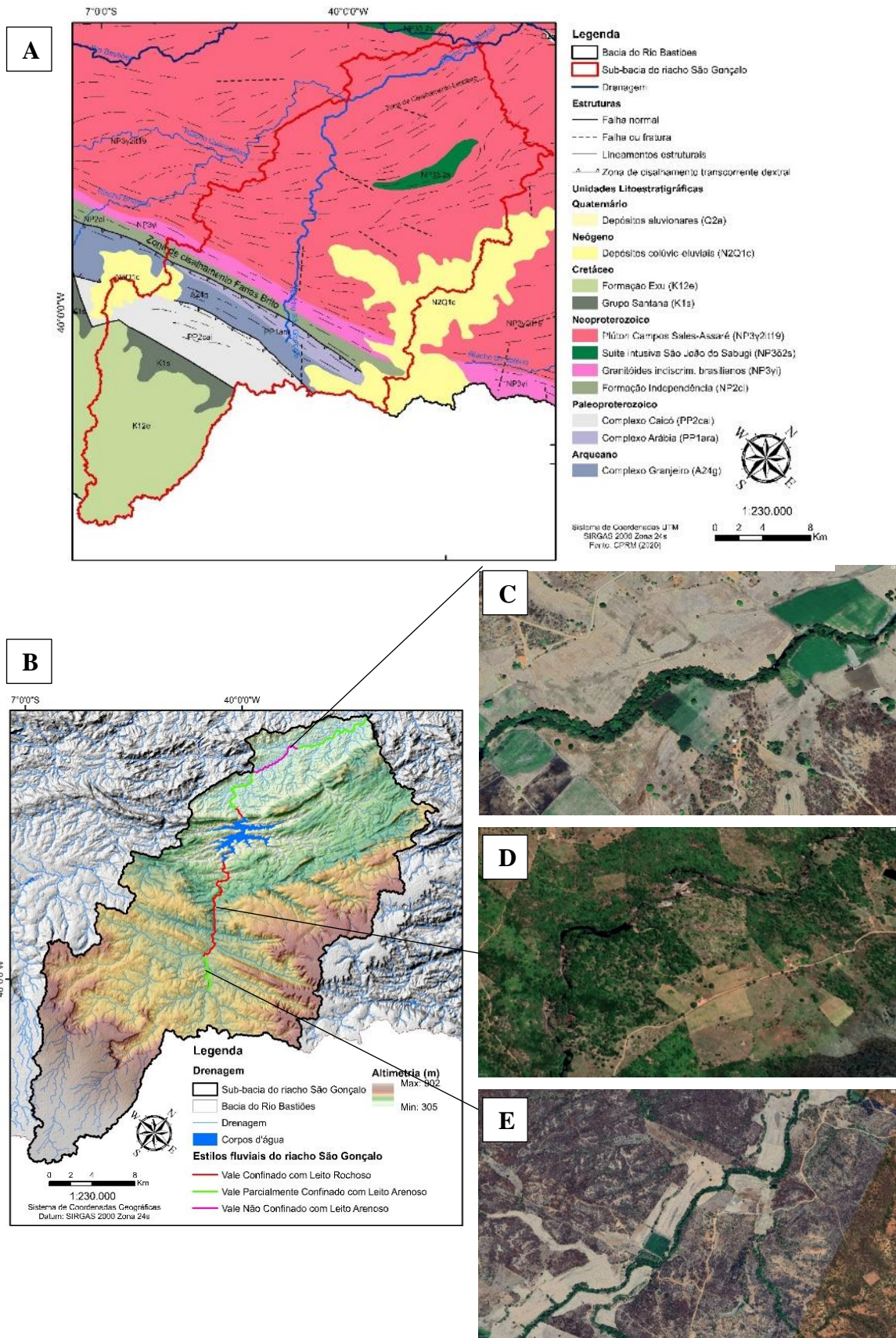
O clima da área é o semiárido, caracterizado pela existência de duas estações bem definidas, uma seca e outra chuvosa. No sul do Ceará as precipitações se concentram na quadra chuvosa que compreende os meses de fevereiro a maio.

A BHRB, na qual a sub-bacia do riacho São Gonçalo está inserida, possui uma dimensão espacial de 3.568 km² e o rio Bastiões, canal principal, é de 7^a ordem segundo a classificação de Strahler (1952), com 141 quilômetros de extensão longitudinal. Já o riacho São Gonçalo – incluindo o trecho a qual recebe o nome de riacho São Miguel - possui comprimento de 44 quilômetros e uma área espacial de 729 km², cerca de 20% da área total da bacia do rio Bastiões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O riacho São Gonçalo diseca uma área cristalina e com forte controle litoestrutural, predominando estilos de rio totalmente ou parcialmente confinados. Foram identificadas três tipologias de rios (figura 02- B) encontradas na extensão longitudinal desse rio: Estilo Fluvial Vale Confinado com Leito Rochoso (EFVCLR), Estilo Fluvial Vale Parcialmente Confinado com Leito Arenoso (EFVPCLA) e Estilo Fluvial Vale Não Confinado com Leito Arenoso (EFVNCLA).

Figura 02- A: mapa geológico da sub-bacia do riacho São Gonçalo; B: Estilos Fluviais do riacho São Gonçalo; C: trecho de trecho de EFVNCLA; D: trecho de EFVCLR; E: trecho de EFVPCLA.



Fonte: Os autores; Google Earth.

O EFVCLR (figura 2 – D) é um estilo de rio rochoso, de baixa sinuosidade, que percorre um trecho com cota altimétrica inicial de 540 metros com gradiente de 10m/km, condicionado pela presença comum de *knickpoints* e unidades geomórficas rochosas. Tende a se concentrar

nas regiões de domínio do padrão de drenagem treliça, devido ao maior controle estrutural. Se localiza quase integralmente na unidade de paisagem Superfície Dissecada em Cristas recoberta por caatinga com uso agropecuário e urbano, que litologicamente engloba rochas ígneas e metamórficas do Plúton Campos Sales – Assaré (granitos, monzogranitos e granodioritos grossos e porfíricos) e Granitóides Indiscriminados Brasileiros (biotita granitos, granitos porfíricos, granodioritos, monzogranitos, sienogranitos, quartzo dioritos, quartzo monzonitos e tonalitos).

Caracteriza-se pela preponderância e regularidade de leito rochoso e unidades geomórficas associadas, externando a alta resistência litológica nesses segmentos que por vezes confinam em encostas bastante íngremes. Tal resistência litológica proporciona um alto grau de estabilidade ao canal, lhe conferindo capacidade bastante limitada para ajustes.

As unidades geomórficas rochosas associadas a esse estilo podem ser encontradas dentro ou nas margens, comumente rochosas do canal, ou ainda na forma de afloramentos rochosos nas áreas adjacentes. No leito é comum a presença de soleiras e afloramentos rochosos, blocos e matacões de diversos tamanhos. Frequentemente ocorrem soleiras rochosas expressivas no canal os quais são esculpidas pela ação da erosão fluvial, através do processo de abrasão, evidente pela presença de marmitas de dissolução de tamanhos diversos.

Também se destacam feições do tipo *step-pools*, *rifle-pools*, *rapids*, etc., marcadas geralmente pela presença de *knickpoints*, que atuam no nível de base local e ditam o comportamento do fluxo no canal. Devido à quebra de gradiente, nos trechos de degrau (*step*), o fluxo ganha maior velocidade e turbilhonamento, portanto maior poder energético. Já a jusante, nos setores de poça (*pool*) o fluxo apresenta comportamento mais lento e estável, devido ao menor gradiente.

Pelo seu caráter e comportamento, este estilo é bastante estável, em virtude do substrato geológico com margens comumente rochosas confinando o canal. O controle litoestrutural condiciona um maior escoamento e menores taxas de infiltração, significando menos perdas hídricas e maior energia para o transporte.

O EFVPCLA (figura 2- E) diseca a unidade de paisagem Superfície Tabular Dissecada recoberta por caatinga e mata seca com uso agropecuário e o Pedimento dissecado recoberto por caatinga e mata seca com uso agropecuário e urbano. A primeira unidade se encontra sobre a litologia metamórfica do Complexo Arábia (ortognaisses e ortomigmatitos de composição granítica a granodiorítica, com níveis de anfíbolitos e de formações ferríferas) e Formação Independência (predomínio de xistos aluminosos e paragnaisses, por vezes milonizados e migmatíticos) e a outra sobre o Plúton Campos Sales- Assaré. Os segmentos assim classificados possuem gradiente de 2m/km, nos trechos que antecedem ou sucedem o estilo de rio rochoso (EFVCLR), devido à topografia mais dissecada; e de 1m/km no trecho final, onde drena o pedimento dissecado, com declive mais suave.

Por ser classificado como parcialmente confinado, caracteriza-se pela presença alternada ou descontínua de planícies de inundação. Essas planícies podem se apresentar mais ou menos desenvolvidas, em uma margem ou em ambas. As margens em pequenos trechos devem ter um mínimo de 10 e um máximo de 90% de presença naquele segmento.

O canal fluvial nesse estilo pode estar confinado em alguns trechos diretamente com encostas íngremes ou suaves, com margens rochosas, ou com materiais mais coesos, geralmente de textura mais fina. O canal é predominantemente contínuo, porém na cabeceira do canal, apresenta pequenos trechos de descontinuidade, em virtude da baixa declividade, disponibilidade de sedimento, menor área de captação e competência de transporte. Além disso apresenta trechos com múltiplos canais, ativados nos momentos de maior vazão, ou seja, que funcionam de forma efêmera ou curtamente intermitente. De extensões variadas, podem se apresentar como trechos pequenos ou mais extensos (da ordem de alguns quilômetros), bem como com forma em planta paralela ao canal principal ativo.

O leito é predominantemente arenoso e é comum feições típicas de rios aluviais como barras arenosas, apontando o seu potencial deposicional. Apesar disso, ainda há um controle litoestrutural decorrente do confinamento do vale em alguns trechos. Se comparado ao EFVCLR, possui menor estabilidade nas margens, nos trechos não confinados contornados por planícies aluviais, podendo nessas áreas haver mudanças decorrentes dos efeitos de eventos de maior magnitude.

Nos períodos de baixa vazão a água superficial se restringe à poças e depressões no leito, bem como à pequenas barragens no canal. Já a água subsuperficial, de suma importância para a comunidade local, é explorada através da perfuração de poços amazonas e em períodos de seca prolongada, cujo nível freático diminui intensamente, em cacimbas escavadas dentro do próprio leito do rio. Nos trechos à jusante do Açude Canoas, até certa distância, é perenizado artificialmente por esta barragem nos períodos de seca. A Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) por meio da alocação negociada de água, abre a válvula dispersora da barragem nos períodos de maior escassez hídrica, visando abastecer as comunidades ribeirinhas que dependem da água do rio para sobreviver e manter suas atividades agropastoris.

O EFVNCLA (figura 2 – C) esculpe a unidade de paisagem pedimento dissecado, sobre o Plúton Campos Sales- Assaré. Com gradiente de 1m/km apresenta caráter contínuo e média a baixa sinuosidade. Localiza-se em uma área marcada por uma topografia mais suave e com maior disponibilidade de material sedimentar que dá origem às planícies de inundação presentes em ambas as margens do canal fluvial. É caracterizado por canal fluvial não confinado no vale, que conta com mais de 90% do trecho com presença de planície de inundação.

O canal contínuo é de modo geral bem definido e o leito é de textura predominantemente arenosa. Apresenta unidades geomórficas de rios aluviais, como barras arenosas e trechos de múltiplos canais. Se apresenta como o estilo de menor estabilidade, onde ajustes são feitos para equilibrar o sistema em momentos de eventos de maior magnitude. Dentre esses ajustes estão a erosão das margens e a incisão do canal, o que a longo prazo pode deslocar o canal principal para outro ponto da planície.

Nos eventos de baixa magnitude, há ausência de fluxo no canal, e a água superficial fica limitada às depressões e barramentos no leito, já a água subsuperficial pode ser extraída nos períodos de seca através de poços na planície ou no próprio leito (cacimbas). Na média vazão o fluxo preenche o canal principal e os canais secundários são ativados movendo água e sedimentos para o canal principal. Por fim, na alta vazão o poder energético do fluxo se multiplica sendo este capaz de mover materiais de grande diâmetro. O fluxo, que ocorre também nos canais secundários, extrapola o canal atingindo a planície e retrabalhando-a.

Além do desmatamento para atividades agropastoris, algumas das intervenções antropogênicas evidentes na sub-bacia do riacho São Gonçalo, são a construção de estruturas de diversos tipos que interferem diretamente no sistema fluvial através da conectividade longitudinal da rede de canais. A fragmentação dos canais por impedimentos do tipo *barriers* afetam a transmissão longitudinal de água e sedimentos, e de modo geral é bastante marcante no semiárido brasileiro.

As barreiras de transmissão no riacho São Gonçalo são as seguintes: barragens, que podem ser distinguidas entre àquelas de porte grande, pequeno e muito pequeno; e vias, que se distinguem entre vias não pavimentadas, passagens molhadas e pontes. Cada tipo de impedimento exerce um grau de interceptação do fluxo, a depender da sua dimensão e distribuição espacial, aliado ainda à magnitude do evento de perturbação (precipitação-escoamento). Considerando a escala espacial analisada, infere-se quão expressivo é o papel antrópico na alteração da dinâmica natural fluvial, por meio da interferência no livre fluxo de água e sedimento dos rios de terras secas.

CONCLUSÕES

Os sistemas fluviais apresentam uma grande diversidade morfológica, fruto da complexidade de uma gama de processos hidrogeomorfológicos que operam em várias escalas dentro desses sistemas. Quanto aos rios de terras secas, os aspectos fisiográficos e fisiológicos são ainda mais peculiares em virtude do peso dos condicionantes climáticos/hidrológicos. Nesses ambientes, a irregularidade pluviométrica, resulta em uma vazão incipiente e/ ou nula durante vários meses do ano, caracterizando os rios do semiárido como intermitentes ou efêmeros, e, portanto, os colocando fora do padrão morfodinâmico dos rios de terras úmidas.

Diante da variabilidade morfodinâmica dos rios, é ultrapassado trata-los como entidades uniformes, pois estes podem apresentar as mais diversas tipologias, expressas por meio de aspectos morfológicos e processuais específicos. Uma gestão fluvial eficaz requer ações que considerem o sistema como uma unidade, juntamente com toda a sua complexidade.

A classificação de estilos fluviais auxilia na compreensão dessa diversidade, em distintos sistemas fluviais. No entanto, no caso dos rios de terras secas, o trabalho com *River Styles* se torna ainda mais relevante devido às peculiaridades climáticas e hidrogeomorfológicas desses ambientes. Ademais, além das dinâmicas físico-naturais, deve-se considerar a ação antrópica como *input* que vem ocasionando forte pressão sobre os sistemas fluviais semiáridos de diversas formas, através de ações diretas ou como consequência dos mais distintos tipos de uso da terra. Esses impactos são refletidos por meio de alterações nos padrões morfológicos e processuais desses sistemas, desencadeando muitas vezes mecanismos de retroalimentação positiva.

No caso do riacho São Gonçalo, encontramos três tipos de estilos fluviais: o vale confinado com leito rochoso, marcado pelo alto controle litológico e estrutural, com a presença preponderante de unidades geomórficas rochosas; o vale parcialmente confinado com leito arenoso, com a presença de unidades geomórficas de rios aluviais e menor estabilidade lateral do que o primeiro, no entanto ainda sob influência notável de controles geológicos; e por fim, o vale não confinado com leito arenoso com a predominância de unidades geomórficas aluviais e onde o canal se apresenta mais susceptível à mudanças devido à menor estabilidade das margens.

Em virtude das características do substrato geológico, visíveis na topografia dissecada nas áreas superiores da bacia, predomina nessa porção os estilos de caráter confinado e parcialmente confinado. Já o estilo não confinado é encontrado na parte inferior da bacia, no pedimento dissecado, devido às características topográficas e à disponibilidade de sedimentos para formar mais planícies mais proeminentes.

Esse trabalho tem ainda um teor introdutório, considerando a complexidade inerente ao sistema fluvial, no entanto, se mostra relevante, visto a necessidade de uma caracterização em escala mais detalhada dos ambientes fluviais semiáridos, considerando não somente o canal em si, mas os controles exercidos por outros componentes da paisagem, inclusive em um contexto multiescalar.

Nesse sentido, a compreensão da diversidade fluvial do semiárido mostra-se uma ação primordial para o desempenho satisfatório de ações voltadas à gestão dessas bacias hidrográficas. É necessário conhecer as especificidades dos rios, ao invés de homogeneizá-los, o que permitirá intervenções adequadas a cada estrutura fluvial, caracterizando um trabalho de prevenção ao invés de reparação de danos socioambientais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M et al. Províncias estruturais brasileiras. *In: Simpósio de Geologia do Nordeste v. 8, 1977, Campina Grande. Anais. [...]*, Campina Grande: Sociedade Brasileira de Geologia, 1977. p. 363-391.

ALMEIDA, J. D. M. (Des) conectividade da paisagem e compartimentação fluvial na Bacia do Riacho Grande, Sertão Central pernambucano. 2017. Dissertação (Mestrado em

LOPES, Vanessa Martins; GIRÃO, Osvaldo; SOUZA, Jonas Otaviano Praça De.
ESTILOS FLUVIAIS DO RIACHO SÃO GONÇALO, BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BASTIÕES- CEARÁ
(Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco,
Recife, 2017.

BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. B. **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza:
CPRM, 2014. 214 p

BRIERLEY, G. *et al.* Application of the River Styles framework as a basis for river
management in New South Wales, Australia. **Applied Geography**, v. 22, n. 1, p. 91-122, 2002.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphology and River Management: Applications**
of the River Styles Framework. Blackwell Publishing, 2005. 398 p.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. River styles, a geomorphic approach to catchment
characterization: Implications for river rehabilitation in Bega catchment, New South Wales,
Australia. **Environmental Management**, v. 25, n. 6, p. 661-679, 2000.

BRITO NEVES, B. B. et al. O evento Cariris Velho na Província Borborema: integração de
dados, implicações e perspectivas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 25, n. 4, p. 279-296,
1995.

CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. Routledge, 2008. 234p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher,
1999.

CORRÊA, A. C. B.; SOUZA, J.O. P.; CAVALCANTI, L.C. S. Solos do ambiente semiárido
brasileiro: erosão e degradação a partir de uma perspectiva geomorfológica. *In*: GUERRA, A.
J. T.; JORGE, C.O.M. **Degradação dos solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.
p. 127-169

FRYIRS, K. (Dis) Connectivity in catchment sediment cascades: a fresh look at the sediment
delivery problem. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 38, n. 1, p. 30-46, 2013.

FRYIRS, K. A. *et al.* Buffers, barriers and blankets: the (dis) connectivity of catchment-scale
sediment cascades. **Catena**, v. 70, n. 1, p. 49-67, 2007.

GRAF, W. L. **Fluvial processes in dryland rivers**. New York: Springer-Verlag, 1988.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) **Projeto Topodata**.
Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/> Acesso em: 04 de jun de 2019.

LIMA, R. N. S.; MARÇAL, M. S. Avaliação da Condição Geomorfológica da Bacia do rio
Macaé-RJ a partir da Metodologia de Classificação dos Estilos Fluviais. **Revista Brasileira de
Geomorfologia**, v. 14, n. 2, 2013.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste
setentrional brasileiro. **Mercator** (Fortaleza), v. 13, p. 127-141, 2014.

MATTOS, S. H. V. L.; PEREZ FILHO, A. Complexidade e estabilidade em sistemas
geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 5, n. 1,
2004.

POEPPL, R. E. *et al.* Managing sediment (dis) connectivity in fluvial systems. **Science of the
Total Environment**, v. 736, p. 139627, 2020.

RIBEIRO, S. C.; MARÇAL, M. S.; CORRÊA, A. C. B. Geomorfologia de áreas semi-áridas:
uma contribuição ao estudo dos sertões nordestinos. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 27, n.
1, p. 120-137, 2010.

SACO, P. M. *et al.* Using hydrological connectivity to detect transitions and degradation
thresholds: Applications to dryland systems. **Catena**, v. 186, p. 104354, 2020.

SOUZA, J. O. P. Dos sistemas ambientais ao sistema fluvial – uma revisão de conceitos. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 46, 2013.

SOUZA, J. O. P. **Modelos de evolução da dinâmica fluvial em ambiente semiárido–bacia do açude do saco, Serra Talhada, Pernambuco.** 2014. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

SOUZA, J. O. P. **Sistema fluvial e açudagem no semi-árido, relação entre a conectividade da paisagem e dinâmica da precipitação, na bacia de drenagem do riacho do saco, Serra Talhada, Pernambuco.** 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

SOUZA, J. O. P.; ALMEIDA, J. D. M. Processos fluviais em terras secas: uma revisão. Processos fluviais em terras secas: uma revisão. **Revista OKARA: Geografia em debate** v, v. 9, n. 1, p. 108-122, 2015.

SOUZA, J. O. P.; BARROS, A.C. M.; CORRÊA, A. C. B. Estilos fluviais num ambiente semiárido: bacia do Riacho do Saco, Pernambuco. **Finisterra-Revista Portuguesa de Geografia**, n. 102, p. 3-23, 2016.

SOUZA, J. O. P.; CORRÊA, A. C. B.; BRIERLEY, G. J. An approach to assess the impact of landscape connectivity and effective catchment area upon bedload sediment flux in Saco Creek Watershed, Semiarid Brazil. **Catena**, v. 138, p. 13-29, 2016.

THOMSON, J. R.; TAYLOR, M. P.; BRIERLEY, G. J. Are River Styles ecologically meaningful? A test of the ecological significance of a geomorphic river characterization scheme. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 14, n. 1, p. 25-48, 2004.

TOOTH, S. Process, form and change in dryland rivers: a review of recent research. **Earth-Science Reviews**, v. 51, n. 1-4, p. 67-107, 2000.