

ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE UM ÍNDICE SUBMUNICIPAL DE VULNERABILIDADE AOS EFEITOS DA MUDANÇA DO CLIMA EM SALVADOR – BA



Figura 1- Aniversário de Salvador - Foto Valter Pontes - AGECOM 3

Produto 2 — Relatório sobre a elaboração do índice de vulnerabilidade submunicipal, incluindo os seus componentes, subíndices e os potenciais indicadores de vulnerabilidade – PROPOSTA FINAL

NeoUrbs

Elaborado por:
NeoUrbs

Este documento foi produzido por consultores independentes no âmbito da implementação do Projeto Apoio ao Brasil na Implementação da sua Agenda Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (ProAdapta).

O ProAdapta é fruto da parceria entre o Ministério do Meio Ambiente do Brasil (MMA) e o Ministério Federal do Meio Ambiente, Proteção da Natureza e Segurança Nuclear (BMU, sigla em alemão), no contexto da Iniciativa Internacional para o Clima (IKI, sigla em alemão) e implementado pela Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ).

Contribui para o alcance dos objetivos deste projeto e para a coordenação técnica, em parceria com a GIZ, do processo de origem deste documento, a Prefeitura Municipal de Salvador (PMS), por meio de sua Secretaria de Sustentabilidade, Inovação e Resiliência (SECIS).

Todas as opiniões aqui expressas são de inteira responsabilidade dos autores, não refletindo necessariamente a posição da GIZ, da Prefeitura Municipal de Salvador e do MMA. Este documento não foi submetido à revisão editorial.

Equipe Técnica - MMA

Secretaria de Relações Internacionais
Departamento de Economia Ambiental e
Acordos Internacionais

Equipe Técnica - GIZ

Ana Carolina Câmara (coordenação)
Dennis Eucker

Equipe Técnica - SECIS/PMS

Adriana Campelo
Daniela Guarieiro

Equipe Técnica – NeoUrbs

Marcel Claudio Sant’Ana

Ministério do Meio Ambiente

Esplanada dos Ministérios, Bloco B, Brasília/DF, CEP 70068-901
Telefone: + 55 61 2028-1206

Prefeitura Municipal de Salvador

Praça Thomé de Souza - Praça Municipal, S/N, Salvador - BA, CEP 40010-020
Telefone: + 55 71 3202-6000

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sede da GIZ: Bonn e Eschborn
GIZ Agência Brasília
SCN Quadra 01 Bloco C Sala 1501
Ed. Brasília Trade Center 70.711-902 Brasília/DF
T + 55-61-2101-2170
E giz-brasilien@giz.de
www.giz.de/brasil

A encargo de:

Ministério Federal do Ambiente, Proteção da Natureza e Segurança Nuclear (BMU) da Alemanha

BMU Bonn:
Robert-Schuman-Platz 3 53175 Bonn, Alemanha
T +49 (0) 228 99 305-0

Diretora de Projeto:

Ana Carolina Câmara
T:+55 61 9 99 89 71 71
T +55 61 2101 2098
E ana-carolina.camara@giz.de

Brasília, maio de 2019

1. Introdução

O presente relatório tem por objetivo apresentar a proposta preliminar do Índice de Vulnerabilidade Submunicipal do Município de Salvador e integra as atividades do projeto do projeto "Apoio ao Brasil na implantação da sua Agenda Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (ProAdapta)", no âmbito da Cooperação Técnica entre o Brasil e a Alemanha. O ProAdapta tem como objetivo contribuir para o aumento da resiliência climática do Brasil por meio da implementação efetiva da Agenda Nacional de Adaptação à Mudança do Clima e toma como uma de suas estratégias o desenvolvimento de capacidades para que atores pertinentes sejam apoiados na elaboração de políticas públicas, métodos e instrumentos para a transversalização da adaptação à mudança do clima, bem como na implementação de medidas replicáveis de adaptação.

Com este objetivo, o Índice de Vulnerabilidade Submunicipal busca retratar o estado da vulnerabilidade de cada parcela do território do município de Salvador de modo a propiciar a identificação das parcelas territoriais mais vulneráveis à mudança do clima e o planejamento de ações de adaptação e gestão de risco de desastres naturais.

Tendo este desafio em foco, em especial com a limitação de dados climáticos neste nível de detalhes territorial, o índice se estrutura de modo a perceber a dimensão da exposição, da sensibilidade e da capacidade adaptativa (IPCC, 2007). Para isto são elencados indicadores e indicadores compostos que são ponderados de modo a gerar um retrato da vulnerabilidade nas unidades de análise censitária.

Na perspectiva do subíndice de exposição o objetivo é identificar a intensidade do estresse ambiental ou sociopolítico nas unidades territoriais que compõem o município de Salvador. Para isto o subíndice elenca indicadores que buscam aferir a exposição a extremos climáticos e às condições topográficas favoráveis a ocorrência de desastres de movimento de massa e hidrológicos.

Já o subíndice de sensibilidade tem como objetivo identificar a intensidade com a qual um sistema pode sofrer danos ou ser afetado por perturbações climáticas. A construção deste subíndice demanda a adoção de uma estratégia que consiga entender a sensibilidade dos indivíduos, de seu domicílio e da localidade onde o mesmo reside. De modo a representar um amplo espectro da sensibilidade o índice é estruturado a partir de indicadores compostos para cada uma das dimensões do

modelo teórico. Desta forma o subíndice é estruturado por indicadores compostos de: i) infraestrutura urbana; ii) renda e trabalho; e, iii) capital sociocultural e demográfico.

Por último o índice trata de aferir a dimensão da capacidade adaptativa, que pode ser entendida como a habilidade que um sistema tem de mudar para acomodar os estresses ambientais ou mudanças em outras dimensões, e manejar, da melhor forma possível, as suas consequências. Nesta perspectiva os territórios identificados como de maior capacidade adaptativa tendem a apresentar maior capacidade de enfrentamento à mudança do clima e de seus impactos, quer seja pelas características dos indivíduos que compõem determinado sistema, das instituições que compõem as mesmas da própria infraestrutura física que lhe dá suporte.

No Capítulo 2 deste relatório vai ser apresentada a estratégia de estruturação do Índice de Vulnerabilidade Submunicipal, bem como seus indicadores e indicadores composto e sua forma de ponderação.

2. Índice de Vulnerabilidade Submunicipal.

Um dos desafios à adaptação à mudança do clima reside no entendimento das vulnerabilidades peculiares a cada parcela urbana do território de municipal. Em especial, este desafio pode ser representado pela complexidade das metodologias de identificação das vulnerabilidades em medir o amplo espectro da vulnerabilidade social que se expressa em termos da pessoa, de seu domicílio e da localidade do domicílio.

Além disso, tais métodos ainda apresentam fragilidade quanto sua capacidade de pontuar aspectos relevantes à mudança do clima em escala de análise ao nível das parcelas que compõem o território municipal e estruturam as estratégias de planejamento da intervenção governamental (unidades censitárias, bairros, subprefeituras, distritos, etc). Se por um lado a ciência avançou na construção de modelos globais e regionais de construção de cenários de mudança do clima em função da projeção de emissão de GEE, tais modelos ainda são incapazes de traçar um cenário da mudança do clima em pequenas parcelas do território municipal. Fato que fragiliza a compreensão dos fenômenos climáticos quando se tem a necessidade de desagrega-los em parcelas de maior resolução.

Apesar dos avanços metodológicos na produção de downscale de projeções climáticas modeladas em nível nacional e estadual das projeções globais e regionais (CHANG & FREITAS, 2015; YOUNG, 2015; CAMARINHA et al., 2017; SZLAFSZTEIN, 2015), a

limitação metodológica em implementar o *downscale* em nível de unidades municipais e submunicipais (distritos, bairros, setores censitários, entre outros) ainda se configura em desafio para as análises de vulnerabilidade em nível local. Tais desafios se configuram especialmente dada a própria metodologia e característica de análise propostos pelos modelos globais e regionais de projeção da mudança do clima. Como esclarece Givertz (2013) os modelos globais e regionais de projeção adotam grades de resolução espacial que variam de 200 a 500 km.

Mesmo metodologias e experiências bem-sucedidas em *downscale* em nível local tem alcançado resolução espacial de grade de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ (GIVERTZ, 2013), o que significa uma grade de $55,55 \times 55,55$ km, aproximadamente. Para se ter uma ideia do nível de precisão destes modelos de projeção, é possível comparar a área do município de Salvador, com seus $692,8 \text{ km}^2$, com a área de uma grade de *downscale*, que totaliza $3.085,8 \text{ km}^2$ de área.

No Brasil o CPTEC/INPE tem conseguido avançar na aplicação de *downscale* de projeções climáticas para a América do Sul regionalizadas pelo modelo ETA, a partir de modelos globais HADGEM2-ES, MIROC5, CANESM2 e BESM para os RCP 4.5 e 8.5. Quanto a resolução dos dados, os modelos têm alcançado 20 km de resolução, com exceção da região sudeste, cuja precisão da série histórica possibilitou o *downscale* em resolução de 5 km.

Não obstante, a limitação da produção de informações a um nível de detalhe do território, a estruturação de um Índice de Vulnerabilidade Submunicipal (IVSM) para entendimento dos processos de vulnerabilidade no município de Salvador poderá contribuir para a compreensão do fenômeno climático, em especial do seu impacto potencial sobre as parcelas do território de Salvador.

O IVSM, aqui proposto, deve analisar, medir e ponderar uma série de variáveis de informações sobre aspectos socioeconômicos, demográficos, culturais e ambientais que qualifiquem a população de Salvador quanto a sua vulnerabilidade à mudança do clima, em especial tendo em vista o recorde dado para a questão da adaptação à mudança do clima com foco nos desastres de movimento de massa e desastres hidrológicos.

Além do entendimento dos fatores ambientais deflagradores dos desastres em foco o IVSM deve ser capaz de produzir também uma leitura sociodemográfica que consiga minimamente representar o estado da arte de parcelas do território do Município de Salvador que reflita algumas dimensões analíticas do CENSO 2010

(agregada nas unidades de territoriais dos setores censitários): a pessoa, o domicílio e a localidade (IBGE, 2011).

Com esta abordagem o IVSM deve captar o estado da arte da vulnerabilidade de uma dada localidade a partir, por exemplo, de dados de renda, escolaridade, emprego dos moradores (i). Em outro eixo, serão agregadas as características do domicílio (ii) a partir de dados de qualidade construtiva da residência, densidade domiciliar, presença de rede de esgotamento sanitário. Por último o índice interage com dados e informações sobre a localidade da residência (iii) presença de drenagem urbana, coleta de lixo, pavimentação da rua de acesso.

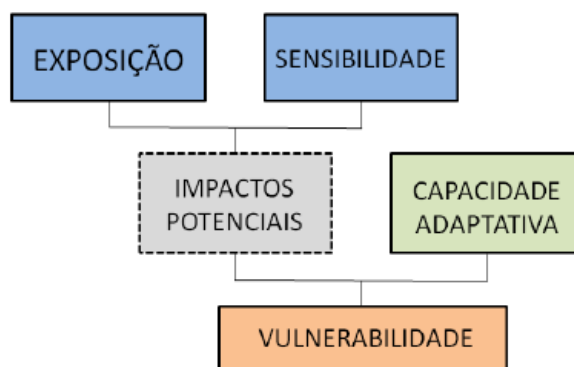
A estes aspectos, socioeconômicos e demográficos, o IVSM agrega também a análise de aspectos do ambiente natural relevantes à estruturação de uma análise de vulnerabilidade do território: exposição a eventos climáticos; e, conformações topográficas que propiciem a deflagração de desastres naturais.

A partir da classificação e ponderação das informações será possível qualificar a vulnerabilidade de cada parcela do território municipal a partir da agregação de dados por setores, bem como, possibilitará a realização de análises de padrão de distribuição espacial desta vulnerabilidade.

2.1. Estrutura do índice de vulnerabilidade

Partindo da orientação do IPCC (2014), a Vulnerabilidade deve ser entendida enquanto “propensão de sofrer danos” e pode ser definida pela interação entre a exposição, a sensibilidade e a capacidade adaptativa, conforme a FIGURA 1. Nesta inter-relação (i) a exposição representa “a presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções ambientais, serviços e recursos, infraestrutura ou ativos econômicos, sociais ou culturais em lugares e cenários que poderiam ser afetados negativamente” (IPCC, 2014). Já por (ii) sensibilidade entende-se a intensidade com a qual um sistema pode sofrer danos ou ser afetado por perturbações, determinadas pelas susceptibilidades intrínsecas ao sistema; e por fim, entende-se por (iii) capacidade adaptativa a habilidade que um sistema tem de mudar para acomodar os estresses ambientais ou mudanças em outras dimensões, e manejar, da melhor forma possível, as suas consequências.

FIGURA 1. Estrutura do conceito de vulnerabilidade.

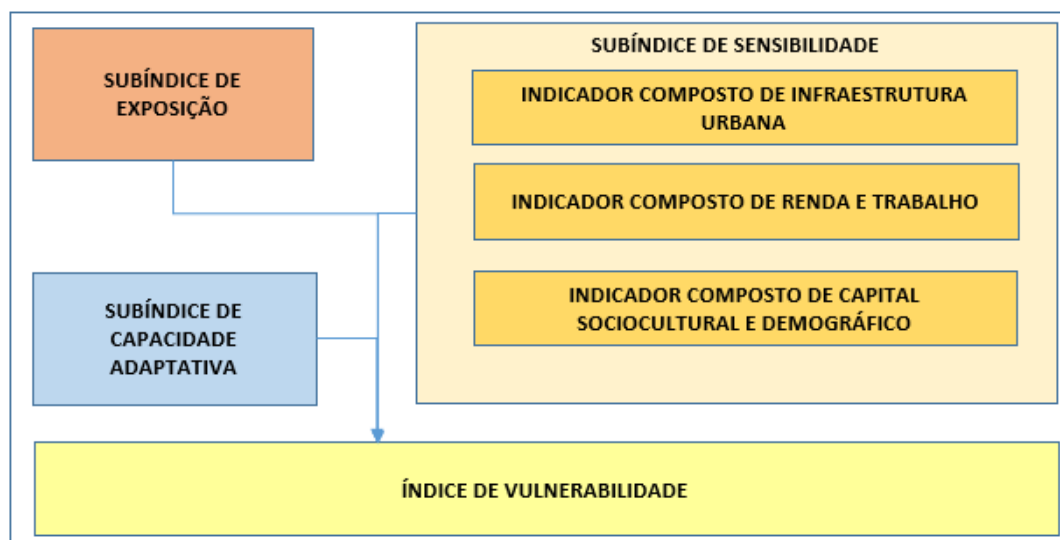


Fonte: IPCC, 2013 *apud* MMA *et. al.*, 2017.

Para efeito deste estudo, a metodologia terá por foco a caracterização da Exposição, da Sensibilidade e da Capacidade Adaptativa¹. Tais dimensões serão abordadas ao nível de qualificação das unidades territoriais dos setores censitários urbanos e poderão futuramente serem agregadas nas unidades dos bairros ou das subprefeituras de Salvador.

Assim, como será explicitado no próximo subcapítulo, propõem-se a conformação de um índice de Vulnerabilidade com a seguinte estrutura:

FIGURA 2. Estrutura do Índice de Vulnerabilidade.



¹ Os modelos atuais têm estruturado uma etapa de impacto baseada na projeção de cenários de mudança climática com base nos modelos de projeção global e regional em função dos cenários de emissão de GEE. Como a resolução espacial destes modelos não são aplicáveis à análise de unidades territoriais submunicipais, a etapa de impacto enquanto análise de cenários de mudança do clima não será realizada. Não obstante o método incorpora a identificação de territórios impactados na análise de exposição, que também terá adaptações dada a especificidade espacial de análise.

2.2. Subíndices, indicadores e ponderações

Este capítulo trata de explicitar as estratégias para conformação de cada subíndice bem como dos índices compostos, seus indicadores e forma de ponderação. Como explanado na Figura 2, o Índice de Vulnerabilidade Submunicipal se estrutura em três subíndices: o de Exposição, o de Sensibilidade e o de Capacidade Adaptativa.

Com base nesta estrutura, o índice de vulnerabilidade será dado pelo seguinte modelo:

$$IVSM = \frac{[(SE * 2) + (SS * 2) - SCA]}{5}$$

Onde:

IVSE: Índice de Vulnerabilidade Submunicipal

SE: Subíndice de Exposição

SS: Subíndice de Sensibilidade

SCA: Subíndice de Capacidade Adaptativa

2.2.1. Subíndice de Exposição

Para aferição da exposição climática esta análise estrutura um índice que busca identificar os setores censitários: expostos a eventos pluviométricos deflagradores de desastres naturais; suscetíveis a ocorrência de desastres naturais de movimento de massa (deslizamento, fluxo de detritos e queda de blocos) e hidrológico (inundações cheias e enxurradas)²; e, propensos a variações do nível do mar (fenômeno que também tem forte impacto em Salvador dada característica turística da cidade e de ocupação urbana em áreas que sofrem influência marítima)³.

² Desenvolvidas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), as cartas de suscetibilidade são documentos cartográficos, de caráter geológico-geotécnico, que tem por objetivo identificar e registrar as parcelas do território municipal com possibilidade de ocorrência de desastres naturais de movimento de massa e inundações. Com este objetivo, a CPRM estrutura uma modelagem matemática, validade por visitas de campo, para classificar o grau de exposição do território à ocorrência de desastres naturais.

Tal estudo é baseado principalmente na análise de dados de geologia, pluviosidade e altimetria. Tais fatores atuam como principais atores da deflagração dos desastres naturais no país, na perspectiva das características naturais. (IPT,2007; LEE, 2004, MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018). Embora não sejam determinantes, as cartas de suscetibilidade se configuram em instrumentos que possibilitam a identificação e análise de áreas propensas a ocorrência de desastres naturais.

³ Para este estudo adotou-se a estratégia metodológica de CIESIN, 2012 (apud LUDENA & YOON, 2015) que se constitui na categorização da influência marítima direta até a cota de 5m acima do nível do mar.

Basicamente o subíndice captará o fenômeno da exposição nas unidades territoriais do Município de Salvador dado seu nível de exposição. Sua estrutura é conformada por indicadores de: i) exposição à variação pluviométrica (chuva acumulada e média da pluviosidade nos meses críticos); ii) exposição a desastres (áreas de risco e suscetibilidade a ocorrência de desastres); e iii) exposição a influência de variações marítimas (áreas de suscetíveis a ocorrência de inundações marítimas). Ver Quadro 1 com composição e peso dos indicadores do subíndice de exposição climática.

Quanto a composição de peso dos indicadores, tendo em vista a delimitação precisa de áreas com ocorrências de desastres naturais (movimento de massa e inundações) atribuiu-se peso diferenciado para as respectivas cartografias de risco e função do nível de detalhe e precisão. Desta forma: i) Suscetibilidade – peso 1; ii) Setorização de Risco – peso 1,5; e, iii) Áreas de Risco – peso 2.

Com base nesta estrutura, o índice de exposição será dado pela ponderação entre os indicadores e indicadores compostos em acordo com a formula abaixo descrita:

$$SE = \frac{[PA + PM + (S) + (SR * 1,5) + (AR * 2) + IM]}{40}$$

40

Onde:

SE: Subíndice de exposição.

PA: Pluviosidade acumulada

PM: Pluviosidade Média

S: somatória do índice de suscetibilidade

S: somatória do índice Área de Risco

SR: Setor de Risco

IM: Inundação Marítima⁴

⁴ O indicador foi desenvolvido por meio da construção de um modelo digital de elevação (MDE) com base em base de curvas de nível de um (1) metro cedidos pela CPRM. A informação cedida pela CPRM não abrangia os territórios insulares, desta forma a análise se limita à área continental do Município. Para as áreas insulares a CPRM possui informações de curva de nível de 20m, fato que não possibilita o desenvolvimento do MDE aplicável a tal tipo de análise.

Quadro 1. Descrição e peso dos Indicadores

Indicador	Descrição	Classe	Nota	Peso
i. Pluviosidade acumulada* (CEMADEN - INMET/INFRAERO)	Área com média de dias de chuva forte por ano. (> 50mm/dia)	3,7 - 4,8	0,5	1
		4,8 - 5,9	1	
		5,9 - 7,0	2	
		7,0 - 8,1	3	
		8,1 - 9,0	3,5	
ii. Pluviosidade Média (CEMADEN - INMET/INFRAERO)	Média de chuva nos meses de pluviosidade crítica à ocorrência de desastres naturais. (mm)	0 - 5	0,5	1
		5,1 - 15	1	
		15,1 - 35	2	
		35,1 - 75	3	
		75,1 - 115	3,5	
iii. Suscetibilidade (CPRM)	Área suscetível a ocorrência de movimento de massa	alta	4	1
		média	3,5	
		baixa	1	
	Área suscetível a ocorrência de inundações e alagamentos	alta	1,5	1
		média	1	
		baixa	0,5	
iv. Setorização de risco (CPRM)	Área de risco de inundações e movimento de massa	muito alta	7	1,5
		alta	3	
iv. Área de Risco (CODESAL)	Área de risco de inundação	muito alta	1,5	2
		alta	1	
		média	0,5	
	Área de risco de inundações e movimento de massa	muito alta	5	2
		alta	2	
		média	1	
v. Inundações Marítimas (curvas de níveis CPRM)**	Área sujeita inundações e influência marítima	< 1 m	4	1
		1,1 - 2 m	3	
		2,1 - 3 m	2	
		3,1 - 5 m	1	

Fonte: Adaptado de Chang e Freitas, 2015*; CIESIN, 2012**

Para verificação da exposição a índices pluviométricos extremos climáticos serão aferidos junto a Prefeitura Municipal de Salvador- CODESAL os limites estabelecidos para chuva crítica. A partir desta identificação serão aferidos os territórios mais expostos aos fenômenos pluviométricos extremos (frequência e quantidade).

A leitura do fenômeno no território de Salvador será instituída a partir de análise com ferramentas de geoestatística, em específico, a análise de krigagem. A análise por krigagem será um recurso a ser utilizado dada existência de poucos pontos de coleta

de dados pluviiais em Salvador, fato que demanda a necessidade de uso de técnicas de interpolação para mapeamento do comportamento pluviométrico no território municipal. (Ver Carvalho & Assad, 2005; Viola et al., 2010; Carvalho et al., 2012 sobre uso de krigagem para mapeamento de dados pluviométricos). A análise será centrada nos meses de maiores precipitações e historicamente críticas para os desastres de movimento de massa e hidrológicos (abril, maio e junho) e tomará por base os pontos de coleta disponíveis para consulta.

2.2.2. Subíndice de Sensibilidade

Para a estruturação do subíndice de sensibilidade a metodologia buscara aferir a sensibilidade à mudança do clima em nível dos indivíduos (População) e do ambiente físico nos quais os mesmos residem (Qualidade da Urbanização). Como o foco especial é direcionado para a sensibilidade aos desastres naturais de movimento de massa e cheias e inundações, os indicadores foram selecionados de modo a tentar representar este fenômeno.

Desta forma o subíndice de sensibilidade se estrutura em três eixos de indicadores compostos: **i) Indicador composto de Infraestrutura Urbana; ii) Indicador Composto de Renda e Trabalho; e, iii) Indicador Composto de Capital Sociocultural e Demográfico.**

Com base nesta estrutura, o subíndice de sensibilidade será dado pela ponderação entre os indicadores e indicadores compostos em acordo com a formula abaixo descrita:

$$SS = \frac{[(ICIU * 2) + ICRT + ICCSD]}{40}$$

Onde:

SE: Subíndice de Sensibilidade.

ICIU: Índice Composto de Infraestrutura urbana

ICRT: Índice Composto de Renda e Trabalho

ICCSD: Índice Composto de Capital Sociocultural e Demográfico

Os índices compostos do subíndice de Sensibilidade serão aferidos e padronizados para cada setor censitário, a partir do dados e base cartográfica do IBGE (2010). Para que este índice composto se relacione com os demais componentes do cálculo do Subíndice de Sensibilidade, os valores de seus componentes foram ponderados em uma escala que varia de 0,00 a 1,00, aferidos e padronizados para

cada componente (ver Quadro 2) a partir da proporcionalidade em relação ao total de domicílios/indivíduos.

Quadro 2. Ponderação da Sensibilidade

Classe	% de Domicílios/Pessoas	Pontuação
Muito Baixa	< 20%	0,2
Baixa	20 - 40%	0,4
Média	40 - 60%	0,6
Alta	60 - 80%	0,8
Muito Alta	80% >	1

2.2.2.1. Indicador Composto de Infraestrutura Urbana

A partir do Censo Demográfico de 2010 o questionário básico, aplicado em todos os domicílios, exceto aqueles que compuseram a pesquisa amostral, passou a contar com questões referentes as características da urbanização e infraestrutura do entorno do domicílio⁵. Em síntese, o questionário passa a abordar aspectos da: Iluminação pública; arborização; drenagem pluvial; limpeza urbana; calçamento e pavimentação das vias de acesso; sistema de esgotamento sanitário e acessibilidade.

Tais informações se constituem em um recurso para avaliação da precariedade urbana, em especial tendo em vista suas possíveis implicações para suscetibilidade aos desastres naturais. Tendo esta perspectiva como objeto da análise o estudo incorpora a conformação de um indicador composto de Infraestrutura Urbana – ICIU, que tem por objetivo central medir a sensibilidade urbana aos desastres de movimento de massa e desastres hidrológicos.

Com este objetivo e tendo em vista que ambos os desastres priorizados tem como agente deflagrador a ocorrência de chuvas, o ICIU buscará aferir, por setor censitário, aspectos da estrutura urbana sensíveis à ocorrência dos desastres naturais em análise, tais como: sistema de drenagem, lixo acumulado no logradouro (fator que limita o sistema de drenagem), esgoto a céu aberto e pavimentação viária. Assim, o ICIU é formado pelos seguintes indicadores: Proporção de domicílios sem pavimentação;

⁵ Segundo IBGE (2010) As informações do "Entorno" foram coletadas para os setores urbanos. Apesar de a cobertura da pesquisa ter alcançado mais de 96% dos domicílios particulares permanentes, alguns setores de aglomerados subnormais não compõem estão fora desta cobertura. "setores onde não houve coleta, das informações do entorno, são aqueles que nos arquivos entorno01, entorno02, entorno03, entorno04 e entorno05 apresentam valor zero para todas as informações" (IBGE, 2010).

Proporção de domicílios sem rede de drenagem pluvial; Proporção de domicílios com lixo acumulado no logradouro; Proporção de domicílios com esgoto a céu aberto.

O cálculo do indicador composto adota um peso maior para os indicadores de drenagem urbana e lixo em logradouro por considerar que a precariedade exposta em tais itens tende a ampliar a saturação de água do solo e facilitar a ruptura de encostas ou inviabilizar o escoamento do fluxo pluvial no sistema de drenagem urbana e ocasionar alagamentos e inundações (ver Quadro 3).

Quadro 3. Descrição e peso dos Indicadores

Indicador	Descrição	Nota
i. Proporção de Domicílios sem Pavimentação *	Proporção de Domicílios sem rua de acesso pavimentada. ¹	2
ii. Proporção de domicílios sem rede de drenagem *	Proporção de Domicílios sem acesso ao sistema de drenagem pluvial. Existência de drenagem pluvial se equivale a existência de bueiro e bocas de lobo. ¹	3
iii. Proporção de domicílios com lixo acumulado *	Domicílios Proporção de domicílios com lixo acumulado no logradouro de acesso. ¹	3
iv. Proporção de Domicílios com esgoto a céu aberto *	Proporção dos Domicílios com esgoto sanitário a céu aberto. ¹	2

¹- O universo de domicílios se restringe aos domicílios particulares permanentes do setor censitário.

* - Censo 2010

2.2.2.2. Indicador Composto de Renda e Trabalho

Para aferir a sensibilidade em função da renda e do trabalho dos residentes em domicílios particulares permanente (IBGE, 2010) serão adotadas a metodologia e a orientação do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) do IPEA (2015).

O IVS, medido a partir do subíndice de renda e trabalho, agrega indicadores de insuficiência da renda, agrupa indicadores relativos à: i) insuficiência de renda, 'percentual de domicílios com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo de 2010' (IPEA, 2015); ii) fluxo de renda mas incorpora outros fatores que, associados ao fluxo de renda, configuram um estado de insegurança de renda: a desocupação de adultos; a ocupação informal de adultos pouco escolarizados; a dependência com relação à renda de pessoas idosas; assim como a presença de trabalho infantil.

Desta forma o Indicador Composto de Renda e Trabalho (ICRT) está estruturado para captar a exclusão e a vulnerabilidade social, retratados em distintas dimensões do fenômeno e por suas múltiplas determinações. Trata-se de considerar o nível de rendimentos médios *per capita*, abordagem mais tradicional, sem deixar de levar em consideração outros aspectos da vulnerabilidade social.

A composição do ICRT encontra-se descrita no Quadro 4. Neste quadro também temos o detalhamento de cada indicador bem como seu respectivo peso na composição do indicador composto de renda e trabalho.

Quadro 4. Descrição e peso dos Indicadores

Indicador	Descrição	Peso
i. Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo.*	Proporção dos indivíduos com renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a R\$ 255,00 mensais (em reais de agosto de 2010), equivalente a meio salário mínimo nessa data. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.	2
ii. Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade.*	Percentual da população economicamente ativa (PEA) nessa faixa etária que estava desocupada, ou seja, que não estava ocupada na semana anterior à data do censo, mas havia procurado trabalho ao longo do mês anterior à data dessa pesquisa.	2
iii. Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal.*	Razão entre as pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo, em ocupação informal, e a população total nesta faixa etária, multiplicada por 100. Ocupação informal implica que trabalham, mas não são: empregados com carteira de trabalho assinada, militares do exército, da marinha, da aeronáutica, da polícia militar ou do corpo de bombeiros, empregados pelo regime jurídico dos funcionários públicos ou empregadores e trabalhadores por conta própria com contribuição a instituto de previdência oficial.	2
iv. Percentual de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo (de 2010) e dependentes de idosos.*	Razão entre as pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo, de agosto de 2010, e nos quais a renda de moradores com 65 anos ou mais de idade (idosos) corresponde a mais da metade do total da renda domiciliar, e a população total residente em domicílios particulares permanentes (multiplicada por 100).	2
v. Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade.*	Razão das pessoas de 10 a 14 anos de idade que eram economicamente ativas, ou seja, que estavam ocupadas ou desocupadas na semana de referência do censo entre o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por 100). Considera-se desocupada a pessoa que, não estando ocupada na semana de referência, havia procurado trabalho no mês anterior a essa pesquisa.	2

Fonte: adaptado de IPEA, 2015. * - Censo 2010

2.2.2.3. Indicador Composto de Capital Sociocultural e Demográfico

Para construção do Indicador Composto de Capital Sociocultural e Demográfico – (ICCSA) tomaremos por referência a metodologia desenvolvida pelo Índice de Vulnerabilidade Social – IVS do IPEA (2015) no que se refere ao subíndice capital humano, com algumas adaptações para ampliar a percepção de fenômenos demográficos específicos com impacto direto para formulação de políticas de adaptação a mudança do clima, em especial àquelas vinculadas a redução de riscos de desastres naturais.

O ICCSA se estrutura em três aspectos que determinam as perspectivas de sensibilidade sociocultural e demográfica dos indivíduos: i. Saúde; ii. Educação; e, iii. Composição demográfica. A estratégia metodológica do IVS para o subíndice capital humano foi captar “não só a presença atual destes ativos e recursos nas populações, mas também o potencial que suas gerações mais novas apresentam de ampliá-lo”, para efeitos desta análise esta estratégia será ampliada de modo a captar a composição da população, de forma objetiva interessa saber a proporção da população formada por crianças e idosos. Assim serão adotados os seguintes indicadores com nível de agregação por setores censitários: indicadores de mortalidade infantil⁶; da presença de crianças e jovens que não frequentam a escola; da presença de mães precoces, e de mães chefes de família, com baixa escolaridade e filhos menores; da ocorrência de baixa escolaridade entre os adultos do domicílio; e, da presença de idosos e crianças. A composição do ICCSA encontra-se descrita no Quadro 5. Neste quadro também está incluído o detalhamento de cada indicador bem como seu respectivo peso na composição do indicador composto de renda e trabalho⁷.

⁶ O indicador de Mortalidade Infantil é aferido em nível das áreas de Ponderação do IBGE (IBGE, 2010). Para sua utilização e compatibilização com os demais indicadores do ICCHD os índices aferidos serão desagregados ao nível dos setores censitários com a adoção da média da área de ponderação à que estes setores compõem.

⁷ Estudos atuais (ver MARENGO et al., 2007, BODSTAIN et al., 2014, LICCO, 2013) apontam a maior vulnerabilidade de idosos e crianças aos efeitos da mudança do clima e, em especial aos impactos de desastres naturais. Estes dois grupamentos sociais acabam por apresentar menor capacidade de adaptação tanto pelas suas características fisiológicas típicas da idade quanto pelo seu grau de dependência da população adulta. Tendo em vista estas características destes dois grupamentos, setores com maior percentual de população formada por estes terão maior sensibilidade à mudança do clima.

Quadro 5. Descrição e peso dos Indicadores

Indicador	Descrição	Peso
i. Mortalidade até um ano de idade.*	Número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida, em cada mil crianças nascidas vivas.	1
ii. Percentual de crianças de 0 a 5 anos que não frequentam a escola.*	Razão entre o número de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam creche ou escola, e o total de crianças nesta faixa etária (multiplicada por 100).	1
iii. Percentual de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola.*	Razão entre o número de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola, e o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por 100).	1
iv. Percentual de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos.*	Razão entre o número de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos, e o total de mulheres nesta faixa etária (multiplicada por 100).	1
v. Percentual de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade, no total de mães chefes de família.*	Razão entre o número de mulheres que são responsáveis pelo domicílio, que não têm o ensino fundamental completo e têm pelo menos um filho de idade inferior a 15 anos morando no domicílio, e o número total de mulheres chefes de família (multiplicada por 100). São considerados apenas os domicílios particulares permanentes..	1
vi. Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade.*	Razão entre a população de 15 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever um bilhete simples, e o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por 100).	1
vii. Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo.*	Razão entre o número de crianças de até 14 anos que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo, e a população total nesta faixa etária residente em domicílios particulares permanentes (multiplicada por 100).	1
viii. Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (2010), na população total dessa faixa etária.*	Razão entre as pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e com renda per capita inferior a meio salário mínimo, de agosto de 2010, e a população total nesta faixa etária (multiplicada por 100). São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.	1
x. Percentual de pessoas com idade inferior a 10 anos e superior a 65 anos.*	Razão entre as pessoas menores de 10 anos e maiores de 65 em função do total de residentes.	2

Fonte: Adaptado de IVS (IPEA,2015).*Censo 2010.

2.2.3. Subíndice de Capacidade Adaptativa

Para a construção do subíndice de capacidade adaptativa a análise se estrutura em indicadores que buscam captar aspectos da capacidade da população residente na cidade de Salvador, desagregada em setores censitários, em se adaptar aos impactos derivados da mudança do clima, em especial se adaptar aos extremos e frequências de chuva em função da mudança do clima, que acabam atuando na deflagração de desastres de movimento de massa e desastres hidrológicos.

Neste entendimento, o subíndice de capacidade adaptativa se estrutura em dois eixos de aferição da capacidade de adaptação: i. instituições e infraestrutura de proteção e defesa civil; ii. Capital humano. Assim, serão adotados indicadores alimentados por dados primários disponibilizados pela prefeitura municipal de Salvador e dados dos resultados do Censo 2010 (IBGE, 2010), a saber: população atendida por sistemas de alerta de desastres; população integrante de NUPDEC's; população de alta e média renda; população com alta formação acadêmica.

Em relação à composição original do índice, foram excluídos os indicadores de atendimento por equipamento de emergência ou de proteção e defesa civil dada ausência de informações sobre sua existência e respectiva distribuição no território.

A composição do Subíndice Capacidade Adaptativa encontra-se descrita no Quadro 6. Neste quadro também temos o detalhamento de cada indicador bem como seu respectivo peso.

Quadro 6. Descrição e peso dos Indicadores

Indicador	Descrição	Peso
ii. Proporção de população em área de risco atendida por sistema de sirene de alerta de desastres. (CODESAL)	Proporção da população atendida por sistema de monitoramento e alerta por sirenes.	2,5
iii. Proporção da população integrantes de NUPDECS. (CODESAL)	Proporção de população da área de risco atendida por NUPDEC'S aferida pela superposição entre polígono de risco e população de setores censitários.	2,5
v. Proporção da população de média e alta renda. (Censo 2010-IBGE)	Proporção da população do setor censitário de média e alta renda.	2,5
vii. Proporção de população com formação em ensino de nível de graduação ou pós-graduação. (Censo 2010-IBGE)	proporção da população com formação em nível de graduação ou pós-graduação aferida em função da população total residente no setor censitário.	2,5

3. Próximos passos

O desenvolvimento da metodologia envolve a compreensão do potencial e dos desafios para aquisição e análise de dados e informações para geração da análise da vulnerabilidade no município de Salvador.

A próxima etapa do estudo demanda a análise dos dados e informações disponíveis para a construção da análise de vulnerabilidade. O desenvolvimento desta análise deverá ser aplicado ao desenvolvimento do indicador de vulnerabilidade, desta forma os Produtos 3 e 4 deveram ser desenvolvidos concomitantemente com a finalidade de evitar o desenho de subindicadores, indicadores compostos e indicadores incompatíveis com a disponibilidade ou características dos dados e informações disponíveis.

4. Referências Bibliográficas

BODSTEIN, A et. al. **A vulnerabilidade do idoso em situação de desastres: necessidade de uma política de resiliência**. Ambiente & Sociedade, Vol.17, nº.2, Apr/Jun. São Paulo, 2014.

Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (eds) "**Análise Espacial de Dados Geográficos**". Brasília, EMBRAPA, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br>.

Acesso em 17/02/2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). **Censo Demográfico**. Disponível em :<http://cidades.ibge.gov.br/painel/populacao.php?codmun=330340>. Acesso em: 18 fev. 2019

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change 2001: Synthesis Report**. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Watson, R.T., Core Writing Team (Ed.). Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

_____. **Climate Change 2007: The physical science basis; v.II: Impacts, adaptation and vulnerability; v.III: Mitigation of climate change.** Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2007. v.1:

_____. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects.** Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2014..

LICCO, E. A. **Vulnerabilidade Social e desastres naturais: uma análise preliminar sobre Petrópolis.** INTERFACEEHS, Revista de Saúde, meio ambiente e Sustentabilidade. Vol. 8, nº 1. Petrópolis, 2013.

GIVISIEZ et al. **Risco e Vulnerabilidade a Desastres Naturais no Brasil: Proposta de um arcabouço para indicadores multifiscares.** Anais do XVII simpósio Brasileiro de Geografia Física / I Congresso Nacional de Geografia Física: Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento. Campinas, 2017.

MARENGO, J. A *et.al.* **Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system.** Int. J. Climatol, 2009. Disponível em www.interscience.wiley.com. Acesso em: 15 de Nov. 2018.

MARENGO, J.A. *et. al.* **Avaliação da capacidade adaptativa (ACI) no município de Santos/SP a partir das mudanças climáticas.** In Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento, Edition: 1, Editors: INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - UNICAMP, pp.1478-1491. Campinas, 2017.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018. **Manual Técnico para redução de Riscos de Desastres Plicado ao Planejamento Urbano.**

RIFFEL, E.S *et al.* **Desastres associados a movimentos de massa: uma revisão de Literatura.** Geogr. (Online). Goiânia, v. 36, n. 2, p. 285-101, mai./jul. 2016.

UNISDR, 2014. **Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining.** Disponível em: <http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2014/en/home/index.html>. Acesso em: 15 fev. 2019

MMA; MI; WWF-BRASIL. **Índice de vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados às secas no contexto da mudança do clima.** Brasília, DF: MMA, 2017.

NOBRE, C.A. **Estudo 1- Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação à Mudança do Clima**
Estudo Consolidado. CPTEC/INPE. Disponível em <

https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/mc20_1254.pdf/da525b60-5e3b-4c12-8939-3d1e11d0ff90?version=1.0>. Visitado em 10/2/2019.

PBMC. **Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Assad, E.D., Magalhães, A. R. (eds.)]. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2014.

RIBAS, U.; LANGA, R. **Implementation of school catchments network for water resources management of the Upper Negro River region, southern Brazil**. From Headwaters to the Ocean: Hydrological Change and Watershed Management. London: Taylor & Francis Group, p. 151-157, 2009.

VIOLA, M. R.; MELLO, C. R.; PINTO, D. B. F.; MELLO, J. M.; ÁVILA, L. F. **Métodos de interpolação espacial para o mapeamento da precipitação pluvial**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 9, p. 970-978, 2010.

Center for International Earth Science Information Network (CIESIN). **National Aggregates of Geospatial Data: Population, Landscape and Climate Estimates** Version 3 (PLACE III), Palisades, NY: CIESIN, Columbia University, 2012. Disponível em: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/nagdc-population-landscapeclimate-estimates-v3> . Visitado em 18/2/2019.

VIOLA, M. R.; MELLO, C. R.; PINTO, D. B. F.; MELLO, J. M.; ÁVILA, L. F. **Métodos de interpolação espacial para o mapeamento da precipitação pluvial**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 9, p. 970-978, 2010.