



ANÁLISE DE VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE



*VULNERABILITY ASSESSMENT TO CLIMATE CHANGE
IN THE MUNICIPALITY OF BELO HORIZONTE - BRAZIL*

RESUMO PARA OS TOMADORES DE DECISÃO

SUMMARY FOR POLICYMAKERS

ANÁLISE DE VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE

*VULNERABILITY ASSESSMENT TO CLIMATE CHANGE
IN THE MUNICIPALITY OF BELO HORIZONTE*

RESUMO PARA
OS TOMADORES DE DECISÃO
SUMMARY FOR POLICYMAKERS

NOVEMBRO / 2016
NOVEMBER / 2016



ANÁLISE DE VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE

VULNERABILITY ASSESSMENT
TO CLIMATE CHANGE IN
THE MUNICIPALITY OF BELO
HORIZONTE

REALIZAÇÃO: PUBLISHED BY:

Márcio Araujo de Lacerda
Prefeito de Belo Horizonte
Mayor of Belo Horizonte

Délio de Jesus Malheiros
Vice-prefeito de Belo Horizonte
Deputy Mayor of Belo Horizonte

Vasco de Oliveira Araujo
Secretário Municipal de Meio Ambiente
Municipal Secretary of Environment

**Secretaria Municipal de Meio Ambiente
(SMMA)**
Municipal Secretary of Environment (SMMA)

**Comitê Municipal Sobre Mudanças
Climáticas e Eficiência (CMMCE)**
*Municipal Committee on Climate Change and Eco
Efficiency (CMMCE)*

COORDENAÇÃO COORDINATION

Weber Coutinho
Gerente de Planejamento e Monitoramento
Ambiental da SMMA
*Environmental Planning and Monitoring Manager for
SMMA*

Ana Maria Caetano Pereira
Gerente de Informação e Acompanhamento
Técnico da SMMA
*Information and Technical Support Manager for
SMMA*

Cyleno dos Reis Guimarães
Gerente de Sistemas de Informações
Ambientais da SMMA
*Environmental Information Systems Manager for
SMMA*

COORDENAÇÃO TÉCNICA E EXECUÇÃO TECHNICAL COORDINATION AND DEVELOPMENT

**WayCarbon Soluções Ambientais e Projetos
de Carbono**
*WayCarbon Environmental Solutions and Carbon
Projects*

EQUIPE TÉCNICA WAYCARBON TECHNICAL TEAM WAYCARBON

Felipe Ribeiro Bittencourt (PhD)
Responsável Técnico
Technical Manager

Marco Follador (PhD)
Coordenador do Projeto
Project Coordinator

Virgílio de Almeida Pereira (MSc)

Ciro Lotfi Vaz (MSc)

Thiago Vieira Matos (MSc)

Melina Amoni S. Alves (MSc)

André Almeida Rocha

Henrique Pereira (MSc)

Filipe Medeiros

APOIO: SUPPORT

**EKLA
KAS**

Christian Hübner
Diretor
Head of EKLA-KAS

Karina Marzano
Coordenadora de Projetos
Project Manager

KONRAD-ADENAUER-STIFTUNG E.V.
Contato / Contact:
Dr. Christian Hübner - +51 1 320 2870
PROGRAMA REGIONAL SEGURANÇA
ENERGÉTICA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA
AMÉRICA LATINA
*REGIONAL PROGRAMME ENERGY SECURITY AND
CLIMATE CHANGE IN LATIN AMERICA*

Calle Cantuarias 160 Of. 202, Miraflores –
Lima 18, Peru | Energie-Klima-La@kas.de
www.kas.de/energie-klima-lateinamerika

APOIO TÉCNICO INSTITUCIONAL INSTITUTIONAL TECHNICAL SUPPORT

**Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte
(URBEL)**
Urban Development Company of Belo Horizonte

**Coordenadoria Municipal de Defesa Civil
(COMDEC)**
Municipal Civil Defense Coordination Office

**Secretaria Municipal Adjunta de
Planejamento Urbano (SMAPU)**
Municipal Support Secretariat for Urban Planning

**Superintendência de Desenvolvimento da
Capital (SUDECAP)**
Superintendency for the State Capital Development

Secretaria Municipal de Saúde (SMSA)
Municipal Secretariat for Health

Escola de Arquitetura - UFMG:
School of Architecture - UFMG:
Eleonora S. Assis (PhD)
Daniele G. Ferreira (MSc)

Universidade de Kassel:
Kassel University:
Lutz Katzschner (PhD)

COORDENAÇÃO EDITORIAL E REVISÃO EDITORIAL COORDINATION AND REVIEW

Henrique Pereira (MSc) - WayCarbon

ARTE E DIAGRAMAÇÃO ARTWORK AND LAYOUT

Flávio Vilela

FOTOS PHOTOS

Prefeitura de Belo Horizonte
Belo Horizonte City Hall

Creative Commons

TRADUÇÃO TRANSLATION

Fernanda Rocha Vidal



MÁRCIO LACERDA
Prefeito de Belo Horizonte
Mayor of Belo Horizonte

PT O compromisso de construção de uma cidade mais sustentável é, em Belo Horizonte, mais que uma opção, é uma política de Estado, firmemente alicerçada em um conjunto de iniciativas voltadas a permitir que a cidade cresça de maneira ambientalmente responsável. O presente estudo Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte é parte importante desse esforço. Embasado em sólido conhecimento científico e fruto de parceria entre o poder público e o setor privado, contribuirá para que o município faça frente ao desafio representado pelo Aquecimento Global, permitindo que a cidade dê mais um passo em sua política climática: a elaboração e implementação do Plano Municipal de Adaptação e Resiliência. Ao entregá-lo para os cidadãos de Belo Horizonte e para todas as pessoas e instituições interessadas no tema, tenho o prazer de comunicar que, antes mesmo de seu lançamento formal, esse importante trabalho obteve um primeiro reconhecimento internacional ao ser escolhido como finalista do C40 Awards na categoria Adaptation Plans & Assessment. Esse reconhecimento sinaliza que Belo Horizonte está no rumo certo e que, ao avançar para se tornar uma cidade mais sustentável e resiliente, contribui para o equilíbrio ambiental do planeta e se coloca como uma importante referência para outras cidades brasileiras e latino-americanas”.

EN *The commitment to build a more sustainable city is, for Belo Horizonte, more than an option, but a State policy, firmly grounded in a set of initiatives focused on allowing the city to grow in an environmentally responsible way. This study on Vulnerability to Climate Change in the Municipality of Belo Horizonte is an important part of such efforts. Grounded in solid scientific knowledge and the result of a partnership between the public and private sector, the study helps the municipality face the challenge of Global Warming, as the city takes another step in its climate policy: the development and implementation of the Municipal Plan for Adaptation and Resilience. As I deliver this report to the citizens of Belo Horizonte and all the people and institutions concerned with this theme, I am proud to announce that, even before its formal launch, this relevant study was internationally recognized as a finalist of the C40 Awards, in the category of Adaptation Plans & Assessment. This recognition shows that Belo Horizonte is on the right way and, as we move towards becoming a more sustainable and resilient city, we contribute to the environmental balance of the planet and become a reference for other Brazilian and Latin American cities.*



DÉLIO MALHEIROS
Vice-prefeito de Belo Horizonte
Deputy Mayor of Belo Horizonte

PT Belo Horizonte tem a marca do pioneirismo e um compromisso indissolúvel com a questão ambiental. No início da década de sessenta, muito antes de haver preocupações com a crise hídrica, a Prefeitura de Belo Horizonte comprou todos os terrenos das bacias contribuintes dos mananciais que abasteciam a cidade, visando preservar suas matas e a qualidade de suas águas. Em 1983, Belo Horizonte antecipou-se a várias cidades, e mesmo ao governo federal, ao criar a Secretaria Municipal de Meio Ambiente como órgão responsável pela gestão da política ambiental do município. Como Secretário de Meio Ambiente e Vice-Prefeito tive o prazer de honrar esse legado, atuando de maneira decisiva para que Belo Horizonte, em sintonia com as grandes agendas da contemporaneidade, venha a ser uma cidade de baixa emissão de carbono. O enfrentamento ao Aquecimento Global é parte nevrálgica dessa estratégia e, à frente do nosso Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência, me empenhei para robustez da nossa política climática, hoje reconhecida mundialmente.

Assim, é com orgulho e uma enorme satisfação que participo da entrega deste estudo Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte, base científico-informacional para a elaboração e implantação do Plano Municipal de Adaptação e Resiliência e um passo gigantesco para que, aquela que já foi conhecida como Cidade Jardim, seja a Metrópole Verde brasileira do Século XXI.

EN *Belo Horizonte is a pioneering city and has a strong commitment to environmental issues. In the early 1960s, long before concerns about a water crisis, Belo Horizonte City Hall acquired all the land in which water springs and sources of river basins that supply the city were found, in order to protect its woodlands and water quality. In 1983, Belo Horizonte took the lead and, before many cities and even before the federal government, created the Municipal Secretary of Environment as the body in charge of environmental policies for the city. As Secretary of Environment and Deputy Mayor, it was my pleasure to honour such a legacy, acting in a decisive manner so that Belo Horizonte, aligned with the most relevant agendas of our time, becomes a low-carbon city. Fighting Climate Change is paramount to this strategy and, as Head of our Municipal Committee on Climate Change and Eco Efficiency, I focused efforts on strengthening our climate policy, today acknowledged worldwide.*

Therefore, I take great pride and joy delivering this study, Vulnerability to Climate Change in the Municipality of Belo Horizonte - the scientific backbone for developing and implementing the Municipal Plan for Adaptation and Resilience. For a place once known as the Garden City, it is a great step forward towards becoming the Brazilian Green Metropolis of the 21st century.



DR. CHRISTIAN HÜBNER

Diretor do EKLA-KAS

Head of EKLA-KAS

PT Liberdade, justiça e solidariedade são os princípios básicos subjacentes ao trabalho da Fundação Konrad Adenauer (KAS), uma fundação política, ligada à União Democrata-Cristã da Alemanha (CDU). Com mais de 80 escritórios no exterior e projetos em mais de 120 países, o nosso objetivo é fazer uma contribuição única para a promoção da democracia, do Estado de Direito e de uma economia social de mercado. Juntamente com os programas nacionais específicos, existem também programas regionais transnacionais destinados a temas específicos. Um deles é o Programa Regional de Segurança Energética e Mudança Climática na América Latina (EKLA), que tem a sua sede em Lima, Peru. Uma das nossas áreas de trabalho é justamente o tema da governança climática ao nível local. É inegável que não existe uma solução climática eficaz sem a participação de cidades. Assim, a KAS apoia este estudo, organizado em cooperação com nosso parceiro Waycarbon, com o objetivo de fornecer informações aos tomadores de decisão e políticos da América Latina sobre as estratégias de adaptação bem sucedidas da cidade de Belo Horizonte. Acreditamos que, devido à semelhança dos desafios enfrentados pelas cidades da região, as soluções podem ser replicadas. Gostaríamos de agradecer a WayCarbon pela parceria na composição deste documento e à cidade de Belo Horizonte pela colaboração frutífera em inúmeros projetos. Desejamos a todos uma boa leitura!

EN *Freedom, justice and solidarity are the basic principles underlying the work of the Konrad Adenauer Foundation, a political foundation linked to the Christian Democratic Union of Germany (CDU). With more than 80 offices abroad and projects in over 120 countries, our goal is to make a unique contribution to the promotion of democracy, the rule of law and a social market economy. Alongside the country-specific programmes, there are cross-border regional programmes with separate thematic focuses. One of these is the Regional Programme Energy Security and Climate Change in Latin America (EKLA) which has its headquarters in Lima, Peru. One of our working areas is climate governance at local level. It is undeniable that there is no effective climate solution without the participation of cities. Hence, the KAS supports this study, organized in cooperation with our partner WayCarbon, aiming to provide information for policymakers in Latin America on the successful adaptation strategies of the city of Belo Horizonte. We believe that because of the similar challenges faced by cities in the region, the solutions can be replicated. We thank WayCarbon for the partnership in the composition of this document and the Municipality of Belo Horizonte, Brazil for the fruitful collaboration with KAS on numerous projects. We wish you all a pleasant reading!*

HENRIQUE DE ALMEIDA PEREIRA

WayCarbon

WayCarbon



PT O desenvolvimento do estudo Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte é um marco. Como empresa de base tecnológica, a WayCarbon se orgulha por poder contribuir com conhecimento e inovação, apoiando a tomada de decisão em contextos complexos e o desenvolvimento de políticas públicas de alto impacto. Este estudo reflete a dedicação de um time que compartilha um objetivo maior de construção de sociedades resilientes e de amor por Belo Horizonte. Profissionais de ponta que trabalham ao meu lado e outros espalhados pelas secretarias municipais. Aproveito para reconhecer o apoio das instituições que estiveram ao nosso lado; à FAPEMIG, FINEP e CNPq pelo suporte para a pesquisa aplicada; e à Fundação Konrad Adenauer por viabilizar o compartilhamento de nossos aprendizados.

EN *The development of the study Vulnerability To Climate Change In The Municipality Of Belo Horizonte is a milestone. As a technology-based company, WayCarbon is proud of contributing with knowledge and innovation, supporting complex decision-making and the design of high-impact public policies. This study reflects the commitment of a team that shares the bigger objective of building resilient societies and also a passion for Belo Horizonte. High-level professionals who work by my side and many others spread around the municipality Secretariats. I would like to use this opportunity to acknowledge the support of the institutions that had been at our side during this quest; to FAPEMIG, FINEP and CNPq for supporting this applied research; and to Konrad Adenauer Foundation for allowing us to share the lessons learned in this process.*

CONTEÚDO

CONTENT

Apresentação

Introduction

12

Abordagem metodológica

Methodological Approach

18

Algumas Lições Aprendidas: Envolvimento Local e Uso de Dados

Some Lessons Learned: Local Involvement and Data Usage

23

Avaliando a vulnerabilidade às mudanças climáticas de Belo Horizonte

Evaluating Belo Horizonte's climate change vulnerability

24

As principais ameaças

Key Threats

29

Impactos sobre o meio físico – Inundação e Deslizamento

Impacts on the physical environment - floods and landslides

30

Implicações para a saúde – Dengue e Ondas de Calor

Implications for health – Dengue Fever and Heat Waves

34

Os 10 principais hotspots de vulnerabilidade e seus desafios para o futuro

Top 10 vulnerability hotspots and their challenges for the future

38

Construindo resiliência: o contexto para tomada de decisão

Building resilience: the context for decision-making

42

Instrumentos de gestão pública

Public management tools

46

Principais Referências

Key References

47

Fluxograma: Etapas da análise de vulnerabilidade

Flowchart: Vulnerability Analysis Steps

48



APRESENTAÇÃO

INTRODUCTION

PT

A mudança climática é um dos desafios mais complexos do século XXI. Uma das principais preocupações em relação às projeções do clima no futuro remete-se à intensificação e aumento da frequência dos eventos climáticos extremos, tais como tempestades, ondas de calor e secas, sendo as cidades altamente vulneráveis a essas ameaças.

No Brasil, aproximadamente 85% (oitenta e cinco por cento) da população vive em áreas urbanas e estima-se que, em 2020, 90% (noventa por cento) dos brasileiros estarão vivendo em cidades. Essa dinâmica contribui para a segregação espacial, desigualdades sociais e degradação ambiental. No enfoque das mudanças climáticas, o aumento da urbanização é, por si só, um fator agravante para o aumento das emissões dos gases de efeito estufa (GEE) devido, principalmente, à sua relação com os padrões modernos de vida. Portanto, as cidades são elementos fundamentais para o sucesso das políticas de mitigação de emissão.

Por sua vez, o grande adensamento humano proporcionado pela urbanização amplia a propensão a perdas de vidas e danos econômicos, ambientais e sociais, decorrentes das mudanças no clima. A capacidade de uma cidade reagir a tais situações de

EN

Climate change is one of the most complex challenges of the 21st Century. One of the main concerns regarding future climate projections has to do with the intensification, and increase in frequency, of extreme climate events such as storms, heat waves and droughts; cities are highly vulnerable to such threats.

In Brazil, around 85% (eighty-five percent) of people live in urban areas, and estimates suggest that by 2020 90% (ninety percent) will be living in cities. This contributes to spatial segregation, social inequality and environmental degradation. In relation to climate change, an increase in urbanization is, by itself, an aggravating factor in greenhouse gases emissions (GHG Emissions), mainly due to its relationship with modern standards of living. Thus, cities are key elements for the success of emissions mitigation policies.

At the same time, the higher population density brought about by urbanization amplifies the risks of life loss and economic, environmental, and social damages caused by climate change. The capability of a city to react to such stresses, due to the direct and indirect impacts of climate change, is highly influenced by social and economical inequalities. These inequalities create, in the urban setting, groups that are

O AUMENTO DA URBANIZAÇÃO É, POR SI SÓ, UM FATOR AGRAVANTE PARA O AUMENTO DAS EMISSÕES DOS GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE).

AN INCREASE IN URBANIZATION IS, BY ITSELF, AN AGGRAVATING FACTOR IN GREENHOUSE GASES EMISSIONS (GHG EMISSIONS).

estresse, devido ao impacto direto e indireto das mudanças climáticas, é fortemente influenciada pelas desigualdades sociais e econômicas. Essas divergências criam no meio urbano grupos mais sensíveis e com menor capacidade de adaptação, sendo as cidades especialmente relevantes às políticas de adaptação e construção de resiliência climática.

Em geral, a maioria das cidades brasileiras apresentam um atraso na implementação de infraestrutura adequada para suportar a aceleração do crescimento urbano e os efeitos das mudanças no clima. Neste sentido, a análise da vulnerabilidade de uma cidade às mudanças climáticas torna-se fundamental para a indicação de medidas de adaptação em escalas apropriadas, como uma opção de investimento a um determinado custo no presente, comparativamente menor que os

more susceptible and less resilient, so cities are particularly relevant to adaptation policies and to building climate resilience.

Overall, most Brazilian cities show delays in implementing the necessary infrastructure to support rapid urban growth and the effects of climate change. Therefore, analysing the vulnerability of a city to climate change is fundamental to offering adaptation measures at an appropriate scale, and as an investment option with costs in the present relatively smaller than the potential impacts climate change can bring in the future.

The city of Belo Horizonte, capital of the State of Minas Gerais, is the sixth most populated city in Brazil (2.513.451 residents) and an important economic center for the country. Belo Horizonte ranks third as a Brazilian urban agglomeration behind only São Paulo and Rio de Janeiro.

impactos potenciais oriundos das mudanças climáticas no futuro.

O município de Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais, é a sexta cidade mais populosa do Brasil (2.513.451 habitantes) e importante centro econômico do país. Devido ao intenso processo de urbanização, a região metropolitana de Belo Horizonte ocupa, em 2016, o terceiro lugar entre as aglomerações urbanas brasileiras, perdendo apenas para São Paulo e Rio de Janeiro.

Historicamente, Belo Horizonte tem sido afetada por eventos de chuvas intensas que impactam a população e, por vezes, geram tragédias. Em um evento recente, ocorrido no mês de outubro de 2015, a inundação da Avenida Vilarinho, principal via de acesso da Regional Venda Nova, atingiu centenas de pessoas, danificando ativos que giram em torno de R\$ 2.000.000,00 (dois milhões de reais), em apenas 40 (quarenta) minutos de chuva.

As tendências do clima futuro indicam um aumento de 32% (trinta e dois por cento) na variação relativa   exposição climática de eventos associados a chuvas intensas em Belo Horizonte, potencializando o risco de inundações e deslizamentos, ampliando a propensão a perdas e danos.

Em relação   saúde, verificou-se nos últimos anos um importante acréscimo dos casos de doenç as tropicais transmitidas por mosquitos vetores. No caso da dengue, por exemplo, Belo Horizonte observou o número de ocorrências quadruplicar na última década. Tal fato está associado ao aumento da temperatura mínima e umidade do ar como condicionantes climáticos que favorecem a din mica da doenç a.

Historically, Belo Horizonte has been affected by heavy rain events that impact the population and, occasionally, lead to tragedy. In a recent event, in October 2015, floodings at Avenida Vilarinho (a large avenue), main access way to the District of Venda Nova, affected hundreds of people and damaged assets of around R\$ 2,000,000.00 (two million reais) in just 40 (forty) minutes of rain.

Future climate trends indicate an increase of 32% (thirty-two percent) in relative exposure to climate events related to heavy rains in Belo Horizonte, increasing the risks of floods and landslides and amplifying the chance of losses and damages.

In regard to health, previous years have shown a relevant increase in the number of cases of mosquito-borne tropical diseases. Take Dengue Fever, for example: Belo Horizonte saw the number of cases quadruple over the last decade. This fact is associated to the increase of minimum temperature and air humidity as the main climate conditions favoring the disease dynamics.

Finally, Belo Horizonte's model for urbanization has contributed to building a stressful microclimate, increasing thermal discomfort that is also amplified by heat waves which, in turn, are expected to intensify 10 (ten) fold by 2030. In the future, increases in temperature might impact children and elderly people, and intensify cardiac and respiratory diseases.

In this context, following the implementation of its Policy for Climate Change Mitigation, Belo Horizonte City Hall developed, from July, 2015, to June, 2016, a study called "Assessment of the vulnerability to climate change of the municipality of Belo Horizonte", taking two scenarios into consideration: one for the year of

AS TEND NCIAS DO CLIMA FUTURO INDICAM UM AUMENTO DE 32% NA VARIAÇÃO RELATIVA   EXPOSIÇÃO CLIMÁTICA DE EVENTOS ASSOCIADOS A CHUVAS INTENSAS EM BELO HORIZONTE.

FUTURE CLIMATE TRENDS INDICATE AN INCREASE OF 32% IN RELATIVE EXPOSURE TO CLIMATE EVENTS RELATED TO HEAVY RAINS IN BELO HORIZONTE.

Por fim, o modelo de urbanização de Belo Horizonte contribui para a composição de um microclima estressante, aumentando o desconforto térmico que vem sendo ainda mais ampliado pelas ondas de calor, que por sua vez devem se intensificar em 10 (dez) vezes até 2030. Em um cenário futuro, o aumento na temperatura poderá impactar crianças e idosos, potencializando doenças cardíacas e respiratórias.

Nesse contexto, em continuidade à implementação da sua Política de Enfrentamento às Mudanças Climáticas, a Prefeitura de Belo Horizonte realizou, entre Julho/2015 e Junho/2016, o estudo intitulado “Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas no Município de Belo Horizonte”, considerando dois cenários de análise, a saber: um para o ano de 2016 e outro de projeções para o ano de 2030.

Neste estudo, foram avaliados os seguintes impactos climáticos potenciais definidos em conjunto entre as Secretarias Municipais, de acordo com o nível das ocorrências históricas observadas no Município: (i) inundações, (ii) deslizamentos, (iii) dengue e (iv) ondas de calor.

Desta forma, o mesmo torna-se base técnica para o desenvolvimento do futuro Plano Municipal de Adaptação e Resiliência de Belo Horizonte, sendo o primeiro passo para a sua realização.

Isso porque, a partir da avaliação de vulnerabilidade, são fornecidas informações estratégicas para a tomada de decisão, de modo a apoiar a contenção ou redução de potenciais ameaças por meio de medidas proativas, segundo as especificidades das várias regiões do Município.

2016 and another with projections for 2030.

The study looked at the following potential climate impacts, chosen by Municipal Secretariats, based on the level of historical events observed in the municipality: (i) floods; (ii) landslides; (iii) dengue fever and (iv) heat waves.

As such, the study is a technical foundation for the development of the future Belo Horizonte Plan for Adaptation and Resilience and is seen as the first step to its accomplishment. The assessment of vulnerabilities offers strategic information for decision making, supporting the mitigation of potential threats through proactive measures, according to the specificities of the several regions of the municipality.

GLOSSÁRIO DE CONCEITOS / GLOSSARY

EXPOSIÇÃO / EXPOSURE:

É o índice que refere-se a natureza, a amplitude e o ritmo da variação climática à qual o sistema está exposto incluindo eventos extremos.

The nature, amplitude and pace of climate change that a system is exposed to, including extreme events.

SENSIBILIDADE / SENSITIVITY:

É o índice que evidencia o nível ao qual um sistema será positivamente ou negativamente afetado pelos parâmetros climáticos do índice de exposição. A sensibilidade inclui atributos naturais e físicos, dados geodemográfico e sociais.

The degree to which a system is affected, either adversely or beneficially, by climate variability or climate change. Sensitivity includes natural and physical attributes, geo-demographic and social data.

IMPACTOS POTENCIAIS

POTENTIAL IMPACTS:

Referem-se aos efeitos dos eventos climáticos e meteorológicos extremos e das mudanças climáticas (exposição) sobre os sistemas naturais e humanos (sensibilidade).

The effects of extreme climate and weather events and climate change (exposure) on the natural and human systems (Sensitivity).

CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO

ADAPTIVE CAPACITY:

É a capacidade de um sistema de se ajustar à mudança do clima, moderando possíveis danos, tirando vantagem das oportunidades ou lidando com as suas consequências.

The degree to which a system can adjust to climate change, mitigating potential damages, taking advantage of opportunities or dealing with its consequences. .

VULNERABILIDADE CLIMÁTICA

CLIMATE VULNERABILITY:

É o grau de susceptibilidade ou incapacidade de um sistema para lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, inclusive a variabilidade climática e os eventos extremos de tempo. A vulnerabilidade é uma função do caráter, magnitude e ritmo da mudança do clima e da variação a que um sistema está exposto, bem como sua sensibilidade e capacidade de adaptação.

The degree to which a system is susceptible to, and unable to cope with, adverse effects of climate change, including climate variability and extremes. Vulnerability is a function of the character, magnitude, and rate of climate change, and the variation to which a system is exposed, its sensitivity, and its adaptive capacity.

RESILIÊNCIA / RESILIENCE:

É a capacidade que determinado sistema possui de se recuperar e retornar ao estado original de harmonia após ter sofrido alguma espécie de perturbação.

The degree to which a system can recover or return to its original state of harmony after suffering any kind of disturbance.



ABORDAGEM METODOLÓGICA

METHODOLOGICAL APPROACH

PT

O objetivo do estudo foi realizar uma análise de vulnerabilidade às mudanças climáticas no município de Belo Horizonte, considerando o cenário atual (2016) e as projeções para o ano de 2030. Foi adotada a metodologia utilizada no Quarto Relatório de Avaliação do Painel de Intergovernamental de Mudanças Climáticas (AR4 - IPCC, 2007). O índice de vulnerabilidade integra informações disponíveis sobre a exposição às alterações climáticas, à sensibilidade socioambiental a essas variações e à capacidade do sistema de lidar e se adaptar às novas condições.

O cálculo de cada índice e a escolha das variáveis mais adequadas para caracterizá-los dependeram estritamente dos atributos socioeconômicos e biogeográficos do contexto local, da disponibilidade de dados de qualidade e das prioridades estabelecidas de forma colaborativa pela Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte.

Os grandes desafios frente às mudanças climáticas identificadas em Belo Horizonte são os impactos resultantes dos deslizamentos, das inundações, da dengue e das ondas de calor. Todas as variáveis explicativas selecionadas

EN

The goal of the study was to conduct an assessment of the vulnerability to climate change in the municipality of Belo Horizonte, considering the current scenario (2016) and projections for the year of 2030. The study follows the methodology suggested in the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR4 - IPCC, 2007). The Vulnerability Index encompasses available information on exposure to changes in climate, socio-environmental sensitivity to these changes, and the system's capability to deal with and adapt to new conditions.

The calculation of each index and the choice of the most appropriate variables to characterize them relies strongly on the local context of social, economic and bio-geographical attributes, on the availability of quality data, and on the priorities decided on collaboratively by the Secretariat of Environment and Belo Horizonte City Hall.

The biggest challenges regarding climate change identified for Belo Horizonte are the impacts from landslides, floods, dengue fever and heat waves. All explanatory variables chosen to characterize the effects and the

para caracterizar os efeitos e a capacidade de adaptação foram georreferenciadas e normalizadas para torná-las espacialmente comparáveis e agregáveis em um índice composto ponderado de vulnerabilidade. A escolha dos pesos para cada variável foi baseada em revisão bibliográfica e nos resultados das calibrações dos modelos.

As vulnerabilidades por tipo de impacto potencial (deslizamento, inundação, dengue e ondas de calor) foram calculadas por meio do *Model of Vulnerability Evaluation (MOVE)*.

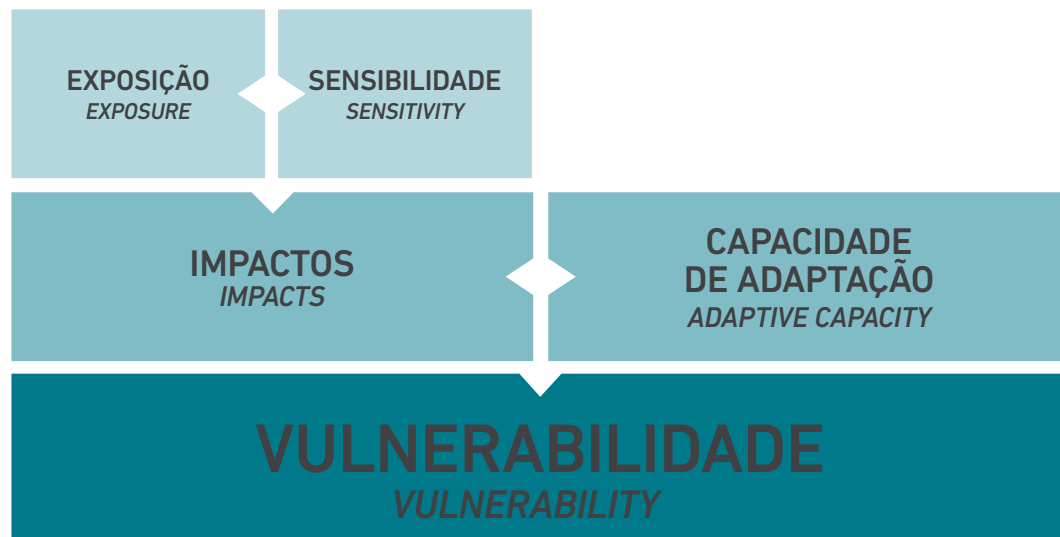
adaptation capacity were georeferenced and standardized to make them spatially comparable and aggregatable in a weighted composite vulnerability index. The choice of weights for each variable was based on a literature review and the results of model calibrations.

Vulnerability for each potential impact (landslide, flood, dengue fever and heat waves) was calculated through the Model of Vulnerability Evaluation (MOVE).



O MOVE é uma plataforma computacional integrada que utiliza análise espacial e estatística para avaliação da vulnerabilidade e riscos associados às mudanças climáticas, aplicável em diferentes recortes temáticos e produtivos, em múltiplas escalas e a partir de diferentes cenários climáticos. Esse modelo foi desenvolvido pela empresa WayCarbon e contou com recursos da FINEP, FAPEMIG e CNPq (www.moveonadaptation.com).

MOVE is an integrated computer platform that uses spatial and statistical analysis to assess vulnerabilities and risks associated with climate change, applicable to different thematic and industrial sectors, on multiple scales and under different climate scenarios. This model was developed by WayCarbon and was funded by FINEP, FAPEMIG and CNPq (www.moveonadaptation.com).



Construção do Índice de Vulnerabilidade / Structure of the Vulnerability Index

Uma abordagem espacial é necessária para identificar as regiões onde os impactos das mudanças climáticas se concentram, resultando em hotspots de vulnerabilidade. Esses hotspots são considerados áreas prioritárias e, portanto, seus atributos são analisados com um maior grau de detalhamento. A pormenorização das características dos hotspots garante uma melhor compreensão das causas que determinaram valores elevados de vulnerabilidade e oferece uma resposta às demandas de onde e como intervir com medidas adaptativas.

As informações geradas nesse estudo permitem a decomposição dos componentes do índice de vulnerabilidade, possibilitando a compreensão do nível de relevância de um determinado impacto. Por exemplo, locais distintos podem estar sujeitos a uma mesma exposição climática, com a mesma natureza e o mesmo grau de frequência e intensidade. Essas mesmas localidades podem, ainda, ter características semelhantes de sensibilidade biofísica, com relevo e geologia equivalente,

A spatial approach is essential to identifying regions where the impacts of climate change are stronger, creating vulnerability hotspots. These hotspots are considered priority areas and, thus, have their attributes analysed with a greater level of detail. This greater level of detail allows a better understanding of the causes of high vulnerability and offers answers to "how" and "where" to intervene with adaptive measures.

Information generated by the study allows the breakdown of components of the Vulnerability Index, making it possible to understand the level of relevance of a specific impact. For instance, different locations may be subject to the same climate exposure, of the same nature, frequency and intensity. These locations may, as well, have similar biophysical sensitivity characteristics, with similar landscape and geology, but have different assets identified. The presence of assets at risk is what can direct the decision-making system toward an adaptive intervention. Facing a similar scenario for impacts, it is necessary to decide

mas apresentarem diferentes ativos mapeados. Essa presença de ativos sob risco é que provoca o direcionamento adequado do sistema de decisão para uma interferência adaptativa. Ao se deparar com uma ótica semelhante de impactos, cabe definir qual a importância e relevância do que está sob risco: pessoas, ativos culturais, infraestruturas ou indústrias.

Para elaboração de cada indicador foram utilizados, como dados de exposição, os resultados do mais atual modelo climático regional existente, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Modelo ETA-HadGEM2-ES - CPTEC-INPE) na resolução espacial de 5km. O cenário de emissão utilizado foi o RCP 8.5¹, tido como um cenário pessimista. O RCP 8.5 leva em consideração o rápido aumento das emissões de metano e a forte dependência de combustíveis fósseis, além do desenvolvimento tecnológico lento e nenhuma mudança de política para reduzir as emissões de GEE. Nesse cenário, as concentrações atmosféricas de CO₂e são superiores a 1000 ppm e o aumento da temperatura média global é de aproximadamente 2,6°C à 4,8°C, até ao final do século XXI.

Os dados de sensibilidade e capacidade de adaptação foram selecionados conforme as variáveis de entrada específicas para cada impacto e disponibilizados pela Prefeitura Municipal. A discussão dos resultados foi agregada de acordo com as 9 (nove) regionais, sendo elas: Barreiro, Centro-Sul, Leste, Nordeste, Noroeste, Norte, Oeste, Pampulha e Venda Nova.

the importance and relevance of what is at risk: people, cultural assets, infrastructure or industries.

To build each index, results of the most updated regional climate model, from the National Institute for Space Research (Modelo ETA-HadGEM2-ES - CPTEC-INPE) were used as data for exposure, on the 5 km scale. Emission scenario RCP 8.5 , considered pessimistic, was chosen. RCP 8.5 takes into consideration the rapid increase in methane emissions and the strong dependence on fossil fuels, besides slow technological development and no changes in policies to reduce GHG emissions. In this scenario, atmospheric concentrations of CO₂ are higher than 1000 ppm and the global average temperature increases are between 2.6°C and 4.8°C, until the end of the 21st century.

Sensitivity and adaptive capacity data were selected according to specific input variables for each impact and made available by the City Hall. Results were aggregated for discussion based on the 9 (nine) regions as follows: Barreiro, Center-South, East, Northeast, Northwest, West, Pampulha and Venda Nova.

¹ Ressalta-se que a opção de escolha do tipo de cenário se deu pela disponibilidade de dados repassadas pelo INPE em melhor resolução espacial de 5 km para a região Sudeste do Brasil.

¹ It should be noted that the choice of scenario was given by the availability of data from INPE for the 5 km scale and the Southeast region of Brazil.

NO ESTUDO DE VULNERABILIDADE DE BELO HORIZONTE, FOI DADA UMA GRANDE ATENÇÃO À OBTENÇÃO E AO TRATAMENTO DOS DADOS, ETAPA QUE TEVE A DURAÇÃO DE 6 MESES.

THE STUDY FOR VULNERABILITY OF THE MUNICIPALITY OF BELO HORIZONTE DEVOTED GREAT ATTENTION TO THE COLLECTION AND TREATMENT OF DATA - A STAGE THAT LASTED 6 (SIX) MONTHS.

**ALGUMAS LIÇÕES APRENDIDAS:
ENVOLVIMENTO LOCAL E USO DE DADOS**

***SOME LESSONS LEARNED:
LOCAL INVOLVEMENT AND DATA USAGE***

Esse tipo de análise está pautada na atuação e colaboração das partes envolvidas, a partir de discussões participativas com os tomadores de decisão e os técnicos do município, para promover a melhor compreensão do escopo do estudo ao contexto local.

Uma dificuldade enfrentada em um estudo como o presente é a disponibilidade e qualidade dos dados de entrada. Muitas vezes os dados existem, mas não da forma ideal para uma análise espacial ou temporal que permitiria melhores resultados. Algumas informações podem estar em tabelas que não possibilitam a distribuição espacial correta ou mesmo apresentam uma série temporal incompleta ou inconsistente.

A ineficiência na coleta, armazenamento e utilização de dados é um dos fatores limitantes para as avaliações de vulnerabilidade de uma forma geral. Para contornar esse desafio no Estudo de Vulnerabilidade de Belo Horizonte, foi dada uma grande atenção à obtenção e ao tratamento dos dados, etapa que teve a duração de 6 (seis) meses. Quando os dados não estavam adequados ao trabalho, optou-se por utilizar informações menos detalhadas, contudo, consistentes e georreferenciadas.

Analyses of this kind are subjected to the participation and collaboration of stakeholders, and based on collaborative conversation with decision makers and technicians from the municipality, in order to arrive at a better understanding of the scope of the study in the local context.

One challenge faced by a study like this one is the availability and quality of input data. Frequently, the data exists but not in the ideal format for a spatial or temporal analysis which would allow for better results. Some information might be in tables that do not allow the appropriate spatial allocation, or they might even present incomplete or inconsistent time series.

Inefficiencies in collecting, storing and using data are one of the limiting factors to vulnerability evaluations as a whole. To deal with this challenge, the Study for Vulnerability of the municipality of Belo Horizonte devoted great attention to the collection and treatment of data - a stage that lasted 6 (six) months. When data were not appropriate for the study, the choice was given to less detailed but consistent and georeferenced data.



AVALIANDO AS VULNERABILIDADES DE BELO HORIZONTE DIANTE DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

EVALUATING BELO HORIZONTE'S CLIMATE CHANGE VULNERABILITY

PT

O índice composto de vulnerabilidade de Belo Horizonte foi calculado por meio da média ponderada dos índices de vulnerabilidade por impacto potencial estudado, a saber: inundação, deslizamento, dengue e ondas de calor. Para uma melhor compreensão dos locais mais vulneráveis, foram gerados os *hotspots* cujo índice de vulnerabilidade é maior ou igual a 0,58, valor que representou, neste estudo, o agrupamento dos mais elevados índices.

A análise permitiu identificar as áreas mais vulneráveis do município, nas quais a intervenção deve ser priorizada, auxiliando, assim, a tomada de decisão.

Belo Horizonte está localizada em uma região em que o clima e as futuras consequências de suas mudanças estão divididos em dois grandes eixos: Norte e Sul.

Sendo assim, existe uma tendência geral em que a porção Norte se apresente mais impactada por aumentos de temperatura do que a região Sul, o que favorece principalmente as ocorrências de dengue e de ondas de

EN

The composite vulnerability index for Belo Horizonte was calculated through a weighted average of all the vulnerability indexes for each impact, namely: flood, landslide, dengue fever and heat waves. For a better understanding of the most vulnerable locations, hotspots with vulnerability indexes higher or equal to 0.58 were selected. This value represented, in the study, the group with the highest indexes.

It was possible to identify the most vulnerable areas of the municipality in which interventions must be focused, giving support to decision-making

Belo Horizonte is located in a region in which climate and the future consequences of climate change are divided into two broader areas: North and South.

As such, there is an overall tendency for the Northern region to be more impacted by temperature increases than the Southern region, which enhances the probability of dengue fever and heat waves. The South area has a greater biophysic sensitivity to landslides due to its geological and geomorphological

calor. O eixo Sul apresenta uma maior sensibilidade biofísica aos deslizamentos por sua constituição geológica e geomorfológica. Já as inundações apresentam-se de forma distribuída por todo o município, variando de intensidade de acordo com as características das sub-bacias e da intensidade e frequência de chuvas. Nesse sentido, Belo Horizonte apresenta áreas bem definidas para intervenções necessárias em resposta a potenciais impactos climáticos.

As regionais Norte, Nordeste e Leste são as que apresentam os maiores índices de vulnerabilidade, sendo a regional Norte aquela com maior variação relativa entre o período atual (2016) e a projeção futura (2030). A regional Nordeste apresentou a maior expansão de áreas com alta vulnerabilidade, observando ampliação da incidência de todos os impactos. Por outro lado, a regional Barreiro apresentou o menor ganho de área de alta vulnerabilidade.

Em 2030, estima-se que o número de bairros com alta vulnerabilidade sofrerá um acréscimo de 60% (sessenta por cento), totalizando 331 (trezentos e trinta e um) bairros, dos 486 (quatrocentos e oitenta e seis) existentes na cidade. As regionais Noroeste, Oeste e Nordeste são aquelas com os maiores aumentos no número de bairros vulneráveis. Ressalta-se que a maioria dos bairros das regionais Norte, Nordeste e Leste apresentam *hotspots*. A regional Barreiro, apesar de possuir poucos *hotspots* tanto no cenário atual quanto em 2030, observará a quantidade de bairros com alta vulnerabilidade triplicar. A Figura 1 apresenta o mapa com o índice composto de vulnerabilidade de Belo Horizonte em 2016 e 2030 com destaque para quatro *hotspots*, a título de exemplificação.

nature. Floods appear distributed throughout the municipality with their intensity varying according to the characteristics of the river basins, and the intensity and frequency of rainfall. In this respect, Belo Horizonte has well defined areas for required interventions as an answer to potential climate impacts.

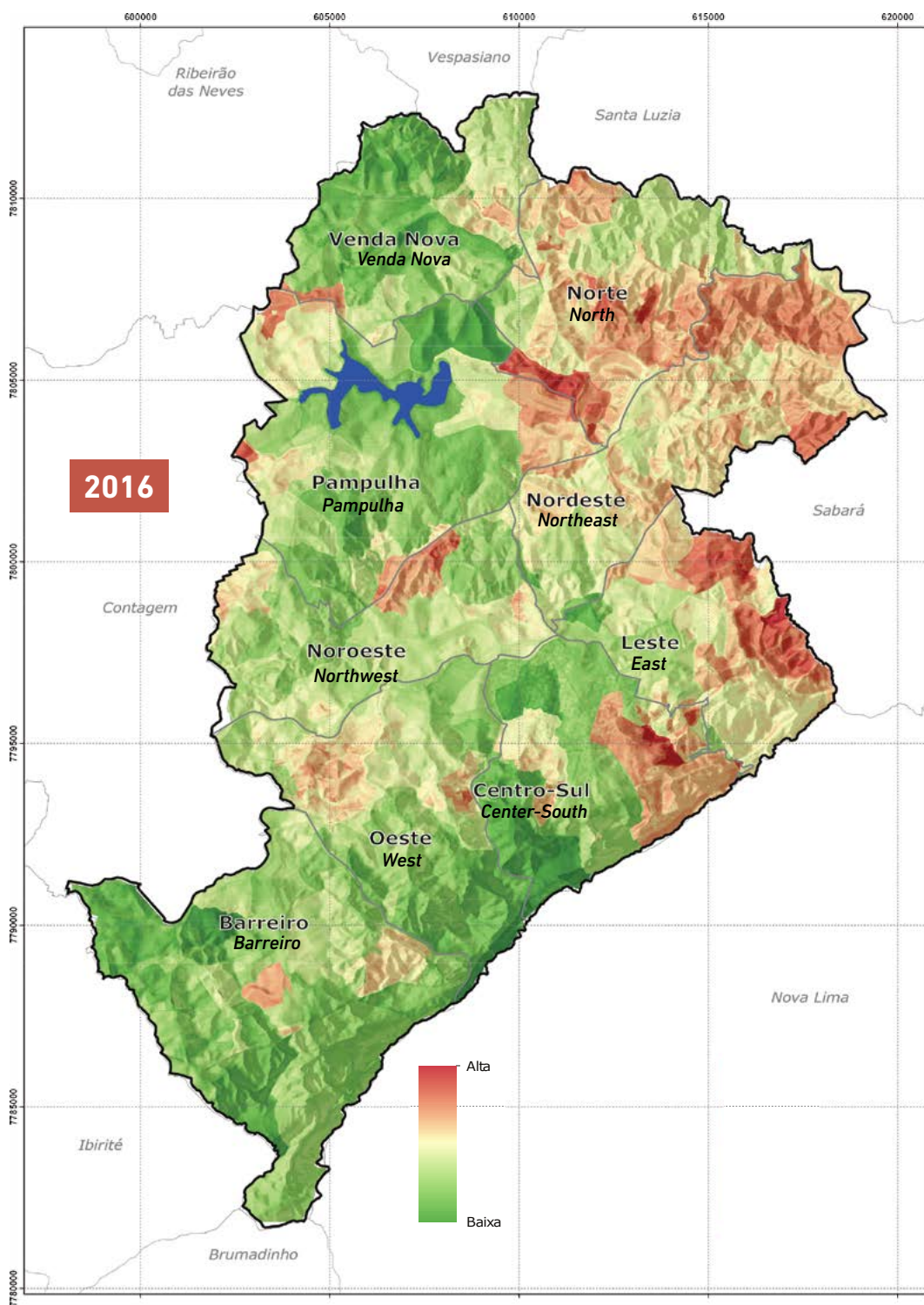
The North, Northwest and East regions are the ones with the highest vulnerability indexes, with the North having the largest variation from the current scenario (2016) to the future projection (2030). The Northwest region showed the largest expansion of areas of vulnerability, and an intensification of occurrence of all impacts. On the other hand, the Barreiro region showed the smallest increase in high vulnerability areas.

In 2030, it is expected that the number of neighborhoods at high vulnerability will grow by 60% (sixty percent) to a total of 331 (three hundred and thirty-one) neighborhoods, out of the 486 (four hundred eighty-six) in the municipality. The Northwest, West and Northeast regions are the ones with the largest increases in number of vulnerable neighborhoods. It is worth mentioning that most neighborhoods in the North, Northwest and East regions have hotspots. The Barreiro region, although having few hotspots both in the current and the 2030 scenarios, will see a three-fold increase in the number of vulnerable neighborhoods. Figure 1 shows the map for the vulnerability composite index for Belo Horizonte in 2016 and 2030, highlighting four hotspots as examples.

FIGURA 1 / FIGURE 1:

ANÁLISE DE VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM BELO HORIZONTE

Climate Change Vulnerability Assessment of Belo Horizonte

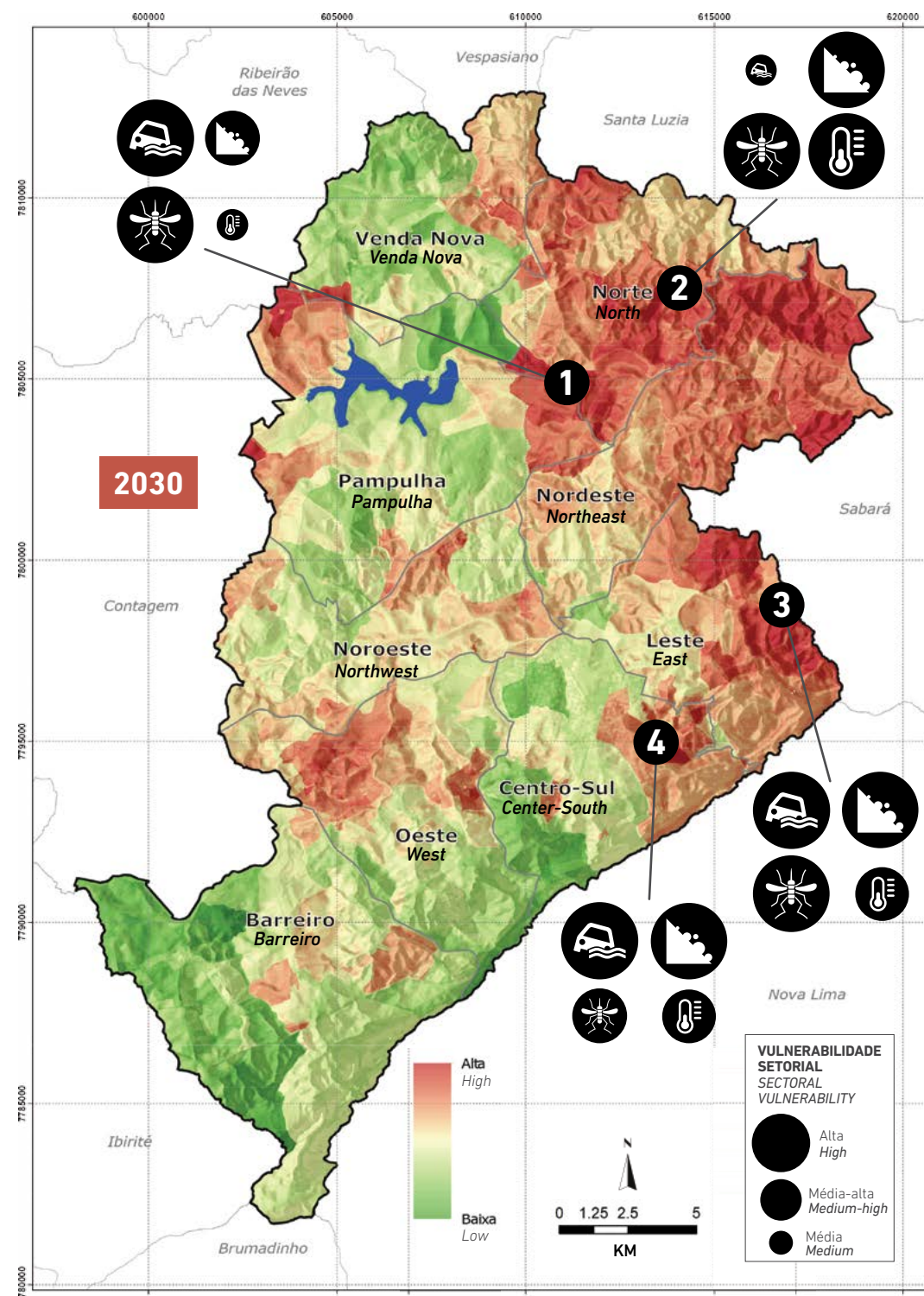


Foram escolhidas quatro áreas mais vulneráveis (1 - São Bernardo/São Tomáz; 2 - Heliópolis/ Mirante; 3 - Granja de Freitas; 4 - Nossa Senhora da Conceição/ Marçola) para exemplificar a importância das vulnerabilidades setoriais na composição da vulnerabilidade final. Fonte de dados: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH). Baseado na simulação climática para o cenário RCP 8.5 (IPCC).

LEGENDA / LEGEND:

IMPACTOS / IMPACTS:

-  Inundação / Flood
-  Dengue / Dengue fever
-  Ondas de Calor / Heat Waves
-  Deslizamentos / Landslide



Four of the most vulnerable areas (1 - São Bernardo/São Tomáz; 2 - Heliópolis/ Mirante; 3 - Granja de Freitas; 4 - Nossa Senhora da Conceição/ Marçola) were chosen to showcase the relevance of sectoral vulnerability to overall vulnerability. Data source: National Institute for Space Research (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE), Brazilian Institute of Geography and Statistics (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE), Belo Horizonte City Hall (Prefeitura Municipal de Belo Horizonte - PBH). Based on the climate simulation for the RCP 8.5 scenario (IPCC).

OS EFEITOS DAS
MUDANÇAS DO
CLIMA SÃO REAIS
E ESTÃO SENDO
VIVENCIADOS NO
DIA A DIA DAS
PESSOAS.

CLIMATE CHANGE
EFFECTS ARE REAL
AND CAN BE FELT IN
OUR DAILY LIVES.

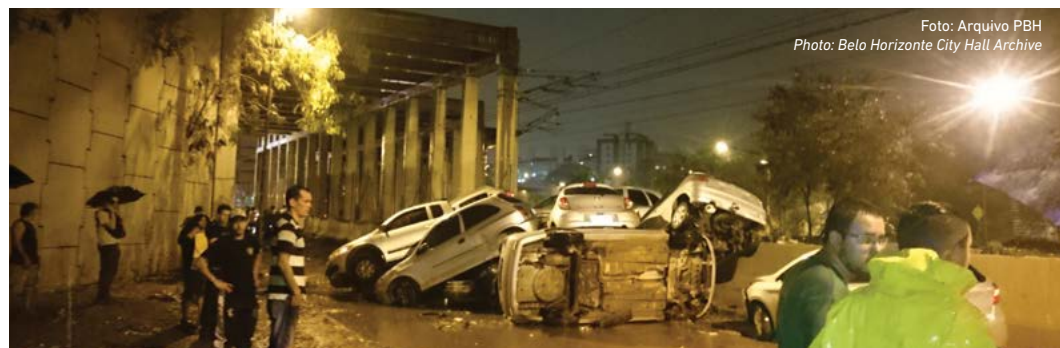
AS PRINCIPAIS AMEAÇAS EM BELO HORIZONTE

KEY THREATS FOR BELO HORIZONTE

Os efeitos das mudanças do clima são reais e estão sendo vivenciados no dia a dia das pessoas. Neste contexto, a representação espacial das vulnerabilidades contribui para auxiliar a compreensão de um sistema complexo de causa e efeito. Em uma realidade na qual as consequências são multifatoriais, busca-se retratar ameaças locais fundamentadas em resultados globais. Assim, pela representação do impacto local é possível determinar os fatores constituintes das causas das perdas e danos sofridos pela comunidade e, dessa forma, saná-las ou, ao menos, amenizá-las.

Climate change effects are real and can be felt in our daily lives. In this context, the spatial representation of vulnerabilities helps understanding a complex cause-effect system. In a reality of multifactor consequences, there is an attempt to deal locally with threats that have global effects. Being able to represent the local impact allows the identification of factors causing losses and damages to a community and, therefore, the mitigation of or compensation for such factors.

INUNDAÇÃO / FLOODS



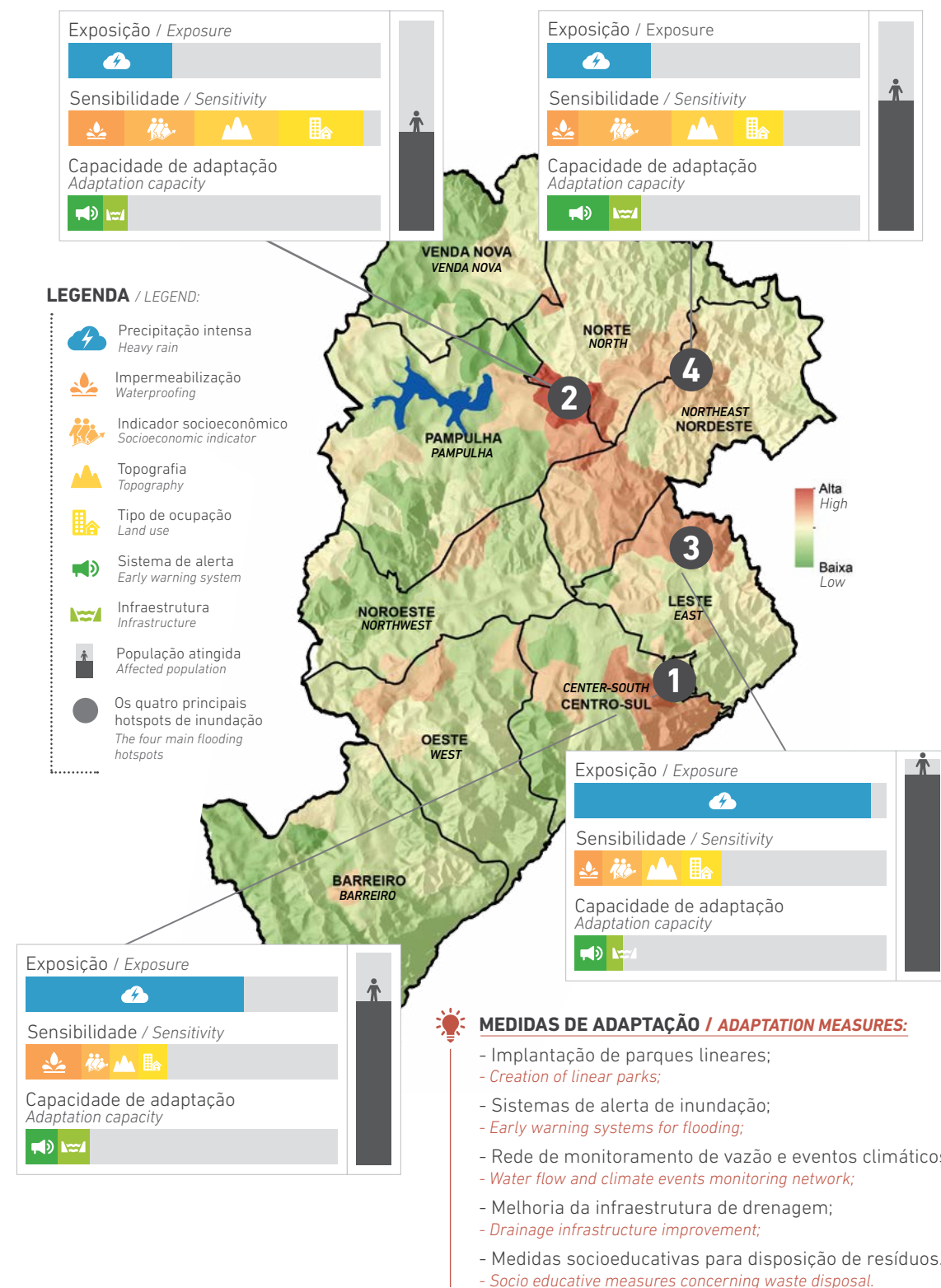
As regionais administrativas mais vulneráveis à inundação são: Nordeste, Leste, Centro-Sul e Norte, conforme apresentado na Figura 2. Os modelos climáticos simulados para o ano de 2030 indicam que haverá, de modo geral, um aumento da exposição às inundações ao longo do Município e que tais eventos tendem a ser mais intensos, com maior volume de chuva concentrada e com maior propensão à geração de danos e impactos. A majoração da resiliência em Belo Horizonte por meio da melhoria das condições de infraestrutura, sistemas de alerta e obras de macrodrenagem para redução de inundações são de extrema importância para diminuir a referida vulnerabilidade. Assim, tornam-se prioritários investimentos nos hotspots identificados: na regional Norte, o Ribeirão Pampulha próximo à Av. Washington Luiz e à Rua Barão de Coromandel, no bairro São Tomaz; na regional Nordeste, o Córrego Cachoeirinha próximo à Av. Bernardo Vasconcelos, entre os bairros Ipiranga e Santa Cruz; na regional Centro-Sul, o Córrego do Leitão próximo à Av. Prudente de Moraes, no Bairro Santo Antônio; o Córrego da Serra próximo à Rua Cícero Ferreira e à Rua Dona Cecília; na regional Leste, o córrego Ituiutaba próximo à Rua Ituiutaba.

The administrative regions most susceptible to floods are: North, Northeast, East, and Center-South, as shown in Figure 2. Climate models simulated for 2030 show that there will be, overall, an increase in exposure to floods all over the municipality and that these events will tend to be more intense, with heavier and concentrated rainfall, and more likely to cause losses and damages. Increasing resilience in Belo Horizonte through improvements in infrastructure, warning systems and macro drainage works to reduce flooding is extremely important to reduce such vulnerability. Therefore, priority investments are required in the identified hotspots: in the North region, River Pampulha (Ribeirão Pampulha), near Avenue Washington Luiz and Street Barão de Coromandel, in the neighborhood of São Tomaz; in the Northeast region, the Cachoeirinha Stream (Córrego Cachoeirinha), near Avenue Bernardo Vasconcelos, between the neighborhoods of Ipiranga and Santa Cruz; in the East region, Ituiutaba Stream (Córrego Ituiutaba) near Ituiutaba Street (Rua Ituiutaba); and, in the Center-South region, the Leitão Stream (Córrego do Leitão) near Avenue Prudente de Moraes, in the neighborhood of Santo Antônio; Serra Stream (Córrego da Serra) near Cícero Ferreira Street (Rua Cícero Ferreira). and Street Dona Cecília (Rua Dona Cecília).

FIGURA 2 / FIGURE 2:

PERFIL DE VULNERABILIDADE À INUNDAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE EM 2030

FLOODING VULNERABILITY PROFILE IN THE MUNICIPALITY OF BELO HORIZONTE IN 2030



DESLIZAMENTO / LANDSLIDES



Foto / Photo: Divino Advincula

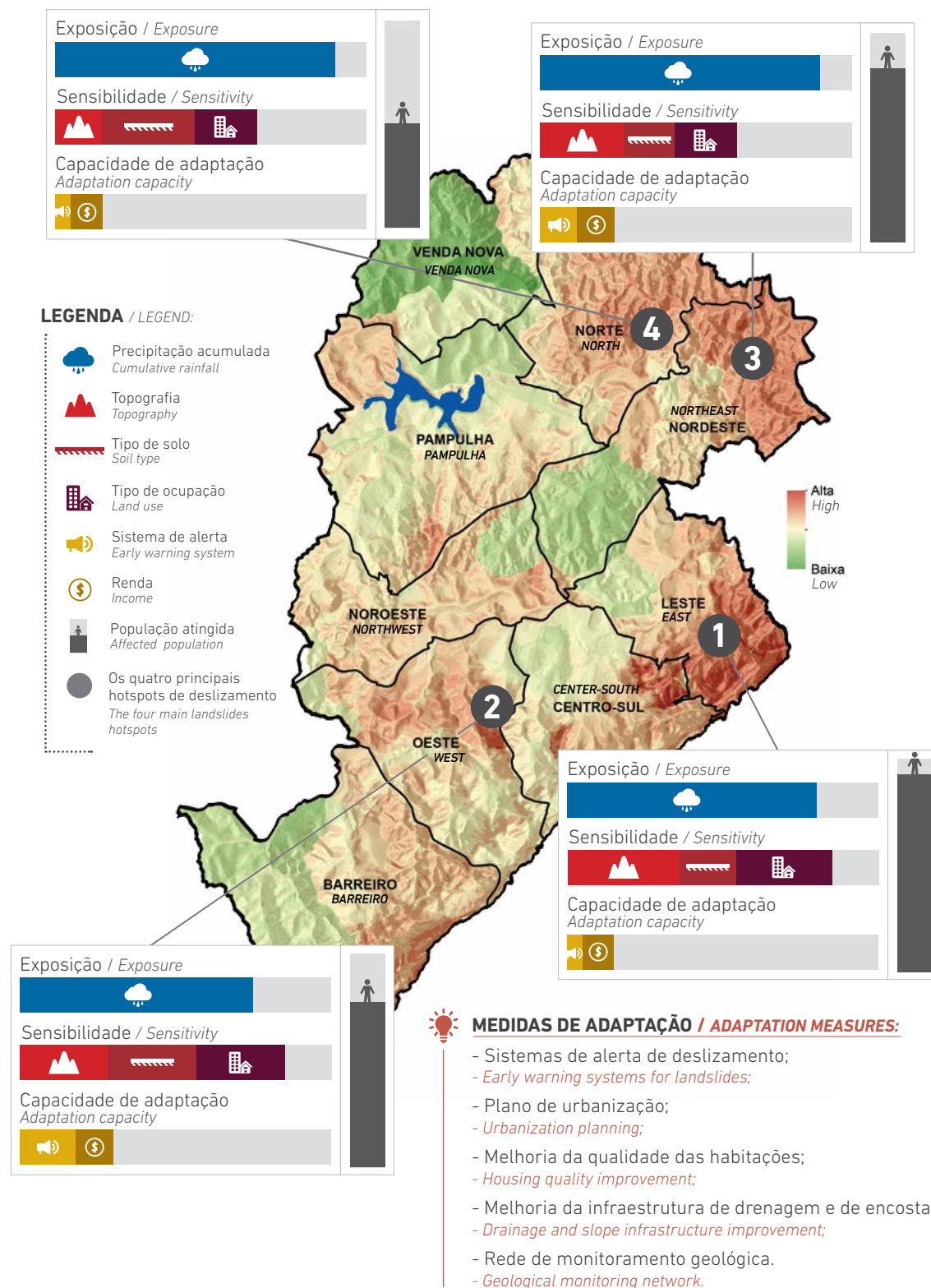
A análise de vulnerabilidade ao deslizamento, apresentada na Figura 3, indica que o fenômeno é influenciado por questões distintas entre as regionais. A porção do município localizada no limite do Quadrilátero Ferrífero (Sul de Belo Horizonte, Serra do Curral e Rola Moça), em geral, apresenta alta vulnerabilidade influenciada pela declividade e geologia. Por sua vez, as vulnerabilidades observadas na região Norte são mais dependentes do déficit de capacidade adaptativa, principalmente o baixo número de sistemas de alerta como os Núcleos de Alerta de Chuvas (NAC).

The vulnerability analysis for landslides, shown in Figure 3, indicates that the phenomenon is influenced by different issues according to region. The area located on the border of the Quadrilátero Ferrífero (South of Belo Horizonte, Curral and Rola Moça Mountain Ranges) presents, generally speaking, a high vulnerability due to its declivity and geology. On the other hand, vulnerabilities observed for the North region are more influenced by a deficit of adaptive capacity, specially regarding the low number of warning systems such as the Centers for Rainstorms Warning (Núcleos de Alerta de Chuvas - NAC).

FIGURA 3 / FIGURE 3:

PERFIL DE VULNERABILIDADE À DESLIZAMENTO DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE EM 2030

LANDSLIDES VULNERABILITY PROFILE IN THE MUNICIPALITY OF BELO HORIZONTE IN 2030



DENGUE / DENGUE FEVER

Foto / Photo: Divino Advincula



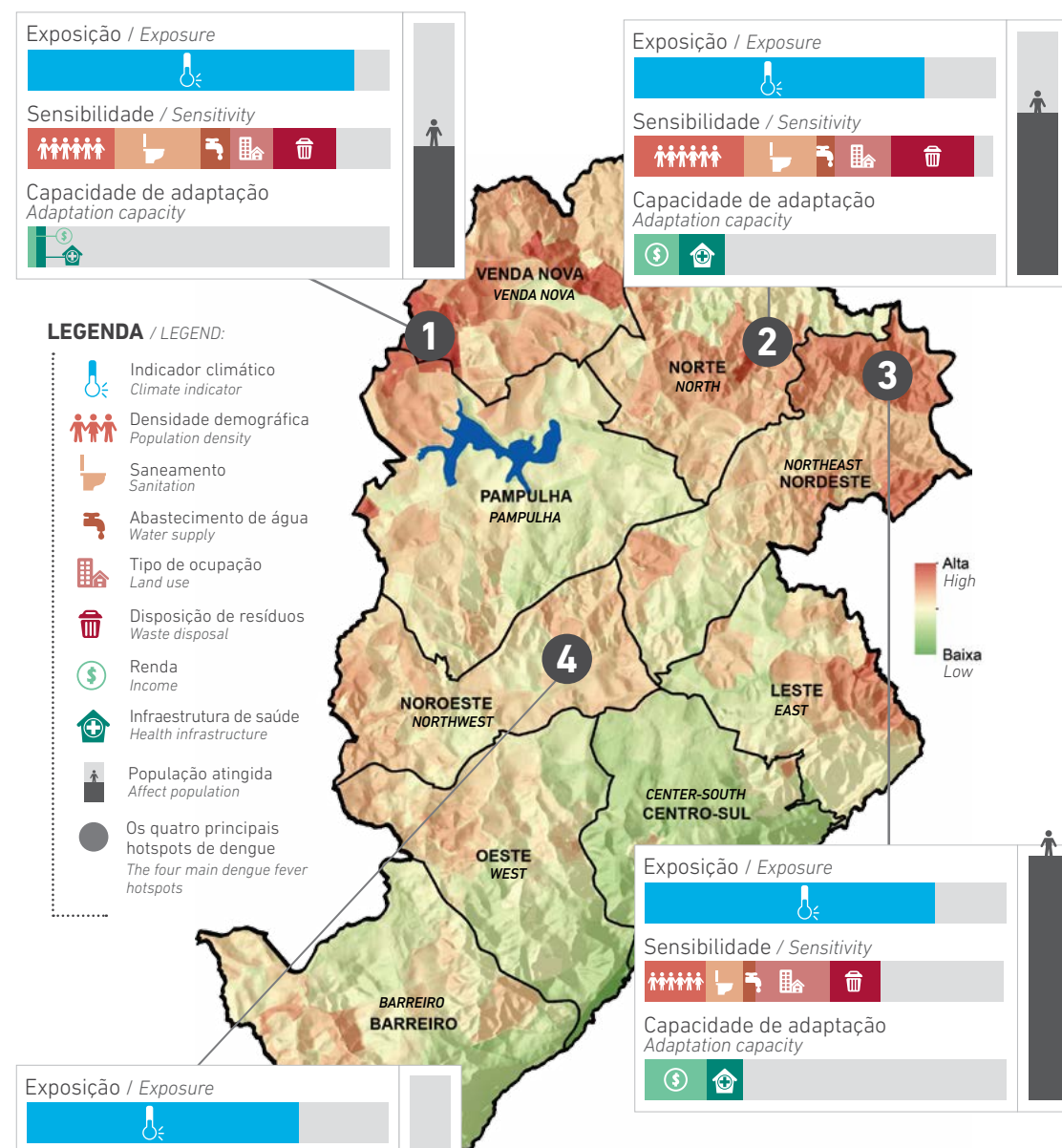
A porção Norte de Belo Horizonte é mais crítica em termos de vulnerabilidade à dengue do que a porção Sul, devido às características climáticas e socioeconômicas. A presença de umidade, o aumento da temperatura mínima e do número de noites quentes são os principais fatores climáticos que potencializam a sobrevivência do vetor *Aedes aegypti* no município. Em 2030, a condição de alta vulnerabilidade, principalmente na regional Venda Nova, deve-se ao alto déficit de capacidade de adaptação, estando menos apta a enfrentar as epidemias. Ao analisar a vulnerabilidade à dengue, apresentada na Figura 4, ações proativas como medidas socioeducativas, campanhas de eliminação de criadouros e de monitoramento dos mosquitos infectados são indicadas. Ações em resposta à epidemia também devem ser reforçadas como o combate ao mosquito, a ampliação da infraestrutura de saúde e a melhoria dos protocolos para diagnóstico.

*The North area of Belo Horizonte is more critical in terms of dengue fever vulnerability than the South area because of climate and socioeconomic characteristics. Humidity, an increase in the minimum temperature and the number of warm nights are the main climate factors encouraging the survival of the vector *Aedes aegypti* in the municipality. In 2030, the high vulnerability condition, particularly in the Venda Nova region, was due to a high deficit of adaptive capacity, the location being less apt to face epidemics. When analysing dengue fever vulnerability, shown in Figure 4, proactive measures such as socio-educative ones, campaigns to exterminate reservoirs and to monitor infected mosquitoes are recommended. Actions in response to epidemics must be reinforced, such as fighting the mosquito, expanding health infrastructure and improving protocols for diagnosis.*

FIGURA 4 / FIGURE 4:

PERFIL DE VULNERABILIDADE À DENGUE DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE EM 2030

DENGUE FEVER VULNERABILITY PROFILE IN THE MUNICIPALITY OF BELO HORIZONTE IN 2030



MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO / ADAPTATION MEASURES:

- Desenvolvimento de sistemas de alerta; / Development of early warning;
- Monitoramento do vetor; / Monitoring the vector;
- Campanhas socioeducativas; / Socio-educative campaigning;
- Disposição adequada de resíduos; / Adequate waste disposal;
- Melhoria do sistema de diagnóstico e tratamento da doença. / Improvement of the system for diagnosis and treatment of the disease.

ONDAS DE CALOR / HEAT WAVES



Foto / Photo: Divino Advíncula

A vulnerabilidade associada às ondas de calor, apresentada na Figura 5, concentra-se nas regiões em que as características socioeconômicas são menos favorecidas, principalmente na porção Norte de Belo Horizonte, na qual a capacidade adaptativa, como, por exemplo, o acesso às unidades e programas de saúde, é menos ampla. Assim, propostas de medidas de adaptação devem ser pensadas e implantadas para obter diversos benefícios, como a melhoria nas condições para a saúde humana, na qualidade do ar e no conforto térmico, bem como a redução na demanda de energia e das emissões de gases de efeito estufa.

Vulnerability related to heat waves, shown in Figure 5, is focused on regions in which the socioeconomic indicators are lower, especially in the North area of Belo Horizonte, where adaptive capacity, such as access to health centers and programs, is weaker. Therefore, adaptive measures must be thought out and implemented to gain several benefits, such as improvements in human health, air quality and thermal comfort, as well as a decrease in energy demand and greenhouse gas emissions.

FIGURA 5 / FIGURE 5:

PERFIL DE VULNERABILIDADE ÀS ONDAS DE CALOR DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE EM 2030

HEAT WAVES VULNERABILITY PROFILE IN THE MUNICIPALITY OF BELO HORIZONTE IN 2030





OS 10 PRINCIPAIS *HOTSPOTS* DE VULNERABILIDADE E SEUS DESAFIOS PARA O FUTURO

TOP 10 VULNERABILITY HOTSPOTS AND THEIR CHALLENGES FOR THE FUTURE

PT

Uma vez que as vulnerabilidades por impacto potencial são desagregadas, torna-se importante a análise detalhada dos locais que serão mais afetados pelas mudanças climáticas no cenário futuro.

A Tabela 1 classifica os bairros que apresentam maior vulnerabilidade em 2016 e 2030, e destaca os bairros que, de um cenário para outro, sofreram grandes variações em suas posições em relação aos seus respectivos índices de vulnerabilidade. Esse ordenamento pode ser utilizado como instrumento para definir um planejamento temporal de ações de adaptação, a partir da diferenciação das áreas atualmente vulneráveis daquelas que devem se tornar vulneráveis no médio prazo.

EN

Once we look at the disaggregate vulnerabilities by potential impact, a detailed analysis of the locations most likely to be affected by climate change in the future becomes important.

Table 1 classifies the neighborhoods with higher vulnerability in 2016 and 2030 and highlights the ones that, from one scenario to the next, have shown greater variation in their positions in relation to their vulnerability indexes. The rank can be used as a tool to decide on a timeline for planning adaptive actions through the distinction of areas that are vulnerable now from the ones that are likely to become vulnerable in the medium term.

REGIONAL REGION	BAIRRO NEIGHBORHOOD	CLASSIFICAÇÃO EM 2016 RANK 2016	CLASSIFICAÇÃO EM 2030 RANK 2030
Centro-sul Center-south	Nossa Senhora da Conceição	1°	2°
Centro-sul Center-south	Marçola	2°	6°
Norte North	São Bernardo	3°	1°
Leste East	Granja de Freitas	4°	4°
Norte North	São Tomaz	5°	5°
Leste East	Mariano de Abreu	6°	9°
Leste East	Vila Nossa Senhora do Rosário	7°	76°
Norte North	Heliópolis	8°	133°
Pampulha	Confisco	9°	3°
Leste East	Vila Boa Vista	10°	8°
Norte North	Mirante	57°	7°
Nordeste Northeast	Conjunto Paulo VI	70°	10°

Os bairros Vila Nossa Senhora da Conceição e Marçola são os mais vulneráveis atualmente e permanecerão altamente vulneráveis em 2030. Suas principais vulnerabilidades estão associadas à inundação e ao deslizamento. A vulnerabilidade à dengue e às ondas de calor também são relevantes nessas localidades, mas de forma menos expressiva. Verifica-se que a capacidade de adaptação para todas as vulnerabilidades analisadas nesses bairros é baixa. Sendo assim, essas regiões tornam-se prioritárias para ações proativas e reativas.

Os bairros São Bernardo e São Tomaz apresentam a inundação como o indicador

The neighborhoods of Vila Nossa Senhora da Conceição and Marçola are the most vulnerable ones today and will remain highly vulnerable in 2030. Their vulnerability is mostly associated with floods and landslides. Vulnerabilities to dengue fever and heat waves are also relevant for these locations, but in a less expressive way. It is noted that the adaptive capacity for all vulnerabilities assessed are low in these neighborhoods. Therefore, these regions are priorities for proactive and reactive actions.

The neighborhoods of São Bernardo and São Tomaz have flood as the most relevant indicator. Dengue fever and heat waves

de maior relevância. Dengue e ondas de calor trazem cenários ainda mais críticos no futuro, devido ao aumento da temperatura e de seus extremos. A suscetibilidade ao deslizamento, mesmos que em menor proporção, também se mostra presente nesses bairros. Portanto, todas as vulnerabilidades analisadas contribuem para esse cenário crítico. No bairro Granja de Freitas a vulnerabilidade à dengue e ao deslizamento obtiveram destaque.

A região que abrange a Vila Boa Vista e o bairro Mariano de Abreu exibe um perfil de vulnerabilidade similar pela proximidade territorial. A Vila Boa Vista apresenta-se altamente susceptível ao deslizamento e à inundação, que são as principais causas para a elevação da vulnerabilidade em 2030. No bairro Mariano de Abreu, a vulnerabilidade às ondas de calor representa, em 2016, a maior importância. Já em 2030, este cenário passa a ser um pouco menos expressivo devido às ondas de calor não apresentarem um incremento local em grande proporção. Contudo, haverá uma maior susceptibilidade à dengue.

O conjunto Confisco aponta alta vulnerabilidade às ondas de calor e à dengue, tanto no ano de 2016, quanto no ano de 2030. O bairro Heliópolis e a Vila Nossa Senhora do Rosário continuarão a apresentar valores significativos de vulnerabilidade em 2030, embora estejam em uma posição inferior na classificação devido ao aumento expressivo da vulnerabilidade em outros bairros de Belo Horizonte. O bairro Heliópolis evidencia, em 2016, alto grau de vulnerabilidade à dengue, ao deslizamento e à inundação. A Vila Nossa Senhora do Rosário apresenta alta vulnerabilidade às ondas de calor, sendo esse o principal impacto a ser combatido na região.

present even more critical scenarios in the future, due to temperature increases and extremes. Susceptibility to landslides, even though a smaller threat, is also present in these neighborhoods. Therefore, all aspects of vulnerability contribute to such critical scenario. In the neighborhood of Granja de Freitas, the vulnerability to dengue fever and landslides is accentuated.

The region including Vila Boa Vista and the neighborhood of Mariano de Abreu showed a similar vulnerability profile, considering their proximity. Vila Boa Vista is highly susceptible to landslides and floods, the main reasons for the increase in vulnerability in the 2030 scenario. In Mariano de Abreu, vulnerability to heat waves is most relevant in 2016. In 2030, the scenario is less relevant, since heat waves show no significant local increase. On the other hand, there will be a higher susceptibility to dengue fever.

Conjunto Confisco shows high vulnerability to heat waves and dengue fever both in 2016 and 2030. The neighborhoods of Heliópolis and Vila Nossa Senhora do Rosário will continue to show significant vulnerability values in 2030; although they rank lower in 2030, that is due to other neighborhoods' increases in vulnerability. Heliópolis shows, in 2016, a high degree of vulnerability to dengue fever, landslide and floods. Vila Nossa Senhora do Rosário shows high vulnerability to heat waves, the main impact to be targeted in the region. In 2030, vulnerability to floods becomes more relevant, especially due to rainfall dynamics that were previously less recurrent.

The neighborhoods of Mirante and Conjunto Paulo VI join the Belo Horizonte top ten most vulnerable rank in 2030. Conjunto Paulo VI is highly susceptible to landslides and heat



Em 2030, a vulnerabilidade à inundação passa a ser a mais expressiva, principalmente devido à dinâmica das chuvas anteriormente menos recorrentes.

Os bairros Mirante e Conjunto Paulo VI passam a integrar o grupo dos dez bairros mais vulneráveis em Belo Horizonte no ano de 2030. O Conjunto Paulo VI apresenta-se altamente susceptível a deslizamentos e a ondas de calor em 2030. O aumento da vulnerabilidade total neste bairro está relacionado ao aumento da vulnerabilidade à dengue e à inundação. Devido à pequena dimensão do bairro Mirante e a sua alta vulnerabilidade generalizada, é importante destacar essa localidade. Em 2030, a vulnerabilidade à inundação passa a ser igualmente mais expressiva para esses bairros, principalmente devido à dinâmica das chuvas outrora menos frequentes.

waves in 2030. The increase in the overall vulnerability of this neighborhood is related to increases in vulnerability to dengue fever and floods. Because of its small dimensions and its high overall vulnerability, the neighborhood of Mirante has to be highlighted. In 2030, vulnerability to floods becomes higher for these neighborhoods, particularly because of changes in rainfall dynamics that were less frequent previously.



CONSTRUINDO RESILIÊNCIA: CONTEXTUALIZANDO A TOMADA DE DECISÃO

BUILDING RESILIENCE: CONTEXT FOR DECISION-MAKING

PT

No caso de Belo Horizonte, é nítida a presença dos hotspots de vulnerabilidade associados a regiões com alta sensibilidade social, refletida pela baixa renda, ocupação inadequada do solo e precariedade das habitações. Sendo assim, as vulnerabilidades estudadas nessa análise retratam a menor resiliência dessas regiões, pois as mesmas apresentam maior dificuldade e condição de reagir às pressões e danos potenciais. De forma geral, as áreas prioritárias em primeira instância para a alocação das medidas de adaptação são aquelas inseridas ou próximas a vilas e favelas, como elencadas na lista dos 10 (dez) principais hotspots de vulnerabilidade (Tabela 1). Este estudo corrobora, portanto, a maior vulnerabilidade das populações menos favorecidas.

Pelo diagnóstico de vulnerabilidade dos bairros, observa-se a recorrência de hotspots com presença conjunta de altos valores de vulnerabilidade para todos os impactos potenciais estudados. Em situações como essa, na qual a vulnerabilidade é definida por múltiplos impactos, a desagregação do índice

EN

In the case of Belo Horizonte, the occurrence of climate change vulnerability hotspots in regions of high social vulnerability is noticeable, as reflected in low incomes, inappropriate land use and precarious homes. Thus, the vulnerability shown in this analysis is a sign of the lower resilience of such regions, as they have more difficulties in responding to pressures and potential damages. Broadly speaking, priority areas for allocating adaptive measures are the ones in or near to vilas and favelas, as shown in the list of the top 10 (ten) main vulnerability hotspots (Table 1). This study supports the link between higher vulnerability and communities in underprivileged conditions.

From the diagnosis of vulnerability for the neighborhoods, it is possible to observe the recurrence of hotspots that have high levels of vulnerability for all the potential impacts taken into consideration. In such situations, in which the vulnerability is assessed by multiple impacts, disaggregating the index allows prioritizing the possible interventions. Understanding the degree or level of relevance of what can be lost or damaged, as well as the primary cause

possibilita a priorização da interferência a ser realizada. A compreensão da dimensão ou nível de importância do que será perdido ou danificado, bem como dos fatores primários da causa daquela vulnerabilidade, auxilia no processo de escolha da medida de adaptação mais efetiva a um custo mais razoável.

A avaliação espacial por meio de mapas contribui para o entendimento da causa e efeito comuns às localidades e possibilita o conhecimento de características semelhantes que promovem a vulnerabilidade. Em locais distintos podem ser observados o mesmo impacto originado pelas mesmas causas. Com isso, permite-se a adoção de planos de ação integrados e padronizados como resposta a determinado diagnóstico congruente, podendo, assim, identificar e categorizar regiões que devem ser atendidas por medidas similares.

A percepção de vulnerabilidades espacialmente interligadas, definindo corredores de impactos, pode ser evidenciada nos mapas, demonstrando a oportunidade para atuação regional. O espaço de planejamento urbano, como bairros e setores censitários, deixa de ser o foco de ação, sendo, dessa forma, transferida a atenção para as sub-bacias, divisores de água ou outros recortes espaciais que definam os eixos de dispersão do respectivo impacto. Nesses casos, as infraestruturas ou demais medidas de adaptação devem considerar toda a abrangência do impacto, a partir de um enfoque regionalizado. Por meio desse diagnóstico, a logística de intervenção é facilitada e orientada por eixos de monitoramento e rotas de ação. Intervenções de adaptação visam reforçar a resiliência do sistema, melhorando

factors for the vulnerability, helps the process of choosing the most effective adaptive measure at reasonable costs.

Spatial assessment with maps contributes to the understanding of causes and effects that might be common to locations and brings the knowledge of similar characteristics that reinforce vulnerability. It is possible to find the same impact, caused by the same factors, in different locations. This allows the adoption of integrated and standardized action plans as a response to a particular diagnosis, as it is possible to identify and categorize regions that should be served by similar measures.

The perception of spatially related vulnerabilities, marking pathways of impact, can be shown on the maps, highlighting the opportunity for regional action. The most common spaces for urban planning - neighborhoods and districts - are not the focus of action, which is now turned to river basins, watersheds and other spatial features that define areas of dispersion for a particular impact. In these cases, infrastructure and other adaptive measures must take into consideration the coverage of the impact, with a regionalized approach. Through this diagnosis, the logistics for intervention are facilitated and oriented by area for monitoring and routes for action.

Adaptive interventions aim at strengthening a system's resilience, improving its capacity to respond to climate stress (adaptive capacity) and/or reducing the physical, environmental and socio-economical weaknesses (sensitivity), thereby ensuring additional opportunities for sustainability, growth and development. With time, based on vulnerability projections, actions of this kind must be planned in a proactive and

a sua capacidade de responder ao estresse do clima (capacidade de adaptação) e/ou reduzindo a sua deficiência física, ambiental e socioeconômica (sensibilidade), garantindo, assim, oportunidades adicionais para a sustentabilidade, crescimento e desenvolvimento. Ao longo do tempo, embasadas nas projeções de vulnerabilidade, tais ações devem ser pensadas de forma proativa e conjunta, alinhadas com o planejamento urbano estratégico de médio e longo prazo. Ademais, deve-se destacar o duplo dividendo proveniente destas intervenções, uma vez que investimentos em resiliência permitem não apenas a redução da vulnerabilidade climática, mas também a melhoria das infraestruturas urbanas e da qualidade de vida.

A presente análise deve ser pensada sob a perspectiva de priorização de investimentos na construção de um Plano Municipal de Adaptação e Resiliência. As preferências de alocações de recursos e esforços podem ser ainda mais assertivas e bem direcionadas a partir de uma análise de risco. O risco da perda de valores econômicos, como ativos e infraestruturas, e de vidas humanas passa a ser um direcionador para as diretrizes de intervenções preferenciais e de tomada de decisão.

O estudo realizado aponta para uma sequência de ações visando impactar positivamente os temas identificados como críticos para o desenvolvimento resiliente da cidade em médio e longo prazo. No entanto, para que as ações indicadas sejam alcançadas, é essencial que sejam apropriadas por todos os atores envolvidos e monitoradas pelo poder público. É preciso construir mecanismos eficientes de

collaborative way, and aligned with strategic urban planning on the medium and long term. Furthermore, there is a combined benefit from these interventions, considering that investments in resilience not only reduce climate vulnerability but improve urban infrastructure and quality of life as well.

This study should be looked at through the lens of prioritizing investments in building a Plan for Adaptation and Resilience. Choices in resource and effort allocation can be more assertive and well directed if supported by a risk analysis. The risks of financial losses, such as assets, infrastructure and human life losses, can be indicators for guidelines for priority interventions and decision-making.

The study leads to a line of actions that can positively impact the critical issues identified for a resilient, medium and long term development of the city. However, for these actions to take place, they must be taken on by all actors involved and monitored by the government. It is necessary to develop efficient monitoring mechanisms for the action plan, following performance and feeding back the decision-making process. Results shown here make it clear that the effort is not only for the municipal government. Synergies must be found through a collaboration of efforts from different levels of government, with companies and service providers that work in strategic areas like sewage and energy, the private sector, third sector and society. The vulnerability assessment for Belo Horizonte is a powerful tool for knowledge and reflection upon the future that can add to other tools already in place for the city. To make it into an effective management tool, working for a resilient city, is the challenge shared by government and society alike.

monitoramento de tais ações que permitam medir o desempenho e retroalimentem o processo de decisão. Os resultados deixam claro que o esforço não deve ser apenas do governo municipal. É preciso buscar sinergias e somar esforços com diferentes esferas de governo, com empresas e concessionárias que atuem em temas estratégicos como saneamento e energia, com a iniciativa privada, com o terceiro setor e com a sociedade. A análise de vulnerabilidade de Belo Horizonte é uma valiosa ferramenta de conhecimento e de reflexão sobre o futuro, que se agrega a outras que a cidade já possui. Transformá-la em instrumento efetivo de gestão em prol de uma cidade resiliente é o desafio compartilhado entre o poder público e a sociedade.

O Box a seguir indica sugestões de próximos passos para melhorar a gestão climática no tema de adaptação na cidade.

The Box below shows possible next steps to improve climate management in regard to the city's adaptation.

Foto / Photo: Marcelo Rosa



INSTRUMENTOS DE GESTÃO PÚBLICA PUBLIC MANAGEMENT TOOLS

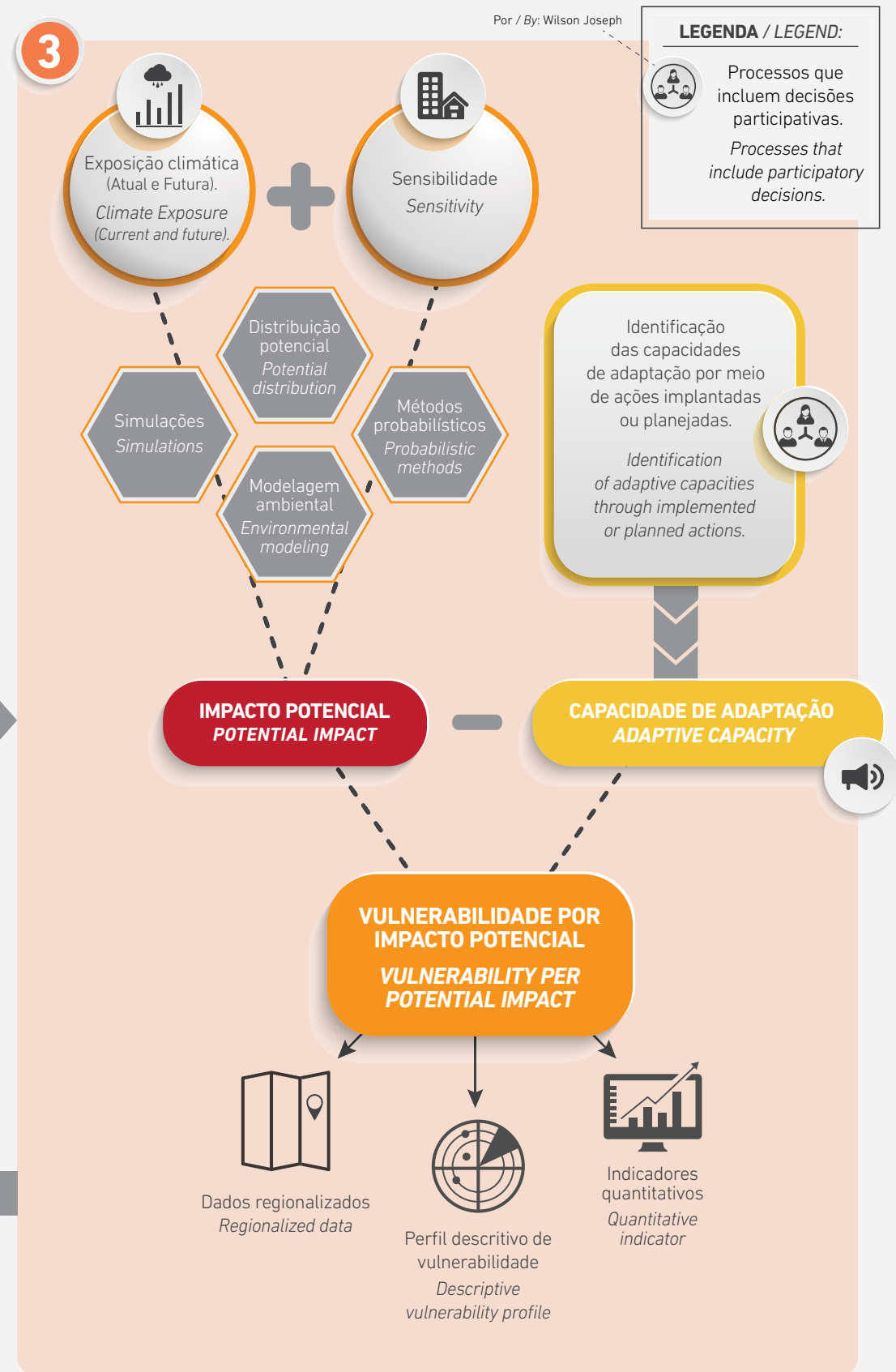
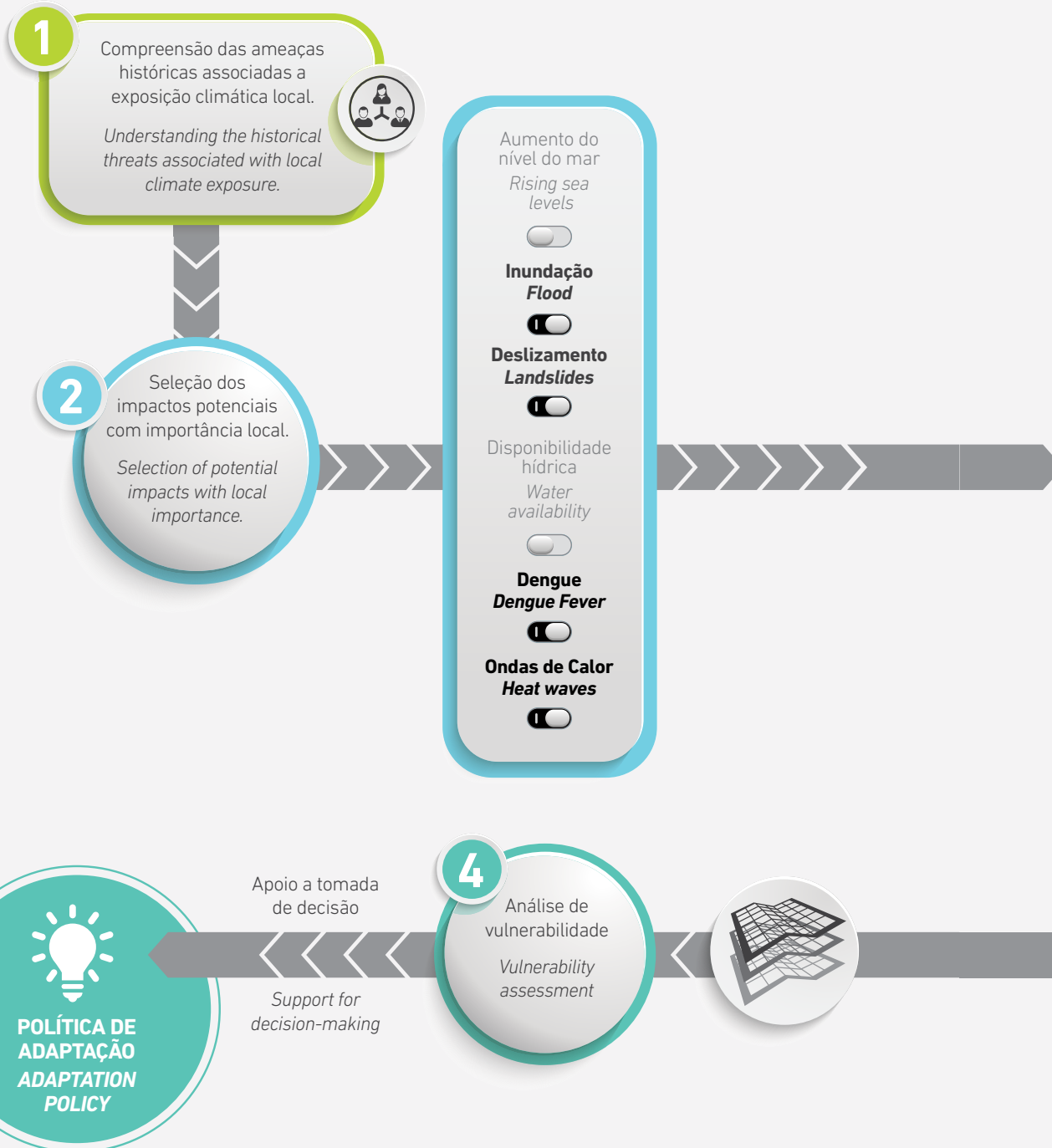
- Desenvolvimento do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas de modo participativo com setores da sociedade e levando em consideração os resultados do presente estudo de vulnerabilidade;
 - Alinhamento do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas com o Plano Estratégico BH 2030, com o novo Plano Diretor e com o Plano de Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa (PREGEE);
 - Quantificação e publicação dos benefícios financeiros decorrentes dos danos evitados por meio da adoção das medidas de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas;
 - Transparência sobre medidas de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas implementadas na cidade;
 - Monitoramento periódico da variação da vulnerabilidade climática no município;
 - Análise conjunta dos impactos das mudanças climáticas dos municípios pertencentes à região metropolitana de Belo Horizonte, de modo a buscar soluções integradas;
 - Análise da disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas que abastecem a cidade de Belo Horizonte, considerando os potenciais impactos das mudanças climáticas e as demandas futuras de consumo de água.
- *Development of a Climate Change Adaptation Plan in a participatory manner, involving multiple sectors from society and taking into consideration the results from this vulnerability study;*
 - *Alignment of the Climate Change Adaptation Plan with the Strategic Plan BH 2030, The New Master Plan and the Plan to Reduce Greenhouse Gases Emission (Plano de Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa - PREGEE);*
 - *Quantification and publication of the financial benefits resulting from damages avoided through climate change mitigation and adaptation measures;*
 - *Transparency on climate change mitigation and adaptation measures implemented on the city;*
 - *Monitoring of climate vulnerability and its variations in the municipality;*
 - *Combined analysis of climate change impact for all the municipalities in the Greater Belo Horizonte area (Região Metropolitana de Belo Horizonte) to look for integrated solutions;*
 - *Analysis of water availability on river basins supplying the city of Belo Horizonte, considering potential climate change impacts and future demands for water consumption.*

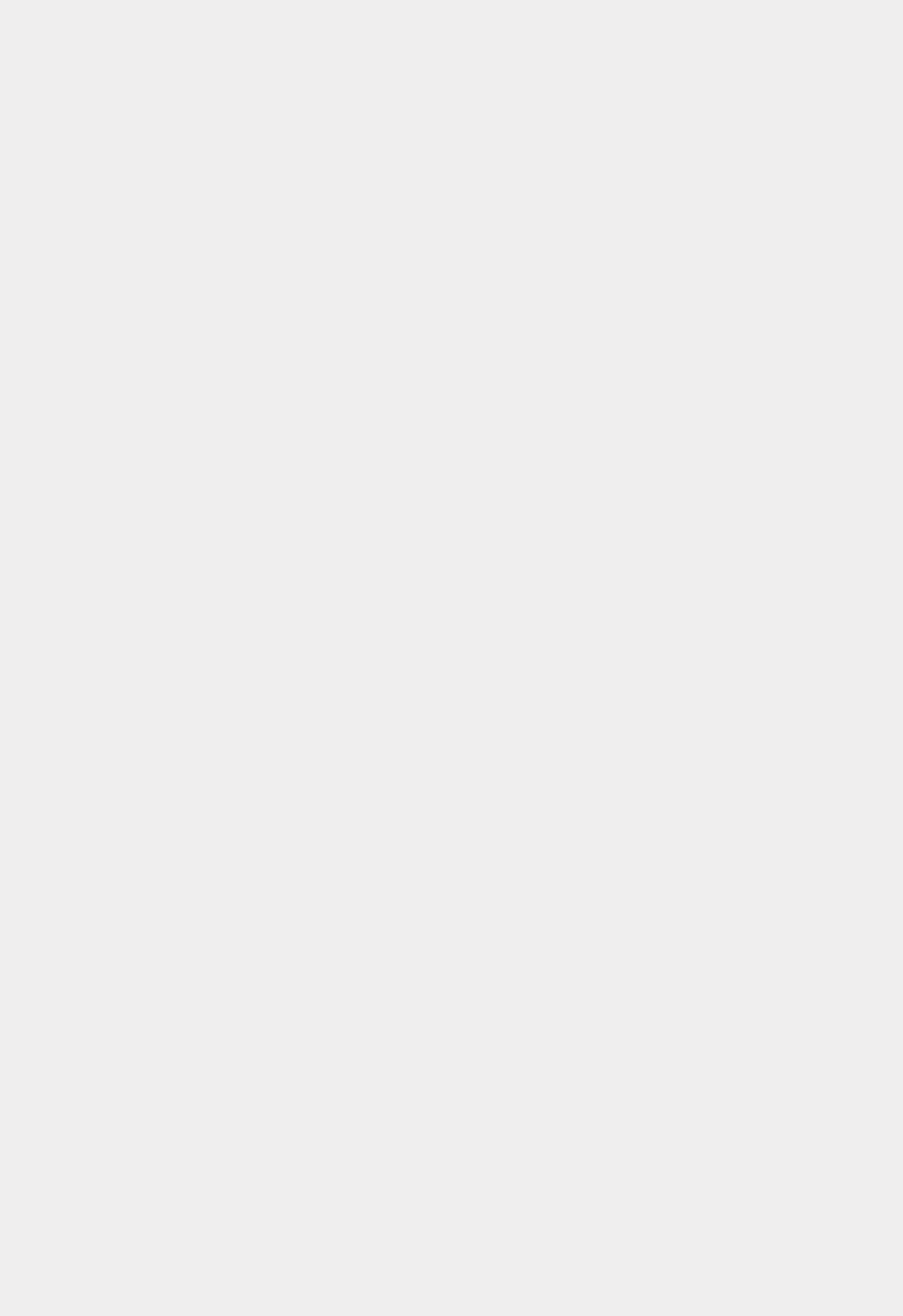
PRINCIPAIS REFERÊNCIAS KEY REFERENCES

- EEA, European Environmental Agency, 2014. National Adaptation policy processes in European countries. 136 pp. EEA, report No 4/2014.
- Ferreira, Daniele G., Assis, Eleonora S. e Katzschner, Lutz 2016. Mapa Climático Analítico para fins de Planejamento Urbano do Município de Belo Horizonte - Projeto FAPEMIG TEC-APQ 00146-12.
- Habitat, O. N. U. 2012. "Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012." Rumbo a una nueva transición urbana. Brasil: Programa de las Naciones Unidas para los asentamientos humanos (2012). Disponível em: <http://bit.ly/CidadesALCaribe2012>.
- Heltberg, R. and Bonch-Osmolovskiy, M., 2011. Mapping vulnerability to Climate Change. Policy research working paper No 5554. The World Bank.
- IBGE 2016. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas populacionais para os municípios brasileiros em 01/07/2016. (Disponível em: <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias.html?view=noticia&id=1&idnoticia=3244&busca=1&t=ibge-divulga-estimativas-populacionais-municipios-2016>).
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., Hanson, C.E. (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 pp.
- IPCC, 2014. 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 [Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 1132 pp.
- Marengo, J., Chou, S.C., Kay, G., Alves, L.M., Pesquero, J.F., Soares, W.R., Santos, D.C., Lyra, A., Sueiro, G., Betts, R., Chagas, D.J., Gomes, J., Bustamente, J.F., Tavares, P., 2012. Development of region future climate change scenarios in South America using the Eta CPTec/HadCM3 climate change projections: climatology and regional analyses for the Amazon, Sao Francisco and the Parana River basins. ClimDyn 38: pp 1829-1848.
- Monzoni, M. 2009. Diretrizes para formulação de políticas públicas em mudanças climáticas no Brasil.
- OECD and JRC, 2008. Handbook on constructing composite indicators. 158 pp., OECD press.
- Oppenheimer, M., M. Campos, R. Warren, J. Birkmann, G. Luber, B. O'Neill, and K. Takahashi, 2014: Emergent risks and key vulnerabilities. In: 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 University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1039-1099.
- Swiss RE, 2014. Mind the risk. A global ranking of cities under threat from natural disasters. 39 pp., Swiss Re press.
- World Health Organization, Dengue and severe dengue, 2014. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/> Accessed in October 15, 2015.

ETAPAS DA ANÁLISE DE VULNERABILIDADE MUNICIPAL

STEPS OF CITY VULNERABILITY ASSESSMENT







**PREFEITURA
BELO HORIZONTE**

www.pbh.gov.br



**Konrad
Adenauer
Stiftung**



EKLA

Programa Regional Segurança
Energética e Mudanças Climáticas
na América Latina



EKLA

Regional Programme Energy
Security and Climate Change
in Latin American