



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**RELAÇÃO ENTRE INDICADORES POPULACIONAIS E  
O HAND: MAPEAMENTO DA EXPOSIÇÃO E  
SENSIBILIDADE DE ÁREAS COM POTENCIAL A  
INUNDAÇÃO NAS MANCHAS URBANAS DE VILA  
VELHA - ES**

Allan Henrique Lima Freire

Monografia apresentada ao curso de PopEA - População, Espaço e Ambiente: CST-310-3 e SER 457-3, como requisito parcial a obtenção do título de mestre em Sensoriamento Remoto, sob orientação do Dra. Silvana Amaral e Dr. Antônio Miguel Monteiro.



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**RELAÇÃO ENTRE INDICADORES POPULACIONAIS E  
O HAND: MAPEAMENTO DA EXPOSIÇÃO E  
SENSIBILIDADE DE ÁREAS COM POTENCIAL A  
INUNDAÇÃO NAS MANCHAS URBANAS DE VILA  
VELHA - ES**

Allan Henrique Lima Freire

Monografia apresentada ao curso de PopEA - População, Espaço e Ambiente: CST-310-3 e SER 457-3, como requisito parcial a obtenção do título de mestre em Sensoriamento Remoto, sob orientação do Dra. Silvana Amaral e Dr. Antônio Miguel Monteiro.

2021

## RESUMO

Eventos de inundação em regiões urbanas é problema em diversas regiões do mundo e que atinge milhões de pessoas todos os anos que ocupa essas áreas vulneráveis, provocando mortes e prejuízos materiais. Esses eventos estão cada vez mais devastadores por causa das mudanças climáticas e na diminuição dos intervalos de tempo na ocorrência de eventos climáticos extremos, além da falta ou da desproporcionalidade de gestão de políticas urbanas. Esses eventos causam graves impactos sociais e econômicos ao redor do mundo e desencadeia uma manutenção da desigualdade social entre os diferentes perfis populacionais existentes, pois diferentes populações interagem e respondem de diferentes formas para os impactos negativos gerados, principalmente as populações mais pobres que estão mais expostas e sensíveis aos impactos. Para além das características físicas que moldam o potencial de inundação no espaço geográfico, a hipótese para esse trabalho perpassa pela ideia que as características sociais e econômicas (estruturas que compõem os perfis populacionais) também conduzem a forma com que esses eventos estarão propensos a ocorrência e qual será a magnitude das consequências para a população. Por isso, o objetivo desse trabalho é realizar inferências que visam estimar e avaliar os impactos ocasionados pelos eventos de inundação urbana a partir de um viés correlativo entre população e ambiente. Esse tipo de estudo é uma tarefa crucial para evitar e/ou mitigar os impactos negativos gerados por esses eventos, nos quais os sensores remotos integrados com outras fontes de dados tem a capacidade apresentar resultados que possam auxiliar a desenvolver ferramentas de avaliação de impacto, tomadas de decisão gerencial, medidas emergenciais e planejamento urbano. Para a realização desse objetivo foi proposto utilizar metodologias de inferências geográficas em ambiente SIG para a geração dos mapas e as análises espaciais para conduzir apontamentos do trabalho. Todos processos foram conduzidos em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) nos softwares QGIS 3.18 e ArcGis Pro 2.7.2.

Palavras-chave: Inundação urbana. Exposição e sensibilidade. Indicadores populacionais. Potencialidade a inundação. Perfis populacionais.

**RELATIONSHIP BETWEEN POPULATION INDICATORS AND  
HAND: MAPPING THE EXPOSURE AND SENSITIVITY OF  
AREAS WITH POTENTIAL FLOODING IN URBAN SPOTS OF  
VILA VELHA - ES**

**ABSTRACT**

Flooding events in urban regions are a problem in many regions of the world that affect millions of people every year who occupy these vulnerable areas, causing death and material damage. These events are increasingly devastating because of climate change and the shortening of time intervals in the occurrence of extreme weather events, as well as the lack or disproportionality of urban policy management. These events cause serious social and economic impacts around the world and trigger a maintenance of social inequality between the different existing population profiles, as different populations interact and respond in different ways to the negative impacts generated, especially the poorest populations who are more exposed and sensitive to the impacts. In addition to the physical characteristics that shape the potential for flooding in geographic space, the hypothesis for this work is based on the idea that social and economic characteristics (structures that make up the population profiles) also drive the way in which these events are likely to occur and the magnitude of the consequences for the population. Therefore, the goal of this work is to make inferences that aim to estimate and evaluate the impacts caused by urban flooding events, but in this work from a correlative bias between population and environment. This type of study is a crucial task to avoid and/or mitigate the negative impacts generated by these events, in which remote sensing integrated with other data sources has the ability to present results that can help develop tools for impact assessment, managerial decision-making, emergency measures, and urban planning. To accomplish this goal, it was proposed to use geographic inference methodologies in a GIS environment for the generation of maps and spatial analyses to conduct work notes. All processes were conducted in a GIS (Geographic Information System) environment using the software QGIS 3.18 and ArcGis Pro 2.7.2.

Keywords: Urban flooding. Exposure and sensitivity. Flood potential. Exploratory Statistical Analysis. Population profiles.

## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 Mapa de localização de Vila Velha. . . . .	4
3.1 Diagrama OMT-G com os procedimentos metodológicos adotados. . . . .	5
3.2 Representação do mapeamento e classe de infraestrutura urbana do Map- biomas para Vila Velha. . . . .	6
3.3 Exemplo de superestimação de área para além do uso e ocupação consi- derado como mancha urbana. . . . .	8
3.4 Gráfico representando a área de mancha urbana com e sem ruído. . . . .	8
3.5 Resumo dos processos para obtenção do HAND. . . . .	12
4.1 Mapa de espacialização da mancha urbana de Vila Velha em 2019. . . . .	14
4.2 Mapa Coroplético descrevendo as variáveis P sobre as manchas urbanas .	15
4.3 Mapa de índice matricial entre as variáveis P . . . . .	17
4.4 Mapa de potencialidade a inundação feito pelo algoritmo HAND. . . . .	18
4.5 Mapa de exposição e sensibilidade a inundação. . . . .	19
4.6 Figura com a relação entre o mapeamento E/S a inundação e parte da região do bairro Praia da Costa. . . . .	22
4.7 Figura com a relação entre o mapeamento E/S a inundação e parte da região do bairro Cobilândia. . . . .	23

## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> . . . . .	<b>1</b>
<b>2 ÁREA DE ESTUDO</b> . . . . .	<b>3</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> . . . . .	<b>5</b>
3.1 Delimitação das manchas urbanas de Vila Velha via MapBiomas . . . . .	5
3.2 As variáveis populacionais, sua relação e a interação com o espaço geográfico . . . . .	9
3.2.1 O dado físico e identificação das áreas com potencial a inundação utilizando o HAND . . . . .	11
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> . . . . .	<b>13</b>
4.1 A espacialização e delimitação da mancha urbana . . . . .	13
4.2 Os mapas coropléticos . . . . .	14
4.2.1 A interação entre as variáveis P pela matriz de índice e a sensibilidade populacional . . . . .	15
4.3 A exposição a inundação pelo mapa de potencialidade gerado no HAND . . . . .	17
4.4 Mapa final e algumas associações dos resultados sobre a realidade do município . . . . .	18
4.4.1 Os exemplos de Praia da Costa e Cobilândia . . . . .	20
<b>5 CONCLUSÕES</b> . . . . .	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> . . . . .	<b>26</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Muitas cidades do Brasil passaram por um rápido crescimento populacional acompanhadas pelo processo de expansão urbana e da descaracterização das estruturas naturais do espaço geográfico para a inserção dos objetos antrópicos. Esse processo de transição, na maioria das vezes, ocorreu sem um planejamento adequado, que segundo RAJPUT et al. (2021) contribui para a dificuldade em manter uma estrutura política ambientalmente sustentável e socialmente resiliente.

Os processos de intensificação urbana acompanhada por um dinâmica de ocupação inadequada e deficiente de planejamento oportuniza eventos de ordem ambiental sejam potencializados, um desses eventos são os de inundação. As áreas inundáveis são regiões de transição entre ambientes aquáticos e terrestres, cujo nível da coluna d'água apresenta grandes flutuações ao longo do tempo. Ou seja, essas regiões estão suscetíveis ao acúmulo de água causado pelo transbordamento lateral de rios ou lagos ou ainda pela incidência de precipitação direta ou pela influência das águas subterrâneas (JUNK et al., 1989; PIEDADE et al., 2013).

Em um cenário urbano, as inundações urbanas se constituem pelo mesmo processo de flutuação do nível da coluna de água ocasionado pelo transbordamento das vias aquáticas em decorrência de eventos de precipitação intensa, porém a consequência do transbordamento é intensificado por causa da intervenção antrópica no ambiente (SOUZA; ROMUALDO, 2009). O contexto de um cenário de ocorrência a inundação urbana está ligado aos personagens hidrológicos (*environment* - E) como as águas dos rios, riachos, galerias pluviais que transbordam do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e atinge os personagens populacionais (*population* - P) que ocupam essas áreas urbanas densas que são utilizadas como infraestrutura urbana para moradia, transporte (ruas, rodovias e passeios), recreação, comércio, indústria, entre outros (TUCCI; BERTONI, 2003).

Uma forma de caracterizar a expansão de uma área urbanizada está relacionado com a espacialização da mancha urbana. Segundo o IBGE (2015), uma mancha urbana significa uma área densamente habitada com um aglomerado de edificações que impossibilita a representação individualizada desses objetos, sendo possível apenas realizar o contorno do conjunto das edificações dessa área edificada.

A detecção desse tipo de área se dá partir de uma identificação da unidade homogênea relacionada a presença de objetos típicos de infraestrutura urbana (LANG; BLASCHKE, 2019), que segundo FORMAN e GORDON (1986) estão distribuídas

em uma superfície delimitada não linearmente ao longo do espaço geográfico, e a sua aparência é completamente distinta em relação ao seu entorno próximo. Essa aparência traz consigo uma associação de presença e permanência de populações ao longo desses espaços. Portanto, essas áreas ajudam a delimitar o espaço geográfico alvo que deseja caracterizar uma determinada população urbana densa. Nesse caso, a delimitação das manchas urbanas do município de estudo, Vila Velha, com base na classificação da cobertura da terra realizada pela plataforma MapBiomias via Sensoriamento Remoto, servirá para selecionar o espaço limite que será caracterizado o perfil populacional da município através de variáveis retiradas do censo de 2010 e divididas por setores censitários como unidade de análise.

A intenção desse tipo de extração de informação espacializada parte do conceito que é possível relacionar e caracterizar a exposição e sensibilidade dos diferentes perfis populacionais aos eventos de inundação urbana de acordo com o cruzamento informacional de certas variáveis que descrevem quantitativamente as características populacionais (como censo demográfico do IBGE) e físicas que modelam e avaliam a potencialidade física de uma área ser inundada como é o caso do algoritmo descritor HAND (*Height Above the Nearest Drainage*).

Dessa forma, partindo da hipótese que diferentes populações interagem e recebem de diferentes formas os impactos negativos gerados, principalmente as populações mais pobres, dessa forma, idealiza a existência de uma heterogeneidade da exposição e sensibilidade da população para as inundações, mesmo que haja uma distribuição do impacto sobre o espaço, ou seja, para essa interação, há a existência de uma relação socio-hidrológica (P&E) entre humano-inundação e que afeta a forma com que eventos de inundações urbanas impactam o local e a população (MOULDS et al., 2021).

A partir da espacialização correlacionada de P&E dentro das manchas urbanas de Vila Velha, esta monografia tem como objetivo iniciar uma investigação de quais variáveis P&E podem ter mais concordância para entender a relação humano-inundação e como os tipos de perfis populacionais podem potencializar os efeitos da inundação nessas áreas. Com essas inferências extraídas o último passo é inserir as variáveis P&E para realizar as interações e correlações em SIG (Sistema de Informações Geográficas) e gerar um mapa final de exposição e sensibilidade a inundação para responder a seguinte pergunta: os mesmos efeitos causados por um evento de inundação são sensibilizados e expõem de uma mesma forma os diferentes perfis populacionais em Vila Velha?



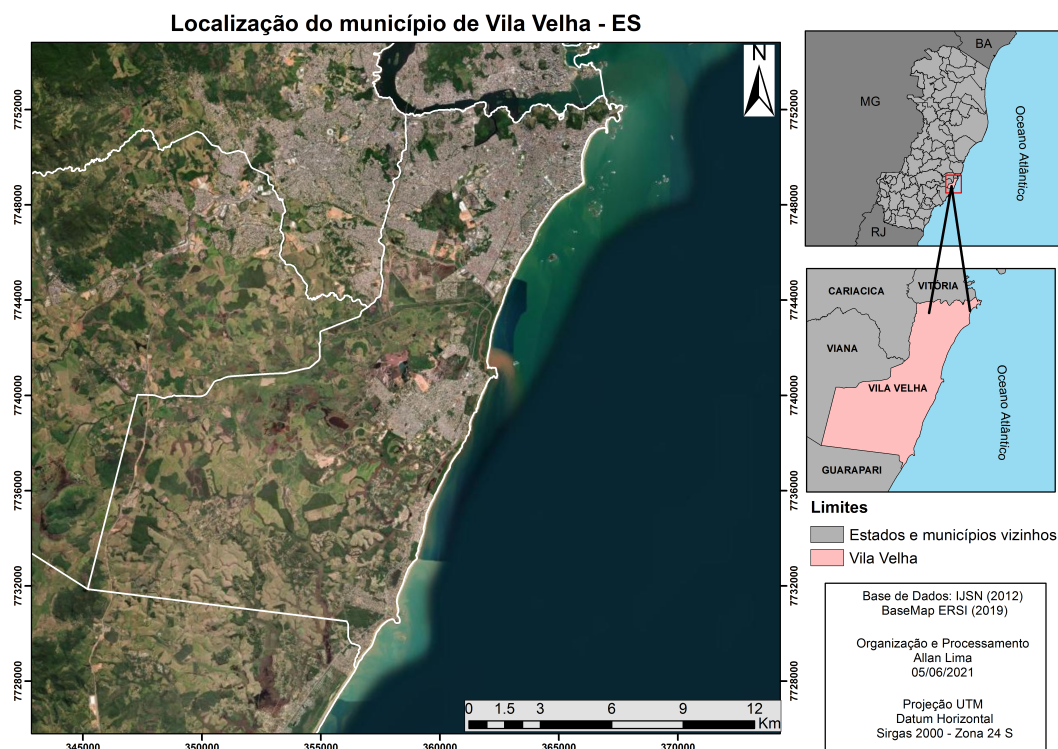
## 2 ÁREA DE ESTUDO

O município de Vila Velha foi o primeiro a ser fundado do Estado do Espírito Santo em 23 de maio de 1535 com o nome de Vila do Espírito Santo, sendo a sede da capitania do Espírito Santo até o ano de 1549, quando Vitória passou a assumir esse posto e futuramente virou a capital do Estado (GARCIA, 2011).

A cidade mais antiga do Espírito Santo, Vila Velha, segundo estimativas do IBGE (2020), ocupa o segundo lugar entre os municípios mais populosos do estado (501.325 habitantes), atrás apenas de Serra (527.240 habitantes), porém, durante o período de 1985 até 2012 (DATASUS, 2021), fruto do seu acelerado processo histórico de urbanização, ocupava o primeiro lugar. A expansão urbana do município durante esses anos de pico de crescimento populacional foi complexo e diferenciado quanto a característica do processo de determinação dos padrões de infraestrutura urbana. Ainda, os fatores históricos e geográficos foram preponderantes para determinar os locais de crescimento da cidade e os diferentes perfis populacionais residente distribuído ao longo da área urbanizada.

Atualmente, faz parte da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), conforme o mapa 2.1 e conta aproximadamente, segundo estimativas do IBGE (2020), com uma área de 210 km<sup>2</sup>, e com uma densidade demográfica de 1.952,0 hab/Km, sendo então a segunda maior concentração populacional do Espírito Santo, atrás apenas de Vitória. O município também é o segundo lugar no estado no quesito IDH com o índice no valor de 0.800, atrás apenas ~~também~~ da capital (LORENA et al., 2012).

Figura 2.1 - Mapa de localização de Vila Velha.



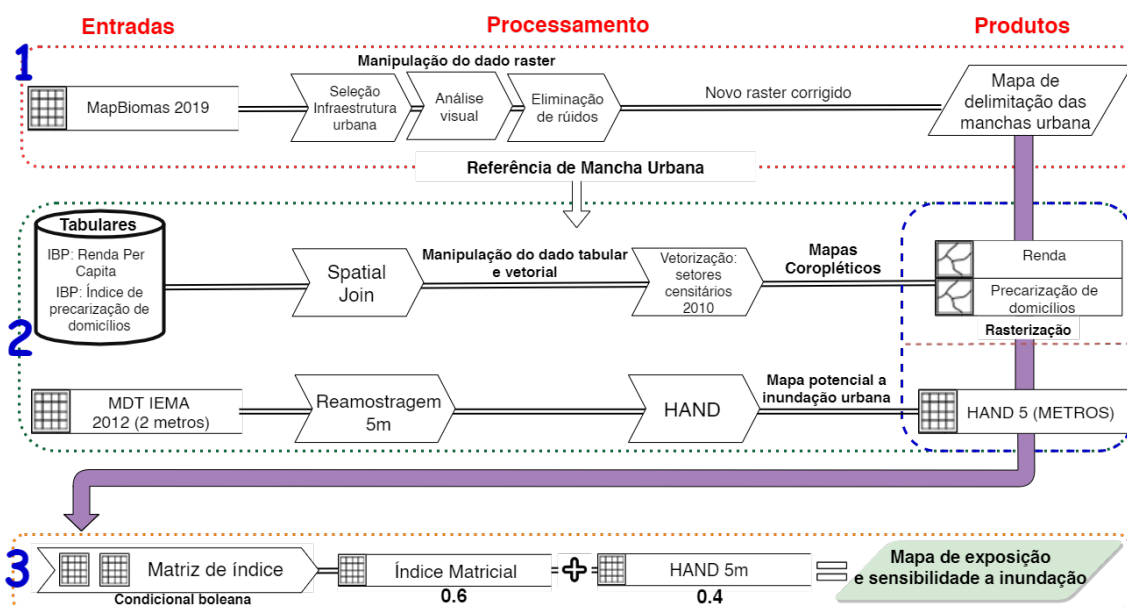
Ao longo do acelerado processo de urbanização e expansões da mancha urbana, o desenvolvimento urbano no município ocorreu mais fortemente na faixa litorânea e ao norte de Vila Velha influenciada pela proximidade com a capital Vitória e a especulação imobiliária referente a localização privilegiada próximo as praias ao longo da segunda metade do século passado e consolidada no início do século XXI (NETO, 2011). Justamente nessa área litorânea, estão os bairros mais populosos e ricos do município, como a Praia da Costa, Itapuã e Coqueiral de Itaparica (LORENA et al., 2012) e que receberam mais planejamento e infraestrutura por parte da gestão pública. No sentido oeste, os bairros mais afastados ao mar se consolidaram como menos privilégios e interesses e foram ocupados pela parcela de menor renda se comparado com os bairros litorâneos.

Por volta do final do século passado os bairros na porção centro-sul, que são caracterizados em sua maioria por áreas de invasão e assentamentos informais foram surgindo e se expandindo durante esse tempo. Atualmente essas regiões ainda contam com resquícios de áreas não consolidadas e proeminentes a expansão, mas que durante todo esse tempo nos quesitos de planejamento, ordenação e estruturação da área urbana foi suficientemente satisfatório como em áreas das regiões ao norte.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo será apresentado as fontes de dados e as metodologias desenvolvidas para a geração de todos os produtos resultantes que serão apresentados nos resultados desse estudo. Todas as etapas foram realizadas utilizando os softwares: QGIS 3.18.1 e ArcGIS Pro 2.7.2. O panorama geral dos dados de entrada, etapas, produtos gerados e metodologias adotadas, estão esquematizados no diagrama OMT-G na figura 3.1.

Figura 3.1 - Diagrama OMT-G com os procedimentos metodológicos adotados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

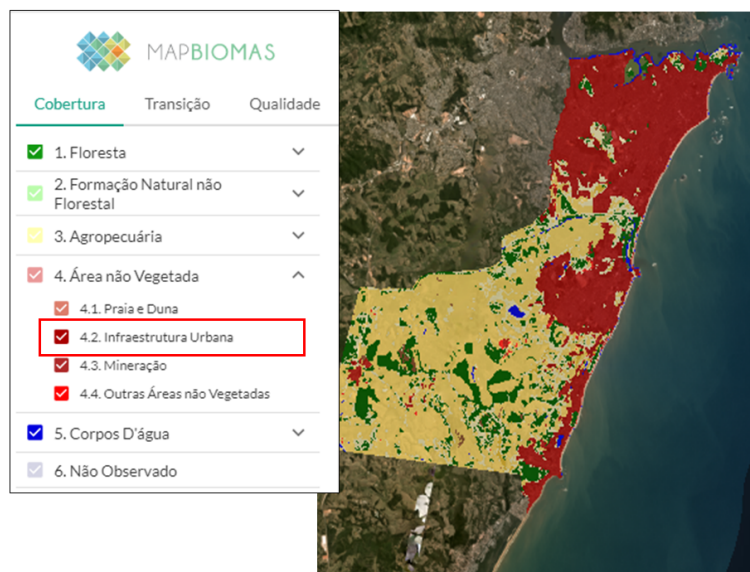
#### 3.1 Delimitação das manchas urbanas de Vila Velha via MapBiomias

O projeto MapBiomias iniciado em 2015, tem o objetivo de gerar um mapeamento em série temporal com atualização anual de classes de cobertura e uso do solo no Brasil, a partir de técnicas automatizadas em processamento em nuvem e classificação da imagem de satélite da série Landsat. Uma forma de localizar as homogeneidade presentes nos padrões de cobertura da terra é partir do uso de imagens de satélite e a delimitação dessa áreas devido a resposta espectral típica dos objetos constituintes de uma mancha urbana e que estão atrelados a uma alta frequência espacial desses elementos urbanos (JENSEN, 2009). Dados sistematizados, integrados e de fácil acesso tanto para visualização (plataforma do site) quanto para coleta (download de

planilhas e/ou produtos raster via Google Earth Engine – GEE), estão disponíveis gratuitamente ao usuário.

Pela grande quantidade de classes que compõem o classificador é possível diferenciar e caracterizar as coberturas e uso do solo de uma maneira bem diversificada, principalmente para áreas de vegetação. Mas o objetivo do trabalho é espacializar os limites principais das manchas urbanas do município de Vila Velha. Dessa forma, o enfoque foi para a classe que estava relacionada com cobertura e uso do solo para as áreas urbanas. Para esse caso, o classificador tem uma subclasse específica chamada "Infraestrutura Urbana" que está inserida dentro da classe "Área não vegetada" (figura 3.2), e que foi manuseada durante o processamento dos dados para a geração dos produtos finais.

Figura 3.2 - Representação do mapeamento e classe de infraestrutura urbana do Mapbiomas para Vila Velha.



Fonte: Adaptado de MAPBIOMAS (2021).

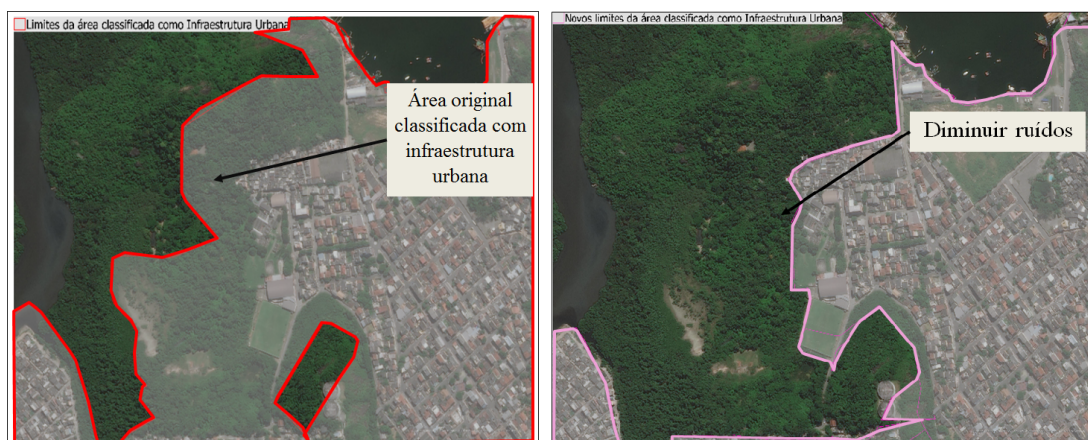
A interação com os dados e manipulação se deu a partir de técnicas de geoprocessamento. O dado bruto do raster do MapBiomas pelo GEE é possível adquirir o dado já recortado para a área de estudo. O procedimento inicial foi realizar a reprojeção de WGS 84 para o sistema de coordenadas oficial do Brasil: o SIRGAS 2000. Para localização das manchas urbanas o raster foi reclassificado e extraído apenas as informações de pixels referentes ao valor da subclasse de infraestrutura urbana.

A ideia de utilizar especificamente essa subclasse está diretamente relacionada com tentativa de localizar e espacializar as áreas mais consolidadas de espaço urbano para inferir quais os limites reais das manchas urbanas do município. A partir da manipulação dos dados raster nos ambientes SIG e com o cruzamento visual a partir de imagem de satélite de alta resolução (1 metro) para o ano de 2019 disponível no *BaseMap* do Arcgis Pro será possível localizar os limites principais de cada mancha urbana e suas respectivas variações espaciais de área ocupada através dos pixels já classificados pela plataforma. Ao final desse geoprocessamento indicado pelo passo 1 do diagrama OMT-G 3.1 será possível realizar as delimitações das áreas das manchas que serão utilizadas como referência e inserir os setores censitários que estarão interseccionando nessas áreas delimitadas.

O produto cartográfico em si, após o processamento e primeiros resultados, conseguiu demonstrar visualmente o perfil da mancha urbana de Vila Velha e a suas extensões, porém, realizando uma análise mais criteriosa com o cruzamento visual, foram encontradas diversas falhas quanto a precisão da classificação da cobertura e o uso feito pelo projeto. Por isso, algumas ruídos surgiram em determinadas regiões que não possuem características de cobertura do solo relacionado a um padrão de uso urbano, ou seja, não há presença de infraestrutura tipicamente urbana. Além disso, em determinadas áreas aonde há a presença bem esparsa de elementos presentes nas áreas urbanas o classificador também circundou essas regiões como de infraestrutura urbana, porém, conceitualmente essas regiões estão fora da área de mancha urbana do trabalho por não fazerem parte de uma área contínua e com algum nível de densidade urbana densa para serem incluídas.

O ruído, no caso da estimativa de área via sensoriamento remoto, geralmente, é ocasionado pela falta de resolução da imagem classificada que generaliza as informações da superfície terrestre contidas no pixel que possui maior dimensão geométrica em relação ao objeto imageado e conseqüentemente dificulta a classificação do tipo de cobertura do solo por causa da falta de suavização entre as transições dos limites urbanos e não urbanos (JENSEN, 2009), no caso do objetivo desse mapeamento. Já em áreas mais afastadas da efetiva região de mancha urbana, e que não foi visualizado na imagem de alta resolução de referência nenhuma presença de infraestrutura urbana (imagem apresenta a presença de pastagem ou floresta), esse ruído pode ter sido gerado pelo processamento feito pelo algoritmo que ao final classificou essa área como infraestrutura urbana. Um exemplo desse tipo de ruído está esquematizado na figura 3.3.

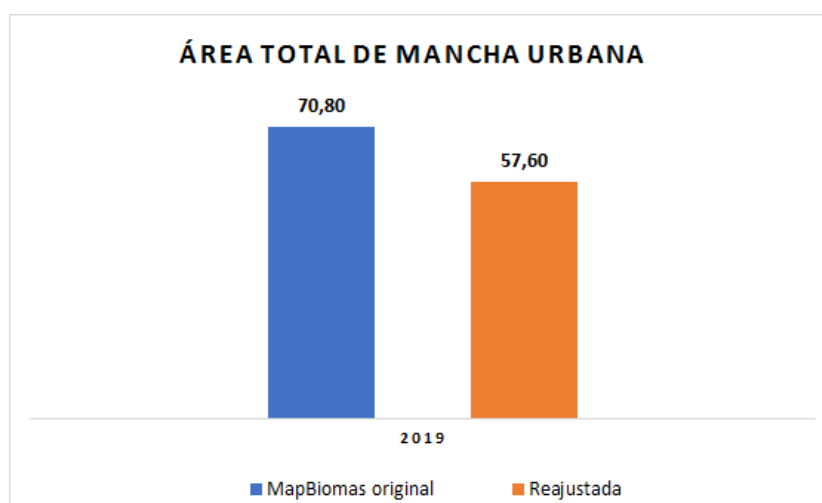
Figura 3.3 - Exemplo de superestimação de área para além do uso e ocupação considerado como mancha urbana.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses ruídos geraram uma superestimação nos valores das áreas totais mapeadas como manchas urbanas, conforme visualizado no gráfico 3.4 e essa situação pode ser um problema e interferir nas inferências espaciais que delimitarão as áreas reais de manchas urbanas e que servirão de referência para a inserção dos setores censitários já que a classificação inicial gerou estimativas de áreas e bordas fora do contexto real que o espaço geográfico demonstram como ocupação urbana.

Figura 3.4 - Gráfico representando a área de mancha urbana com e sem ruído.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tentativa de minimizar esses problemas de maneira rápida e eficiente, sem ter que realizar uma nova classificação manual do zero, foi realizado o recorte do produto final ajustado para o limite dos bairros do município e quando os limites de bairros ainda não foi suficiente para delimitar satisfatoriamente as regiões de interesse, pequenas incisões manuais no raster foram realizadas para ajustar conforme o que estava sendo dita na imagem de referência. Esses ajustes minimizaram os ruídos que aconteceu em áreas vegetadas e não vegetadas e que não apresentam nenhum tipo de infraestrutura urbana. Assim, a delimitação do produto final melhorou e a tendência de superestimativa de área de mancha urbana foi contornada.

Mas porque a necessidade de delimitar corretamente essas áreas de manchas urbanas? Conforme dito a uma relação entre áreas de manchas urbanas consolidadas e a presença de população distribuídas nesse espaço, com isso, a potencialização dos efeitos de inundação urbana está justamente associada as dinâmicas antrópicas que conduzem o ambiente urbano, por isso áreas errôneas de classificação que não representam sequer uma infraestrutura urbana ou áreas de pouca expressão classificadas como infraestrutura urbana e conseqüentemente populacional não são personagens inerentes as dinâmicas atrópicas suficientes para potencializar os efeitos da inundação. Por isso, delimitar de maneira mais satisfatória essas manchas urbanas para selecionar apenas o setores censitários que tocassem nessas áreas foi o objetivo buscado nessa primeira parte da metodologia.

### 3.2 As variáveis populacionais, sua relação e a interação com o espaço geográfico

Para esse estudo, inicialmente, foram escolhidos dados gerados pelo último censo oficial disponível no Brasil relativo ao ano de 2010 feito pelo IBGE. A escolha dentre as centenas de informações coletadas e que foram utilizadas como fonte de dados em P para o processo de relação humano-inundação foi selecionada na hipótese de que essas variáveis poderiam ter algum sentido para explicar como os aspectos de um perfil populacional podem interferir na potencialização da inundação urbana.

Sendo assim os dados escolhidos estão relacionados com as características quantitativas e qualitativas que descrevem as condições socioeconômicas da população. As variáveis selecionadas foram: percentual de domicílios com renda per capita abaixo que 1/2 salário mínimo e percentual de domicílios em condições de inadequação ou precarização de domicílio, ambas as informações delimitadas por setor censitário, a menor unidade de análise populacional possível disponível abertamente no país hoje (IBGE, 2015).

A fonte de captação dessas informações tabulares foi utilizado o Índice Brasileiro de Privação (IBP) que organizou e normalizou os dados socioeconômicos escolhidos para esse trabalho. A importância da organização dessa dado pelo IBP foi pela metodologia de espacializar os dados a nível de setores censitários, ou seja, em nível intramunicipal.

O dado de renda descreve o quantitativo de domicílios nas quais a pessoas residentes recebem abaixo de 1/2 salário mínimo (IBGE, 2018), ou seja, transmite uma condição precária quanto a situação financeira domiciliar. O dado foi gerado a partir do dado bruto de número de domicílios com renda abaixo 1/2 salário mínimo disponíveis no IBGE e normalizado para percentual. A equação 3.1 descreve o procedimento realizado.

aonde = para  
onde!!

$$\text{pcnt\_hh\_inc}_{12} = \frac{\text{n\_hh\_inc}_{12}}{\text{n\_ph} * 100}$$

aonde “n\_hh\_inc\_12” é o número de domicílios abaixo de 1/2 salário mínimo;  
aonde “n\_ph” é o número de domicílios particulares (domicílios particulares permanentes mais casas improvisadas) V002.d1 + V001.dr

(3.1)

A escolha dessa variável como dado relacional entre humano-inundação gira em torno do pensamento que pessoas que possuem condições financeiras piores estão suscetíveis a morarem em locais mais precárias da cidade, desvalorizados e com menos infraestrutura urbana e estão sujeitos a serem menos resilientes quanto ao processo de inundação por causa da única opção disponível de moradia ou por questões culturais enraizadas (MOULDS et al., 2021).

O dado de precarização também descreve o quantitativo de domicílios nas quais a pessoas residentes vivem em locais que a condição da moradia, a partir da normalização do dado coletadas referente as instalações de saneamento básico, água encanada, coleta de lixo, vaso sanitário e banheiro condicionam a qualidade da moradia.

A escolha dessa variável como dado relacional entre humano-inundação gira em torno do pensamento que locais nas quais essas condições que fazem parte da normalização desse dado são precárias elas podem potencializar as inundações urbanas. Locais aonde a população vivem próximo a rios ou canais que correm a céu aberto e sem infraestrutura de saneamento básico, com a falta de construção de canais artificiais ou galerias e com deficiente sistema de coleta de lixo, essas hidrografias estão mais

toda esta parte vai para o texto. e tem q dizer o q eh pcnt\_hh\_inc12 (alias, nao poderia ter umas siglas menores?) (3.1) é referente à fórmula apenas.!



suscetíveis de serem poluídas e o nível base do leito da hidrografia ser alterado.

Essa poluição por causa de lixo e excesso de sedimentos lançados no curso d'água por causa de retirada de mata ciliar e ocupações irregulares podem afetar o escoamento dessa hidrografia, em períodos de chuvas extremas essa contaminação (lixos e sedimentos em excesso) pode diminuir a quantidade de coluna de água necessária para o curso d'água subir e atingir seu leito maior e mais rapidamente alcançar o nível máximo de cheia e transbordar para as áreas de planície de inundação e para além delas (potencialização), atingindo ainda mais o espaço urbano.

Ambas as variáveis foram indexadas em 5 classes, sendo o índice de precarização domiciliar entre muito baixo o nível de adequação do domicílio por setor censitário, inexistindo irregularidades (melhor condição); baixo; médio, alto e muito alto (pior condição). Para acompanhar o mesmo número de classes foi indexado a porcentagem de domicílios com renda abaixo de 1/2 salário mínimo também em 5 níveis, partindo de 0 a 15% dos domicílios por setor censitário que vivem com renda per capita abaixo de 1/2 salário (melhor condição); 16% até 30%; 31% até 45%; 46% até 60% e acima 60% (pior condição - mais da maioria dos domicílios por setor censitário vivem com menos de 1/2 salário).

O acompanhamento entre as classes foi idealizado para fazer mais sentido na apresentação dos mapas coropléticos que servem para gerar a representação pela diferenciação de intensidade de cores das variáveis P estudadas, espacializado geograficamente sobre uma superfície (SLOCUM et al., 2009) e determina espacialmente as áreas de perfil populacional entre essas duas variáveis, sendo aquelas de valores mais críticos considerados pelas classes maior que 60% e muito alto. Ainda, essa congruência de classes servirá para confeccionar uma matriz de índice que servirá como base para gerar o produto preliminar em raster chamado de mapa de índice que relacionava as duas variáveis e atrela a sensibilidade de um perfil populacional a reposta aos efeitos negativos do evento das inundações.

### 3.2.1 O dado físico e identificação das áreas com potencial a inundação utilizando o HAND

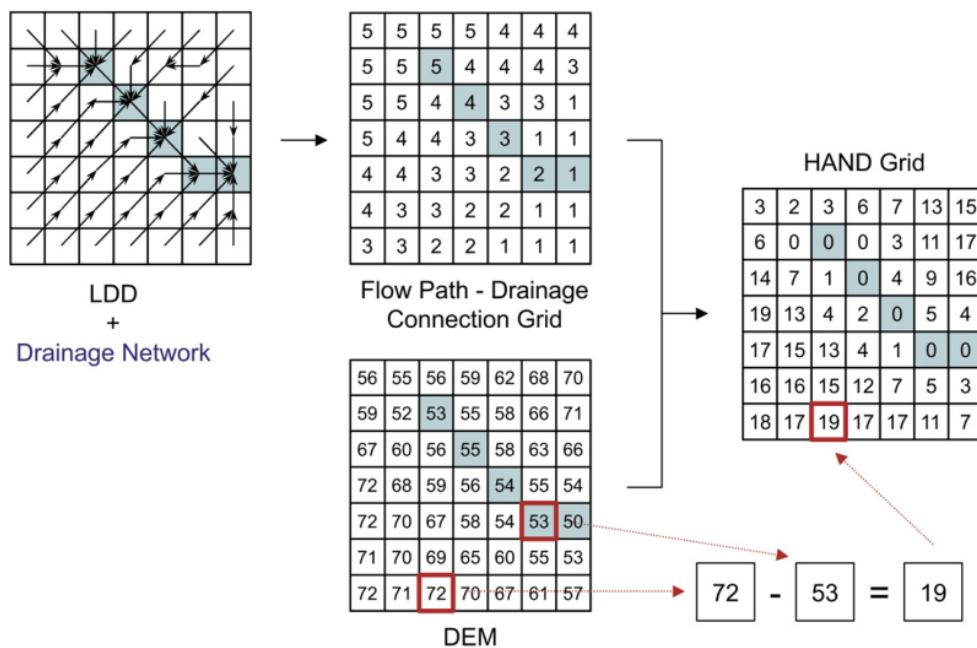
Para esse parte da metodologia, foi escolhido os produtos raster MDT (modelo digital de terreno) do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA). O produto de boa procedência e boa precisão possui cenas de 10x10km e resolução espacial de 2 metros por pixel mapeado mas foram reamostrados para 5 metros sem a perda de qualidade no produto final mas com ganho em processamento e cálculo

das áreas com potencial a inundação nas manchas urbanas.

Esse cálculo de potencial a inundação ficou a cargo do HAND *Height Above the Nearest Drainage*, elaborado por RENNO et al. (2008) o algoritmo extrai a altura acima da drenagem mais próxima, utilizando a diferença entre a altitude extraída dos MDT's do IEMA (MDT) e a rede de drenagem de referência para calcular alturas relativas, que possuem uma correlação com a profundidade do lençol freático e com a topografia do terreno.

De acordo com a figura 3.5 o modelo HAND identifica de forma automática a rede de drenagem (limiar 50.000 utilizado) e promove uma subtração entre os valores dos pixels mais próximos e os correspondentes a drenagem, no produto final os pixels da superfície recebem como atributo o resultado dessa diferença dos valores de elevação encontrados no MDT, aonde regiões de pixels com baixa altura relativa tendem a ter maior suscetibilidade a inundações.

Figura 3.5 - Resumo dos processos para obtenção do HAND.



Fonte: (RENNO et al., 2008).

Com essas estimativas realizadas esse produto determinará espacialmente as áreas com maior potencial a inundação, sendo aquelas de valores mais críticos considerados pela classe de 0 a 1m. Esse raster comporá como variável física em E responsável pela modelagem ao mapa final que relaciona a exposição a inundação do local (potencial de ocorrência).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a aplicação das metodologias os produtos começaram a serem gerados a partir da manipulação dos dados brutos coletados no MapBiomass, IBP/IBGE, IEMA. Inicialmente, a álgebra de mapas, operações em calculadora raster e união espacial de atributos tabulares foram os procedimentos delineadores que conduziram os procedimentos do trabalho.

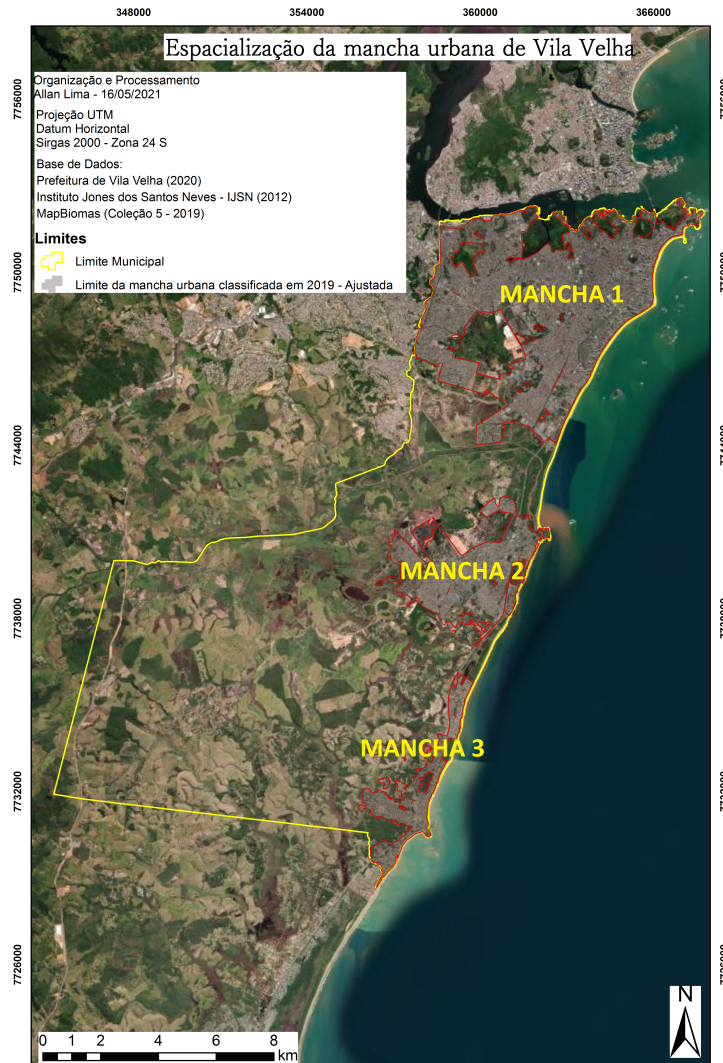
Esse conjunto de produtos apresentam diferentes planos de informações quantitativas e qualitativas sobre as condições que caracteriza o espaço geográfico da população estabelecida e condições propensas para inundações urbanas. Os passos seguintes, então, a partir da saída dos produtos individuais gerados, foi fazer a sobreposição em SIG desses planos de informações e gerar as inferências necessárias até conseguir chegar ao mapa final de exposição e sensibilidade a inundação.

### 4.1 A espacialização e delimitação da mancha urbana

Esse dado foi a base responsável por conduzir a espacialidade da área de estudo do resto aonde foi para gerar as análises exploratórias e a validação final para gerar as conclusões sobre os perfis de mancha urbana do município.

Com os dados adquiridos e processados de acordo com as necessidades do trabalho, foi possível destacar que Vila Velha possui 3 áreas de mancha urbana estruturadas e distribuídas ao longo do município. Uma está localizada ao norte, sendo responsável por cerca de 55% da mancha urbana total classificada (mancha 1), uma ao centro sul (mancha 2) e outra no extremo sul do município (mancha 3). A partir de agora com essa delimitação, os outros produtos foram gerados a partir desses limites.

Figura 4.1 - ~~Mapa de espacialização da~~ mancha urbana de Vila Velha em 2019.

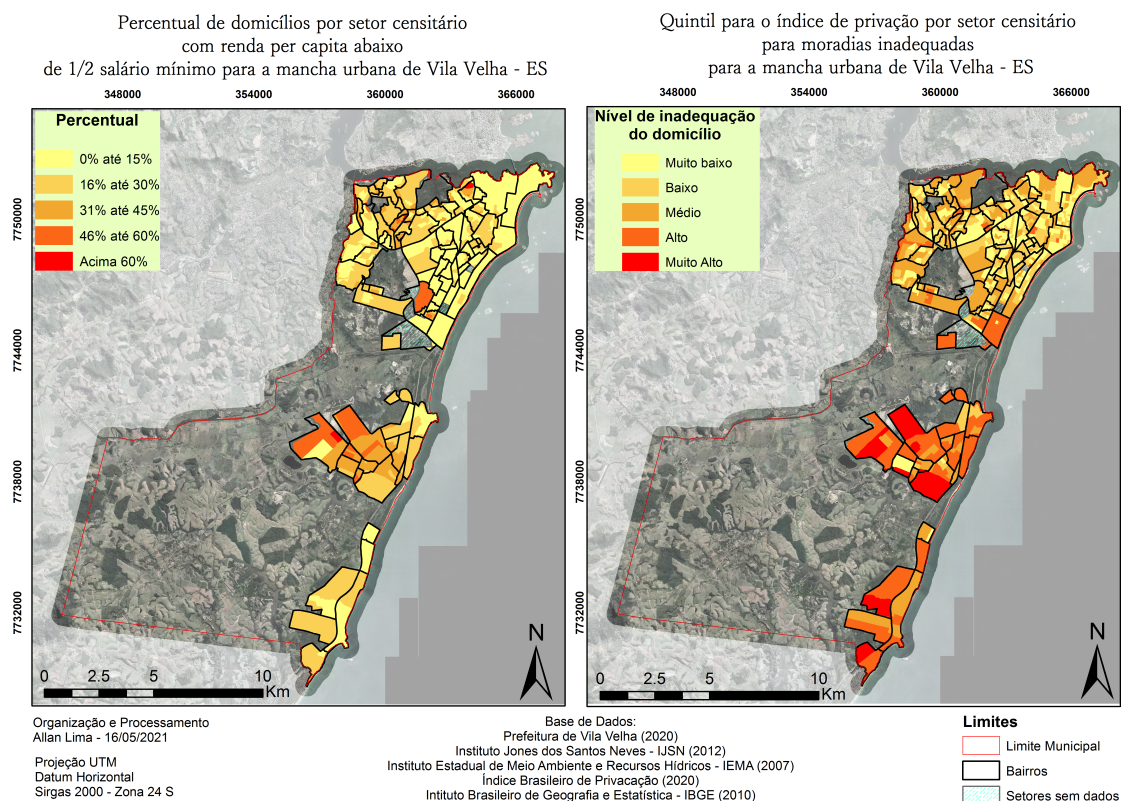


Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.2 Os mapas coropléticos

Com o intuito de fazer a representação pela diferenciação de intensidade de cores de um determinado fenômeno (dados numéricos) espacializado geograficamente sobre uma superfície foram gerados os mapas coropléticos para a visualização geral do fenômeno e começou a criar ideias de interações entre as variáveis para se pensar sobre como as características dessas variáveis ao perfil populacional pode ser sensíveis aos eventos de inundação. Os mapas coropléticos na figura 4.2 demonstram a distribuição espacial da renda e o nível de inadequação de domicílios para cada setor censitário ao longo das 3 manchas delimitadas.

Figura 4.2 - Mapa Coroplético descrevendo as variáveis P sobre as manchas urbanas



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.1 A interação entre as variáveis P pela matriz de índice e a sensibilidade populacional

A ideia de correlação entre essas duas variáveis foi estabelecidas como proporcionas e interligas entre si. Essa ideia se transpôs para o próximo momento de análise e inferências responsável em gerar uma matriz de índice relacionando os dois dados, conforme a tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Tabela de matriz de índice entre renda e precarização domiciliar

Valor do Pixel		Condição dos domicílios por setor sensitário					
		1	2	3	4	5	
		Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
R E N D A	1	0% até 15%	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21
	2	16% até 30%	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16
	3	31% até 45%	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11
	4	46% até 60%	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06
	5	Acima 60%	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa procedimento matricial proporcional faz parte da ideia que atrela o cruzamento dos valores de cada classe por área de setor censitário e tenta traduzir isso em um índice numérico de sensibilidade do perfil populacional a reposta aos efeitos negativos do evento das inundações, partindo de valores de 0,01 até 0,25, quanto mais baixo o valor da matriz, mais sensível é a população. Foi escolhido esse esquema de valores por causa da multiplicação final do raster com o mapa de exposição HAND, a intenção é que produto final gerado ainda mantivesse valores baixos no pixel como sendo aqueles mais críticos assim como acontece no mapa de potencialidade a inundação gerado pelo HAND.

Com os valores a equação 4.1 representa um das linhas de códigos utilizadas na calculadora raster para ser feito o cruzamento booleano de uma das classes, nesse exemplo esta destacado a intersecção entre renda (0% até 15%) e condição de precaridade do município (muito baixo).

```
Con("Raster_Bruto_Pop\renda_final.tif" == 1, Con("Raster_Bruto_Pop\Casas_Final.tif" == 1, 0.25))
```

Con = condicional;

"Raster\_Bruto\_Pop\renda\_final.tif" = rasterização do vetorial do mapa de renda per/capita;

"Raster\_Bruto\_Pop\Casas\_Final.tif" = rasterização do vetorial do mapa precarização domiciliar

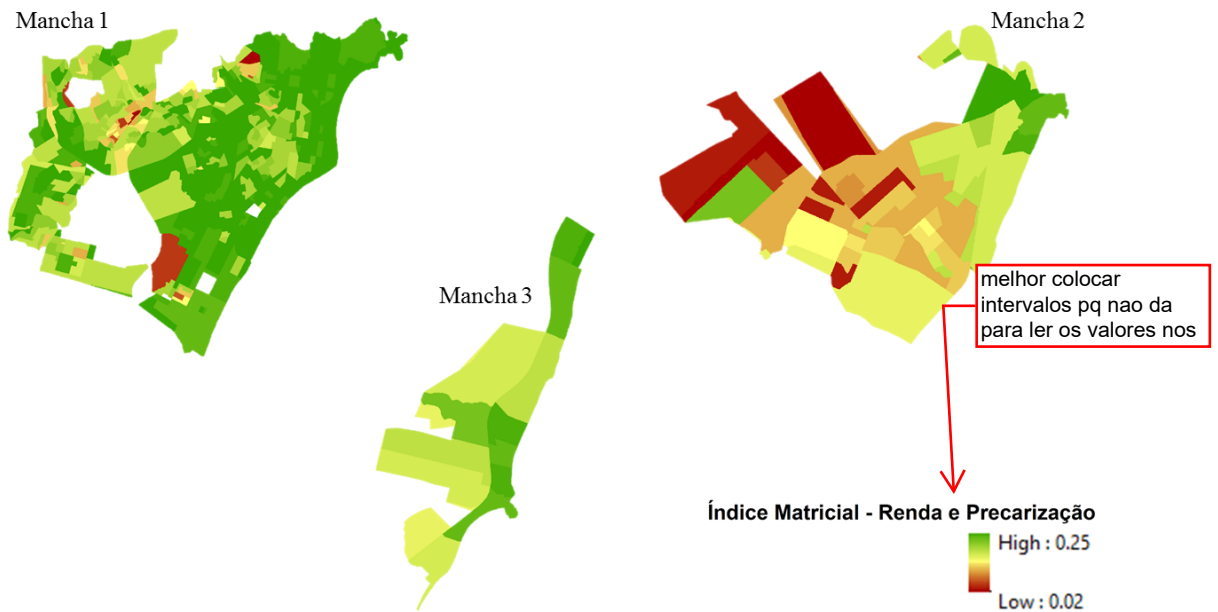
1 = valor do pixel;

0.25 = valor do pixel de saída representando a sensibilidade da população, condição mais próxima ao 0 mais sensível será

(4.1)

Feito os cálculos para as 25 condicionais o resultado é visto conforme o mapa na figura 4.3 aonde regiões de pixels com baixo valor tendem a ter maior sensibilidade da população aos eventos de inundação por terem catacrésticas mais vulneráveis. Esse raster multiplicado como variável física (HAND) em E será responsável pela modelagem ao mapa final.

Figura 4.3 - Mapa de índice matricial entre as variáveis P

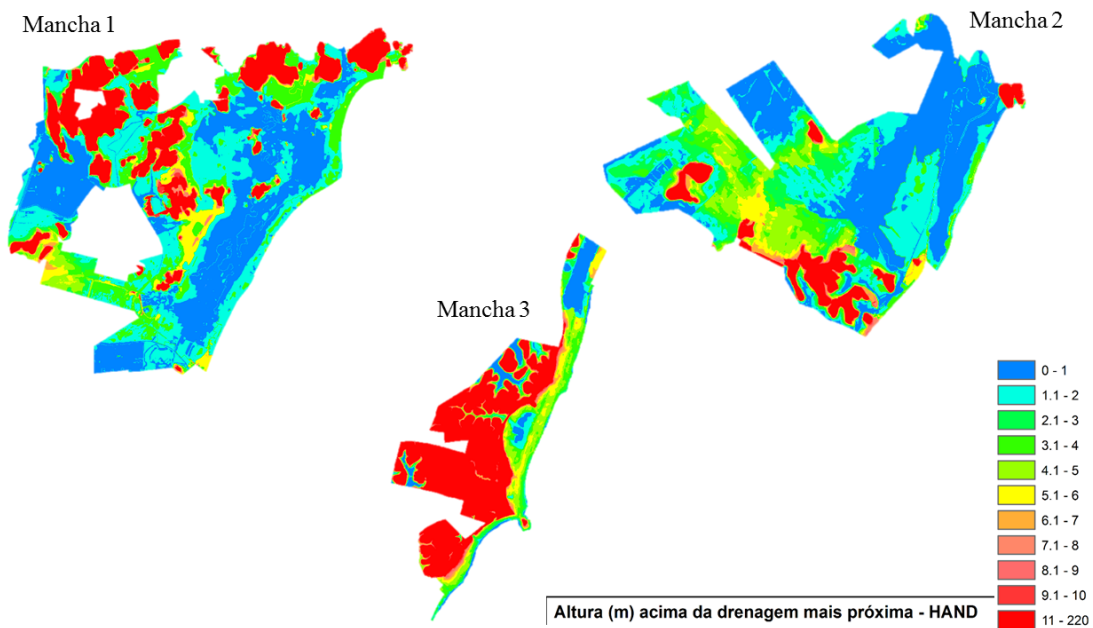


Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.3 A exposição a inundação pelo mapa de potencialidade gerado no HAND

Realizando o fatiamento e recorte do raster HAND exclusivamente sobre as manchas urbanas em 11 classes para um maior detalhamento das áreas, principalmente daquela com maior exposi o a inunda o, definida até 1 metro, foi possível espacializar essa variável para o contexto do trabalho, o resultado   visto no mapa 4.4. O resultado demonstra que as regiões de pixels com baixa altura relativa tendem a ter maior suscetibilidade a inunda es, tendo em vista a metodologia de atua o do algoritmo.

Figura 4.4 - Mapa de potencialidade a inundação feito pelo algoritmo HAND.



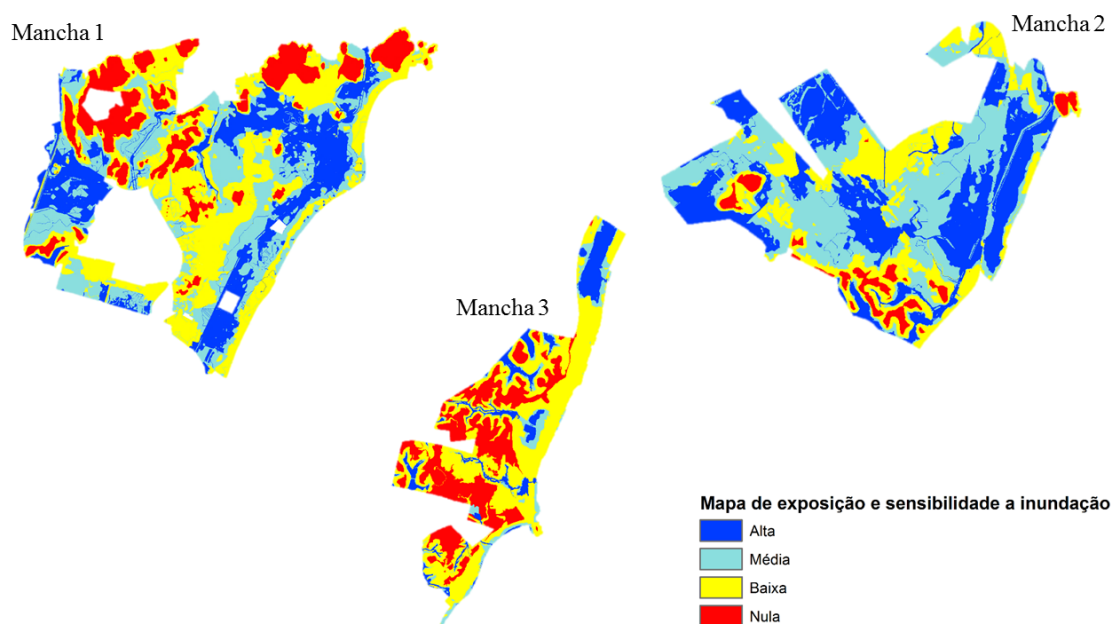
Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.4 Mapa final e algumas associações dos resultados sobre a realidade do município

De acordo com o procedimento adotado no passo 3 da metodologia, o mapa final foi gerado a partir de uma multiplicação ponderada entre raster P&E. A ponderação em P foi maior justificada pela hipótese de que os eventos de inundação urbana são ocasionados e potencializados por causa das ações antrópicas. O mapa na figura 4.5 representa o mapa final dividido em 5 classes a partir do produto final gerado na multiplicação.



Figura 4.5 - Mapa de exposição e sensibilidade a inundações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa possui 4 classes fatiadas. A classe alta refere-se aos locais que a exposição e sensibilidade da população são altas e essas pessoas estão mais suscetíveis a sofrerem com os efeitos negativos provocados pelos eventos de inundações, tanto pelo fato o aspecto físico (HAND) ter o potencial a isso e quanto em relação a estrutura do perfil populacional ser mais sensível aos efeitos ocasionados pelo impacto da água no seu meio. Ou seja, o evento impacta e as pessoas nessas áreas correm mais riscos de vida e estão mais expostas a terem mais perdas materiais, situações que agravam ainda mais a desigualdade social entre os perfis populacionais (MOULDS et al., 2021). Esse tipo de classe é aquela conhecida como a que sempre está sendo impactada e sofrendo as consequências dos efeitos das chuvas quando elas ocorrem, mesmo que o evento pluviométrico não seja considerado extremo.

Seguindo, tem-se a classe média que estão atrelados tanto aos valores médios de HAND (potencial) e perfis populacionais médios, ou seja, em condições um pouco melhores em exposição e em resiliência e recuperação aos eventos de inundações. O perfil dessa população por estar menos sensível a sentirem os efeitos de inundações está atrelada ao fato da melhora na condição financeira e infraestrutura. Porém, ainda nessas regiões não se exclui a possibilidade de serem impactadas pelos efeitos negativos mesmo estando mais resguardadas. Nesses casos os efeitos agem de forma corriqueiramente e por isso esses eventos não impactam na mesma proporção em

relação a população da classe alta. A classe média está relacionada como aquela que é impactada e sofre os efeitos da exposição e sensibilidade da inundação quando o evento pluviométrico atinge o espaço de maneira extrema e com grandes acumulados de chuvas em um curto espaço de tempo. Já as regiões baixas são aquelas caracterizadas pelos locais aonde o setores censitários são os que possuem a presença de mais infraestrutura urbana consolidada e de qualidade e a população de melhor renda ou ainda porque o valor de HAND é bem mais alto que o normal e por isso a exposição a inundação é menor e conseqüentemente a sensibilidade da população ao evento é desconsiderada. Nesse tipo classe a população sofre indiretamente com os impactos que estão localizados ao entorno das áreas inundações, ou ainda sim sofrem os efeitos de alagamento que na verdade já é um processo de acúmulo de água diferente da origem da inundação e que está relacionado exclusivamente com a deficiência na infraestrutura da rede de drenagem e escoamento das águas no meio urbano.

As áreas nulas são áreas que tem presença de morros e algumas áreas de vegetação entre as manchas, aonde a inundação, fisicamente falando é improvável de acontecer por causa da declividade do terreno e conseqüentemente uma maior distância a rede de drenagem mais próxima.

#### **4.4.1 Os exemplos de Praia da Costa e Cobilândia**

Ambos bairros localizados na mancha 1, Praia da Costa e Cobilândia têm cenários bem distintos quanto a infraestrutura do bairro e o perfil populacional residente. Praia da Costa possui uma densidade populacional de 11.515,98 hab./km<sup>2</sup> enquanto Cobilândia de 6.475,53 hab./km<sup>2</sup>, segundo o último dados do censo de 2010.

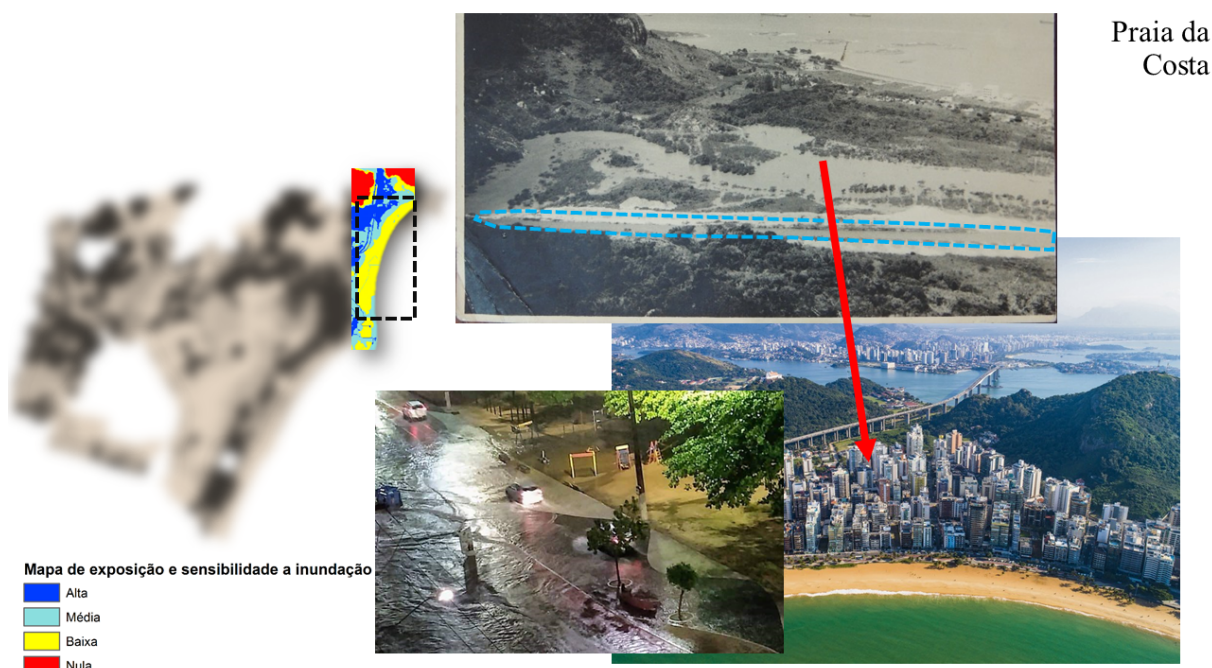
De acordo com a avaliação feita pelo trabalho, não só apenas considerando o viés físico para a realização de um mapeamento de potencial a inundação urbana, e sim acrescentando dados populacionais, é possível discretizar as diferenças da magnitude dos eventos atrelando as interferências do perfil populacional.

Praia da costa, um bairro nobre da cidade, localizado ao norte da cidade, foi um bairro que surgiu como uma área chamada Sítio da Costa, em 1892. Praticamente sem infraestrutura urbana o bairro ficou estagnado ate meados do século XX, quando Vitória já saturada espacialmente, começou a dispersar a população para Vila Velha. Com uma boa área plana e com a proximidade a capital, o bairro se tornou um atrativo para o mercado imobiliário que cada vez mais se apoderou da área, construindo o caminho para ser um bairro de alto padrão (FILHO; FERREIRA, 2019).

Por isso, a infraestrutura, adaptações, construções e todo tipo de obra urbana para o bairro foi chegando aos poucos e mesmo com a proximidade com o rio da costa, e uma grande área de planície de inundação ao entorno, conforme destacado em azul na figura 4.6 o bairro passou a ter uma grande ocupação populacional, predominantemente no modelo residencial vertical. Toda essa história, então, guiou o bairro para atrair os padrões de perfis populacionais privilegiados, e por isso, mesmo com a proximidade de canais, baixa declividade e HAND indicando potencial a inundação nas áreas do bairro e adjacências, o mapa final de exposição e sensibilidade conseguiu delimitar essa área como sendo de baixa, validando a interferência populacional como personagem capaz de moldar a possibilidade de uma área inundar ou não.

Praia da Costa, na verdade, enfrenta problemas de alagamento, conforme ilustrado na figura 4.6. A extrema urbanização e impermeabilização do solo munidas com áreas planas e alguns locais até mesmo abaixo do nível do mar, são fatores preponderantes para criar as condições para esses eventos de alagamento, ou seja, o problema da inundação é controlado, porém o alagamento é visto em alguns pontos do bairro em situações de chuvas extremas. Mas como o perfil do bairro é marcado por uma população majoritariamente estável financeiramente e com uma estrutura residencial segura (basicamente prédios) a sensibilidade dessa população fica baixa, pois estarão protegidas das consequências imediatas desses eventos (água entrar nas casas, perda de bens materiais, e etc.) e assim a manutenção da segurança socioeconômica é mantida.

Figura 4.6 - Figura com a relação entre o mapeamento E/S a inundação e parte da região do bairro Praia da Costa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

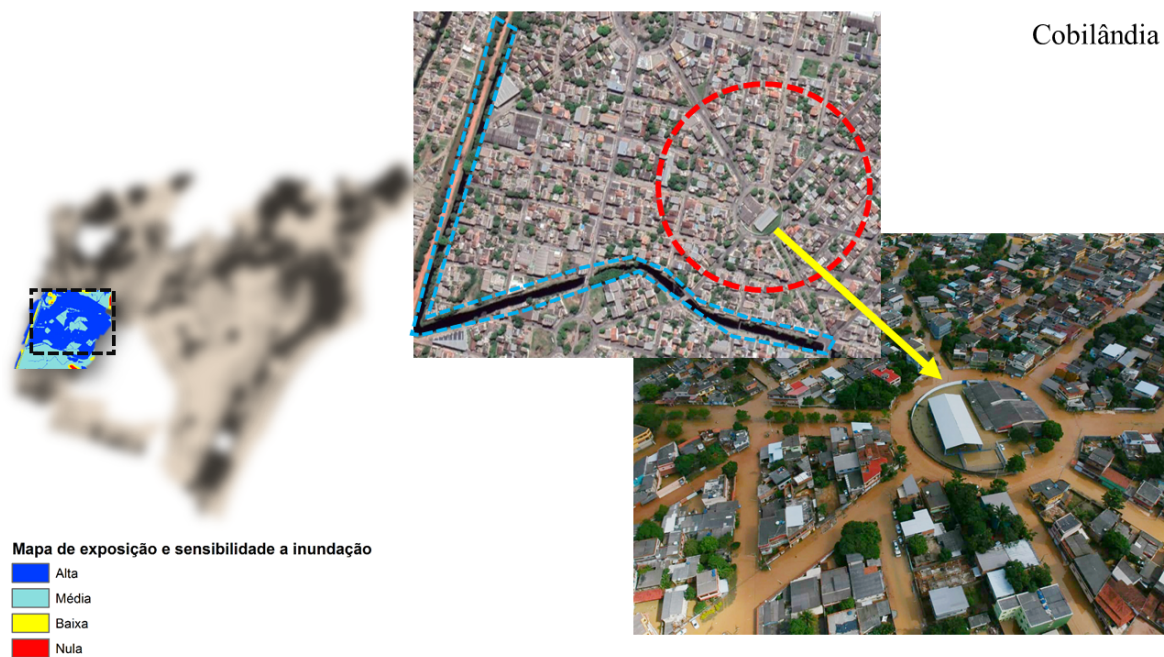
Para Cobilândia, o processo de ocupação foi diferenciado, sempre marcado pela ocupação populacional de média e baixa renda, a infraestrutura sempre chegou de forma atrasada e descompassada com os bairros nobres da cidade. Local mais afastados do centro da cidade, presença de dois rios (Marinho e Aribiri demarcados em azul na figura 4.7) circundando o bairro foram um dos fatores que deixou o bairro menos atrativo e com menos interesse mercadológico.

O resultado no mapeamento final, mesmo com áreas semelhantes de HAND, a interferência da variável populacional atual demarcou a área como uma alta exposição e sensibilidade a inundação, nas quais os acontecimentos de eventos climáticos extremos automaticamente já são associados com as situações de inundações fortes conforme é ilustrado em parte da figura 4.7.

A manutenção da segurança socioeconômica é interferida por esses eventos, aumentando a possibilidade do agravamento da desigualdade social entre os perfis populacionais por causa da ocorrência desses eventos de inundação. A população está mais exposta e é sensível aos efeitos, são impactadas porque a água entra nas casas, há perdas materiais e estresse psicológico e por isso precisam de resiliência para se

reestruturarem, situação que está longe dos padrões da Praia da Costa.

Figura 4.7 - Figura com a relação entre o mapeamento E/S a inundação e parte da região do bairro Cobilândia.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5 CONCLUSÕES

A pergunta realizada no começo do trabalho ressurgiu agora: os mesmos efeitos causados por um evento de inundação são sensibilizados e expõem de uma mesma forma os diferentes perfis populacionais em Vila Velha? Definitivamente não. Houve um comportamento relacional entre as variáveis P&E, aonde as áreas mais pobres da cidade e com perfil mais vulnerável mantêm ou potencializam a exposição a inundação e são mais sensíveis aos impactos. Em regiões aonde o HAND se estabelece com um potencial a inundação e semelhantes a lugares aonde a inundação realmente ocorre, por causa do perfil populacional privilegiado, essa realidade é moldada para uma outra situação menos expositiva, conforme foi visto entre a Praia da Costa e Cobilândia.

Então, a relação serviu para indicar as verdadeiras áreas que estão em mais expostas a inundação e as populações mais sensíveis aos seus efeitos, refinando a modelagem única do HAND, ou de outras metodologias de mapeamento que só leva em consideração os aspectos físicos para delimitar as áreas potenciais.

Do ponto de vista metodológico, o caráter de uma análise cruzada entre variáveis P&E elevou a capacidade de apresentação dos dados para a realização das inferências geográficas e discussões. Por isso, diante dos apontamentos gerados ao longo das análises e da validação dos dados espaciais, obteve-se uma linearidade e um sentido satisfatório entre as discussões apontadas e as validações sobre os exemplos discutidos. Os produtos e discussões gerados aqui, podem servir para entender inicialmente quais áreas no espaço urbano de Vila Velha precisa de mais atenção em questão de planejamento de medidas de implementação de infraestrutura ou gestão de riscos para se evitar ou mitigar os efeitos negativos da inundação.

Porém o trabalho possui algumas limitações. A modelagem HAND para regiões urbanas não é muito precisa se comparado com outros ambientes naturais, como a região da Amazônia. A interferência antrópica sobre o terreno somado a manipulação dos cursos d'água nos produtos em SER que capta as informações de terreno se torna mais complexa e exige um nível de detalhamento e acurácia do dado melhor para que essas interferências sejam captadas e que a modelagem não fique fora do padrão real do ambiente urbano. O diferencial pode ser a inserção de uma rede de drenagem feita especialmente para área de estudo, com caminhos de fluxos que compõem a realidade modificada dos canais, rios e outros agentes hídricos pertencentes ao espaço urbano.

Outro ponto é a inserção de mais variáveis de P para discretizar melhor o perfil populacional, de preferência variáveis brutas do universo do Censo. Essas variáveis podem auxiliar no refinamento da modelagem afim de evitar homogeneização no mapeamento entre os setores censitários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DATASUS. **População Residente - Censo, Contagens Populacionais e Projeções Intercensitárias**, 2021. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cnv/pop.es.def>>. Acesso em: 20 mai. 2021. 3
- FILHO, E.; FERREIRA, G. O rio da costa e suas fases de transformações. de rico manancial hídrico ao “valão”. In: XVIII ENANPUR, 2019, Natal. **Anais...** [S.l.], 2019. p. 1–18. ISBN 1984-8781. 20
- FORMAN, R. T. T.; GORDON, M. **Landscape e Ecology**. Cambridge: University Press. Cambridge, 1986. 1
- GARCIA, D. Configuração urbana do município de vila velha/es: reflexões sobre os espaços livres e áreas ambientalmente fragilizadas. **QUAPA-SEL**, p. 1–14, 2011. Disponível em: <<https://silviomacedo.files.wordpress.com/2011/11/artigo-6.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2021. 3
- IBGE. **Áreas urbanizadas do Brasil : 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 30p. 1, 9
- \_\_\_\_\_. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2020**, 2020. Disponível em: <[https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2020/POP2020\\_20210331.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2020/POP2020_20210331.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2021. 3
- IBGE, C. d. P. e. I. S. **Síntese de indicadores sociais : uma análise das condições de vida da população brasileira : 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 151p. 10
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres / Remote sensing of the environment: an earth resource perspective**. São José dos Campos: Parentese Editora, 2009. 672 p. 5, 7
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. **Canadian Special Publications for Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 106, p. 110–127, 1989. 1
- LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2019. 1



LORENA, R.; FERRARI, T.; ALMEIDA, A.; EVANGELISTA, T. **Indicadores Socioeconômicos dos Bairros dos Municípios do Estado do Espírito Santo – Censo Demográfico 2010**. Vitória, 2012. 3, 4

MAPBIOMAS. **Catálogo MapBiomas**, 2021. Disponível em: <<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>>. Acesso em: 01 mai. 2021. 6

MOULDS, S.; BUYTAERT, W.; TEMPLETON, M. R.; KANU, I. . Modeling the impacts of urban flood risk management on social inequality. **Water Resources Research**, v. 57, n. 6, p. 1–24, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1029/2020WR029024>>. Acesso em: 29 de julho de 2021. 2, 10, 19

NETO, J. Mercado imobiliário e produção do espaço urbano: a expansão dos empreendimentos imobiliários na orla de vila velha/es a partir dos anos 80\*. **Revista Geografares**, n. 10, p. 99–127, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/1660>>. Acesso em: 24 mai. 2021. 4

PIEIDADE, M. T. F.; SCHÖNGART J.AND WITTMANN, F. P. P.; JUNK, W. J. Impactos ecológicos da inundação e seca na vegetação das áreas alagáveis amazônicas. In: BORMA L. DE S.AND NOBRE, C. (Ed.). **Secas na Amazônia: causas e conseqüências**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 409–461. 1

RAJPUT, T.; SINGHAL, A.; ROUTROY, S.; DHADSE, K.; TYAGI, G. Urban policymaking for a developing city using a hybridized technique based on swot, ahp, and gis. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 147, n. 2, p. 1–18, 2021. Disponível em: <[https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000691](https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000691)>. Acesso em: 20 de maio de 2021. 1

RENNÓ, C. D.; NOBRE, A. D.; CUARTAS, L. A.; SOARES, J. V.; HODNETT, M. G.; TOMASELLA, J.; WATERLOO, M. J. Hand, a new terrain descriptor using srtm-dem: Mapping terra-firme rainforest environments in amazonia. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 9, p. 3469–3481, 2008. 12

SLOCUM, T.; R.B., M.; KESSLER, F.; HOWARD, H. **hematic Cartography and Geovisualization**. EUA: Prentice Hall, 2009. 3ed. 11

SOUZA, G. M.; ROMUALDO, S. Iundações urbanas: A percepção sobre a problemática socioambiental pela comunidade do bairro jardim natal ? juiz de fora

(mg). **XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, p. 1–16, 2009.  
Disponível em: <[http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo11/038.pdf](http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/038.pdf)>. Acesso em: 15 de julho de 2021. 1

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. **Inundações urbanas na América do Sul**.  
Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. 1