

Inundação e vulnerabilidade socioeconômica na bacia hidrográfica Caranã (BHC): aspectos metodológicos para a cidade de Boa Vista-RR

Inundaciones y vulnerabilidad socioeconómica en la cuenca de Caranã (BHC): aspectos metodológicos para la ciudad de Boa Vista-RR

Socioeconomic vulnerability in the Caranã watershed (BHC): methodological aspects for the city of Boa Vista-RR

Mayk Feitosa Santos
Universidade Federal de Roraima
kingmayk@hotmail.com

Antônio Carlos Ribeiro Araújo Júnior
Universidade Federal de Roraima
aj_geo@hotmail.com

Vadimir de Souza
Universidade Federal de Roraima
vladimir.souza@ufr.br

Resumo

Na geografia estudos sobre vulnerabilidade tem papel importante em relação a eventos danosos, como os causados por inundação, principalmente em locais onde o volume de dados é escasso, a exemplo da Amazônia setentrional. Partindo desse princípio, a pesquisa buscou analisar e delimitar as áreas de vulnerabilidade socioeconômica na bacia hidrográfica Caranã (BHC), Boa Vista-RR em decorrência de inundações. A metodologia deste estudo foi dividida em três etapas: (I) Levantamento de dados secundários como artigos, livros, revistas, dissertações, teses, periódicos eletrônicos e imagens de satélites; (II) levantamento de dados primários que consistiram em várias atividades de campo com o intuito de coletar coordenadas geográficas, imagens digitais e imagens panorâmicas; (III) etapa de laboratório que consistiu na sintetização dos dados de campo para criação do banco de dados geográficos e estatísticos. A delimitação das áreas vulneráveis socioeconômicas foi processada no software Arcgis 10.3, com base no procedimento de ponderação das variáveis socioeconômicas. Os resultados demonstraram que as áreas em maior grau de vulnerabilidade socioeconômica estão localizadas no baixo curso do igarapé Caranã, principal curso d'água da BHC, sendo observada nos bairros Caranã, Jardim Caranã, União e Cauamé. Para reverter esse processo, são necessárias medidas estruturais e não estruturais para diminuição dessas áreas vulneráveis.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Vulnerabilidade. Geotecnologia.

Resumen

En geografía, los estudios sobre vulnerabilidad juegan un papel importante frente a eventos dañinos, como los provocados por inundaciones, especialmente en lugares donde el volumen de datos es escaso, como el norte de la Amazonía. A partir de este principio, la investigación buscó analizar y delimitar las áreas de vulnerabilidad socioeconómica en la cuenca del río Caranã (BHC), Boa Vista-RR, como consecuencia de las inundaciones. La metodología de este estudio se dividió en tres etapas: (I) Recolección de datos secundarios como artículos, libros, revistas, disertaciones, tesis,

revistas electrónicas e imágenes satelitales; (II) recolección de datos primarios que consistió en varias actividades de campo con el objetivo de recolectar coordenadas geográficas, imágenes digitales e imágenes panorámicas; (III) etapa de laboratorio que consistió en sintetizar datos de campo para crear la base de datos geográfica y estadística. La delimitación de áreas socioeconómicas vulnerables se procesó en el software Arcgis 10.3, con base en el procedimiento de ponderación de variables socioeconómicas. Los resultados demostraron que las áreas con mayor grado de vulnerabilidad socioeconómica se ubican en el curso inferior del arroyo Caranã, principal curso de água del BHC, observándose en los barrios de Caranã, Jardim Caranã, União y Cauamé. Para revertir este proceso, son necesarias medidas estructurales y no estructurales que reduzcan estas áreas vulnerables.

Palabras clave: Cuenca Hidrográfica. Vulnerabilidad. Geotecnología.

Abstract

In geography, studies on vulnerability have an important role in relation to natural disasters, especially in places where the volume of data is scarce, such as the northern Amazon. Based on this principle, the research sought to analyze and define the areas of socioeconomic vulnerability in the Caranã Watershed (BHC), Boa Vista-RR. The methodology of this study was divided into three stages: (I) Survey of secondary data such as articles, books, magazines, dissertations, theses, electronic journals and satellite images; (II) survey of primary data that consisted of various field activities in order to collect geographical coordinates, digital images and panoramic images; (III) laboratory stage that consisted of synthesizing field data to create the geographic and statistical database. The delimitation of vulnerable socioeconomic areas was processed using Arcgis 10.3 software, based on the procedure for weighting socioeconomic variables. The results showed that the areas with the highest degree of socioeconomic vulnerability are located in the low course of the Caranã stream, BHC's main watercourse, being observed in the neighborhoods Caranã, Jardim Caranã, União and Cauamé. To reverse this process, structural and non-structural measures are needed to reduce these vulnerable areas.

Keywords: Watershed. Vulnerability. Geotechnology

Introdução

O tema vulnerabilidade vem tomando relevância à medida do debate acerca das desigualdades sociais, a pobreza e a segregação. Diante dessa discussão Almeida (2010) explica como esses fatores fizeram surgir, em meados dos anos 1980, uma abordagem teórico-metodológica que procurou focar os desastres naturais e tecnológicos, não apenas considerando seus fatores físicos desencadeantes, mas também no elemento populacional atingido, convergindo no que autor chama de vulnerabilidade social.

Cutter (2003, 2011) e Marandola Júnior e Hogan (2007) definem que a “vulnerabilidade social significa o potencial de perda de um indivíduo”. Como as perdas socioeconômicas (bens materiais) variam geograficamente, ao longo do tempo e entre diferentes grupos sociais, a vulnerabilidade também varia ao longo do tempo e do espaço.

Para Wisner et al. (2003) e Brauch (2005) a vulnerabilidade significa as características de uma pessoa ou grupo e a situação que influencia a sua capacidade de antecipação, resistir, lidar e se recuperar de impactos causados pelo perigo natural (um evento ou um processo natural extremo), ou seja, é a capacidade de um indivíduo ou grupo de antecipar, resistir e responder a um determinado evento danoso.

Para Marandola Júnior e Hogan (2007) a população está cada vez mais concentrada em espaços urbanos, e considerando a natureza da população e a negligência a espaços naturais, bem como por fenômenos naturais, as cidades figuram entre os espaços de maior vulnerabilidade aos perigos naturais.

Boa Vista, capital do estado de Roraima, o qual assumiu este status após a promulgação da Constituição Federal de 1988, quando contava com cerca de 70 mil habitantes, passa a ter cerca de 280 mil habitantes segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), concentrando, assim, 63% da população do estado de Roraima.

Par tanto, o processo de uso, ocupação e expansão ocorreu e ocorre sobre espaços impróprios, a exemplo de áreas próximas a cursos d'água, acabando por expor a população a vulnerabilidades decorrentes de eventos extremos, como as inundações.

Estudos de Araújo Júnior e Tavares Júnior (2017, 2018 e 2020) apontam para a necessidade de compreender quais variáveis (físicas e socioeconômicas) se relacionam para gerar e/ou intensificar áreas de risco a inundação na cidade de Boa Vista, para tanto consideram a expansão urbana como vetor de impactação, a qual, todavia, é responsabilidade do Estado, que por sua vez precisa ser mais atuante na aplicação de políticas públicas que minorem impactos oriundos de inundações e alagamentos. Assim, a Bacia Hidrográfica Caranã (**figura 1**), objeto espacial deste estudo, foi escolhida pelo fato de ser a bacia hidrográfica urbana mais populosa da cidade de Boa Vista-RR.

A bacia hidrográfica Caranã (BHC) fica localizada na zona oeste da Cidade de Boa Vista (figura 1) com área de aproximadamente 10km², compreendendo os bairros Caranã, Santa Tereza, Jardim Primavera, Murilo Teixeira Cidade, Equatorial, Alvorada, Dr. Silvio Leite, Tancredo Neves, Piscicultura, Cruviana, Santa Luzia, Pintolândia, Nova Canaã, Cidade Satélite, Senador Hélio Campos, Laura Moreira e União. A BHC possuía em 2010 um total de 91.562 de habitantes de acordo com IBGE (2010), caracterizando uma bacia hidrográfica densamente populosa em relação a população estimada de Boa Vista, contendo 32%.

No aspecto geomorfológico a BHC possui relevo do tipo Planalto dissecado e superfícies pediplanas, a área da bacia está inserida na região do Pediplano Rio Branco-Rio Negro, possuindo

uma topografia plana e pela declividade muito baixa que se acentua apenas próximos aos canais hídricos, caracteriza-se como um modelo de agradação (ARAÚJO JÚNIOR, 2016, p. 88).

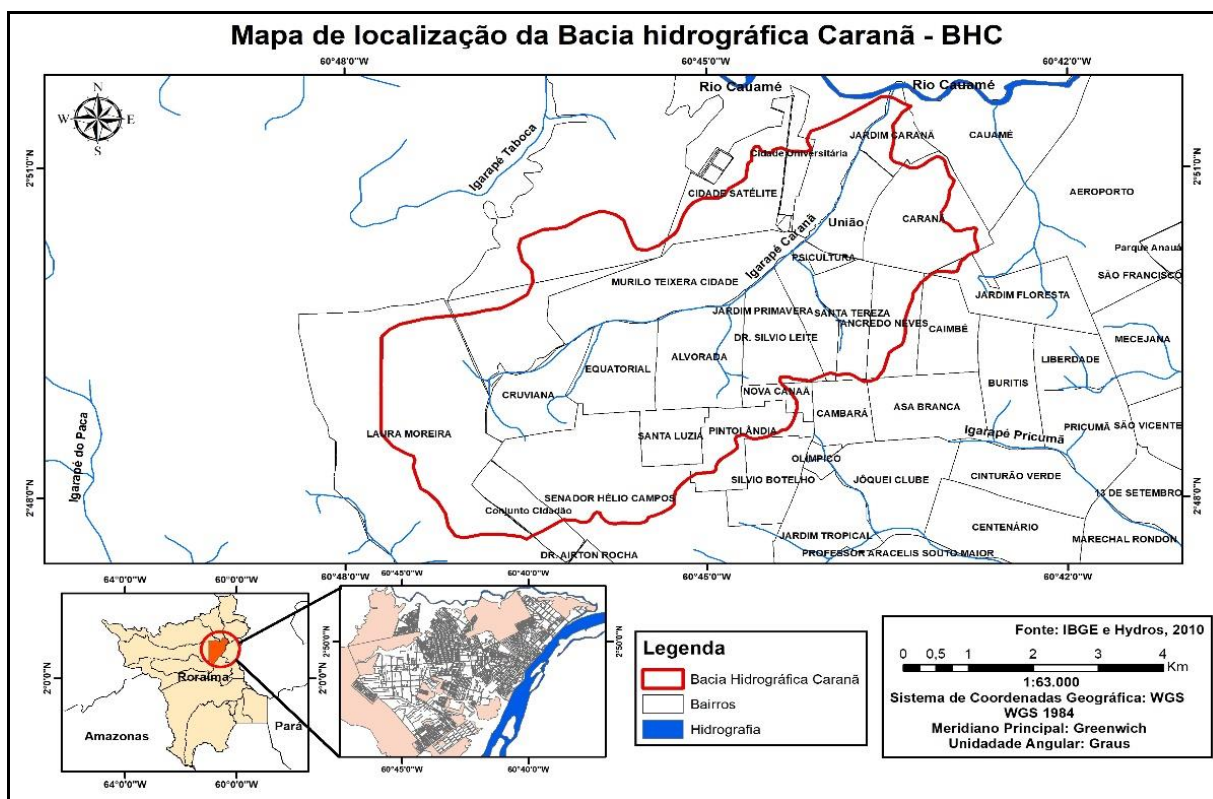


Figura 1 - Mapa de localização da BHC
Fonte: Autores (2019).

No aspecto pedológico a BHC é caracterizada por latossolos amarelos, com vegetação de solo pouco fértil contendo espécies de fisionomia campestre, vegetação do tipo gramínea, palmeiras da espécie Buriti e espécies arbóreas de maior parte como a Guateriasp e Xilopia SP (VERAS; SOUZA, 2012).

Na questão hidrográfica a BHC esta inserida na bacia hidrográfica do baixo Rio Cauamé que se conecta aa bacia do Rio Branco. Em sua área de nascentes é composta por lagos de baixa profundidade e que funcionam como nascentes do sistema fluvial (VERAS; SOUZA, 2012, p.7).

Tendo em conta as características físicas da BHC a pesquisa buscou levantar questões sobre quais fatores sociais são mais impactadas por eventos danosos, em especial eventos de inundação na Amazônia setentrional. O presente trabalho teve como objetivo analisar fatores sociais (renda, escolaridade, faixa etária, gênero, tipo de residência e pessoas por residência) no apontamento de áreas vulneráveis socioeconomicamente na bacia hidrográfica Caranã (BHC) em decorrência de inundações.

Materiais e Métodos

O presente trabalho foi executado em três etapas: a primeira etapa foi o levantamento de dados secundários como artigos, livros, relatórios ambientais, dados do Censo Demográfico 2010 do IBGE, e periódicos eletrônicos. Esse momento foi marcado pela contextualização da dinâmica de produção do espaço da cidade de Boa Vista.

Em seguida foi feita uma reflexão sobre a tríade dessa pesquisa que é risco, perigo e vulnerabilidade, essa reflexão considera todos os aspectos da relação, dando ênfase ao conceito de vulnerabilidade como elemento principal.

Na segunda etapa foi feito um levantamento de dados primários, neste caso, o primeiro foi o levantamento de imagens digitais, ou seja, imagens feitas in situ com o auxílio de uma câmera digital. A segunda aquisição foi feita com auxílio do drone Phantom 3. O drone teve a finalidade de registrar imagens aéreas com resolução de 4000 x 2250 em 72 dpi com altura de até 500 metros. Um mosaico da Bacia Hidrográfica Caranã foi feito para ser usado como shape base onde as informações serão sobrepostas para criação dos mapas de síntese.

No decorrer do campo foi necessário o registro de pontos com coordenadas geográficas com o auxílio de GPS (GPS Garmin). Os pontos foram registrados em três áreas da BHC, no alto, médio e baixo curso do igarapé Caranã.

A terceira etapa foi a fase de laboratório. Nesse estágio foi feita a sintetização e tabulação dos dados secundários e primários, criando um banco de dados geográficos com o intuito de servir como base para discussão dos resultados da pesquisa. Nesta etapa foram elaborados o mapa de vulnerabilidade socioeconômica, sendo utilizadas variáveis socioeconômicas: renda per capita, escolaridade, gênero, moradores por residência, tipo de materiais das paredes das residências e faixa etária.

Os dados socioeconômicos foram obtidos pelo site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as informações foram baixadas em forma de tabela do Excel e ordenados por coluna onde cada um correspondia a uma alternativa de cada pergunta feita pelo IBGE em 2010.

O recorte espacial escolhido foi o setor censitário, dessa forma os dados proporcionaram uma melhor realidade da bacia hidrográfica Caranã. Para a sintetização dos dados foi necessário organizar as informações em uma tabela delimitada por bairros.

Na sistematização dos dados do Censo Demográfico de 2010, foi utilizada a técnica de delimitação de risco social aplicada por Lavinias (2013). Esse procedimento consiste na aplicação de uma aritmética simples para determinar a média de cada variável. Como cada código corresponde a uma alternativa de cada pergunta, a autora agrupou as alternativas com base nos programas das nações unidas para o desenvolvimento (PNUD), para a atribuição dos pesos para cada variável foi

usado a relação de três conceitos (resistência, resiliência e adaptação) neste caso, permitindo atribuir pesos, os quais foram aplicadas as variáveis descritas abaixo:

Quadro 1- Quadro com as variáveis e seus valores de pesos atribuídos.

Variáveis	Pesos	Característica de delimitação dos pesos
1 – Renda per capita	(peso 0,37)	Essa variável permite ao indivíduo uma resistência em relação ao perigo, sua questão econômica permite que sua residência seja maior em relação aos danos, no geral os indivíduos com recurso socioeconômicos maiores tendem a resistir, adaptar e retornar ao seu estado anterior ao evento mais rapidamente. Cutter et al (2003) demonstra que a capacidade de absorver danos e de recuperar está associado a boa renda dos indivíduos. Por outro lado, indivíduos que não detêm condições socioeconômicas significativas tendem a ter pouca resistência aos efeitos danosos de eventos de inundação.
2 – Escolaridade	(peso 0,25)	Pessoas que detêm conhecimento tendem a encontrar melhores formas de resistir e adaptar ao perigo. Essa variável relaciona a forma que o indivíduo se comporta perante ao perigo, nesse caso pessoas que detêm o conhecimento encontram várias formas de resistir e adapta ao perigo podendo aprimorar sua estrutura, criando mecanismos de evasão ou diminuir a intensidade do perigo
3 – Faixa etária	(peso 0,17)	Essa variável tem ligação com a questão física do corpo humano além da retenção do conhecimento ao longo dos anos, de acordo com Marandola Júnior e Hogan (2007a) crianças recém nascidas e idosos possuem pouca resistência ao perigo pelo fato de suas capacidades físicas serem bastante frágeis anatomicamente, portanto esses indivíduos dependerão de terceiros para adaptar-se ao perigo, nesse caso, é bastante provável que os mesmos não consigam retornar ao seu estado original antes do perigo
4 – Gênero	(peso 0,12)	Essa variável relaciona à questão física do corpo humano. O gênero masculino no geral possui peso, força, massa muscular e hormônios que darão vantagem perante ao perigo (CUTTER et al, 2003).
5 – Tipo de residência	(peso 0,05)	Essa variável está ligada ao tipo de material utilizado na construção da estrutura. Para essa questão uma construção em alvenaria tem mais resistência ao perigo do que uma estrutura de madeira ou taipa, essa análise é confirmada por Cutter et al (2003) destacam que o tipo de habitação (madeira, tijolo, etc) e construção influenciam diretamente na vulnerabilidade social.
6 – Pessoas por residência	(peso 0,04)	Essa variável está relacionada com o número de indivíduos atingidos pelo perigo, quanto maior a quantidade de pessoas dentro de uma única residência, maior é o número de pessoas atingidas pelo perigo.

Fonte: Autores 2019.

Atribuindo o grau de importância para cada variável, o próximo passo foi associá-los com seus respectivos mapas criados. Esse procedimento permitiu empregar essas informações na ferramenta *Raster Calculator* do software ArcGis para gerar o mapa de vulnerabilidade socioeconômica por meio da seguinte expressão/fórmula escrita para rodar no software:

$$(RC*0,37) +(E*0,25) +(FE*0,17) +(G*0,12) +(TR*0,05) +(PR*0,04) =1$$

Onde:

RC: renda per capita corresponde a 0,37 do grau de importância;

E: escolaridade corresponde a 0,25 do grau de importância;

FE: faixa etária corresponde a 0,17% do grau de importância;

G: gênero corresponde a 0,12% do grau de importância;

TR: tipo de residência corresponde a 0,05 do grau de importância;

PR: pessoas por residência corresponde a 0,04 do grau de importância;

1: Mapa de Vulnerabilidade social.

Resultados e Discussão

A Bacia Hidrográfica Caranã (BHC) é a bacia mais populosa da cidade de Boa Vista, um local que foi moldado pela dinâmica dos agentes sociais ao longo de vários anos de produção do espaço, portanto uma excelente área de estudo da vulnerabilidade socioeconômica.

Para entender a vulnerabilidade socioeconômica da BHC, foi necessário analisar as variáveis individualmente, começando com a variável pessoas por residência. Com as informações do Censo Demográfico 2010, foi possível aplicar a técnica usada por Lavinhas (2013) e concluir espacialmente que, 4.578 (5%) pessoas estão em vulnerabilidade baixa, 51.274 (56%) estão em vulnerabilidade média e 53.709 (39%) estão em vulnerabilidade alta (figura 2).

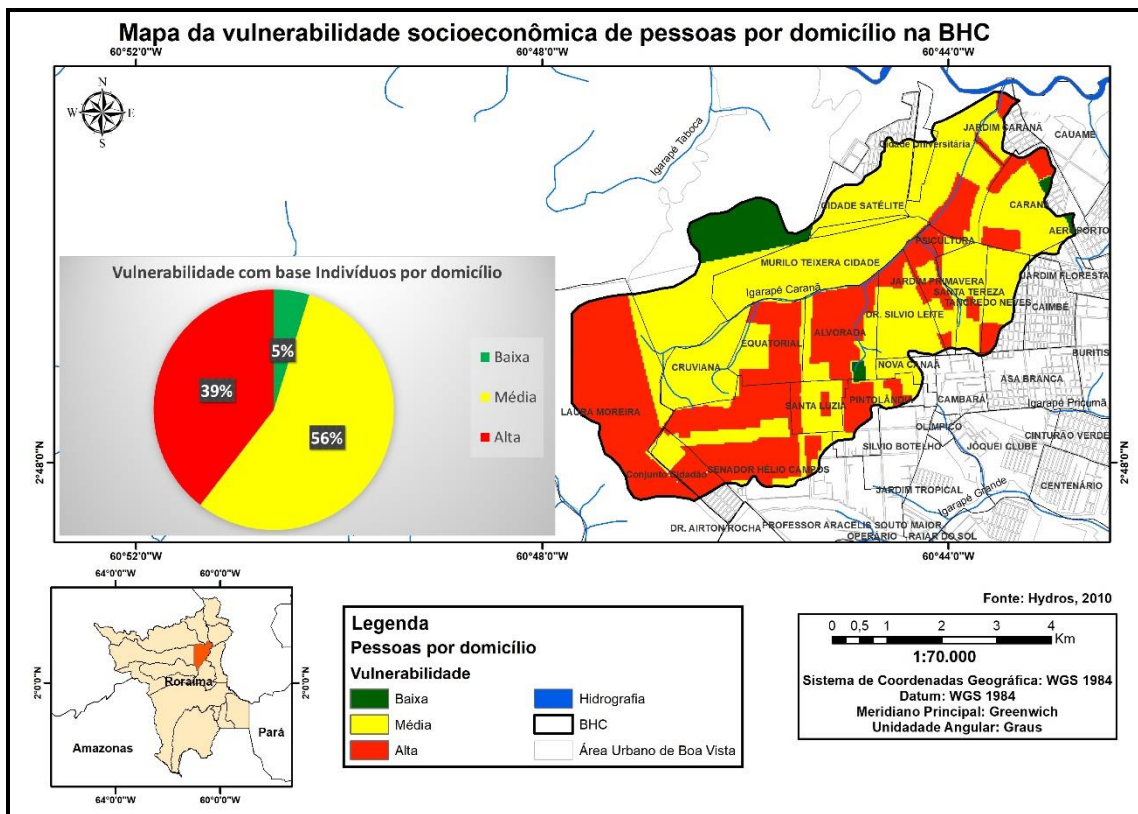


Figura 2 - Mapa social de pessoas por domicílios da Bacia Hidrográfica Caranã.
Fonte: Autores (2019).

Observa-se que em 5% do total da bacia estão localizados os domicílios com 1 a 2 indivíduos. Para essas análises, os domicílios foram considerados locais com baixo grau de vulnerabilidade, devido a quantidade de pessoas na residência, pois quanto menor é o número de pessoas, menos indivíduos são expostos ao perigo de inundação. A vulnerabilidade baixa foi observada nos bairros Caranã, Aeroporto e Alvorada.

O gráfico demonstra que 56% da BHC está em vulnerabilidade média, considerando a variável pessoas por domicílio, ou seja, são residências que possuem 2,5 a 4 indivíduos no local. Nesse caso, a residência atingida pelo perigo pode desabrigar um número maior de pessoas.

A vulnerabilidade média compreende os bairros Cauamé, Jardim Caranã, Cidade Satélite, Murilo Teixeira Cidade, Cruviana, Equatorial, Nova Canaã, Silvo Leite, Tancredo Neves, parte do Senador Hélio Campos e Conjunto Cidadão. Por fim, essa mesma categoria, demonstra que 39% da bacia hidrográfica Caranã está em vulnerabilidade alta, em razão de estes locais possuírem domicílios com 7 ou mais indivíduos no mesmo local, podem contabilizar um alto número de pessoas desabrigadas, e também a probabilidade de ocorrer vítimas é maior em relação as outras áreas da BHC.

Na escala de análise da vulnerabilidade socioeconômica, a categoria tipo de residência ficou com o peso 0,05, tendo um grau de importância na avaliação da vulnerabilidade socioeconômica na

BHC, demonstrando que 62.924 (72%) pessoas estão em vulnerabilidade baixa, 14.987 (16%) estão em vulnerabilidade média e 10.987 (12%) estão em vulnerabilidade alta (figura 3).

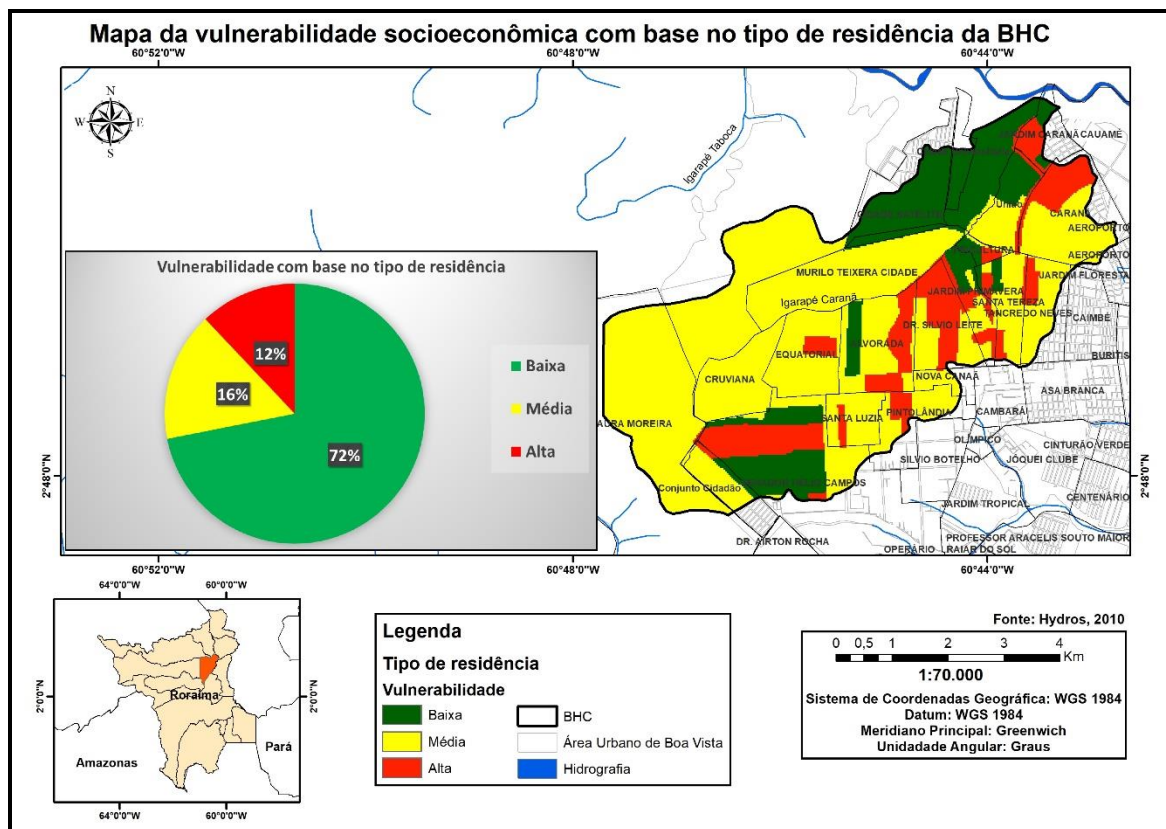


Figura 3 - Mapa social do tipo de material usado na construção das residências na BHC.
Fonte: Autores (2019).

Dentro dessa análise, foram incluídas as classes residência construída em alvenaria, madeira, palha e taipa conforme fornecido pelo IBGE. Diante disso, a residência feita de alvenaria foi estimada de baixa vulnerabilidade, residência feita com madeira representa a média vulnerabilidade e as demais classes representam alta vulnerabilidade.

Com base nas observações, a figura 3 demonstra que 72% da bacia hidrográfica Caraná possui área com vulnerabilidade baixa, e isso é remetido ao fato da maioria das residências serem de alvenaria, entretanto, esse tipo de material também sofre danos diante de uma inundação.

O gráfico também demonstra que 16% da BHC possui vulnerabilidade média. Mostra-se que uma residência ser construída de madeira, possui vida útil curta, principalmente quando se trata de clima referente aos trópicos (úmido e quente). Portanto, pessoas que foram atingidas pelos eventos de 2011 tiveram grau de vulnerabilidade média, pelo fato de suas residências terem a probabilidade de sofrerem danos maiores em suas estruturas.

Em um cenário, considerando a variável proximidade do limite de inundação, as pessoas que possuem residência com material feito de madeira tendem a sofrer mais danos perante o perigo a

inundação, mesmo retirando à variável limite de inundação da equação. Esses indivíduos ainda estariam com um grau de vulnerabilidade médio.

A classe vulnerabilidade média pode ser observada nos bairros Senador Hélio Campos, Santa Luzia, Alvorada, Pintolândia, Silvo Botelho, Silvo Leite, Buritis, Caranã e Jardim Caranã. Foram observados também que 12% da BHC apresenta área de vulnerabilidade alta, categoria composta pelas classes de residências construídas com palha e taipa. Nesse caso, pessoas que possuem esse tipo de moradia têm grandes probabilidades de sofrerem danos que possam resultar na perda da residência. Observa-se esta particularidade nos bairros Senador Hélio Campos, Equatorial, Murilo Teixeira Cidade, Cidade Satélite, União e Jardim Caranã.

Na mensuração da vulnerabilidade social, a categoria gênero foi atribuído o peso de 0,12% na classificação da vulnerabilidade. Assim, foram aplicados os procedimentos estatísticos na BHC, originando a vulnerabilidade de acordo com o gênero do indivíduo, demonstrado que 13.734 (15%) pessoas estão em vulnerabilidade baixa, 55.852 (61%) estão em vulnerabilidade média e 21.974 (24%) estão em vulnerabilidade alta (figura 4).

Essa variável considera as questões fisiológicas do corpo humano como parâmetro para determinar o grau de vulnerabilidade do indivíduo perante o perigo inundação. A análise foi feita com base na quantidade de pessoas do sexo masculino e feminino na bacia hidrográfica Caranã.

Observa-se que 15% do total da área da bacia está com baixa vulnerabilidade, esse fato está ligado a quantidade de indivíduos do sexo masculino em relação ao sexo feminino. O gênero masculino tem mais chances de lidar com as consequências do perigo (inundação) pelo fato de sua “vantagem” fisiológica (CUTTER, 2003) consistir em ter maior carga de massa muscular, força e resistência.

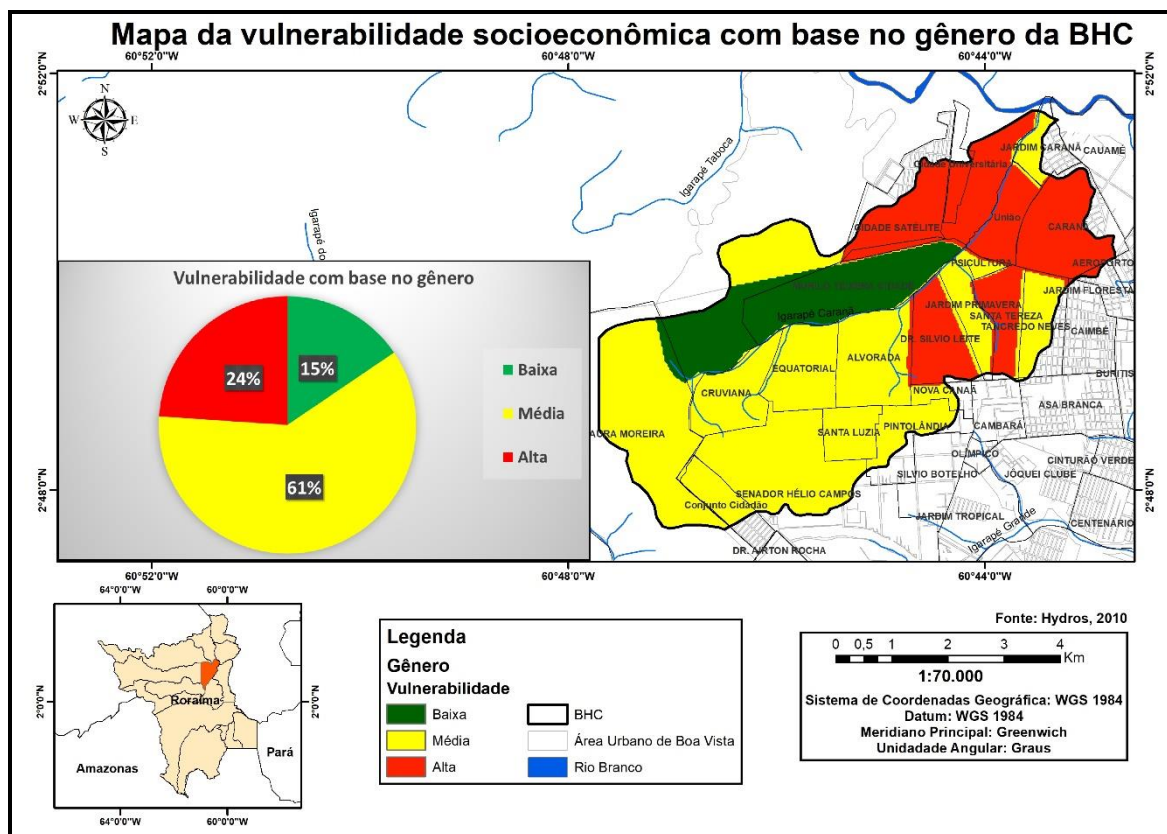


Figura 4 - Mapa da vulnerabilidade socioeconômica com base no gênero das pessoas na Bacia Hidrográfica Caranã.
Fonte: Autores (2019).

Por outro lado, o gráfico demonstra que 61% da BHC estão caracterizados com vulnerabilidade média, mais da metade dessa porcentagem é dominada pelo sexo feminino, considerando os bairros Cidade Satélite e Jardim Caranã. O gráfico demonstra que 24% da bacia hidrográfica Caranã possuem vulnerabilidade alta, uma porcentagem maior de indivíduos do gênero feminino em relação ao gênero masculino. Isso também está ligado às condições fisiológicas do sexo feminino, diminuído a capacidade de resistir diante de um perigo (inundação).

Alguns bairros da bacia hidrográfica Caranã tiveram uma porcentagem maior de mulheres em relação aos homens, por exemplo, os bairros Caranã, Jardim Caranã, Jardim Floresta e Cauamé. Essa informação confirma o que foi demonstrado pelo mapa da vulnerabilidade com base na variável gênero. Outra variável para mensuração da vulnerabilidade socioeconômica da bacia hidrográfica Caranã é a faixa etária. Essa variável recebeu o peso de 0,17% na mensuração da BHC e a figura 5 mostra que 21.974 (24%) pessoas estão em vulnerabilidade baixa, 41.202 (45%) estão em vulnerabilidade média e 28.384 (31%) estão em vulnerabilidade alta

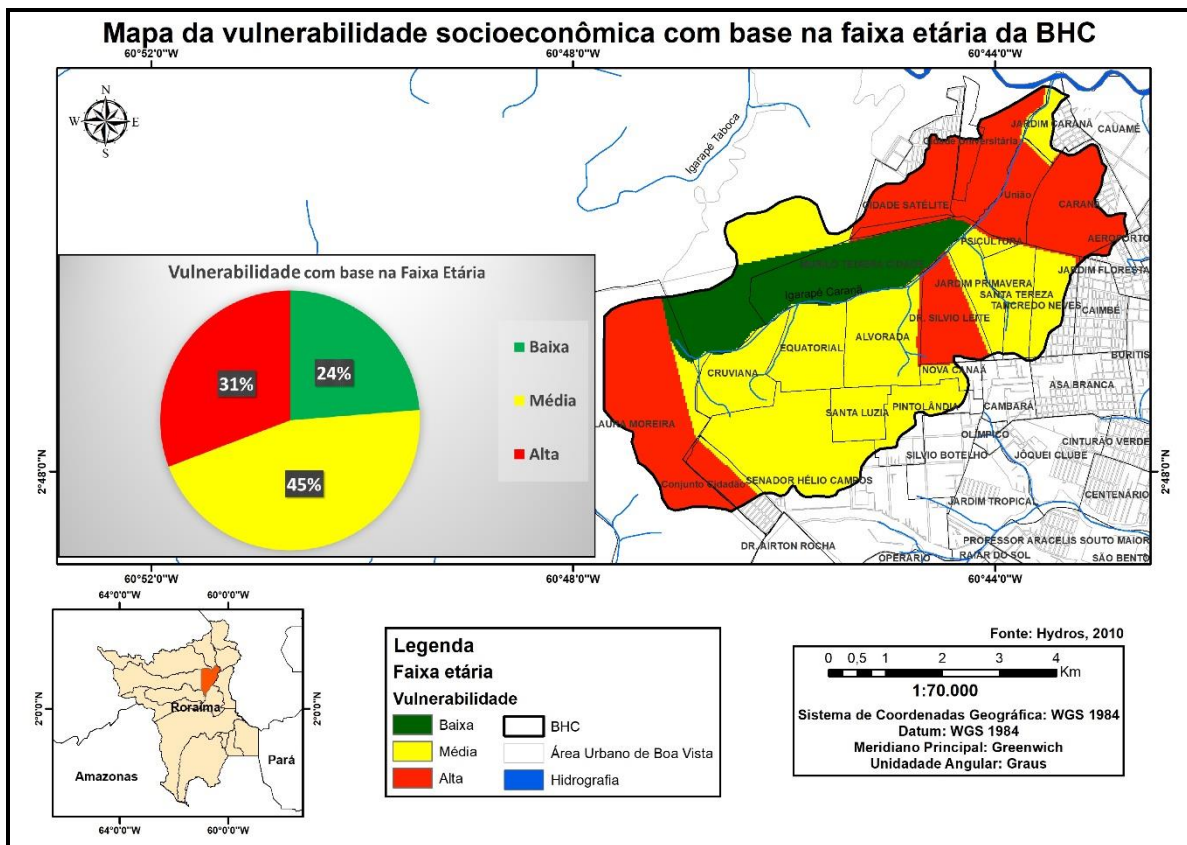


Figura 5 - Mapa da Vulnerabilidade social de acordo com a faixa etária na Bacia Hidrográfica Caraná.

Fonte: Autores (2019).

A determinação das áreas com vulnerabilidade socioeconômica com base na faixa etária foi feita através das análises obtidas por Marandola Júnior e Hogan (2007a), que consideram as crianças recém-nascidas e os idosos possuidores de maior grau de vulnerabilidade perante ao perigo. Diante disso, foram estabelecidos os respectivos níveis de vulnerabilidade social, com base na faixa etária da BHC.

Observa-se que 24% do total da BHC são considerados de baixa vulnerabilidade. Indivíduos que possuem idade entre 18 anos a 50 anos, boa capacidade física para resistir ao perigo, conseguem se adaptar dependendo da intensidade do perigo e obtêm uma boa resiliência, de acordo com o gráfico, 45% da BHC possui vulnerabilidade média, são indivíduos de 11 a 17 anos que não estão em seu ápice de condicionamento físico, mas diante de evento de cheia extraordinária a probabilidade de sofrerem danos é menor. A variável faixa etária está estritamente ligada as varáveis estudadas com o gênero e escolaridade, pois esses indivíduos possuem resistência e adaptação média, isso reflete-se na resiliência dos mesmos.

Observa-se que 31% da BHC possuem indivíduos com vulnerabilidade alta com base na faixa etária, isso se liga às duas extremidades da cronologia humana. Ou seja, crianças e idosos, por conta de seu condicionamento físico serem frágeis, a probabilidade de sofrer danos é alta. Diante de

um perigo, a sua resistência é muito baixa em comparação com as demais classes, sua adaptação também é baixa pelo fato do seu condicionamento físico.

Pode-se destacar que os bairros Cidade Satélite, União, Cauamé, Silvio Leite, Laura Moreira e Senador Hélio Campos possuem os maiores valores na categoria vulnerabilidade alta. Assim, é importante relatar que a maioria desses bairros está próximo ao corpo hídrico da BHC.

A vulnerabilidade com base na escolaridade foi estabelecida por meio da aplicação da média aritmética baseado Programas das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

Essa variável estabelece a vulnerabilidade através do nível de escolaridade do indivíduo da BHC, ou seja, indivíduos que possuem um alto grau conhecimento tendem a reagir melhor perante o perigo por ter o conhecimento formal de locais seguros por melhor conhecer os mecanismos de acionamento das autoridades competentes (corpo de bombeiros e defesa civil).

Observa-se que 9% do total da BHC estão na área de baixa vulnerabilidade. Atribui-se ao nível de conhecimento dos indivíduos, pois essas pessoas tendem a possuir informações que podem ajudar na sobrevivência perante o perigo.

Com esse conhecimento, tais indivíduos têm habilidades para resistir a um evento de cheia extraordinária, além de possuírem informações que podem tornar possível a adaptação. A resiliência acaba tendo uma transição rápida, ou seja, o conhecimento formal pode oferecer meios para esses indivíduos retornarem a seu estado original.

Por outro lado, observa-se que 33% da área da bacia hidrográfica Caranã estão sob vulnerabilidade média, isso se dá pelo fato dos indivíduos localizados nessas áreas possuírem um conhecimento com o grau de escolaridade do ensino médio (figura 6), teoricamente desprovidos de informações inerentes aos perigos diversos. Com isso, 8.240 (9%) pessoas estão em vulnerabilidade baixa, 30.215 (33%) estão em vulnerabilidade média e 53.105 (58%) estão em vulnerabilidade alta

Mesmo com um conhecimento escolar formal pouco absorvido, esses indivíduos conseguem minimizar os danos causados pelo perigo, podendo construir uma boa resistência, conseguindo permanecer no local, mas a adaptação pode não existir, por falta de conhecimentos formais (conhecimento dos mecanismos jurídicos e autoridades competentes), e sua resiliência será baixa com a probabilidade de não conseguir voltar ao seu estado original.

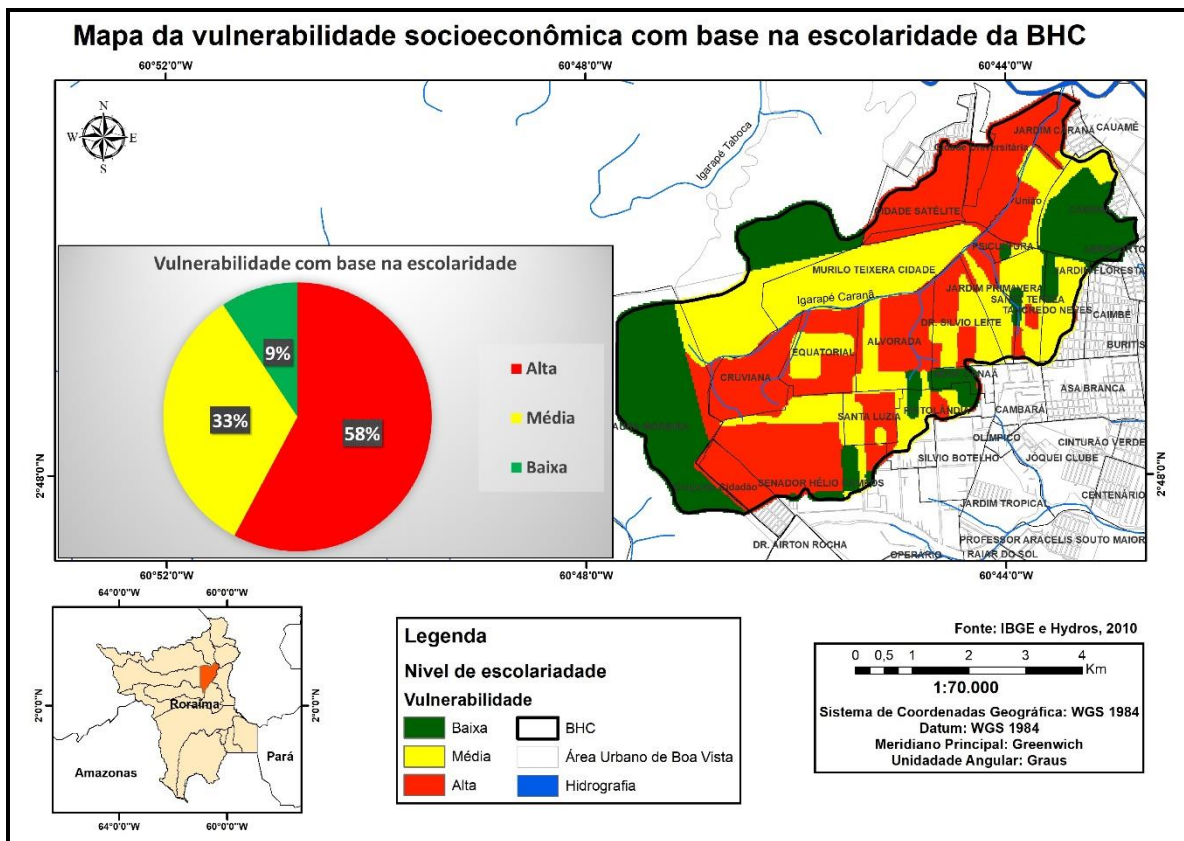


Figura 6 - Mapa da vulnerabilidade social com base na escolaridade da Bacia Hidrográfica Caranã. *Fonte: Autores (2019).*

O mapa também destaca que 58% da bacia hidrográfica Caranã têm vulnerabilidade alta com base na escolaridade. Isso se atribui à falta de conhecimento formal dos indivíduos para lidar com efeitos do perigo, essas áreas são constituídas de indivíduos com o nível de ensino fundamental e analfabetos, segundo dados do IBGE (2010). Tais indivíduos tendem a ter pouca resistência e a probabilidade de adaptação é muita baixa. Por conta disso, a resiliência é quase nula, ou seja, o nível de conhecimento diminui as chances de recuperar suas estruturas após o evento de cheia extraordinária.

Esse cenário é encontrado nos bairros, Caranã, Jardim Caranã, Cauamé, União, Cidade Satélite, Piscicultura, Primavera, Santa Tereza, Senador Hélio Campos, Conjunto Cidadão, Equatorial, Santa Luzia, Alvorada e Pintolândia.

Quanto a variável renda per capita foi atribuído o peso 0,37%, o maior na mensuração da vulnerabilidade socioeconômica da BHC, aplicando as mesmas técnicas das variáveis anteriores. Foi possível gerar o mapa de renda per capita para a BHC, demonstrado na figura 7, no qual 73.246 (73%) pessoas estão em vulnerabilidade média, 17.396 (14%) estão em vulnerabilidade baixa e 915 (13%) na alta.

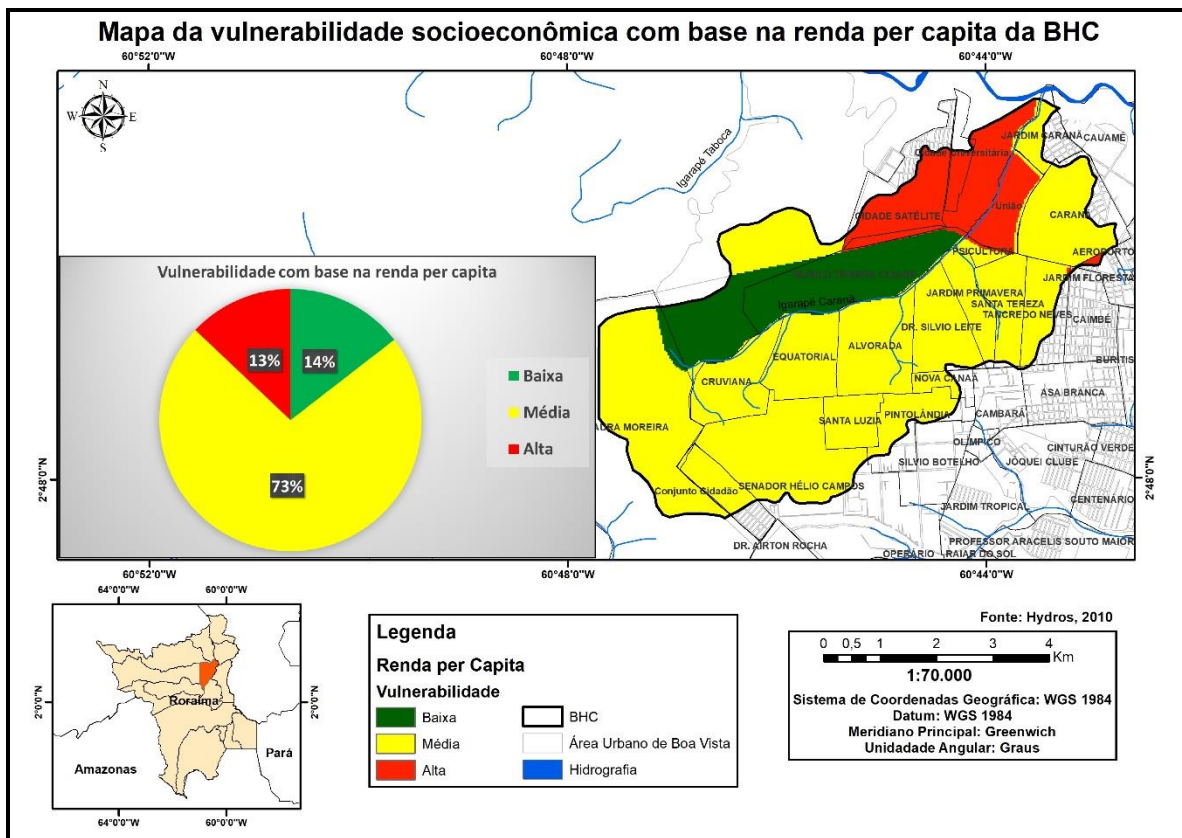


Figura 7 - Mapa da vulnerabilidade social com base na renda per capita de indivíduos da BHC.
Fonte: Autores (2019).

As pessoas cuja soma da renda familiar dividida pelo número de integrantes da família é menor que meio salário mínimo, esse fato foi considerado como vulnerabilidade alta com base na variável renda per capita.

Observa-se que 73% da bacia hidrográfica Caranã possuem a vulnerabilidade média. Tem-se em consideração o fato que essas áreas constituem indivíduos de classe média com recursos limitados para resistir a um evento de cheia extraordinária.

Na maioria dos casos, não possuem seguradora, por outro lado, esses indivíduos conseguem adaptar-se muito bem perante o perigo, mesmo com recursos limitados. Por último, a resiliência se torna média pelo fato de sua estrutura não possuir seguro, além de terem poucos recursos para reconstruir sua estrutura pós-evento. Então, o retorno ao seu estado original é de longo prazo.

O gráfico demonstra que 13% possuem a vulnerabilidade alta, isso é atribuído ao fato dessas áreas possuírem indivíduos com o menor poder aquisitivo. Diante disso, em um evento de inundação, essas pessoas não possuem recursos para resistir aos danos causados pelo perigo, bem como não terem condições financeiras para se adaptar ao perigo de inundação.

E por fim, a sua resiliência é quase nula pelo fato dessas pessoas não possuírem recursos suficientes para reconstruir ou restaurar sua moradia. Isso leva em consideração seus bens materiais, como móveis e eletrodomésticos. O tempo para voltar ao seu estado original é bastante longo e, em

muitos casos, a probabilidade de ocorrer outro evento de cheia durante essa recuperação é alto (SANDER et al, 2012, p.88).

A vulnerabilidade alta foi verificada em alguns bairros da bacia hidrográfica Caranã, como o bairro Cidade Satélite obteve a maior média de pessoas com renda baixa, Em seguida vem Cauamé, Caimbé, União, Jardim Floresta e Caranã. Esses resultados estão de acordo com as informações apresentadas pelo mapa da figura 8, além de demonstrar os locais que devem ser observados com mais atenção pelo poder público por conter indivíduos com alto grau da vulnerabilidade socioeconômica com base na renda.

Os índices determinados no concernente a vulnerabilidade socioeconômica na BHC foi 17.396 (19%) pessoas estão em vulnerabilidade baixa, 17.565 (17%) estão em vulnerabilidade moderadamente baixa, 23.806 (26%) estão em vulnerabilidade na média, 18.312 (20%) estão em vulnerabilidade moderadamente alta e 16.481 (18%) estão em vulnerabilidade alta.

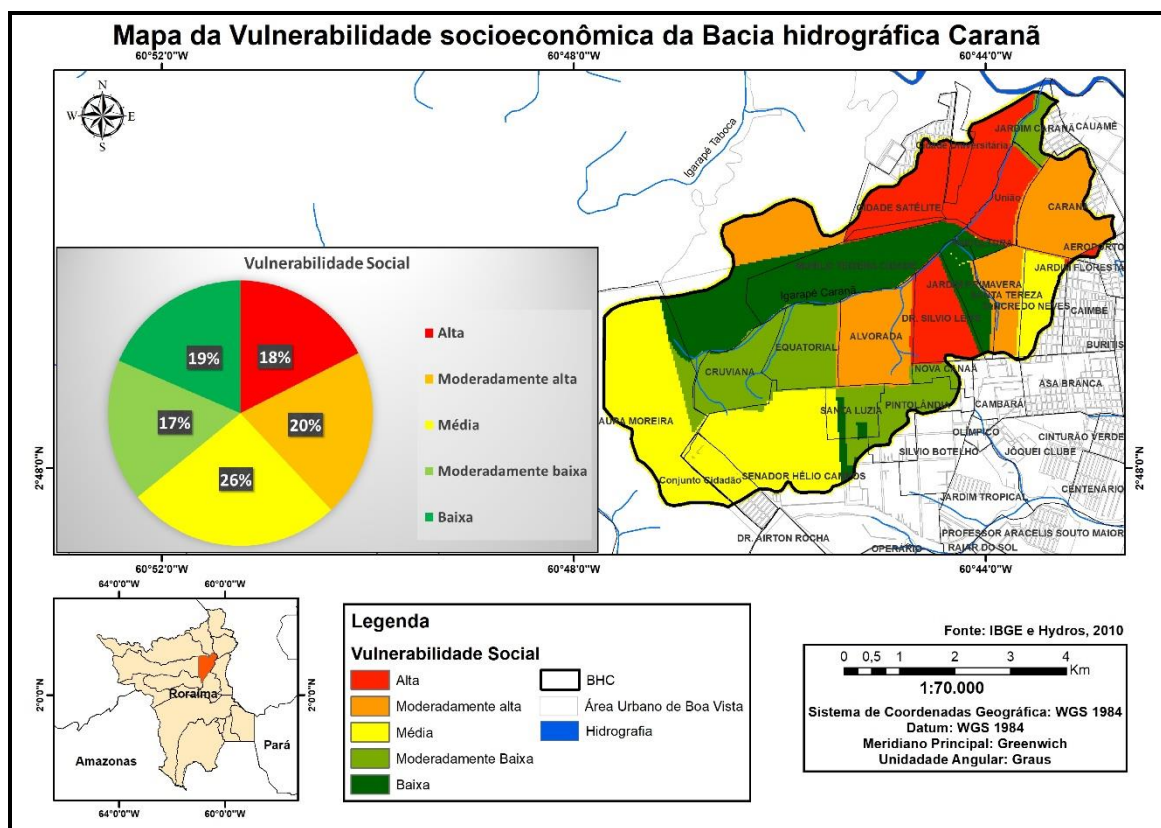


Figura 8 - Mapa da Vulnerabilidade Social da Bacia Hidrográfica Caranã.
Fonte: Autores (2019).

A vulnerabilidade socioeconômica baixa teve 19% no total na BHC. Essa classe foi observada nos bairros Murilo Teixeira Cidade, Piscicultura, Jardim Primavera e parte do bairro Santa Luzia. Diante disso, é importante destacar que a área de vulnerabilidade socioeconômica baixa que compreende o bairro Murilo Teixeira Cidade é um local constituído de várias chácaras

com baixa densidade de pessoas, mas que no momento está em um processo de ocupação encabeçado por promotores imobiliários.

A vulnerabilidade moderadamente baixa possui 17% do total na BHC. Esse resultado considera indivíduos com poucos integrantes em suas residências, diminuindo o número de vítimas atingidas pelo perigo. Também pelo fato de possuírem uma estrutura construída com alvenaria que permite uma boa resistência perante a eventos de inundação, além de terem uma quantidade maior de indivíduos do gênero masculino, que diante de um perigo, dispõe de vantagens fisiológicas como força física para lidar com o evento.

Outro fator que explica que essa área é moderadamente baixa é a questão do grau de instrução dos indivíduos contidos no local. Neste local, podem-se encontrar pessoas com ensino superior e conhecimento sobre locais seguros e autoridades competentes para lidar com desastres naturais. Do mesmo modo, esses indivíduos possuem recursos (renda) para lidar com o perigo.

Com todas essas variáveis a favor desses indivíduos, a análise demonstra que sua resistência é alta por serem pessoas com conhecimento, recursos e idade para resistir a qualquer evento que possa gerar danos. Também, seu poder de atuação é alto pelos mesmos motivos de sua resistência.

Durante o evento, essas pessoas podem criar ideias e operacionalizá-las com o intuito de mitigar ou bloquear os efeitos do perigo, e também possuem uma resiliência muito alta com grandes probabilidades de retornarem para seu estado original, principalmente considerando os recursos disponíveis.

A vulnerabilidade socioeconômica média atingiu 26% dentro da BHC, compreendendo os bairros Tancredo Neves, Senador Hélio Campos, Conjunto Cidadão e Laura Moreira. Esse resultado está ligado às características dos indivíduos no local, ou seja, são residências com 4,5 a 7 indivíduos, ou seja, a quantidade de pessoas atingidas é maior em relação a outros locais, aumentando impactos diante do perigo.

Outro fator que levou essas áreas a terem o grau de vulnerabilidade socioeconômica média foi o tipo de materiais das residências (taipa e madeira) utilizados para construir suas residências. Neste caso, esses materiais possuem pouca resistência diante dos danos causados pelo perigo.

Por outro lado, a faixa etária influenciou diretamente no resultado, pelo fato de possuir uma quantidade menor de pessoas idosas. Isso permite que essas pessoas tenham uma resistência média. Mediante isso, o poder de adaptação também é médio por se tratar de pessoas jovens e adultas e, por fim, uma resiliência baixa pelo fato da maioria não possuir recursos financeiros para reconstruir suas moradias ou reaver seus bens materiais. Esses detalhes aumentam o tempo de retorno ao seu estado original.

A vulnerabilidade social moderadamente alta obteve 20% em relação ao total da área da BHC. Essa classe pode ser observada nos bairros Alvorada, Jardim Primavera, Santa Tereza e Caranã, tais resultados estão embasados com a quantidade de pessoas que residem em um mesmo domicílio, podendo chegar a até 7 pessoas na mesma residência. Outro motivo é o nível de escolaridade baixa, ou seja, possuem uma grande quantidade de pessoa com nível fundamental ou analfabeto, o que influencia nas tomadas de decisões perante o perigo.

Em contrapartida, essas pessoas estão em uma faixa etária composta por adultos e adolescentes, e poucos idosos; e também possuem uma proporção maior de indivíduos do gênero masculino. Esses fatores permitem que essas áreas não sejam apontadas com vulnerabilidade ainda maior.

Diante desses fatos, a resistência desses indivíduos é baixa em virtude do limitado nível de conhecimento para lidar com os efeitos de um desastre natural. Sua capacidade de adaptar-se aos efeitos do perigo é baixa pelo fato de não terem os recursos para fazer melhorias em suas estruturas. Sua resiliência é média por conta de possuírem recursos para uma recuperação, mesmo que em longo prazo.

O mapa da figura 8 demonstra que 18% da área da BHC está em vulnerabilidade alta. Essa classe é observada nos bairros Jardim Primavera, Silvio Leite, União, Jardim Caranã e Cidade Satélite.

A vulnerabilidade alta é atribuída devido a área possuir residências com 3 a 4 indivíduos no local, indicando um maior número de desabrigados em relação as outras áreas da BHC. Outro destaque é o número maior de indivíduos do gênero feminino, que influencia diretamente na capacidade física de reagir aos efeitos do perigo.

Pôde-se observar uma grande quantidade de residências com baixa resistência a efeitos oriundos de eventos de inundação. São residências construídas com materiais feitos de palha, taipa e madeira. Esses materiais em eventos de inundação tendem a sofrer desgastes ou, dependendo da intensidade do perigo, o indivíduo pode perder a estrutura por completo, diminuindo seu poder de resiliência.

A alta vulnerabilidade socioeconômica é também atribuída as pessoas com o nível de escolaridade de ensino fundamental e analfabetos, contribuindo para que essas pessoas tenham dificuldade para adaptação durante o perigo.

Outro fator que demonstra isso é a faixa etária. A grande quantidade de pessoas idosas e crianças diminuem o poder de resistência e adaptação perante o perigo de inundação. Dependendo da intensidade do evento, os efeitos podem causar óbitos entre essas pessoas.

A vulnerabilidade socioeconômica alta dessas áreas é também expressa pelos indivíduos com uma renda per capita muito baixa, fator esse que influencia diretamente na resiliência. A falta de recursos financeiros diminui a probabilidade desses indivíduos de reconstruir suas moradias e reaver seus bens materiais. Portanto, a sua recuperação será longa com a probabilidade de ser atingida novamente pelo perigo durante o processo de recuperação para o seu estágio original.

Considerações Finais

A metodologia de atribuição de pesos para variáveis complexas como as socioeconômicas foram aplicadas de forma inédita na Amazônia setentrional, considerando o baixo nível de informação disponível da região.

As atribuições dos pesos tiveram como base as características sociais como renda, escolaridade, faixa etária, gênero, tipo de residência e pessoas por domicílio. Cada variável permite ao indivíduo resistir, adaptar ou voltar a seu estado original (resiliência). A Resiliência é a capacidade de um sistema – na base de condições naturais ou do resultado de intervenção humana – retornar a um estado original (sem necessidade de adaptação) depois de enfrentar um perigo (MARANDOLA JR; HORAN, 2007a, p.77).

A aplicação de pesos para mensuração da vulnerabilidade se mostrou eficaz no apontamento dessas áreas vulneráveis socioeconomicamente. Essa análise mostra a vulnerabilidade das pessoas pelos seus aspectos sociais e pode ser inserido em vários cenários e perigos possíveis, mas para essa pesquisa, foi adicionado um único perigo, que foi a inundação.

A análise demonstrou que 38% da Bacia Hidrográfica Caranã (BHC) possui um alto grau de vulnerabilidade, isso é remetido a uma parcela muito alta da área da BHC. Nesse caso é importante apontar que essa concentração de áreas vulneráveis socioeconomicamente está localizada justamente em locais como o bairro Cidade Satélite, onde foi observado uma maior aglutinação de pessoas de baixa renda. Esse fato agrega valor negativo as demais variáveis e coloca as demais áreas próximas a foz do igarapé Caranã no mesmo patamar de alto grau de vulnerabilidade socioeconômica.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por apoiar esta pesquisa por meio de bolsa de mestrado Demanda Social (DS).

Referências

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidade socioambientais de rios Urbanos: Bacia Hidrográfica do Rio Maranguapinho**. 2010. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Região metropolitana de Fortaleza, Ceará, São Paulo.

BRAUCH, H. G. **Threats, challenges, vulnerabilities and risks in environmental and human security**. n. 1, Publication series of UNU-EHS, 2005, 104 p.

ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R. **Uso do solo e risco à inundação na cidade de Boa Vista-RR**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista. 2016.

ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R.; TAVARES JÚNIOR, S. S. Uso e cobertura do solo para o planejamento urbano, Boa vista, Roraima, Brasil. **Bol. Goia. Geogr. (Online)**, v. 37, n. 1, p. 36-55, 2017.

_____. Expansão urbana e fatores de risco à inundação em Boa Vista – RR. **R. Ra'e Ga**. Curitiba, v.44, p. 139 -153, 2018.

_____. Analytic Hierarchy Process (AHP): uma definição do risco à inundação para a Amazônia Setentrional. **ACTA Geográfica**, v.14, n.35, p. 209-233, 2020.

CUTTER, S. L. CUTTER, S. L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Critica de Ciências Sociais**, Lisboa, v. 93, p. 58-69, jun. 2011.

_____. Social vulnerability to environmental hazards. **Social Science Quarterly**, [s.n.], v. 84, p. 242-261, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **Censo demográfico 2010**. Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 07 de julho 2018.

MARANDOLA JR. E, HOGAN, D. J, Vulnerabilidade a perigo naturais nos estudos da população e ambiente. In: HOGAN, D. J, (Org.). **Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenário para o desenvolvimento brasileiro**. Campinas: Núcleo de Estudos de população-Nepo, n.1, 2007a, p. 73-83.

SANDER, C. et al. Cheias do Rio Branco e eventos de inundação na cidade de Boa Vista, Roraima. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 6, n. 12, p. 41-57, 2012.

VERAS, A. T. R, SOUZA, V. Panorama socioambiental do igarapé Caranã, Boa Vista-Roraima, **ACTA Geográfica**, Boa Vista, n. 12, v. 6, p. 85-95, mai./ ago. 2012.

LAVINAS, L. Pobreza e Exclusão: traduções regionais de duas categorias da prática. **Econômica**, Rio de Janeiro, n. 1, v. 4, p. 25-59, junho/ 2003.

WISNER, et al. **At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters**, 2. ed. UNDP, 2003, 134 p.