

## ASPECTOS FÍSICO-SOCIAIS DAS INUNDAÇÕES E ENXURRADAS NA SUB-BACIA DE DRENAGEM DO RIO ICONHA, ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

**Vinícius Vieira Pontini**

Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Vitória, ES, Brasil  
[pontinivini@gmail.com](mailto:pontinivini@gmail.com)

**André Luiz Nascentes Coelho**

Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Vitória, ES, Brasil  
[alnc.ufes@gmail.com](mailto:alnc.ufes@gmail.com)

### RESUMO

Inundações e enxurradas são fenômenos hidrológicos ocorrentes em bacias de drenagem e que, além de serem condicionados por características fisiográficas dos terrenos, também são potencializados por alterações antrópicas diretas e indiretas nas bacias de drenagem, notadamente nas áreas urbanas. Portanto, o presente artigo objetivou discutir, sob a ótica sistêmica, determinadas características físico-sociais atreladas à ocorrência de inundações e enxurradas na sub-bacia de drenagem do rio Iconha, situada no estado do Espírito Santo. A metodologia consistiu no levantamento bibliográfico sobre as temáticas discutidas, no mapeamento digital em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) das características físico-sociais selecionadas da sub-bacia – precipitação média anual (1947-2012), declividade do relevo, hipsometria, solos e uso e cobertura da terra – e em pesquisa de campo. A análise e inter-relações estabelecidas entre tais características se apresentaram satisfatórias para melhor compreender a gênese e a magnitude das inundações e enxurradas na sub-bacia, podendo orientar ações de planejamento e tomadas de decisão.

**Palavras-chave:** Bacia de drenagem. Caracterização físico-social. Hidrologia. Relevo.

### PHYSICAL AND SOCIAL ASPECTS OF FLOODS AND RUNOFFS IN THE ICONHA RIVER DRAINAGE BASIN, STATE OF ESPÍRITO SANTO

### ABSTRACT

Floods and runoffs are hydrological phenomena that occur in drainage basins and which, in addition to being conditioned by the terrain physiographic characteristics, are also enhanced by direct and indirect anthropic alterations in drainage basins, especially in urban areas. Therefore, this survey aimed to discuss, from the systemic perspective, certain physical and social characteristics related to the occurrence of floods and runoffs in the Iconha River drainage basin, located in the state of Espírito Santo, Brazil. The methodology consisted of bibliographic survey on the discussed themes, digital mapping in Geographic Information System (GIS) environment of the drainage basin physical and social selected characteristics – average annual precipitation (1947-2012), relief slope, hypsometry, soils and land use and cover – and field research. The analysis and interrelationships established between these characteristics were satisfactory to better understand the genesis and magnitude of floods and runoffs in the drainage basin and may guide planning and decision-making actions.

**Keywords:** Drainage basin. Physical and social characterization. Hydrology. Relief.

### INTRODUÇÃO

Embora as relações estabelecidas entre seres humanos e corpos d'água sejam históricas, são nos tempos mais recentes que as interferências antrópicas nos ambientes fluviais, assim como seus impactos, ganharam maiores proporções e consequências. Com o advento da urbanização e da industrialização e a eventual concentração da população nas cidades, emergiram outras necessidades sociais para com os recursos hídricos, como a geração de energia elétrica, a expansão de áreas habitáveis nas cidades outrora ocupadas por corpos d'água, o abastecimento de água nas moradias e indústrias e o controle de enchentes e inundações (GORSKI, 2010).

Damasco e Cunha (2018) argumentam que na literatura científica é comum encontrar os termos enchente e inundação como sinônimos e esta generalização pode conduzir a equívocos nas ações que contemplem a gestão territorial e ambiental. De acordo com os autores, enquanto o termo enchente se refere, na geomorfologia fluvial, aos movimentos naturais de cheias e vazantes, onde as águas podem alcançar o leito maior, o termo inundação se associa ao extravasamento das águas do canal, avançando pela planície fluvial e que devem ser escoadas, quando for o caso, pelos sistemas de drenagem urbana. Para Botelho (2011) esses fenômenos são controlados por uma série de características fisiográficas, como o volume e distribuição das águas das chuvas, o substrato geológico, o tipo e a densidade da cobertura vegetal, características do relevo e a geometria do canal fluvial. Ademais, são um dos maiores problemas enfrentados pelas cidades brasileiras pois, além de prejuízos financeiros e a perda de vidas humanas, também causam efeitos diretos, como afogamentos, e indiretos, como doenças infecciosas em decorrência do contato com a água contaminada. A autora também afirma que o sistema hidrológico nas áreas urbanas apresenta características específicas de áreas não urbanas, como ocupação intensa e desprovida de preocupações ambientais e a inadequação do sistema de drenagem.

Um outro termo que é comumente empregado nestas situações é enxurrada, que possui significado distinto. O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN, 2016, p. 1) define o termo como o fenômeno caracterizado “[...] pelo escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode estar ou não associado ao domínio fluvial [...]. Provocado por chuvas intensas [...], normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado”.

Nos estudos geográficos contemporâneos, a bacia de drenagem é uma das unidades adotadas no planejamento, sobretudo ambiental, territorial e urbano, que vem ganhando mais destaque e utilização. Ademais, representa a principal unidade de análise na Geomorfologia Fluvial (STEVANUX e LATRUBESSE, 2017) e, de acordo com a Lei Federal nº 9.433/97 (conhecida como Lei das Águas), é a unidade de planejamento e gestão das águas (BRASIL, 1997).

Além de ser atualmente empregada como unidade básica em muitos estudos de planejamento no escopo da ciência geográfica, é comum encontrar trabalhos sobre bacias de drenagem na ótica de sistemas que, na Geografia, já pode ser observada desde a sua sistematização com Humboldt, para o qual a paisagem é formada por elementos geomorfológicos, biogeográficos e climatológicos relacionados às organizações humanas (MARQUES NETO, 2008). Especificamente na Geografia Física, Sartório e Coelho (2019) elucidam que a abordagem dos conceitos sistêmicos para as redes fluviais e bacias de drenagem teve início com o trabalho de Chorley e Hagget (1974), que abriram caminho para estudos mais específicos de sistemas fluviais.

As manifestações e materializações de relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza podem ser observadas nas bacias de drenagem que, em muitos casos, são palco de impactos socioambientais atrelados a um mau ordenamento e a uma má gestão do território frente aos condicionantes físico-naturais. Coelho (2009) alega que, se analisados em conjunto, os processos físicos e socioeconômicos promovem com o passar do tempo mudanças hidrológicas, bióticas, dentre outras, moldando na calha principal do rio/canal uma morfologia direcionada por essas condições. O produto destas relações, como discorre Deina (2013), tem se materializado de maneira bastante degradante, a exemplo da ocorrência de alagamentos e inundações constantes, além da ampla poluição hídrica.

Diante do que foi apresentado, o objetivo do presente trabalho é discutir, sob a ótica sistêmica, a materialização dos fenômenos das inundações e enxurradas na sub-bacia de drenagem do rio Iconha, situada no sul do estado do Espírito Santo, analisando determinados fatores fisiográficos e antrópicos envolvidos nas suas materializações, especificamente, no município de Iconha, situado na sub-bacia e que possui um histórico significativo de registros de tais eventos hidrológicos, principal elemento motivador deste trabalho.

## METODOLOGIA

O trabalho foi segmentado em três principais etapas. Na primeira, foram consultados materiais bibliográficos diversos para definição de uma base teórico-conceitual capaz de nortear as temáticas discutidas. Também foram levantadas informações acerca da sub-bacia do rio Iconha, objeto deste trabalho e cujo principal rio é afluente do rio Novo, bem como da bacia do rio Novo. Foram definidas as características fisiográficas e sociais/antrópicas da sub-bacia a serem relacionadas aos fenômenos de inundação e enxurrada e especializadas em mapas. Em consonância com esta etapa, também foram

adquiridos dados digitais georreferenciados subdivididos em dados/arquivos vetoriais e matriciais a serem utilizados no trabalho de mapeamento. Ressalta-se que todos os dados foram obtidos gratuitamente junto às interfaces *online* de cada instituição/órgão.

Os dados vetoriais e matriciais utilizados foram: uso e cobertura da terra, sede municipal, rodovia e limite municipal (IJSN/CGEO, 2010; 2011; 2012; 2018), precipitação pluvial (ANA, 2012), limite estadual (IBGE, 2015), modelo digital de elevação (USGS, 2014), curso d'água, solos e área urbana (GEOBASES, 2016; 2019).

A segunda etapa consistiu no processamento e manipulação dos dados digitais em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizando a extensão ArcMap do *software ArcGIS™ 10.3*, da empresa estadunidense *Environmental Systems Research Institute* (ESRI, 2014). Todos eles foram ajustados, de acordo com a necessidade, ao sistema de projeção *UTM*, Datum SIRGAS 2000, Zona 24 Sul. O primeiro passo foi definir manualmente, a partir de técnicas específicas, os limites da sub-bacia do rio Iconha. A partir disto, foram elaborados os mapas de localização, precipitação média anual (1947-2012), declividade, hipsometria, solos e uso e cobertura da terra. Baseando-se na metodologia empregada por Deina (2013), foram gerados o perfil longitudinal do rio Iconha e quatro perfis transversais que atravessam as principais áreas urbanas da sub-bacia, de modo a melhor compreender a disposição do relevo sob a ótica transversal nos perfis e a sua relação com a magnitude das inundações e enxurradas na área.

Laszlo (2016) destaca que a análise dos perfis longitudinais, em consonância com outras variáveis dentro de um sistema fluvial, como geologia, geomorfologia e uso e cobertura da terra, é importante para melhor compreender a morfologia e morfometria de um rio dentro de uma bacia de drenagem e a ocorrência de determinados fenômenos, como as inundações, o que repercute na identificação de eventuais fragilidades quanto ao uso e ocupação na bacia. O perfil longitudinal foi elaborado a partir do emprego de técnicas específicas nos *softwares ArcGIS™ 10.3* (ESRI, 2014) e *Microsoft Excel™* (2019), ao passo que os perfis transversais foram totalmente elaborados no primeiro *software*.

Por sua vez, foram levantados dados populacionais dos municípios de Iconha e Piúma, inseridos totalmente nos limites da sub-bacia do rio Iconha e realizou-se uma campanha de campo no início do mês de setembro de 2020 para observação *in situ* de determinados aspectos da sub-bacia e registros fotográficos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

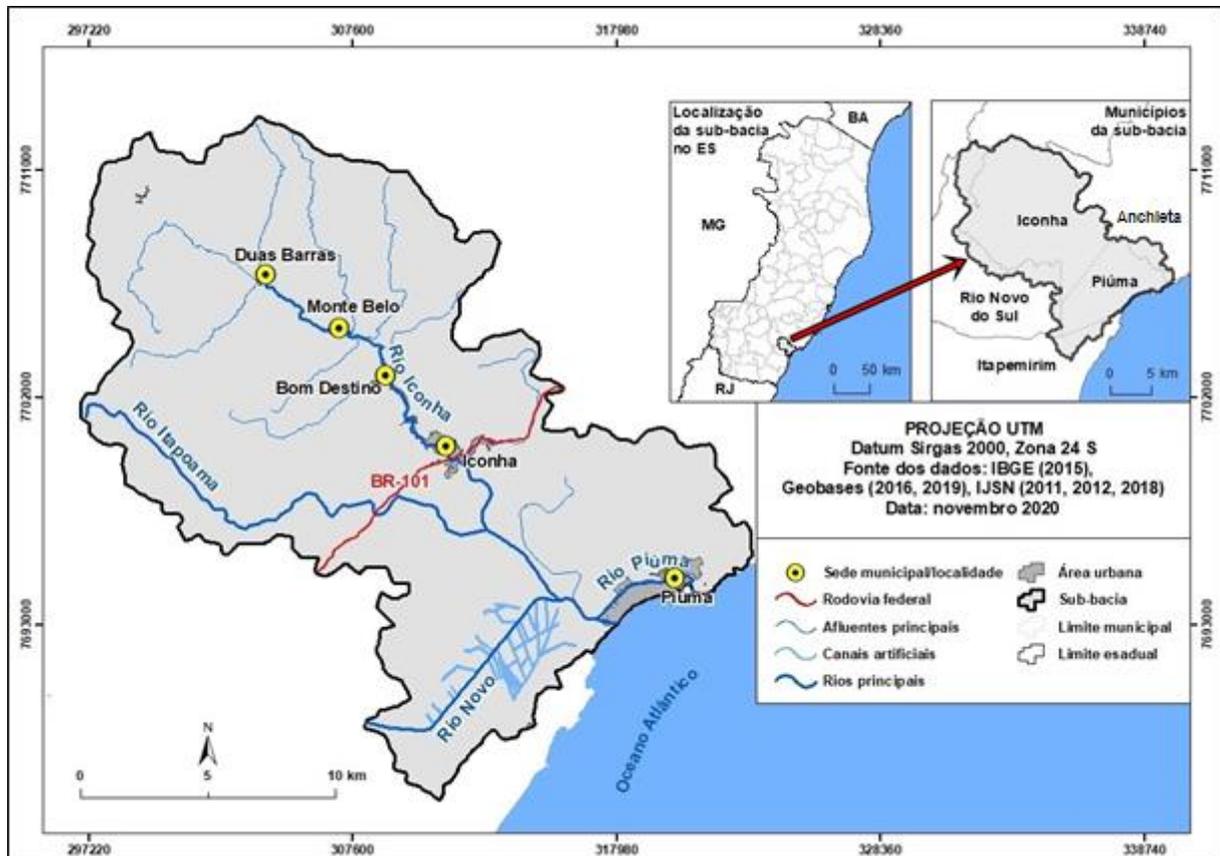
### **A SUB-BACIA DO RIO ICONHA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-SOCIAL**

A referida sub-bacia (Figura 1) possui área aproximada de 347 km<sup>2</sup> e localiza-se no sul do estado do Espírito Santo, sendo integrante da bacia do rio Novo que, por sua vez, possui aproximadamente 762 km<sup>2</sup> de área. O rio Iconha é o principal afluente do rio Novo, situado a sua margem esquerda. Possui cerca de 24 km de extensão e sua sub-bacia engloba totalmente os municípios de Iconha e Piúma, além de pequenas áreas dos municípios de Anchieta, Itapemirim e Rio Novo do Sul. Seus principais afluentes e, portanto, sub afluentes do Novo, são os córregos Campinho, Guaxuma, Jaracatiá, Lopes, Orobó, Palmital e Pedra Lisa e o rio Itapoama, sendo este ligeiramente inferior ao rio Iconha em termos de comprimento, possuindo 22 km de extensão.

Formado pela confluência de três ribeirões (Monte Alegre, Inhaúma e São Pedro), o rio Iconha inicia seu trajeto na área urbana do distrito de Duas Barras, no município de Iconha. O curso d'água percorre pequenos núcleos urbanos (comunidades) no interior de Iconha, a se saber, de montante a jusante, respectivamente: Duas Barras, Monte Belo e Bom Destino. Após, o rio chega à sede do município homônimo, antes de seguir em direção à Piúma e confluir com o rio Novo em uma região conhecida como vale do Orobó, que corresponde a uma ampla planície de inundação situada no baixo curso da bacia do rio Novo. O canal fluvial formado a partir da confluência dos rios recebe a denominação de rio Piúma, que corresponde, na verdade, à continuação do rio Novo após receber as águas do rio Iconha. O referido curso d'água possui dois exutórios situados na área urbana de Piúma: o canal de Itaputanga,

artificial, ao sul; e o estuário do rio Piúma, a nordeste do primeiro, por onde trafegam pequenas e médias embarcações de pescadores locais.

Figura 1 - Mapa de localização geográfica da sub-bacia de drenagem do rio Iconha.



Elaborado pelos autores.

Amarante, Silva e Andrade (2009) discorrem que o relevo complexo do Espírito Santo é um fator decisivo para o clima do estado, que apresenta temperaturas mais baixas a oeste e as mais altas a leste, nas planícies costeiras. Na maior parte do território capixaba, as temperaturas são superiores a 18°C ao longo do ano, com exceção das partes mais elevadas da região serrana, onde as temperaturas podem ter médias inferiores a 10°C nos meses de inverno.

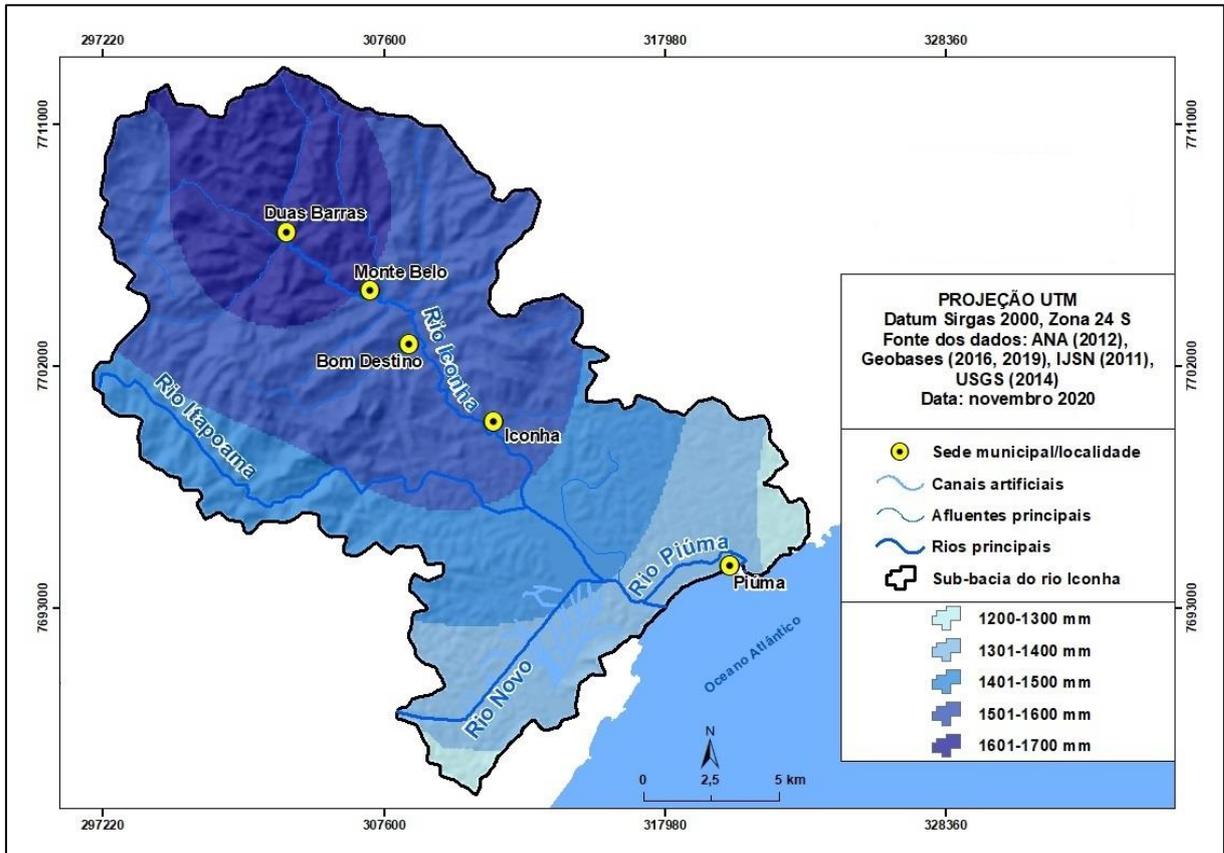
Segundo documento disponibilizado pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH, 2018), o estado Espírito Santo, conforme a classificação de Köppen, situa-se na Zona Tropical Central, com clima quente e predominantemente úmido, sem uma estação fria definida. Por sua vez, a sub-bacia do rio Iconha possui clima tropical, com inverno seco (Aw) e temperaturas médias acima dos 18°C.

A seguir serão apresentados e discutidos os mapeamentos cartográficos digitais de precipitação média anual (1947-2012), declividade, hipsometria, solos e uso e cobertura da terra da sub-bacia do rio Iconha, respectivamente, correlacionando tais variáveis fisiográficas e antrópicas à ocorrência e à magnitude das inundações e enxurradas ocorrentes no recorte espacial.

A Figura 2 indica a variação espacial da precipitação média anual (1947-2012) da sub-bacia. Os intervalos das isoietas variam de 1200 a 1700 mm/ano, com valor médio de 1450 mm/ano. Se comparada à média de precipitação anual para o Espírito Santo, que é de 1219 mm/ano (AGERH, 2018), observa-se maior concentração de chuvas sobre a sub-bacia no referido período. Ademais, nota-

se que o aumento do índice de precipitação acompanha o aumento das cotas topográficas, apresentando, assim, os maiores valores nas áreas mais elevadas.

Figura 2 - Mapa de precipitação média anual (1947-2012) na sub-bacia de drenagem do rio Iconha.



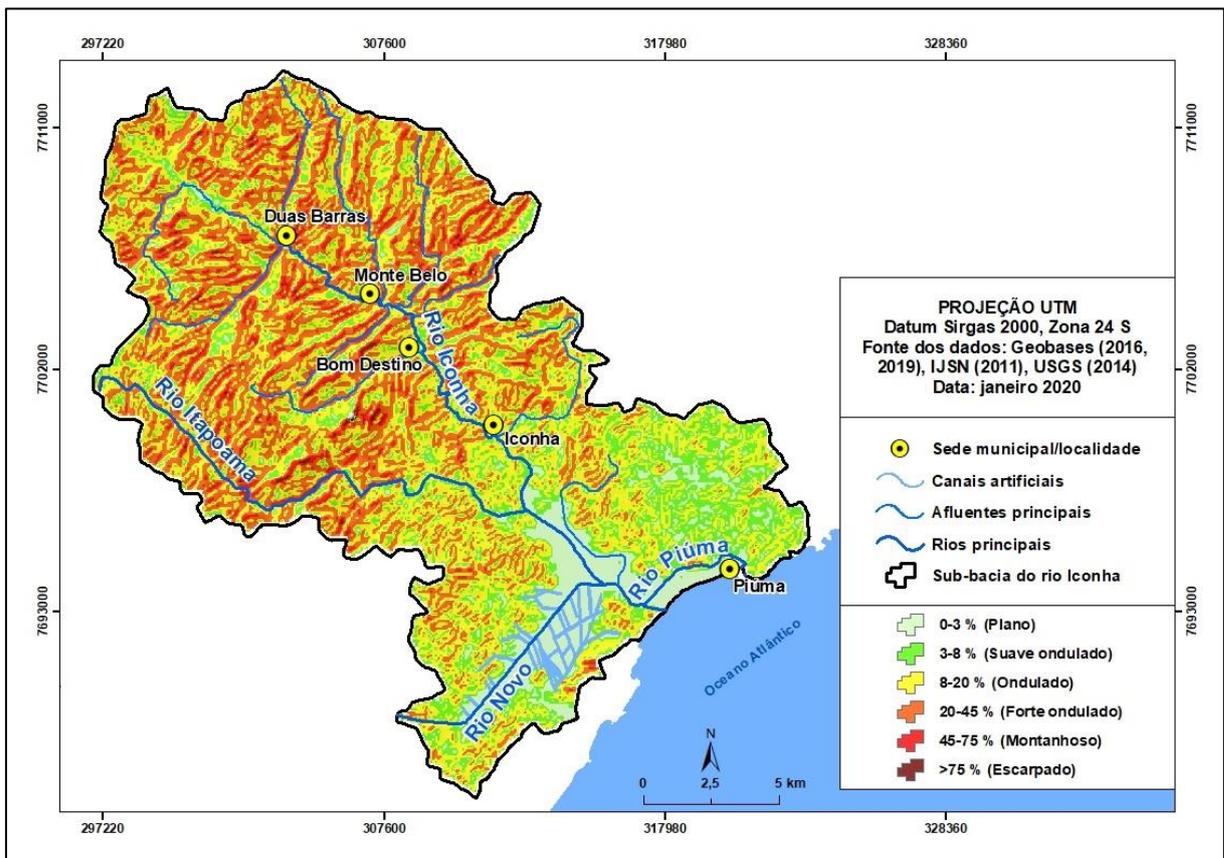
Elaborado pelos autores.

Ocorre, também, o provável efeito orográfico na ocorrência de chuvas nas barreiras topográficas na transição da faixa litorânea para áreas interioranas da sub-bacia em decorrência da mudança abrupta de topografia e de declividade e, conseqüentemente, o agravamento dos efeitos das inundações nessas áreas específicas. Porém, salienta-se que a área está sujeita à atuação de sistemas frontais associados à atuação de frentes frias que repercutem mais na gênese de inundações e enxurradas em diferentes pontos da sub-bacia.

A partir da análise do mapa de declividade da sub-bacia do rio Iconha (Figura 3), é possível inferir que as porções a montante da sub-bacia são marcadas por declividade forte-ondulada e montanhosa, onde está assentada, em maior expressão, a unidade geomorfológica dos Maciços do Caparaó I. Também se nota que tanto os principais cursos d'água quanto seus principais tributários apresentam seus canais, em muitos trechos, cercados por áreas dos terrenos marcadas por altas declividades, o que implica na maior rapidez e velocidade do direcionamento do escoamento superficial em episódios de precipitações fluviais para as suas calhas (COELHO NETTO, 2013; STEVAUX e LATRUBESSE, 2017).

As áreas a jusante da sub-bacia são notadamente as que apresentam baixa declividade (plano e suave ondulado), especialmente na região do vale do Orobó que, em consonância com os Gleissolos, tipologia de solos mais recorrentes na região, condicionam a má drenagem da área em períodos de fortes precipitações pluviais, podendo levar de semanas a meses para que toda a planície de inundações seja efetivamente drenada naturalmente.

Figura 3 - Mapa de declividade (%) da sub-bacia de drenagem do rio Iconha.



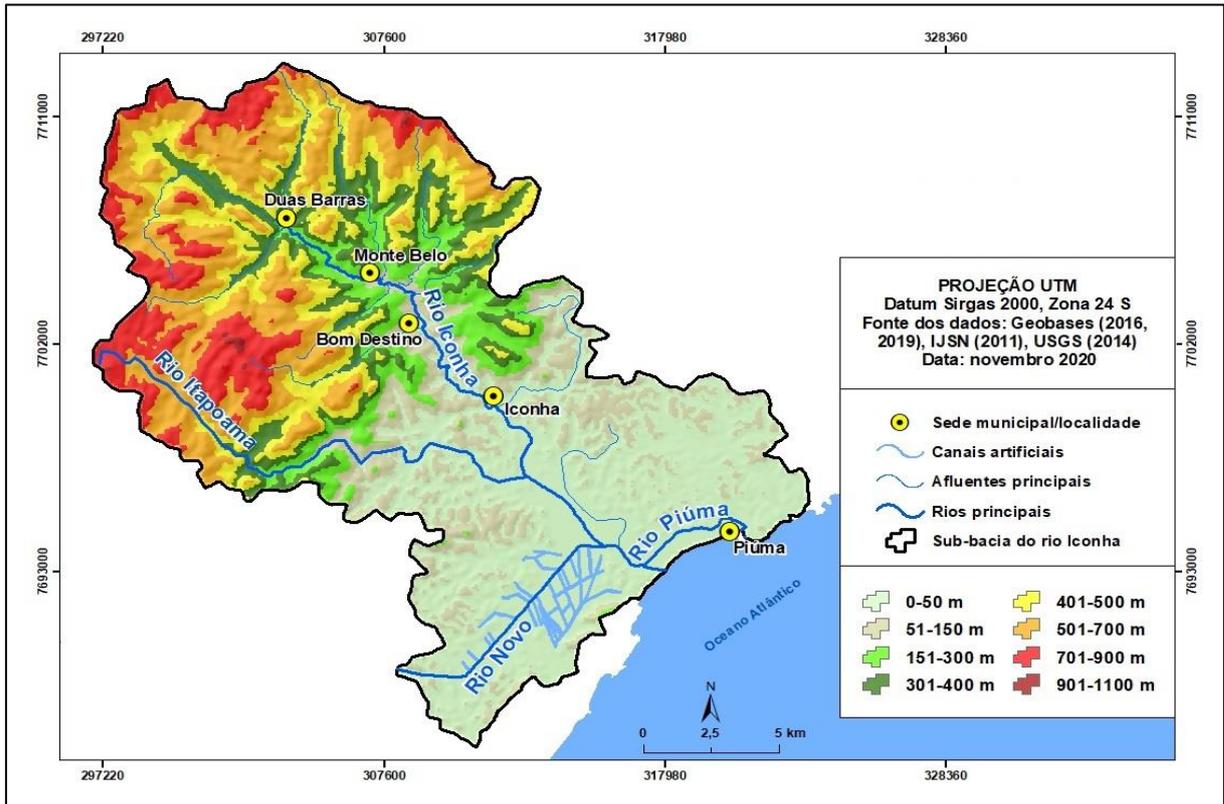
Elaborado pelos autores.

Os níveis de base locais na sub-bacia do rio Iconha podem ser encontrados, sobretudo, na forma de corredeiras e cachoeiras ocorrentes nos principais cursos d'água da sub-bacia e também em seus afluentes, sugerindo um expressivo controle da rede de drenagem pelos *knickpoints*, que também podem ocorrer em locais menos salientados na paisagem.

Segundo Bricalli (2016), o mapa hipsométrico é uma importante ferramenta nos estudos geomorfológicos, especialmente os tectônicos, por indicar diferenças altimétricas que podem ter gênese morfoestrutural, geradas por erosão diferencial pelas diferenças da litologia das rochas ou morfotectônica. A partir do mapa hipsométrico gerado para a sub-bacia do Iconha (Figura 4) é possível compreender com mais detalhe as características altimétricas do seu relevo, marcado pela presença das áreas mais altas no seu interior e pela transição para áreas mais baixas à medida que se aproxima da faixa litorânea, com uma amplitude altimétrica de aproximadamente 1100 m.

Embora tenha uma extensão relativamente curta, de 24 km, o rio Iconha apresenta processos morfodinâmicos distintos ao longo do seu trajeto, tornando-o um curso d'água passível de ser compartimentado em alto, médio e baixo cursos. Em geral, os cursos superiores dos rios são marcados por relevo elevado, alta declividade das vertentes, corredeiras com alta velocidade das águas, predomínio de processos erosivos e leito com lajedos, cascalho e areia grossa. Os cursos médios fluviais são caracterizados por relevo ondulado, diminuição da declividade e da velocidade d'água, baixa erosão e pouca deposição, sedimentos arenosos e pouco cascalho no canal. Por sua vez, os cursos inferiores dos rios caracterizam-se por relevo suave a plano, declividade e velocidade da água baixas, grandes planícies de inundação e predominância de processos deposicionais.

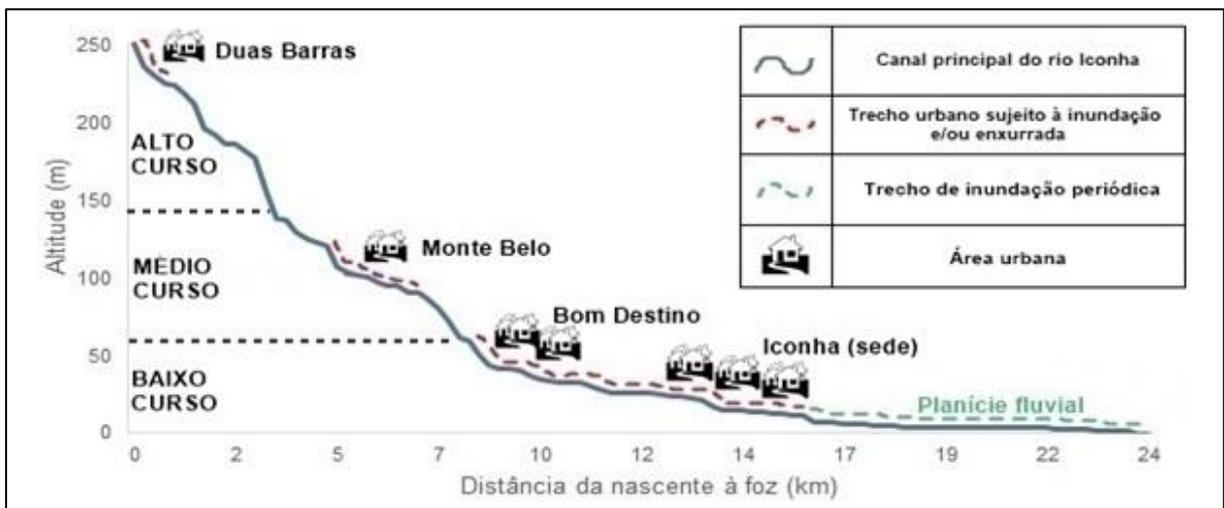
Figura 4 - Mapa hipsométrico da sub-bacia de drenagem do rio Iconha.



Elaborado pelos autores.

Com a análise do perfil longitudinal do rio Iconha (Figura 5), é possível constatar que o rio transita de maiores para menores altitudes em curtas distâncias, o que promove maior velocidade de fluxo. No seu perfil longitudinal é possível observar consideráveis rupturas de declividade, indicando níveis de base locais que promovem o controle estrutural da rede de drenagem e a maior velocidade do fluxo hídrico, resultando na chegada mais enérgica d'água (enxurrada) em setores a jusante em períodos de intensa e concentrada precipitação pluvial.

Figura 5 - Perfil longitudinal do rio Iconha com destaque para trechos sujeitos à inundação e/ou enxurrada.

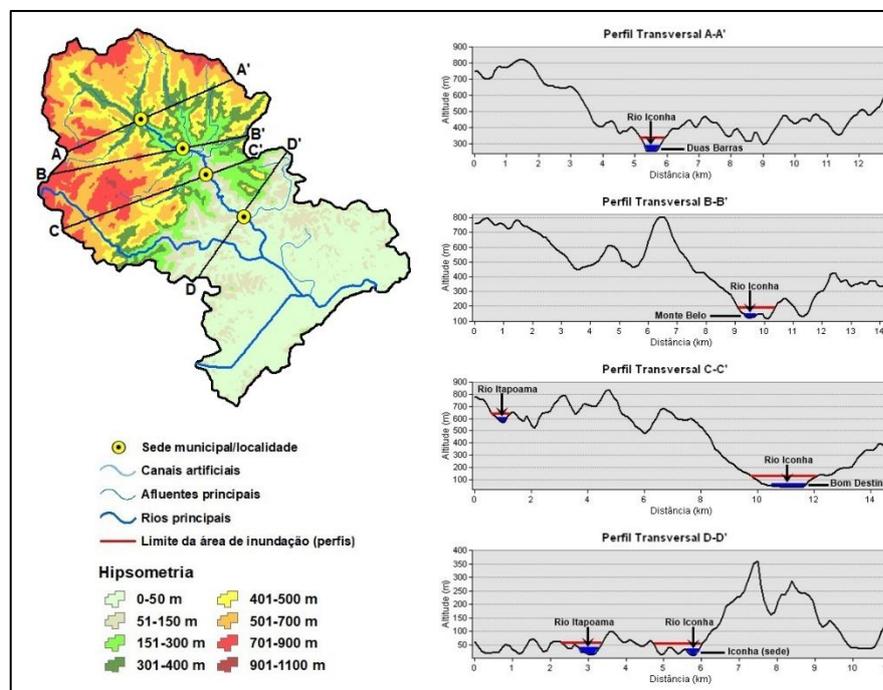


Elaborado pelos autores.

Ademais, suas margens são consideravelmente ocupadas por áreas urbanas, sendo todas sujeitas à inundações e enxurradas. O curso d'água percorre em maior parte áreas de baixas altitudes e ocorre o predomínio de cultivos agrícolas em suas margens. Tal fato condiciona a remoção da vegetação ciliar e, com a sua ausência, há o agravamento do assoreamento no leito do rio, mais vulnerável a receber material detrítico e de outras naturezas e que, consequentemente, impacta na ocorrência e na magnitude das inundações. Outro ponto de destaque neste âmbito é a eventual utilização de agrotóxicos que contaminam os lençóis freáticos e o próprio rio.

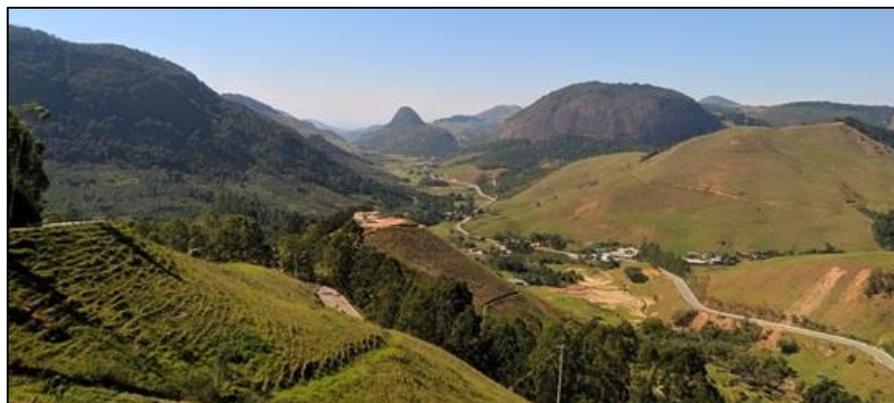
A análise dos perfis transversais (Figura 6) indica que as comunidades de Duas Barras e Monte Belo encontram-se edificadas em vales mais entalhados pela incisão fluvial do rio Iconha (Figura 7) e seus afluentes, sendo cercadas por relevo de maior altimetria e de declividade mais acentuada que, consequentemente, faz com que as inundações e enxurradas ocorram de forma mais concentrada em diferentes trechos dos vales fluviais e com que o escoamento superficial do excesso d'água advindo do extravasamento da cota máxima de inundação seja mais confinado que o observado na comunidade de Bom Destino e na sede municipal de Iconha e adjacências, rodeadas por áreas de relevo de menor altimetria e declividade.

Figura 6 - Perfis transversais traçados na sub-bacia de drenagem do rio Iconha.



Elaborado pelos autores.

Figura 7 - Vista a jusante para o vale do rio Iconha a partir do município de Rio Novo do Sul.

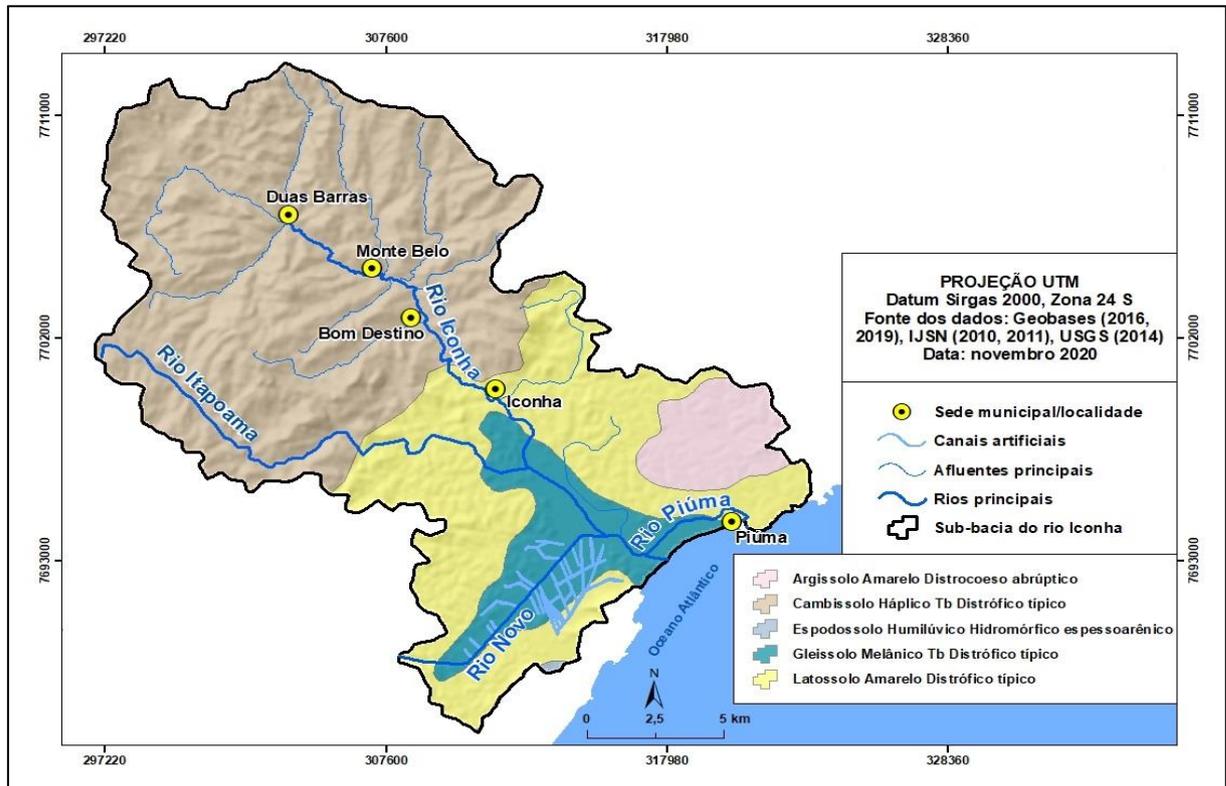


Fonte - acervo pessoal de Vinícius Pontini (set. 2020).

Nota-se que nestas áreas há o desenvolvimento de planícies fluviais e de inundações mais largas que recebem o excesso do volume d'água em períodos de cheia. Essas planícies são amplamente ocupadas por tais áreas urbanas que, em conjunto com outras alterações antrópicas diretamente nos rios e no uso e cobertura da terra na sub-bacia, como criação de áreas de cultivo agrícola e pastagens muito próximas ao curso d'água, potencializam os efeitos das inundações e enxurradas na área.

As duas classes de solos (Figura 8) predominantes na sub-bacia são a do Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, com 196,11 km<sup>2</sup> ou 56,52 % da bacia e a do Latossolo Amarelo Distrófico típico, com 95,53 km<sup>2</sup> ou 27,53 % da bacia.

Figura 8 - Mapa de classes de solos da sub-bacia de drenagem do rio Iconha.



Elaborado pelos autores.

O Cambissolo Háplico compreende solos minerais, não hidromórficos, bem drenados, pouco profundos a profundos, com sequência de horizontes A, B, C, sendo caracterizado pela presença de um horizonte B incipiente e com ocorrência de minerais facilmente intemperizáveis e fragmentos da rocha matriz no perfil (AGERH, 2018). Este tipo de solo apresenta restrições à exploração agrícola. De acordo com Deina (2013), é um solo de baixíssima permeabilidade e pouco profundo e, geralmente, cascalhento, sendo considerado jovem por conter minerais primários e altos teores de silte, mesmo em horizontes superficiais.

Em contrapartida, em virtude do emprego da mecanização agrícola e de irrigação, extensas áreas de ocorrência desse solo na sub-bacia do rio Iconha são utilizadas amplamente no cultivo agrícola, onde predominam as culturas do café e da banana, além de práticas de silvicultura.

O grau de suscetibilidade dos Cambissolos à erosão varia, dependendo da sua profundidade, da declividade do terreno, dentre outros fatores (GUERRA e BOTELHO, 1998). Seu caráter típico significa que não apresenta características extraordinárias ou intermediárias para outras classes, representando o conceito central da classe (SANTOS et al., 2018). Na sub-bacia, encontram-se em áreas interioranas, a montante, caracterizadas pelas mais elevadas cotas altimétricas e pela alta declividade do relevo.

Por sua vez, os Latossolos representam um grupamento de solos com horizonte B latossólico. O critério utilizado na sua identificação é o desenvolvimento de horizonte B diagnóstico latossólico, em sequência a qualquer tipo de horizonte A e aumento de teor de argila do horizonte A para o B pouco acentuado. A cor do horizonte diagnóstico subsuperficial do solo é Amarelo.

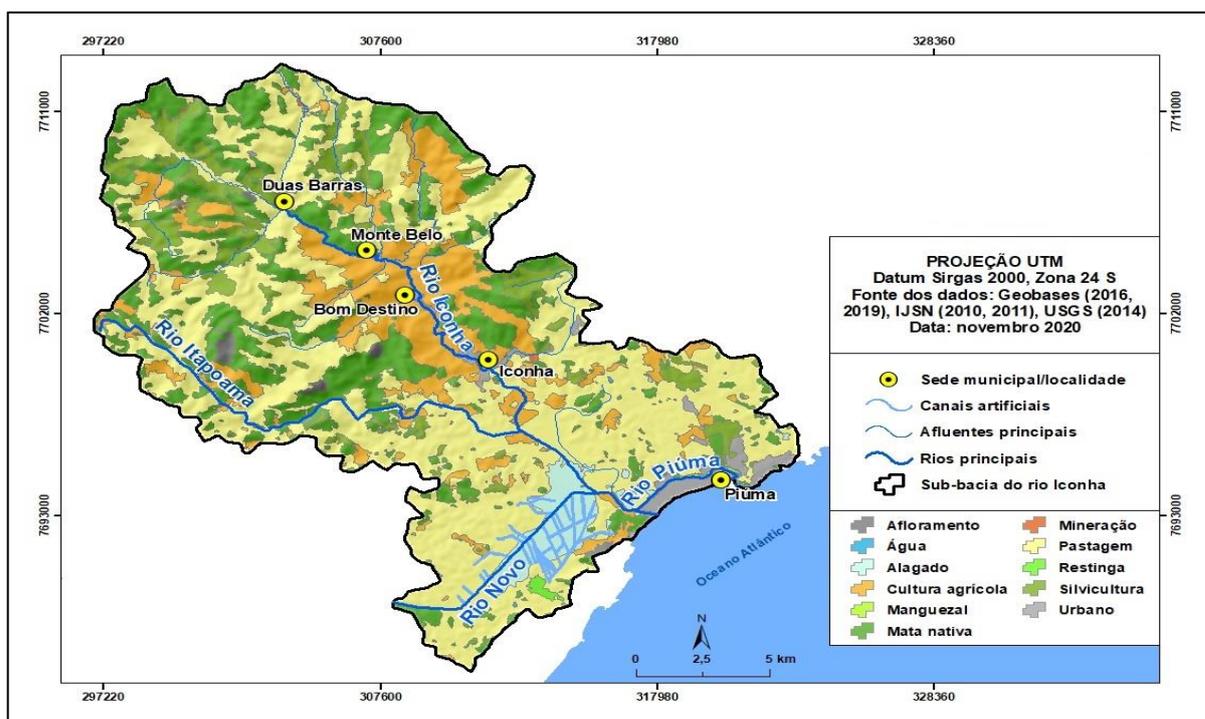
Geralmente, é bem drenado e apresenta alta profundidade. Quando Amarelo, é marcado pela inexistência de horizonte O superficial, horizonte A de espessura e concorrências líticas variadas e principalmente, horizonte B latossólico rico em alumínio. São solos, em geral, profundos e bem estruturados, sempre ácidos, nunca hidromórficos, todavia são pobres em nutrientes para as culturas (AGERH, 2018). Sua gênese provém dos mais diversos tipos de rochas e sedimentos sob várias condições climáticas e vegetativas.

Frequentemente, os Latossolos apresentam reduzida suscetibilidade à erosão em virtude da boa drenagem e permeabilidade e a pouca diferenciação no teor de argila do horizonte A para o B (GUERRA e BOTELHO, 1998). Na sub-bacia do rio Iconha, localizam-se, sobretudo, em áreas de hipsometria e declividade do relevo mais baixos quando comparados àqueles de ocorrência dos Cambissolos. Ambos os solos podem, aliados à rede de drenagem e à dimensão dos perfis, favorecer a mecanização e práticas agrícolas variadas, com ou sem irrigação.

Outra classe de solo que merece menção é a dos Gleissolos, que ocupam planícies aluviais, várzeas e áreas deprimidas por todo o Brasil e que, no contexto da sub-bacia do rio Iconha, ocorrem predominantemente no vale do Orobó, em uma área amplamente marcada pela interferência antrópica na rede de drenagem com a construção de canais artificiais. De acordo com Guerra e Botelho (1998), são classificados como Glei Melânico quando apresentam, sobre o horizonte gleizado diagnóstico, um horizonte A espesso, escuro e com teor relativamente elevado de matéria orgânica. Quando distróficos, são muito ácidos e, quanto à erosão, não apresentam consideráveis limitações por se localizarem em áreas planas que não favorecem o escoamento superficial.

Quanto ao uso e cobertura da terra (Figura 9), as áreas de pastagem correspondiam à classe de maior abrangência na sub-bacia do rio Iconha, ocupando 172,45 km<sup>2</sup> ou 49,7 % da bacia. Elas estão majoritariamente situadas nas áreas de relevo e topografia mais planas, o que favorece o desenvolvimento deste uso, onde realizam-se atividades pecuárias tanto de corte quanto de leite.

Figura 9 - Mapa de uso de cobertura da terra da sub-bacia de drenagem do rio Iconha.



Elaborado pelos autores.

As áreas de mata nativa correspondiam à segunda classe mais abrangente na sub-bacia, com 71,42 km<sup>2</sup> ou 20,59 % da bacia. Esta classe se localiza, predominantemente, nas áreas interioranas da bacia com predomínio do domínio cristalino, representando coberturas vegetais remanescentes de Mata Atlântica. Por sua vez, as áreas de cultivos agrícolas eram a terceira classe mais expressiva, correspondendo a 54,93 km<sup>2</sup> ou 15,83 % da sub-bacia. A distribuição da classe pela bacia ocorre de maneira heterogênea: está mais concentrada nas áreas a montante, sobretudo no vale do rio Iconha, embora também seja encontrada em áreas a jusante, geralmente próxima aos principais cursos d'água.

Com o desenvolvimento de atividades agropecuárias próximas aos cursos d'água (Figura 10), ocorre a maior pré-disposição de carga detrítica altamente passível de ser carregada pelas chuvas diretamente para o leito dos cursos d'água, gerando pontos de assoreamento que impactam na vazão fluvial e diminuem a área ocupada pela água dos rios especialmente em episódios de intensa precipitação pluvial, o que agrava os efeitos das inundações e enxurradas.

Figura 10 - Vista a jusante de um trecho do rio Iconha com área de pastagem à margem esquerda e com cultivo agrícola de banana à margem direita.



Fonte - acervo pessoal de Vinícius Pontini (set. 2020).

Embora seja apenas a sexta classe mais abrangente na sub-bacia, com 7,56 km<sup>2</sup> que equivalem a apenas 2,18% dela, as áreas urbanas serão destacadas pois são nelas que se materializam os efeitos mais expressivos e negativos das inundações e enxurradas ocorrentes na sub-bacia. O surgimento e a expansão das áreas urbanas estão estritamente relacionados ao crescimento populacional, que atingiu de forma significativa todos os municípios presentes na sub-bacia do rio Iconha. Uma vez que as áreas dos municípios de Anchieta, Itapemirim e Rio Novo do Sul inseridas nos limites da sub-bacia do rio Iconha são pequenas e predominantemente rurais e sendo os municípios de Iconha e Piúma os únicos cujos territórios estão inseridos totalmente neste recorte espacial, levantaram-se informações sobre o crescimento populacional apenas destes dois municípios, presentes na Tabela 1. Optou-se por apresentar os dados a partir de 1970 pelo fato do município de Piúma ter sido fundado pela Lei Estadual nº 1908, de 24 de dezembro de 1963, desmembrado de Iconha.

Tabela 1 - Crescimento populacional nos municípios de Iconha e Piúma (ES).

MUNICÍPIO	1970	1980	1991	2000	2010	2020	TAXA DE CRESCIMENTO APROXIMADO (%)
Iconha	7.604	8.282	10.172	11.481	12.523	13.973	83.76
Piúma	3.583	5.345	9.430	14.987	18.123	22.053	515.49
<b>TOTAL</b>	<b>11.187</b>	<b>13.627</b>	<b>19.602</b>	<b>26.468</b>	<b>30.646</b>	<b>36.026</b>	<b>222.03</b>

Obs.: as taxas foram calculadas considerando a diferença populacional entre o primeiro ano e o último ano para cada município e a população total somada de ambos. Fonte: IBGE (1970, 1980, 1991, 2000, 2010, 2020). Os dados de 2020 são de população estimada, ao passo que os demais correspondem aos censos demográficos. Organizado pelos autores.

Observa-se que embora suas populações atuais estimadas sejam pequenas, no período considerado ambos os municípios apresentaram elevado crescimento populacional, com destaque para Piúma. Um ponto que merece ser ponderado é que a totalidade da população não se encontra apenas em áreas urbanas, mas também em rurais. Pela dificuldade de localização ou inexistência das informações sobre populações rurais dos municípios nos primeiros censos demográficos, optou-se por levar em consideração a população total, sem distinção em urbana ou rural.

Enquanto Iconha é um município não litorâneo e que possui as atividades agropecuárias como os principais motores da sua economia, com destaque para a produção de café e banana, Piúma, por sua vez, possui saída para o mar e tem no turismo o setor mais rentável da sua economia, recebendo anualmente milhares de turistas provenientes de outros municípios capixabas e também de outros estados, principalmente na alta temporada (meses de verão) e que se deslocam ao município buscando desfrutar, sobretudo, de suas praias, que são majoritariamente urbanizadas. A praia mais frequentada é a de Acaiaca, localizada na sede municipal entre os dois exutórios da sub-bacia e que vem sofrendo com a erosão marinha nos últimos anos (Figura 11).

Figura 11 - Erosão marinha na praia de Acaiaca, Piúma (ES).



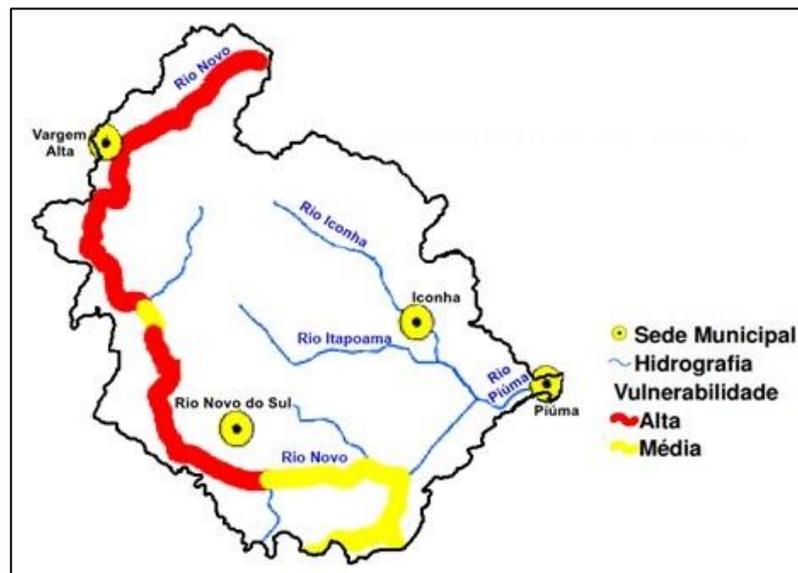
Fonte - acervo pessoal de Vinícius Pontini (jul. 2018)..

### **INUNDAÇÕES E ENXURRADAS NO MUNICÍPIO DE ICONHA**

Na sub-bacia do rio Iconha, a ocorrência destes fenômenos hidrológicos acontece de maneira esporádica nos períodos de cheia dos rios que formam seu sistema de drenagem. Apesar de comumente se observar as inundações, em um cenário geral, ocorrendo nos baixos cursos dos rios ou das bacias, em virtude da baixa topografia e declividade do terreno que condicionam o acúmulo de água extravasada nas áreas marginais dos cursos d'água, também se sucedem inundações no alto curso da bacia, a montante. É importante salientar que todas as principais áreas urbanas da sub-bacia (sedes municipais de Iconha e Piúma e comunidades de Duas Barras, Monte Belo e Bom Destino) se edificaram ao longo dos seus principais cursos d'água. Embora sejam fenômenos naturais, as inundações e enxurradas podem ter seus efeitos e conseqüências potencializados pelas interferências do ser humano nas bacias.

O Atlas da Vulnerabilidade à Inundações do Estado do Espírito Santo, produzido pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2014), revela que a bacia de drenagem do rio Novo, à qual a sub-bacia do rio Iconha integra, possui determinados setores onde os cursos d'água são sujeitos à ocorrência de inundações, como mostra a Figura 12.

Figura 12 - Mapa de vulnerabilidade à inundação em cursos d'água da bacia de drenagem do rio Novo.

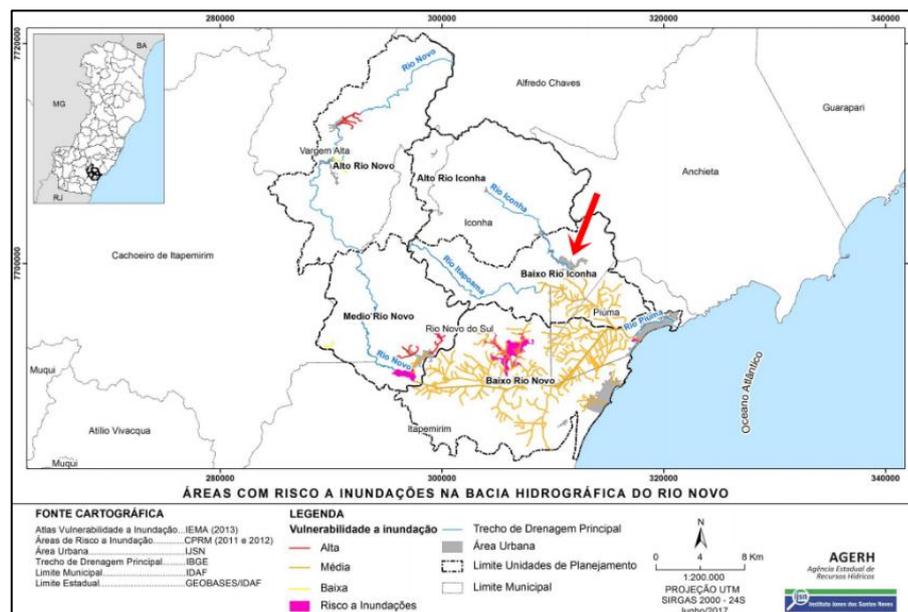


Fonte - ANA (2014). Adaptado pelos autores.

Nota-se que, segundo o mapa, os trechos considerados como altamente vulneráveis à inundação são todos correspondentes ao rio Novo, desde a sua nascente até próximo à sede de Rio Novo do Sul. Em adição a isso, o rio Iconha, que possui um significativo histórico de inundações, não possui nenhum trecho do seu curso demarcado no mapeamento como vulnerável à ocorrência de tal fenômeno.

Em documento disponibilizado pela AGERH (2018) foi realizado, dentre outras coisas, um mapeamento apontando áreas com riscos de inundação na bacia do rio Novo (Figura 13), levando em consideração, na metodologia empregada, dados fornecidos pelo Atlas de Vulnerabilidade às Inundações do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, de 2013, setorizações de riscos geológicos executados pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM), de 2011 a 2015 e informações sobre desastres da Defesa Civil do Espírito Santo.

Figura 13 - Mapa das áreas com risco de inundações na bacia de drenagem do rio Novo. A seta vermelha destaca a área urbana (em cinza) da sede municipal de Iconha.



Fonte - AGERH (2018). Adaptado pelos autores.

No referido mapeamento é notória a maior incidência e risco às inundações no baixo curso da bacia e, em relação à vulnerabilidade à inundações, observa-se que os setores urbanos indicados com alta vulnerabilidade correspondem às sedes municipais de Vargem Alta (alto curso) e Rio Novo do Sul (baixo curso). Vargem Alta possui sua sede cortada pelo rio Novo, ao passo que a de Rio Novo do Sul é atravessada pelo córrego Pau d'Alho, afluente do rio Novo.

Em contrapartida, também se nota que a área urbana correspondente à sede de Iconha não é cruzada pelos dados vetoriais em formato de linha correspondentes à vulnerabilidade à inundações, sendo margeada pontualmente pela linha que expressa média vulnerabilidade (cor laranja). Portanto, observa-se a ausência de menção às inundações periódicas ocorrentes no rio Iconha em ambos os documentos/mapeamentos e que podem comprometer ações de planejamento, uma vez que tais trabalhos são importantes instrumentos para tomadas de decisão.

Segundo reportagem do jornal A Gazeta, o município de Iconha possui um significativo histórico de inundações e enxurradas, que são registradas desde 1942, tanto na sede quanto em outros distritos (RIBEIRO, 2020). O episódio de inundações de alta magnitude mais recente na sub-bacia do rio Iconha data do dia 17 de janeiro de 2020 (Figura 14), quando fortes chuvas atingiram as áreas das cabeceiras dos rios principais, a montante, e repercutiram também em áreas a jusante. Na ocasião, o nível d'água do rio Iconha subiu mais de quatro metros.

Figura 14 - Inundações na sede municipal de Iconha em decorrência das fortes chuvas de 17 de janeiro de 2020.



Fonte - Portal Vale Notícias, 22 jan. 2020. Disponível em:

<https://www.portalvalenoticias.com.br/noticia/994/cidades-do-es-entram-em-estado-de-calamidade-publica-apos-enchentes>. Acesso em: 26 ago. 2020.

Adaptado pelos autores.

A sede municipal de Iconha encontra-se edificada em uma área de planície de inundações do rio Iconha e é, em partes, cercada por um relevo marcado por vertentes de declividades onduladas e forte onduladas e cujas encostas não são totalmente vegetadas, como pode-se observar na Figura 14, havendo maiores chances, em episódios de intensas precipitações fluviais, dos sedimentos gerados serem carreados ao fundo do vale, assoreando o rio e, conseqüentemente, potencializando os efeitos das inundações.

No dia 22 de janeiro de 2020, o Governo Federal reconheceu o decreto de estado de calamidade pública para quatro municípios capixabas, sendo três deles situados na bacia do rio Novo: Iconha, Rio Novo do Sul e Vargem Alta, além de Alfredo Chaves. Estes foram os municípios mais atingidos pelas chuvas do mês no Espírito Santo e que tiveram outros efeitos materiais além das inundações e enxurradas em si, como destruição de pontes (Figura 15), rodovias e edificações em geral, suspensão do fornecimento de água, energia elétrica, telefone e serviços similares, perda/escassez de produtos

básicos em supermercados e comércios correlatos, como alimentos e materiais de higiene pessoal e limpeza e o completo isolamento de algumas comunidades interioranas por via terrestre. Em Iconha, quatro pessoas morreram vítimas das inundações e enxurradas.

Figura 15 - A) Passarela improvisada de madeira sobre o rio Iconha na sede municipal do município homônimo. B) Construção de uma nova ponte sobre o ribeirão Monte Alegre na comunidade de Duas Barras, município de Iconha. Ambas as pontes pré-existentes foram destruídas no episódio de inundações e enxurradas na sub-bacia do rio Iconha em janeiro de 2020.



Fonte - acervo pessoal de Vinícius Pontini (set. 2020).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os mapeamentos temáticos propostos e as inter-relações estabelecidas entre os diversos dados vetoriais físico-sociais levantados, foi possível constatar que determinadas áreas da sub-bacia do rio Iconha, de montante a jusante, são vulneráveis à ocorrência de inundações e enxurradas, ora mais, ora menos intensas.

Neste sentido, a adoção da noção sistêmica, onde os diversos componentes internos e externos ao sistema fluvial são considerados e interpretados não apenas de maneira fragmentada, mas em sua totalidade, considerando que quaisquer alterações em cada um deles, por menores que sejam, podem comprometer em diferentes níveis o funcionamento do sistema como um todo, se mostra como extremamente relevante e importante no planejamento de intervenções antrópicas. Trata-se de um sistema de natureza físico-social complexa onde qualquer mudança de grande impacto deve ser bem estudada.

Outro ponto que merece destaque é a não correspondência dos mapeamentos de áreas e trechos inundáveis na bacia do rio Novo da ANA e da AGERH à realidade, sobretudo no que diz respeito ao rio Iconha, permitindo concluir que tais documentos possuem fragilidades consideráveis para orientar ações de planejamento e tomadas de decisão quanto às inundações e enxurradas na bacia.

Com os resultados alcançados por meio das opções teóricas-conceituais e metodológicas adotadas, foi possível expor uma parcela da complexidade advinda das interações em diversos níveis entre agentes naturais e antrópicos na sub-bacia do rio Iconha. Considerando que estudos de quaisquer naturezas e desenvolvidos em espaços acadêmicos sobre este recorte espacial são escassos, esta pequena parcela exposta se mostra significativa para promover o avanço nos estudos sobre ele, especificamente os fluviais.

## REFERÊNCIAS

- AGERH – AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Diagnóstico e prognóstico das condições de uso na Bacia Hidrográfica do Rio Novo**. Relatório da etapa A – diagnóstico e prognóstico. 2018. Disponível em: [https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documenta%C3%A7%C3%A3o%20CBHs/Rio%20Novo/REA\\_DiagnosticoPrognostico\\_CBH%20RioNovo.pdf](https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documenta%C3%A7%C3%A3o%20CBHs/Rio%20Novo/REA_DiagnosticoPrognostico_CBH%20RioNovo.pdf). Acesso em: 30 de março de 2020.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Portal HidroWeb** – Sistema de Informações Hidrológicas. Estações fluviométricas e pluviométricas. 2012. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf>. Acesso em: 15 de dezembro de 2019.
- \_\_\_\_\_. **Vulnerabilidade à inundações do estado do Espírito Santo**. 2014. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?uuid=2cbc59f2-e09f-4c19-9bd6-9f05d70cdd02>. Acesso em: 30 de março de 2020.
- AMARANTE, O. C.; SILVA, F. J. L.; ANDRADE, P. E. P. **Atlas eólico: Espírito Santo**. Vitória: Agência de Serviços Públicos de Energia do Estado do Espírito Santo – ASPE, 2009. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas\\_eolico/atlas\\_eolico\\_ES.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/atlas_eolico_ES.pdf). Acesso em: 26 de março de 2020.
- BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.) **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-116.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 29 de março de 2020.
- BRICALLI, L. L. Procedimentos metodológicos e técnicas em geomorfologia tectônica. **Revista Espaço Aberto**, n. 1, p. 75-110, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/5239/3860>. Acesso em: 26 de outubro de 2019. <https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2016.5239>
- CEMADEN – CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. **Ameaças naturais: enxurrada**. 2016. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/enxurrada/>. Acesso em: 02 de maio de 2020.
- CHORLEY, R.; HAGGETT, P. **Modelos integrados em Geografia**. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 1974.
- COELHO, A. L. N. Bacia hidrográfica do rio Doce (MG/ES): uma análise socioambiental integrada. **Revista Geografares**, n. 7, p. 131-146, 2009. <https://doi.org/10.7147/GEO7.156>
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. p. 93-148.
- DAMASCO, F. S.; CUNHA, S. B. Inundações em bacias hidrográficas urbanas. In: DAMASCENO, I.; MALHEIROS, T. (Orgs.) **Espaços plurais**. Rio de Janeiro: Consequência, 2018. p. 359-384.
- DEINA, M. A. Alterações hidrogeomorfológicas no baixo curso do rio Jucu (ES). **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Vitória: Ufes. 2013.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE – ESRI. **ArcGIS 10.3**. 2014.
- GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.
- GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. Erosão dos solos. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.) **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p.177-223.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos demográficos**: 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/>. Acesso em: 30 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Mapas interativos do IBGE**: base de dados geográficos. 2015. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 de dezembro de 2019.

\_\_\_\_\_. **População estimada para os municípios de Iconha e Piúma**: 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 02 abr. 2020.

IJSN/CGEO – INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES / COORDENAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO. **Base de dados geográficos**: 2010, 2011, 2012, 2018. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/>. Acesso em: 05 de março de 2018.

LASZLO, J. M. O perfil longitudinal e a compartimentação dos rios Aguapé e Peixe. In: XI Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2016, Maringá. **Anais...** Maringá: Editora EDUEM, 2016. p. 1-5. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/3/3-268-1099.html>. Acesso em: 08 de junho de 2020.

MARQUES NETO, R. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. **Revista GEOGRAFIA (Londrina)**, n. 2, p. 67-87, jul./dez. 2008.

MICROSOFT CORPORATION. **Microsoft Excel**. 2019.

RIBEIRO, I. Chuva em Iconha: a história de destruição na cidade em grandes enchentes. **A Gazeta**, Vitória, 23 jan. 2020. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/es/sul/chuva-em-iconha-a-historia-de-destruicao-na-cidade-em-grandes-enchentes-0120>. Acesso em: 02 de abril de 2020.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SARTÓRIO, M. V. O.; COELHO, A. L. N. A contribuição da abordagem sistêmica nos estudos fluviais urbanos. **Revista Ciência Geográfica**, p. 710-728, jan./dez. 2019.

SISTEMA INTEGRADO DE BASES GEOESPACIAIS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – GEOBASES 2.0. **Navegador geográfico, feições**: 2016, 2019. Disponível em: <https://www2.geobases.es.gov.br/publico/AcessoNavegador.aspx?id=142&nome=N>. Acesso em: 15 de dezembro de 2019.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Earth Explorer**. Shuttle Radar Topography Mission – SRTM. 2014. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 19 de dezembro de 2019.

---

Recebido em: 02/12/2020

Aceito para publicação em: 02/02/2021