



## CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA DO RIO DO SAL E ASPECTOS MORFOMÉTRICOS

José Arnaldo dos Santos Neto <sup>1</sup>  
Lucas Silva Leite <sup>2</sup>  
Terêncio Lucano Fonseca e Silva <sup>3</sup>

### RESUMO

A água pode, e deve, ser considerada um dos recursos naturais mais importantes disponíveis no planeta Terra. No estado de Sergipe, mais precisamente na região da Grande Aracaju, pode-se observar como o processo de urbanização decorrente do crescimento populacional influencia nas áreas naturais, tornando-as antropizadas e cada vez mais distantes das suas características originais. O Rio do Sal drena setores dos municípios Aracaju e Nossa Senhora do Socorro, uma das áreas mais urbanizadas do estado de Sergipe. A drenagem da sub-bacia do Rio do Sal desagua na margem direita do Rio Sergipe, desse modo, se constitui uma bacia endorréica, tributária da bacia hidrográfica do Rio Sergipe. Cerca de 60% do setor da sub-bacia situado na capital do estado encontra-se urbanizada. Na área da sub-bacia, os problemas socioambientais são ocasionados decorrente da concretização da ação antrópica. Nesta perspectiva, a presente pesquisa teve como objetivo desenvolver a caracterização da sub-bacia do Rio do Sal e levantamento de aspectos morfométricos através de parâmetros físicos sociais, com o auxílio de metodologias de geoprocessamento, correlacionando-a com a degradação ambiental observado no Rio e em seu entorno.

Palavras-chave: Sub-bacia do Rio do Sal, Caracterização, Aspectos Morfométricos.

### RESUMEN

El agua puede y debe considerarse uno de los recursos naturales más importantes disponibles en el planeta Tierra. En el estado de Sergipe, más precisamente en la región de Grande Aracaju, es posible observar cómo el proceso de urbanización derivado del crecimiento poblacional influye en las áreas naturales, haciéndolas antrópicas y cada vez más distantes de sus características originales. El Río do Sal drena sectores de los municipios Aracaju y Nossa Senhora do Socorro, una de las zonas más urbanizadas del estado de Sergipe. El drenaje de la subcuenca del Río do Sal desemboca en la margen derecha del Río Sergipe, por lo que constituye una cuenca endorreica, afluente de la cuenca hidrográfica del Río Sergipe. Aproximadamente el 60% del sector de la subcuenca ubicado en la capital del estado está urbanizado. En el área de la subcuenca, los problemas socioambientales son causados por la implementación de la acción antrópica. En esta perspectiva, esta investigación tuvo como objetivo desarrollar la caracterización de la subcuenca hidrográfica del Río do Sal y los aspectos morfométricos del levantamiento a través de parámetros físico-sociales, con la ayuda de metodologías de geoprosesamiento, correlacionándola con la degradación ambiental observada en el río y en sus alrededores.

<sup>1</sup> Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe - UFS, [arnaldonetto01@gmail.com](mailto:arnaldonetto01@gmail.com);

<sup>2</sup> Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe - UFS, [silwa\\_lukas@hotmail.com](mailto:silwa_lukas@hotmail.com);

<sup>3</sup> Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Sergipe - UFS, [terenciolucano@hotmail.com](mailto:terenciolucano@hotmail.com);



**Palabras clave:** Subcuenca Rio do Sal, Caracterización, Aspectos Morfométricos.

## INTRODUÇÃO

A água pode, e deve, ser considerada um dos recursos naturais mais importantes disponíveis no planeta Terra. De acordo com a Secretária de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, através do Plano Nacional de Recursos Hídricos, de toda a água disponível na superfície terrestre aproximadamente 97,5% são salgada ou salobra, e o restante é água doce. Os 2,5% de água doce é distribuído da seguinte maneira: 68,9% geleiras e calotas polares; 29,9% são águas subterrâneas; 0,9% representam a umidade dos solos e os pântanos; e 0,3% correspondem às águas superficiais.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação, o consumo de água é assim distribuído: indústria 22%; agricultura 70%; e uso doméstico 8%. Toda a água disponível está em um constante processo de renovação/transporte denominado Ciclo da Água. Nesse ciclo, basicamente, a incidência constante dos raios solares faz com que a água seja transportada da superfície ou do subsolo, para a atmosfera, através da evaporação das águas superficiais e da transpiração dos seres vegetais, processo denominado evapotranspiração. Para ser transportada à superfície terrestre a água passará pelo processo denominado precipitação, que poderá ocorrer na forma de: chuva, neve, granizo e orvalho.

É notório que, historicamente, o gerenciamento da água foi realizado de maneira desprimorosa, ou se quer existiu gerenciamento. Acreditava-se que os recursos naturais eram inesgotáveis, e, portanto, não se dava a devida importância para os mesmos. Não sendo diferente com a água. Captava-se a água das coleções hídricas para os diferentes usos, e devolvia-se a mesma em forma de efluente, o que ocasionava a poluição do corpo receptor.

No estado de Sergipe, mais precisamente na região da Grande Aracaju, pode-se observar como o processo de urbanização decorrente do crescimento populacional influência nas áreas naturais, tornando-as antropizadas e cada vez mais distantes das suas características originais. E, por ser um estado litorâneo, é cercado por diversos rios que geralmente tem o seu exutório o mar, destacando-se para o estudo proposto o Rio do Sal.



O Rio do Sal é parte da bacia hidrográfica do Rio Sergipe, e suas águas banham os municípios de Aracaju e Nossa Senhora do Socorro. O Rio do Sal sofre diretamente os impactos da urbanização, por vezes sem planejamento, tendo alterada as suas características naturais em consequência de despejos de efluente doméstico e industrial, depósitos irregulares de resíduos domésticos às margens do Rio, bem como a supressão da mata ciliar e da vegetação nativa para a construção de moradias.

A degradação ambiental compelida ao Rio do Sal estende-se por toda a sua área. Segundo Arguelho et al. (2017), o efluente da estação de tratamento da cidade de Aracaju é descartado no estuário inferior do Rio, ocorrendo ainda o descarte *in natura* do efluente doméstico de conjuntos habitacionais que se encontram a margem do Rio. Portanto, entende-se a importância de realizar a caracterização da sub-bacia do Rio do Sal e o levantamento de dados morfométricos.

A gestão correta do uso da água depende de um detalhado estudo das características físicas da bacia hidrográfica. O estudo para a caracterização morfométrica permite o conhecimento de: densidade de drenagem, densidade hidrográfica, amplitude altimétrica máxima, relação de relevo da bacia, índice de circularidade, índice de sinuosidade, coeficiente de manutenção, coeficiente de compacidade, fator de forma e índice de rugosidade.

Nesta perspectiva, a presente pesquisa teve como objetivo desenvolver a caracterização da sub-bacia do Rio do Sal e levantamento de aspectos morfométricos através de parâmetros físicos sociais, com o auxílio de metodologias do geoprocessamento, correlacionando-a com a degradação ambiental observado no Rio e em seu entorno.

Destarte, o presente artigo buscará correlacionar às características encontradas na sub-bacia do Rio do Sal com as áreas impactadas e o nível de poluição das suas águas. A percepção do comportamento hídrico do Rio, que será apresentado nesse estudo poderá servir como base para melhorar a sua gestão, influenciando diretamente na melhoria da qualidade de vida da comunidade.

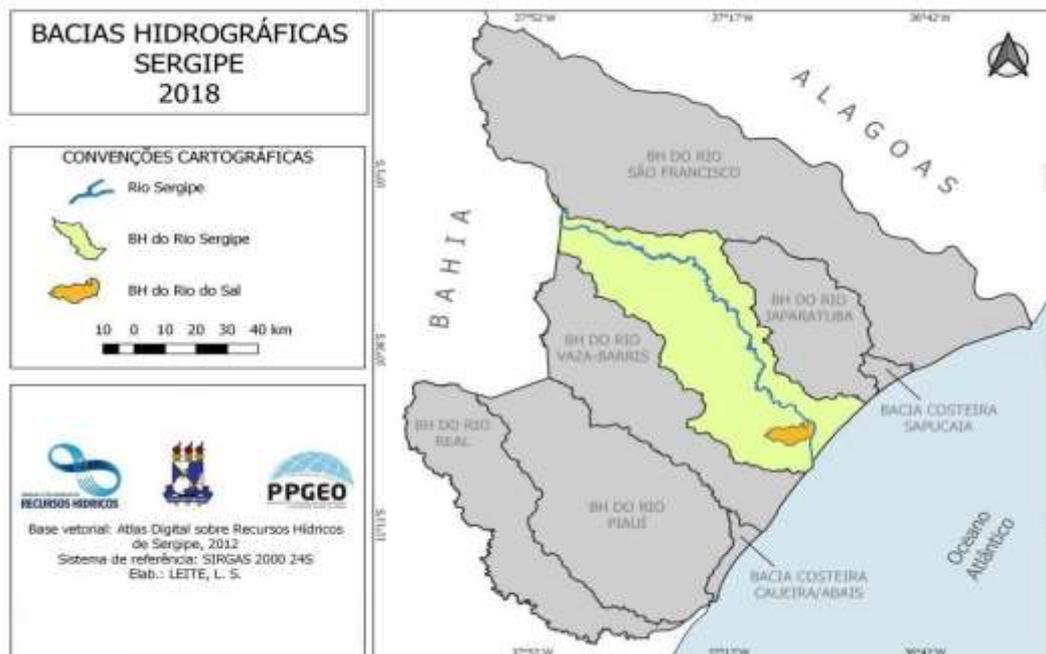
## **METODOLOGIA**

O estudo foi realizado tomando-se por base a sub-bacia do Rio do Sal. Ela tem como principal curso d'água o Rio do Sal, o qual possui, aproximadamente, extensão de



23 km, drenando uma área em torno de 62,6 km<sup>2</sup>. O referido Rio é formado a partir da confluência dos Riachos da Várzea e Palame, tributário da margem esquerda e direita, respectivamente. A drenagem da sub-bacia do Rio do Sal desagua na margem direita do Rio Sergipe, desse modo, se constitui uma bacia endorréica, tributária da bacia hidrográfica do Rio Sergipe (Figura 01).

Figura 01 – Localização da sub-bacia do Rio do Sal.



Para proceder à execução da caracterização da sub-bacia do Rio do Sal e levantamento de aspectos morfométricos, foram utilizados os seguintes materiais e procedimentos metodológicos: pesquisa bibliográfica; análise de imagens de satélite e de documentos cartográficos; trabalhos de campo e confecção de mapas.

A pesquisa bibliográfica foi realizada junto aos acervos virtuais de instituições, bibliotecas de Universidades e órgãos públicos, na investigação de publicações com estudos sobre a área e a temática. Dentre os materiais encontrados destacam-se as seguintes obras – SILVA, SOUZA, SOUZA, 2002; CARVALHO, FONTES, 2007; MOURA et al., 2010; SANTOS et al., 2013; CORREIA et al., 2015.

Foram analisadas imagens de satélite da área de estudo, disponibilizadas pelo Google Earth Pro®, onde foi possível visualizar a distribuição da mancha urbana nos limites da sub-bacia estudada. Por meio da ferramenta polígono do programa supracitado foi realizada a vetorização e medição da mancha urbana inserida na área estudada.



Para a confecção dos mapas, foram consultados e analisados os seguintes produtos cartográficos: os mapas temáticos – geologia, geomorfologia e pedologia – do Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1983), escala 1:1.000.000; o mapa e texto do Mapa Geológico do Estado de Sergipe, escala 1:250.000 (SANTOS et al., 1998); e os mapas temáticos – Pedologia, e Geomorfologia – dos Municípios Costeiros do Litoral Norte do estado de Sergipe, escala 1:100.000, elaborados por Alves (2010).

Para a elaboração dos produtos cartográficos da sub-bacia do Rio do Sal – Localização, Curvas de nível, Geologia, Geomorfologia, Pedologia e a Carta imagem da área –, foram utilizados os shapes e informações obtidas no banco de dados do Atlas Digital sobre os Recursos Hídricos de Sergipe (2012), os dados foram organizados a partir do software QGIS 3.2.0.

Os trabalhos de campo permitiram a observação da organização da paisagem, das condições de uso e ocupação da sub-bacia do Rio do Sal e da dinâmica dos processos atuantes. Além disso, possibilitou o contato com moradores locais permitindo ampliar as informações e conhecer detalhes concernentes às atividades econômicas desenvolvidas neste ambiente, e o conhecimento do quadro ambiental e socioeconômico da área num passado recente. Durante as visitas foram feitos registros fotográficos.

A análise para caracterização morfométrica da sub-bacia teve como referência os estudos apresentados por Christofolletti (1980). A divisão hidrográfica da sub-bacia e a determinação da ordem de cada tributário e do rio principal foram obtidos utilizando-se os métodos de Horton (1945) e Strahler (1957), sendo assim os valores encontrados para o número de rios ou cursos d'água (N), respectivamente 40 e 60. (Figuras 02 e 03).

As variáveis utilizadas para caracterizar morfometricamente a sub-bacia do Rio do Sal, bem como os seus respectivos símbolos, unidades, valores e fórmulas para obtenção dos valores finais encontram-se na tabela 01. Os valores, bem como a consequência deles para a dinâmica de escoamento e armazenamento da água e transporte de sedimentos na sub-bacia, serão discutidos no decorrer do presente estudo.

Figura 02 – Divisão Hidrográfica pelo método de Horton.



Figura 03 - Divisão hidrográfica pelo método de Strahler.



## REFERENCIAL TEÓRICO



A compreensão do conceito de bacia hidrográfica, para início da caracterização torna-se indispensável, para todos os pesquisadores que abordem tal temática, diversos autores formularam definições ao longo dos anos. Porém ambos destacam as mesmas características em suas compreensões sobre o referido termo, como o recorte espacial, para evidenciar uma determinada rede de drenagem.

Conforme Barella (2004), a bacia hidrográfica pode ser compreendida como agregado de terras escoadas por um rio e seus afluentes, originada nas regiões de maiores altitudes do relevo, podendo gerar lençóis freáticos decorrentes da infiltração das águas das precipitações. Além desse conceito é importante abranger a construção de raciocínio de Lima e Zaika (2001 apud TEODORO et al., 2007, p.138), ressaltando que as bacias devem ser interpretadas como sistemas abertos, delimitados na superfície do relevo, que recebem energia dos elementos climáticos e perdem-na com o deflúvio, sendo interferida pelas ações antrópicas.

Além das compreensões apresentadas anteriormente, é fundamental denotar a sub-bacia, de acordo com Faustino (1996 apud TEODORO et. al., 2007, p. 138), esse tipo de recorte espacial possuem áreas maiores que 100 km<sup>2</sup> e menores que 700 km<sup>2</sup>, na opinião de Santana (2004), esse termo é relativo, pois representa uma hierarquia da interligação de bacias hidrográficas.

Por conseguinte, a delimitação conceitual de tais termos exprime a maneira correta de utilização dos mesmos em estudos, como por exemplo, a caracterização de bacias hidrográficas, que se atribuem de monitoração hidrológica, topográfica e cartográfica, imprescindíveis para o desenvolvimento e conclusão de estudos relacionadas a respectiva temática.

Continuando o enfoque sobre hidrografia, é recorrente salientar a criação da Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei 9433, de janeiro de 1997, que acompanha o contexto de preocupação ambiental destacada principalmente após a realização da ECO-92 e criação da Agenda 2. A mencionada lei criada no Brasil incorporou normas para os estudos e gestão dos recursos hídricos, instituindo o conceito para o planejamento de bacia hidrográfica como primordial.

O estado de Sergipe apresenta uma Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 3.870, de 25/09/97, desenvolvida a partir dos parâmetros das Constituição Estadual de 1989 e fundamentadas na legislação federal. São diretrizes básicas dessa lei a descentralização e participação na gestão hídrica; a importância da



água como bem universal e dotado de valor econômico; uso primaz para o consumo humano e a dessedentação de animais.

Os princípios mencionados anteriormente buscam garantir a quantidade e qualidade da água, adotando o conceito de desenvolvimento sustentável e a preocupação com as futuras gerações, além de evitar possíveis consequências de fenômenos hidrológicos como secas prolongadas. O uso do solo é outro fator importante a ser ressaltado do princípio de integração para um gerenciamento sistemático com os recursos hídricos.

A responsabilidade pelo cumprimento da Política Nacional de Recursos Hídricos está vinculada a ANA (Agência Nacional de Águas), concebida em 2000, pela lei nº 9.984 de 2000, estando atribuída ao Ministério de Meio Ambiente, com o propósito de regularizar o préstimo dos rios e demais fontes hídricas superficiais ou subterrâneas. O desencadeamento de temáticas como o embate sobre o desperdício de água e a prevenção contra a poluição de curso de água natural, perpassam pelo objetivo principal da criação desse órgão.

Ademais a normalização sobre a utilização de rios pertencentes à jurisdição da União e o estímulo a composição de Comitês de Bacia Hidrográfica de controle estadual, pertencem a ANA. Dentre algumas práticas adotadas pela mencionada instituição destaca-se o princípio de descentralização jurisdição, com o intento de aumentar a eficiência e diminuir o trâmite relacionado ao desenvolvimento de projetos, pesquisas, políticas públicas e planos de ações para sanar possíveis problemáticas.

O desenvolvimento de estudos referentes à hidrologia e o ambiente de uma determinada bacia ou sub-bacia hidrográfica, está diretamente relacionado à caracterização morfométrica, com o intuito de elucidar problemáticas ligadas à compreensão da dinâmica ambiental local e regional. Para Antonelli e Thomaz (2007), a compatibilização dos diferentes elementos morfométricos permite a diferenciação de áreas homogêneas.

As informações obtidas de dados físico-químicos produzem uma análise ambiental, que possibilitam a identificação de alterações na bacia, tornando-se um procedimento essencial para pesquisas de vulnerabilidade de ambiente. Nessa perspectiva Lima (1976 apud TEODORO et. al., 2007, p. 142) destaca o comportamento hidrológico decorrente das particularidades geomorfológicas e do tipo de cobertura vegetal presente no local.



Outrossim, o homem transforma-se em elemento responsável pela interferência na hidrologia, pois o mesmo interfere na natureza a partir de suas práticas socioeconômicas, conseqüentemente atuando sobre o ciclo natural da água (TONELLO, 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Correia et al. (2015), a denominação Rio do Sal é devido à exploração de salinas para a produção de sal que ocorria nesse ambiente, essa atividade econômica era praticada na década de 80. Nesta sub-bacia é recorrente o debate sobre as derivações antropogênicas, por exemplo, desmatamento e aterramento dos mangues para a instalação de empreendimentos e infraestrutura, lançamento de efluentes industriais e domésticos. Essas são algumas das ações que produzem a degradação ambiental naquele ambiente.

Na sub-bacia do Rio do Sal a atividade econômica de produção de sal apresentou declínio com o passar do tempo. Entretanto, a versatilidade desse afluente permitiu sua utilização para o desenvolvimento de outras atividades econômicas, a exemplo, para a pesca, uso da argila, abastecimento doméstico e irrigação (CORREIA et al., 2015). No entanto, é necessário se desenvolver nesse ambiente prática de sustentabilidade ambiental.

O Rio do Sal drena um dos maiores núcleos residencial no estado de Sergipe (SILVA, SOUZA, SOUZA 2002). Na sub-bacia, da superfície total de 62,6 km<sup>2</sup>, 72%, aproximadamente, estão inseridas no município de Nossa Senhora do Socorro e os 28% restantes em Aracaju (Figura 04). Cerca de 60% do setor da sub-bacia situado na capital do estado encontra-se urbanizada, o percentual restante é formado por áreas de lamina d'água, de solo exposto destinadas a futuros empreendimentos, e por manguezal, este, representa redução progressiva em função da pressão urbana que insiste em invadir esse ecossistema, provocando sua dizimação.

Figura 04 – Distribuição da mancha urbana ao longo da sub-bacia do Rio do Sal.



A concentração da mancha urbana está localizada nos setores de médio e baixo curso da sub-bacia. Moura et al. (2010) ressaltam que a sub-bacia do Rio do Sal sofreu intensamente as consequências do crescimento populacional desordenado. Para Bezerra e Araujo (2013), ao longo do tempo, as formas desordenadas de uso e ocupação do solo na área da sub-bacia, produziu uma série de impactos negativos para a população, gerando problemas de ordem socioambiental propiciados pela expansão urbana em seu entorno.

De acordo com a literatura analisada é possível citar alguns exemplos de derivações antrópicas que vem agredindo o meio ambiente na sub-bacia do Rio do Sal (SILVA, SOUZA, SOUZA 2002; CARVALHO, FONTES, 2007; MOURA et al., 2010; SANTOS et al., 2013; CORREIA et al., 2015): lançamento de resíduos sólidos e dos esgotamentos sanitários e industriais sem tratamento (Figura 05); a retirada da mata ciliar e destruição do ecossistema de manguezal para a implantação de conjuntos habitacionais populares e/ou empreendimentos privados, bem como para a construção de submoradias nas margens fluviais; a supressão do manguezal para a instalação de viveiros comerciais voltados para a carcinicultura; e a extração de areia para a construção civil, dentre outros.

Figura 05 – Esgotamento sanitário na sub-bacia do Rio do Sal

Fonte: Acervo pessoal, SILVA (2018).



A sub-bacia do Rio do Sal possui uma variação de altitude entre cotas de 80 m na área do alto curso, e cotas menores que 10 m no baixo curso fluvial (Figura 06). Entretanto, no setor sudeste do baixo curso da sub-bacia, localmente, ocorre cotas de 80 m, na Área de Proteção Ambiental Morro do Urubu, o qual é uma Unidade de Conservação localizada na área urbana de Aracaju/SE (SANTOS, SCHETTINO, BASTOS, 2013).

A sub-bacia do Rio do Sal está inserida nas unidades geológicas Formações Superficiais e Bacia de Sergipe, apresenta uma geologia diversa (Figura 07). Parte do alto curso da sub-bacia é formada por rochas das Formações Cotinguiba (Kcs) e Calumbi (Kpc). De acordo com o Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1983), a Formação Cotinguiba, é constituída de carbonatos com interestratificações clásticas, subdividida nos Membros Sapucari e Aracaju. Segundo Santos et al. (1997), a Formação Calumbi, situada no município Nossa Senhora do Socorro, com litologias variando desde argilito e folhelho, cinzentos a esverdeados, com intercalações de arenitos finos a grossos.

A área central da sub-bacia apresenta os extremos formados por rochas do Grupo Barreiras (Tb), o qual é composto por sedimentos de origem continental, poucos ou não consolidados (SANTOS et al., 1997). No centro-leste da área de estudo encontra-se os Depósitos de pântanos e mangues atuais (QH<sub>p</sub>) – constituído de materiais argilo-siltosos ricos em matéria orgânica –, e há também na sub-bacia Depósitos de Terraços fluvio-marinhos (QP<sub>a</sub>) e Terraços marinhos holocênicos (QH<sub>t</sub>) – estes compostos por areias litorâneas bem selecionadas, com conchas marinhas e tubos fósseis de Callianassa; e aqueles formado pela interação dos processos fluviais e marinhos, constituídos por areias bem selecionadas com tubos fósseis de Callianassa.



Figura 06 – Distribuição das curvas de nível ao longo da sub-bacia do Rio do Sal.

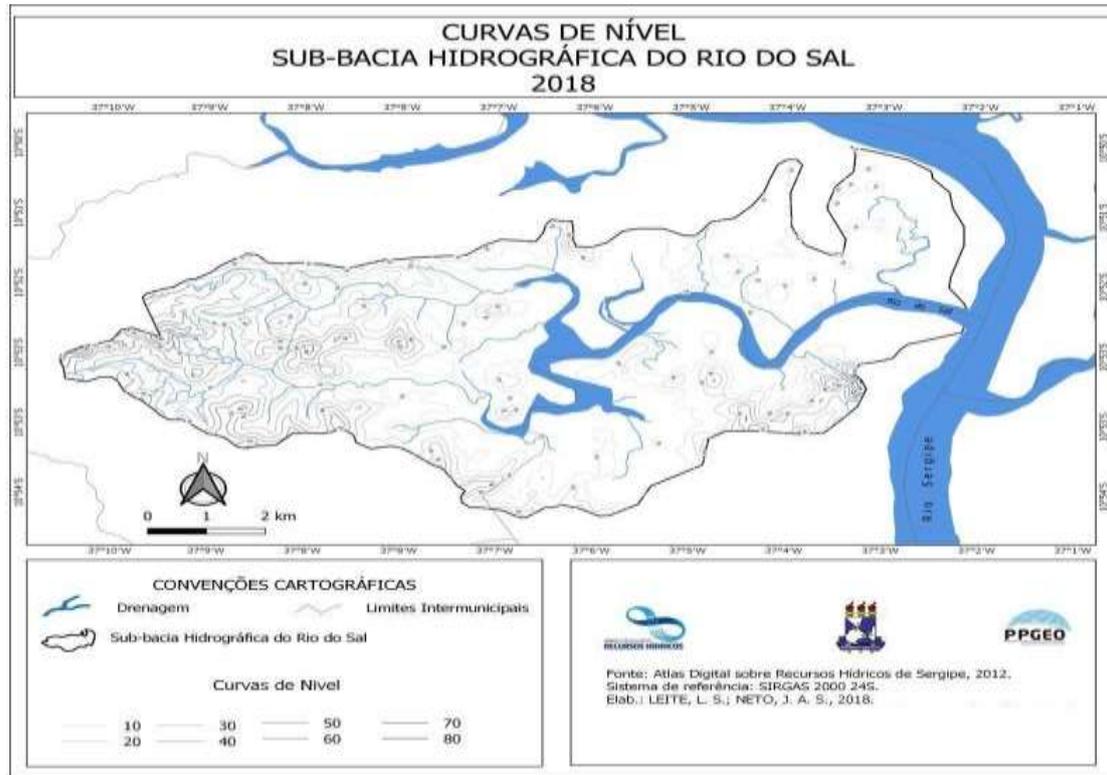


Figura 07 – Geologia da sub-bacia do Rio do Sal. Adaptado de SANTOS et al. (1997).



De acordo com o Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1982), a sub-bacia do Rio do Sal encontra-se, geomorfologicamente, inserida nas Planícies Litorânea e Piemontes Inumado, apresentando as seguintes feições: Superfície dissecada em colinas (Esd), Planície Fluviomarinha (Afm), Terraços Fluviomarinho (Atfm) e Terraços Marinheiros holocênicos (Atm) (Figura 08).

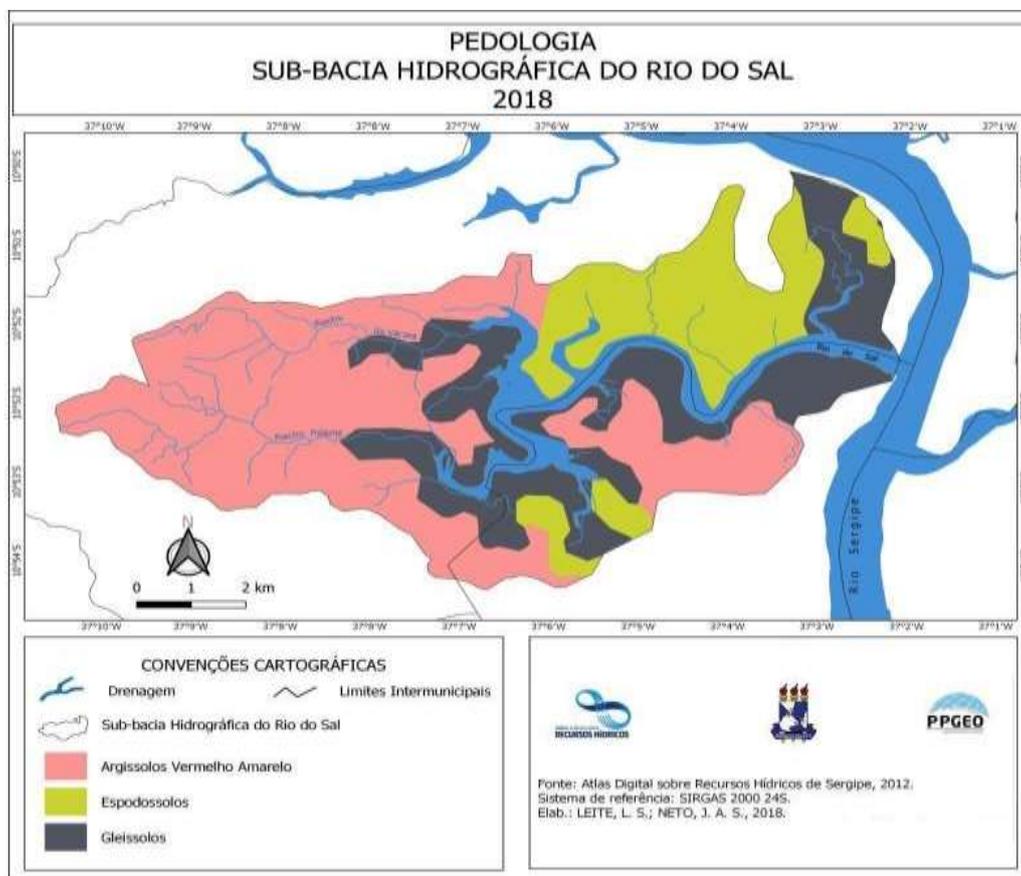
Figura 08 – Geomorfologia da sub-bacia do Rio do Sal. Adaptado de BRASIL (1983).



Os setores de Superfície dissecadas em colinas correspondem à vertente do Tabuleiro, dissecada, principalmente, por ação dos processos fluviais, apresenta média densidade de canais e baixo entalhamento. A Planície Fluviomarinha é uma área plana resultante de processos de acumulação fluvial e marinha, é um ambiente suscetível a inundações periódicas. As feições de Terraços fluviomarinhos são áreas planas resultantes da acumulação fluvial e marinha, levemente inclinadas, apresentando ruptura de declive em relação ao leito do rio e às várzeas situada em nível inferior. Os Terraços marinhos holocênicos, são depósitos arenosos de origem marinha com suave mergulho em direção ao oceano (BRASIL, 1982; ALVES, 2010).

A região correspondente a sub-bacia do Rio do Sal é composta, por solos do tipo Argissolos vermelhos-amarelos, Espodosolos e Gleissolos (Figura 09). O solo corresponde a um dos recursos naturais indispensáveis para o desenvolvimento das atividades sociais e econômicas. Conforme, Fidalgo et.al. (2013) apesar da ascensão de novas tecnologias e modernização da ciência, a dependência humana quanto a superfície sólida da crosta terrestre, para fornecimento de matéria-prima, por exemplo, na fabricação de alimentos, vestuários, medicamentos dentre outros. Além desses o setor energético, assim como os demais também apresentam interligação com a produção oriunda dos solos, sendo representada pelos biocombustíveis.

Figura 09 – Pedologia da sub-bacia do Rio do Sal.



Outrossim, os solos são constituídos de uma fundamental característica para as bacias hidrográficas, o escoamento superficial e subsuperficial da água. Os Argissolos, vermelho-amarelos, de acordo com Jacomine (2009), apresentam indicies satisfatórios de drenagem e de estruturação, inseridos no horizonte B e pertencentes ao Grupo Barreiras de rochas cristalinas, configuram-se em um grupo bastante heterogêneo, compostos por



argila, que aumentam progressivamente conforme a profundidade e a existência da mistura de óxidos de ferro hematita e goethita, responsáveis pela sua tonalidade.

Como características os Espodosolos, para Jacomine (2009), são encontrados no horizonte B implícito ao horizonte E ou horizonte A. Dessa forma exprimem uma saturação distrófica (base baixa), com a ocorrência de elevadas taxas de alumínio extraível, resultando em textura arenosa. Os padrões de drenagem estão relacionados com a profundidade estreita, que formam baixa cimentação do solo ou alongadas, pertinentes a um maior endurecimento do solo.

Gleissolos são constituídos por sedimentos recentes inconsolidados, com presença de argila, arenito e argila-arenito, localizados a 150 cm da superfície do solo, posteriormente aos horizontes A ou E. Correspondem a solos com indicies de baixa drenagem, originados do excesso de umidade de caráter permanente ou temporário, sendo associado à proximidade de lençol freático.

Os aspectos morfométricos da sub-bacia do Rio do Sal foram interpretados de acordo com os valores que se encontram na Tabela 01. A ordem do rio principal da sub-bacia, considerando-se a junção do Riacho Palame com o Rio do Sal, foi de 4º ordem em ambos os métodos aplicados.

Tratando-se da densidade hidrográfica ( $D_r$ ), ou seja, a relação existente entre o número de rios (ou cursos d'água) e a área total da sub-bacia, o método de Horton determinou a existência de 0,64 canais/km<sup>2</sup>, enquanto que pelo método de Strahler foi de 0,958 canais/km<sup>2</sup>. Essa diferença justifica-se pelo fato de no método de Strahler a confluência de dois tributários (rios) de primeira ordem originar em um rio de segunda ordem, o que aumenta o número de canais em relação ao método de Horton.

Tabela 01 – Características morfométricas da sub-bacia do Rio do Sal.

1-Método de Horton; 2 – Método de Strahler.

<b>Características Morfométricas</b>				
<b>Variável morfométrica</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Valor</b>
Área	A	km <sup>2</sup>	-	62,6
Comp. total dos canais	Lt	km	$\Sigma L$	88,956
Perímetro da BH	P	km	-	42,782
Comp. do canal principal	L	km	-	23,387
Densidade hidrográfica	$D_r$	canais/km <sup>2</sup>	$D_r = \frac{N}{A}$	<sup>1</sup> 0,64 <sup>2</sup> 0,958
Densidade de drenagem	$D_d$	km/km <sup>2</sup>	$D_d = \frac{Lt}{A}$	1,421
Amplitude altimétrica	Hm	m	$Hm = P2 - P1$	70



Relação de relevo	Rr	m	$Rr = Hm/\sqrt{A}$	8,847
Índice de circularidade	IC	-	$IC = \frac{12,57 * A}{P^2}$	0,430
Índice de sinuosidade	IS	%	$IS = \frac{100 * (L - Ev)}{L}$	32,514
Coefficiente de manutenção	CM	m	$CM = 1000 * \left(\frac{1}{Dd}\right)$	0,704
Coefficiente de compacidade	Kc	-	$Kc = 0,28 * \left(\frac{P}{\sqrt{A}}\right)$	1,514
Fator de forma	F	-	$F = \frac{A}{L^2}$	0,114
Índice de rugosidade	Ir	-	$Ir = Hm * Dd$	99,472
Ordem do rio	N	-	-	4°
Equivalente vetorial em linha reta	Ev	km		15,783

A densidade de drenagem (Dd) de uma bacia hidrográfica é uma aceitável indicação do grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem. Portanto, conforme Villela e Mattos (1975) as bacias hidrográficas com valores de Dd menores que 0,5 km/km<sup>2</sup> são consideradas com drenagem pobre; valores de Dd entre 0,5 e 1,5 km/km<sup>2</sup> são de drenagem regular; valores entre 1,5 e 2,5 km/km<sup>2</sup> caracterizam uma bacia de drenagem boa; e valores entre 2,5 e 3,5 km/km<sup>2</sup> drenagem muito boa; e valores acima de 3,5 km/km<sup>2</sup> caracterizam bacias excepcionalmente bem drenadas. O valor encontrado na sub-bacia do Rio do Sal, de 1,421 km/km<sup>2</sup>, evidencia a regularidade da densidade de drenagem da sub-bacia.

A amplitude altimétrica (Hm) encontrada é fruto da subtração da cota registrada na área do alto curso da sub-bacia, onde foram encontradas cotas máximas de 80 m, e no baixo curso na área do Morro do Urubu, com presença de cotas mínimas com valores próximos a 10 m. A Hm foi utilizada para determinar a relação de relevo da bacia (Rr), sendo analisada conforme a proposta apresentada por Schumm, (1956 apud Marchetti, 1980) e o índice de rugosidade (Ir). A Rr encontrada, 8,847, é resultado da relação entre a amplitude altimétrica e o maior comprimento (C) da bacia, correspondendo à maior extensão medida paralelamente a linha principal de drenagem. O Ir encontrado foi de 99,472, resultado do produto da amplitude altimétrica e da densidade de drenagem.



O índice de circularidade (IC) representa a tendência da bacia em se aproximar da forma circular quanto mais próximo da unidade for o valor. O IC encontrado foi de 0,43, o que demonstra que a sub-bacia não possui geometria circular, tendem a ser mais alongada, o que contribui para o processo de escoamento.

O índice de sinuosidade (IS), que representa a geometria do canal, aponta se o mesmo é sinuoso ou reto e, de acordo com Christofolletti (1980), pode ser dividido em classes: I - IS menor que 20%, classifica o canal como muito reto; II - IS entre 20 e 29%, o canal é classificado como reto; III - IS entre 30 a 39%, o canal é classificado como divagante; IV - IS entre 40 a 49,95%, o canal é considerado sinuoso; e V - IS com valores maiores que 50%, classifica o canal como sinuoso. O índice de sinuosidade da sub-bacia em estudo foi igual a 32,514%, classificando o canal como divagante.

O coeficiente de manutenção (CM) objetiva indicar a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento, sendo considerando de grande importância para a caracterização do sistema de drenagem. O CM encontrado na sub-bacia foi de 0,704, ou seja, é necessário 0,704 m para manter um metro de canal.

Os parâmetros morfométricos fator de forma (F), ou índice de Gravelius, e o coeficiente de compacidade são empregados na análise de suscetibilidade da bacia a enchentes, pois interferem diretamente no tempo que a precipitação que atinge o ponto distante da bacia chega ao exutório (tempo de concentração). O fator de forma (F) ou índice de Gravelius calculado foi de 0,114.

O coeficiente de compacidade ( $K_c$ ), que relaciona o perímetro da bacia hidrográfica e a circunferência de um círculo com área igual a bacia, irá variar com a forma dela independentemente de seu tamanho. Portanto, tanto o F e o  $K_c$ , de 1,514, encontrados na sub-bacia, indicam que ela não é sujeita a grandes enchentes.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O mapeamento da mancha urbana situada na área interna da sub-bacia permitiu evidenciar a concentração da área construída, conseqüentemente impermeabilizada, na interface do médio e baixo curso do Rio do Sal. Constatou-se que a parte da sub-bacia localizada na cidade de Aracaju, margem direita do referido Rio, encontra-se com a quase totalidade de suas terras urbanizada, restando apenas áreas de solo exposto destinadas a futuros empreendimentos, superfícies de laminais d'água, e manguezal, os quais tem sido o principal alvo da pressão urbana.



Evidenciou-se também a acentuada urbanização na margem esquerda da sub-bacia, área situada no município de Nossa Senhora do Socorro. Contudo, a quase completude da ocupação das unidades geomorfológicas – Terraços fluviomarinhas, em Nossa Senhora do Socorro, e das Superfícies dissecadas em colinas, em Aracaju –, concorre para a ocupação, pelos novos empreendimentos, dos setores de Planície fluviomarinha. A invasão desse ambiente degrada a vegetação nativa, provocando desequilíbrio nos ecossistemas locais, além de serem setores naturalmente sujeitos a enchentes.

A caracterização morfométrica da sub-bacia do Rio do Sal permitiu identificar que a mesma é de 4ª ordem, tanto pelo método de Horton como pelo de Strahler, sendo que no método de Strahler a densidade demográfica correspondeu, aproximadamente, a um canal a cada km<sup>2</sup> de área superficial da sub-bacia.

Os dados analisados possibilitou evidenciar que a sub-bacia é formada em sua maioria por baixas altitudes, conseqüentemente, apresenta pequena amplitude altimétrica, o que resulta em índices de declividade não tanto relevantes. Entretanto, os baixos valores de fator de forma e índice de circularidade, determinando-a como de forma alongada, amenizam os baixos valores de declividade. Logo, em eventos de precipitação normais, ou seja, não considerando os eventos atípicos, com intensidade e durações anormais, ela é pouco susceptível a enchentes e não sujeita a inundações.

O estudo realizado é de grande importância para a o planejamento e gestão dos recursos hídricos disponíveis na sub-bacia do Rio do Sal para os mais diversos usos. Embora nenhuma das variáveis morfométricas se analisadas separadamente seja capaz de resumir a dinâmica ambiental na sub-bacia, o conhecimento dos dados e informações levantadas no presente artigo pode auxiliar tanto os usuários como os gestores para a conservação das características naturais da sub-bacia, pois permitir a análise de importantes aspectos associados ao relevo, drenagem e geologia.

## REFERÊNCIAS

ALVES, N. M. S. **Análise geoambiental e socioeconômica dos municípios costeiros do litoral norte do estado de Sergipe** – diagnóstico como subsídio ao ordenamento e gestão do território. 2010. 348 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.



ANTONELI, V; THOMAZ, E.L. **Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista**, Guamiranga-PR. Rev. Caminhos da Geografia, Uberlândia, v.8, n.21, p46-58, jun. 2007.

ARGUELHO, M. de L. P. de M.; ALVES, J. do P. H. ; MONTEIRO, A. S. C.; GARCIA, C. A. B.. Characterization of dissolved organic matter in an urbanized estuary located in Northeastern Brazil. **Environmental monitoring and assessment**, v. 189, p. 189-272, 2017.

BARELLA, W. ;JUNIOR, M. P.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. **As Relações entre as Matas Ciliares, os Rios e os Peixes**. in: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F.(eds.). Matas Ciliares: Conservação e Recuperação. São Paulo, Edusp/Fapesp, 2004, pp. 187 - 208.

BEZERRA, G. dos S.; ARAÚJO, H. M. de. **Dinâmica, Ocupação e Impactos socioambientais na microbacia do Rio do Sal**. In: NPGeo: 30 anos de contribuição à Geografia, 2013, São Cristóvão. NPGeo: 30 anos de contribuição à Geografia, 2013. v. 03.

BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FERREIRA, Y. de A. Evolução paleogeográfica quaternária da costa do estado de Sergipe e costa sul do estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.13, n. 2, p. 93-97, 1983.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**: folha SC.24/25 Aracaju/Recife: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. 851 p. (Levantamento de Recursos Naturais,30).

CARVALHO, M. E. S.; FONTES, A. L.. A Carcinicultura no espaço litorâneo sergipano. **Revista da FAPES de Pesquisa e Extensão**, v. 3, p. 87-112, 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COELHO, M. R. ; FIDALGO, E. C. C. ; SANTOS, H. G. dos ; BREFIN, M. de L. M. S. ; PÉREZ, D. V. . **Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas**. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STURMER, S.. (Org.). O ecossistema solo. 1ed.Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2013, v. , p. 45-62

CORREIA, M. G. S. ALVES, L. L.; MELO, A. R. S.; OLIVEIRA, C. E. S. **Avaliação dos Teores de Metais Pesados no Rio do Sal**. 2015. II Congresso Internacional RESAG: Gestão da água e monitoramento ambiental. De 09 a 11 de dezembro, 2015. Aracaju: UNIT.

JACOMINE, P. K. T. **A nova classificação brasileira de solos**. In: Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma, Recife, vols. 5 e 6, p.161-179, 2008-2009.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275, 1945. Disponível em:[http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606\(1945\)56\[275:EDOSAT\] 2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT] 2.0.CO;2) Acessado em 11/06/2018.

LIMA, W. P; ZAKIA, M. J. B. **Hidrologia de matas ciliares**. In: Matas ciliares: conservação e recuperação[S.l: s.n.], 2000.



MARCHETTI, D. A. B. **Características da Rede de Drenagem e Formas de Relevo em três Unidades de solo de Piracicaba, SP.** Pesq. Agropec. Bras., Brasília, 15(3):349-358, jul 1980. Disponível em <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/viewFile/16580/10864>>. Acesso em 07/12/2020.

MOURA, A. S. A.; FONTES, P. D. A. L.; DANTAS, M. A. O. ; SANTOS, W. D. G.; SANTOS, W. A. dos. . **Problemas ambientais no rio do Sal (SE) decorrente da ação antropogênica.** In: Encontro Nacional dos Geógrafos, 2010, Porto Alegre, RS. Crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças, 2010. p. 1-7.

SANTANA, D.P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).

SANTOS, M. A.; SCETTINO, S. C.; BASTOS, I. A. H. Educação Ambiental em unidades de conservação: o caso da Área de proteção Morro do Urubu. **Ambivalências**, v.1, p.40-52, 2013.

SANTOS, R. A. dos; MARTINS, A. A. M.; NEVES, J. P. das N.; LEAL, R. A. (Org.). **Geologia e recursos minerais do estado de Sergipe: texto explicativo do mapa geológico do estado de Sergipe.** Escala 1:250.000. Texto explicativo do Mapa geológico do Estado de Sergipe. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT; Aracaju: CODISE, 107 p. 1997. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil).

SANTOS, T. T. S.; NOGUEIRA, M. M.; LEÃO, K. M. M.; ALVES, J. do P. H. **Dinâmica do oxigênio dissolvido no estuário do rio do Sal – Sergipe.** In: 36ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2015, Águas de Lindóia, SP. 36ª RASBQ: Química sem Fronteiras, 2015.

SERGIPE. **Gestão participativa das águas de Sergipe.** Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – SEPLANTEC. Superintendência de Recursos Hídricos – SRH. Aracaju, 2002. 72 p.

SILVA, C. R. M.; SOUZA, R. M.; SOUZA, R. R.. **Construção de Modelo Empírico para Monitoramento de Recursos Hídricos: Rio do Sal / SE.** In: IV Congresso de Iniciação Científica, 2002, São Cristóvão. Livro de Resumos do IV Congresso de Iniciação Científica, 2002. v. 1. p. 37-37.

SOUSA, F. R. C. de; PAULA, D. P. de. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica Do Rio Tapuio (Ceará-Brasil). **Regne**, UFRN, v.2, p.555-564, 2016.

SRH. **Atlas de Recursos Hídricos de Sergipe do Estado de Sergipe versão 2012.1.** Aracaju SEMAR, 2012.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions American Geophysical Union**, v. 38, n. 6, p. 913–920, 1957.

TEODORO V. L. I. et al. O Conceito De Bacia Hidrográfica E A Importância Da Caracterização Morfométrica Para O Entendimento Da Dinâmica Ambiental Local. **Revista Uniara**, Araraquara - SP, v. 1, n. 20, p. 137-156, 2007.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhões, MG.** 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.