

Estratégias de mitigação para o estabelecimento de protocolos de prevenção da costa de Joinville contra o aumento do nível dos oceanos.

Mitigation strategies for the establishment of protection protocols for the coast of Joinville against the sea level rise.

Estrategias de mitigación para el establecimiento de protocolos de prevención de la costa de Joinville contra el aumento del nivel de los océanos.

Paula von Zeska de Toledo

Graduanda no curso de Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, Brasil.
paulavonzeska@hotmail.com

Carlos A. Hernández Arriagada

Orientador Doutor Arquiteto e Urbanista, Pesquisador e Professor na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Presbiteriana Mackenzie - Laboratório de Estratégias Projetuais (LABSTRATEGY), Pós Doutorando Núcleo Cidades Globais - IEA USP. São Paulo, Brasil. Professor visitante da Pós-graduação do curso de Arquitetura, Urbanismo e Geografia da Universidade de Concepción, Chile.
carlos.arriagada@mackenzie.br / carlos.hernandez@usp.br

RESUMO

O trabalho versa entender a relação do aumento da temperatura média global com a elevação do nível dos oceanos e como isso afetará a cidade de Joinville, Santa Catarina no Brasil. O estudo acontece por meio de dados publicados por organizações internacionais e revisões bibliográficas que identificam a possibilidade do alcance de 2°C acima das temperaturas decorrentes do período pós industrial. Essa elevação poderá ocasionar uma série de impactos ao meio ambiente e aos territórios urbanizados, entre eles está a elevação do nível dos oceanos que afetará cerca de 10% da população global, podendo chegar a altos níveis estimados até o ano de 2300. Uma das cidades que poderá ser impactada é Joinville, devido que suas características geográficas apresentam uma topografia predominante que oscila de 0 a 4,5 metros, afetando assim os cerca de 590 mil habitantes que ocupam o território investigado. A fim de propor medidas de mitigação, são analisados os “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS), estabelecidos pelas Nações Unidas (ONU) em 2015, para atendimento das denominadas metas do milênio, e outros pactos ambientais permitindo a proposição de macroestratégias para fomentar como modelo solução de proteção e de desenvolvimento de protocolos ambientais para o território estudado.

PALAVRAS-CHAVE: Elevação do Nível dos Oceanos. Estratégias Projetuais. Impacto Climático.

ABSTRACT

The work intends to understand the relationship between the increase in the average global temperature and the sea level rise and how it will affect the city of Joinville, Santa Catarina in Brazil. The study takes place through papers published by international organizations and bibliographic reviews that identify the possibility of reaching 2°C above the temperatures resulting from the post-industrial period. This increase may cause a series of impacts on the environment and urbanized territories, among them is the rise in the sea level rise that will affect about 10% of the global population, and may reach high levels estimated by the year 2300. One of cities that may be impacted is Joinville, due to its geographical characteristics having a predominant topography that ranges from 0 to 4.5 meters, thus affecting the approximately 590 thousand inhabitants that occupy the investigated territory. In order to propose mitigation measures, the “Sustainable Development Goals” (SDGs), established by the United Nations (UN) in 2015, are analyzed to meet the so-called millennium goals, and other environmental pacts, allowing the proposition of macro-strategies to foster protection solution model and development of environmental protocols for the studied territory.

KEY-WORDS: Sea Level Rise. Project Strategies. Climate Impact.

RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo entender la relación entre el aumento de la temperatura media global y el aumento de los niveles oceánicos y cómo esto afectará a la ciudad de Joinville, Santa Catarina, Brasil. El estudio se realiza a través de datos publicados por organizaciones internacionales y revisiones bibliográficas que identifican la posibilidad de llegar a 2°C por encima de las temperaturas resultantes del período postindustrial. Este aumento podría causar una serie de impactos en el medio ambiente y los territorios urbanizados, y entre ellos está el aumento de los niveles oceánicos que afectará a alrededor del 10% de la población mundial, y puede alcanzar niveles altos estimados para el año 2300. Una de las ciudades que se pueden ver afectadas es Joinville, ya que sus características geográficas tienen una topografía predominante que oscila de 0 a 4,5 metros, afectando así a los aproximadamente 590.000 habitantes que ocupan el territorio investigado. Con el fin de proponer medidas de mitigación, se analizan los "Objetivos de Desarrollo Sostenible", establecidos por las Naciones Unidas (ONU) en 2015, para cumplir los llamados objetivos del milenio y otros pactos ambientales que permiten la propuesta de macroestrategias para promover como modelo una solución para la protección y el desarrollo de protocolos ambientales para el territorio estudiado.

PALABRAS CLAVE: Aumento del Nivel del Océano. Estrategias Proyectoales. Impacto climático.

1. INTRODUÇÃO

Há cerca de 250 anos, a revolução industrial começou a causar alterações nos sistemas climáticos e, o crescimento desenfreado das cidades, contribuiu para chegarmos à situação atual, sendo agravada pela instabilidade social, a qual acaba contribuindo para o aumento da crise e dos padrões sociais e econômicos, intensificando o desequilíbrio ambiental. (ROGERS, 2001)

Para compreender a demanda energética mundial dependemos majoritariamente de fontes emissoras de CO₂ - carvão, gás natural e petróleo. Tal composto químico é o emitido em maior quantidade dentre as principais famílias de gases do efeito estufa (GEE), sendo: dióxido de carbono (CO₂) - 43,1%; Metano (CH₄) – 26,6%; Carbono negro em gás – 11,9%; Halocarbonetos – 7,8%; Monóxidos de carbonos (CO) e compostos orgânicos voláteis (VOCs) – 6,7%; e óxido nitroso(N₂O) – 3,8%.

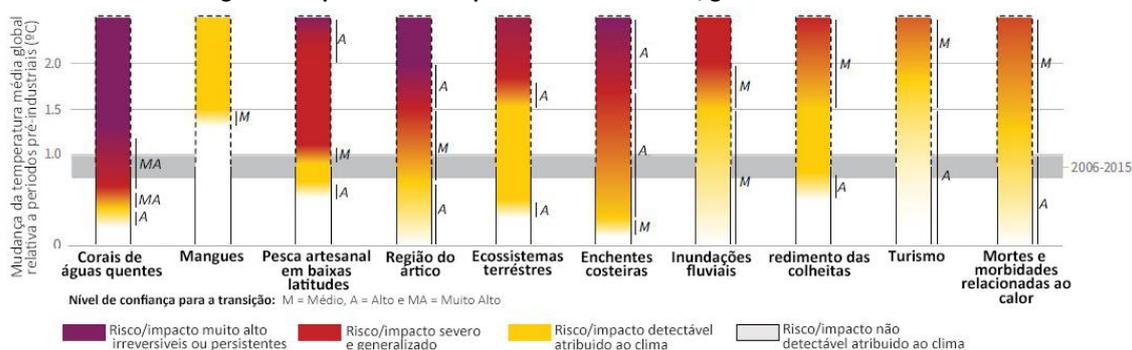
Cada um destes apresenta dificuldades particulares para serem eliminados da atmosfera, o metano, por exemplo demora cerca de dez a doze anos para se decompor em CO₂ e água, o qual também contribuem para o aquecimento. (GORE, 2009)

Desde a era pós-industrial estima-se que a temperatura da terra já aumentou em aproximadamente 1°C e, se continuar na crescente atual, deve atingir 1.5°C entre 2030 e 2052, com o atual aumento da temperatura já é possível observar impactos ocasionados nos sistemas naturais, porém os riscos aumentam quando são realizadas previsões para um aumento de 2.0 °C na temperatura média global. (Figura 1)

Esta temperatura é calculada levando-se em consideração os cerca de 13% dos ecossistemas globais que venham a sofrer transformações, impactando um total de 16% de espécies de plantas e 18% de insetos, os quais perdem as suas faixas geográficas originais, correndo risco de extinção. (IPCC, 2018)

Ecossistemas mais sensíveis, como ervas e algas marinhas, estarão em alto risco de sobrevivência caso a temperatura média global chegue a 2°C, por outro lado os corais de água quente já estão em risco eminente, mesmo se mantivermos a temperatura em apenas 1.5°C de elevação. (IPCC, 2019)

Figura 1: Impactos e riscos para sistemas naturais, gerenciais e humanos.



Fonte: Adaptado de IPCC, 2018

Não apenas fauna e flora serão afetadas caso as temperaturas aumentem 2°C, é esperado que o número de mortes humanas, relacionadas ao calor cresça assim como as relacionadas ao nível

de ozônio¹ na atmosfera. Além disso vetores transmissores de doenças como dengue e malária também tendem a aumentar e migrar para novas áreas quentes levando doenças características de regiões tropicais para outros lugares. O calor extremo também irá alterar a produção de alimentos, mudando o período de colheita e espécies de cada região. (IPCC, 2018)

Outro fato que afetará o modo de vida atual é o aumento do nível dos oceanos que, somado aos impactos antropogênicos, impacta negativamente em uma redistribuição e até mesmo perda da biodiversidade de ecossistemas costeiros como mangues e pântanos. Esses impactos afetam principalmente aqueles que dependem da pesca para sobreviver, uma vez que espécies estão se deslocando para regiões menos quente do oceano. (IPCC, 2019)

2. OBJETIVOS

A pesquisa tem como objetivo analisar a relação das mudanças climáticas e a elevação do nível dos oceanos prevista, buscando entender como isso impactará a cidade de Joinville, Santa Catarina. Ao entender a geografia e ocupação urbana da área será possível estabelecer critérios de melhoria para evitar futuros desastres.

A investigação se debruça sobre o patrimônio geográfico local e leva em consideração os aspectos oriundos das mudanças climáticas e suas possíveis interferências costeiras advinda do possível aumento do nível dos oceanos e seu impacto nas bordas humanizadas da região.

Para isso a pesquisa trata de estabelecer macro estratégias como possíveis soluções para futuros protocolos litorâneos, tendo a seguinte pergunta norteadora como elemento estruturador:

“Quais as atuais macroestratégias de contenção e preservação que possam ser aplicadas na borda costeira de Joinville que permitam gerar adaptações geográficas frente aos atuais impactos climáticos e marítimos?”

3. METODOLOGIA

A metodologia se constitui da revisão bibliográfica de estudos e análises publicadas que se relacionam com o tema;

1. Análise dos dados publicados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) da ONU;
2. Análise de dados referentes a elevação do nível dos oceanos publicado por Kopp et al. (2017);
3. Análise de estudo feito na região de Joinville por Braun e Aumon (2017) relativo ao aumento do nível dos oceanos;

Têm-se como finalidade mapear e rever os dados atuais para a cidade de Joinville e propor possíveis medidas de mitigação para a área estudada por meio da aplicação de macro estratégias.

¹ O ozônio aumenta o número de doenças respiratórias e cardiovasculares, sendo responsável por 8-20% das internações por asma no mundo em 2016. (ZHANG; WEI; FANG, 2019)

RCP's SIGNIFICADO

As previsões de aumento de temperatura foram categorizadas em vias de concentração representativas, ou *representative concentration pathways* (RCP's) em inglês. Essas representações foram apresentadas em 2011 na publicação "Special Issue: The Representative Concentration Pathways in Climatic Change" do IPCC e desenvolvido na fase 5 do *Coupled Model Intercomparison Project* (CMIP).

Os RCP's (Tabela 1) são quatro cenários, cada um elaborado por uma equipe de pesquisa que foi responsável por avaliar os níveis de emissão de GEE, aerossóis, produtos químicos e uso da terra, a fim de estipular possíveis cenários para o futuro. (IPCC,2019; IAAS,2009)

Tabela 1: RCP's

Cenário	Curto prazo: 2031 - 2050		Final do século: 2081 - 2100	
	Média (°C)	Alcance Provável (°C)	Média (°C)	Alcance Provável (°C)
RCP 2.6	1.6	1.1 - 2.0	1.6	0.9 - 2.4
RCP 4.5	1.7	1.3 - 2.0	2.5	1.7 - 3.3
RCP 6.0	1.6	1.2 - 2.0	2.9	2.0 - 3.8
RCP 8.5	2.0	1.5 - 2.0	4.3	3.2 - 5.4

Fonte: IPCC, 2019

Dentre os cenários apresentados o RCP 2.6 é o que estipula a maior mitigação dos GEE, sendo provável manter a temperatura abaixo dos 2°C de elevação até o ano de 2100. Em contraposição o RCP 8.5 representa grande emissão de GEE e poucas políticas de apoio ambiental. (IPCC, 2019) Os cenários climáticos atuam no auxílio a pesquisas de desenvolvimento de soluções para o futuro, não sendo previsões concretas, mas sintetizam pesquisas de áreas ambientais, econômicas e tecnológicas. As incertezas apontadas nos cenários derivam das diversas incertezas sobre fatores futuros, como políticas a serem desenvolvidas e sistemas que podem vir a se integrar. Apesar disso, os cenários ambientais focam em previsões a longo prazo, a fim de garantir o tempo necessário para realização de medidas de mitigação. (MOSS et al., 2010)

AUMENTO DO NÍVEL DOS OCEANOS

Em 2010 aproximadamente 10% da população global (cerca de 680 milhões de pessoas) vivia em zonas costeiras, no mesmo ano o IBGE contabilizou que 26,6% da população brasileira residia em cidades litorâneas.

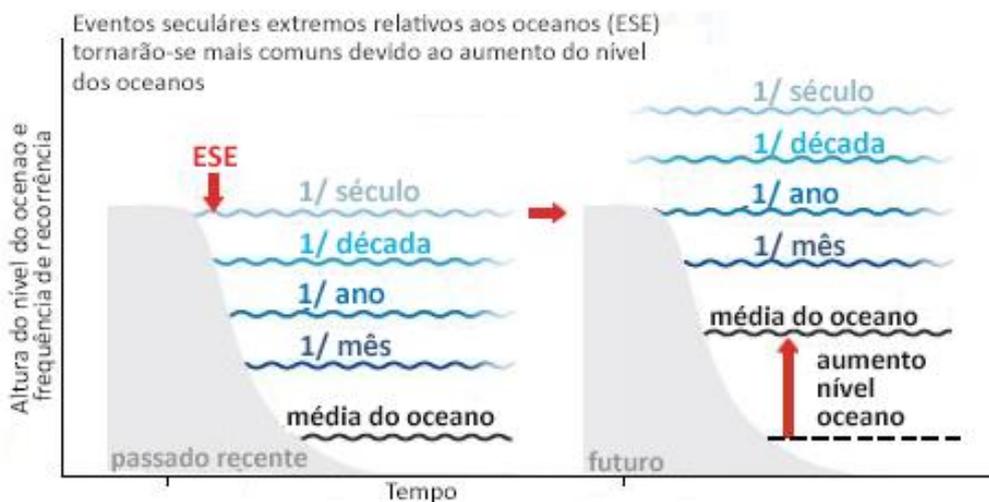
Têm-se como previsão que até o ano de 2050 o número global suba para 1 milhão de pessoas e, é previsto, que até o final do século XXI, essas regiões sofram cada vez mais impactos climáticos como ciclones tropicais, aumento do nível dos oceanos e inundações, ondas de calor marinha, perda de gelo marinho e derretimento do permafrost².(IPCC, 2019)

A fenomenologia da variação climática impacta a temperatura média dos oceanos, estima-se que o aquecimento atual se manterá ao longo do século XXI, estima-se que no ano de 2100, o

² Permafrost foi primeiramente definido por Muller, 1943 como rocha ou solo que permanece em temperatura menor ou igual a 0 °C por pelo menos dois anos consecutivos. (RAY, 1993)

o oceano poderá absorver cerca de 6 vezes (em RCP 8.5) mais calor nos primeiros 2000 metros se comparado às taxas atuais, dilatando o volume do mesmo. Por isso eventos extremos relacionados aos oceanos, que costumavam acontecer historicamente, devem passar a acontecer anualmente ainda durante o século XXI. (Figura 2) (IPCC, 2019)

Figura 2: Esquema do aumento de volume do nível dos oceanos em eventos extremos projetados



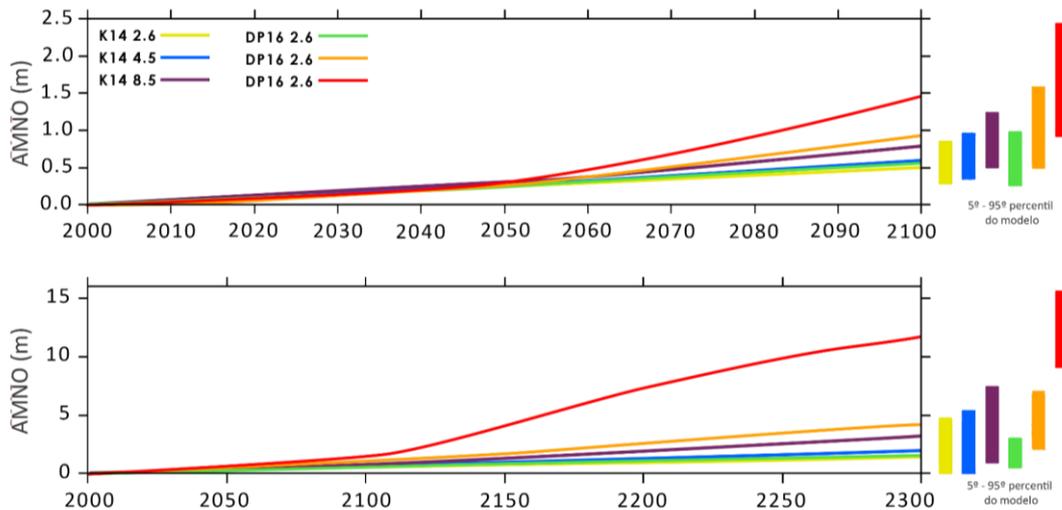
Fonte: Adaptado de IPCC, 2019

Estudos recentes apontam que as emissões de GEE impactam mais o nível médio global dos oceanos do que o esperado. KOPP et. al. 2017, utiliza o próprio estudo de 2014 e acrescenta os dados estipulados por DeConto e Pollard (2016). Assim as medidas antes estipuladas sofrem elevações, seguindo as projeções em RCP 8.5 o nível médio global dos oceanos alcançará até 1,5 metros no final do século XXI e seguindo essa projeção, no fim do ano de 2300, o mar alcançará 11.6 metros em relação ao nível atual. (KOPP et. al. 2017)

O gráfico (Gráfico 1) compara os estudos de KOPP (2014), que será referenciado como K14, e DeConto e Pollard (2016), referenciado como DP16. É possível observar que as previsões de DP16 alcançam marcas muito mais significativas e pessimista de aumento dos oceanos tanto em RCP 2.6 como em 8.5. K14 não previa que o mar alcançaria 1 metro até o final do século, mesmo na previsão de RCP 8.5, já DP16 demonstra que isso é o mínimo que ocorrerá, considerando que em RCP 2.6 é o nível alcançado.

O Aumento médio do nível dos oceanos (AMNO) foi representado pelos autores entre os períodos de 2000 e 2100 e 2000 e 2300 utilizando os RCP's 2.6 (cenário otimista), 4.5 (cenário médio) e 8.5 (cenário pessimista).

Gráfico 1: gráfico comparativo K14 e DP16



Fonte: Adaptado de KOPP et al. (2017)

Parte desse aumento ocorre devido ao derretimento das geleiras. A perda projetada entre os anos de 2015 a 2100 é de aproximadamente 18% no cenário previsto pelo RCP 2.6, que equivale ao aumento de 94 mm do nível dos oceanos, e 36% na previsão do RCP 8.5, o que corresponde a 200 mm de nível dos oceanos.

Previsto para o ano de 2100, o manto de gelo da região da Groenlândia estará contribuindo em até 0.15m do aumento do nível dos oceanos e o manto de gelo Antártico contribuirá com até 0.12m, ambos sob a projeção do RCP 8.5. (IPCC, 2019)

É indicado que seja apontada a necessidade da proteção e gerenciamento das zonas costeiras, possibilitando a redução dos riscos de enchentes ainda no século XXI, dependendo de investimentos governamentais. A grande fragmentação dos diversos agentes de ação dificulta que o trabalho seja realizado de forma organizada e efetiva. Outro ponto é, quais lugares sofrerão grandes impactos, como as pequenas ilhas, as quais costumam não ter verba o suficiente para se prepararem adequadamente. (IPCC, 2019)

MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

Diversos encontros e conferências climáticas têm estabelecido padrões com a finalidade de redução das causas do aquecimento global. No ano de 1997 foi assinado por 37 países, o tratado de Quioto, onde houve a concordância em estabilizar a redução da emissão de GEE seguindo medidas como a criação e aplicação de tecnologias mais sustentáveis, pesquisas e observações do clima, informando e educando a população sobre as mudanças climáticas e registro das emissões de GEE. (UNFCC, 2008)

O tratado previa a redução de 5% da emissão dos seis principais gases, comparado com os níveis dos anos de 1990 até 2012, sendo que os países da União Europeia e Comunidade europeia deveriam reduzir em 8%, Japão, Canadá, Hungria e Polônia em 6% e Estados Unidos em 7%. Porém no ano de 2001, devido à pressão dos lobbies de carvão e petróleo, e pela não inclusão de países emergentes, George W. Bush retirou os Estados Unidos do tratado. Mesmo sem a participação do país as Nações unidas estipularam que as emissões caíram em 22,6% ao final do

período estipulado, o ano de 2012. No mesmo ano os países signatários concordaram em estender o protocolo até o ano de 2020. (JOHNSTON, 2017)

A Cúpula de Joanesburgo sobre desenvolvimento sustentável em 2002 pretendia definir um equilíbrio entre produtividade e uso sustentável dos recursos. O enfoque dessa era majoritariamente econômico, mas os acordos estipulados afetam todas as áreas. Um dos aspectos apoia-se na maior informação sobre produtos para os consumidores e também na análise do ciclo de vida de um produto, isso influenciará as pessoas a repensarem os usos inclusive de arquiteturas. (EDWARDS, 2009)

Conforme os protocolos estabelecidos pelo “Acordo de Paris”, no ano de 2015, tendo como objetivo impedir o aumento da temperatura global para 2°C comparado ao período pré-industrial, é proposto a regularização da temperatura, sendo mantida no máximo em 1.5 °C. Ao todo 55 países ratificaram o acordo no ano de 2016 e se propõem a reduzir as emissões de GEE, com a finalidade de atingir um equilíbrio ambiental. (UNFCCC,2015)

Este equilíbrio, pode ser interpretado como uma tentativa de erradicar as emissões de GEE entre os anos de 2050 a 2100, estas reduções de curto prazo, tem grande efeito a longo prazo nas elevações do nível dos oceanos. A cada 5 (cinco) anos, em que as emissões de GEE não têm sido erradicadas, são 0.2m a mais presentes no nível dos oceanos previsto para o ano de 2300. Caso seja possível erradicar as emissões de CO₂ até 2050, no ano de 2300, o nível dos oceanos poderá chegar em 116- 164cm, se forem erradicadas as emissões de todos os GEE, esse número cairá para 73-123cm. (MENGEL; NAUELS; ROGELJ; SCHLEUSSNER, 2018)

É importante salientar a tomada de decisão pelas Nações Unidas a fim de impedir uma crise climática, sendo os “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS), uma série de 17 objetivos que visam acabar com a pobreza, garantir a paz e prosperidade entre os povos e proteger o clima e meio ambiente até 2030.

Dentre estes objetivos, sugeridos como indutores de melhoras e tematizados, pelo menos 6 objetivos são completamente focados em melhorias ambientais, sendo: (ONU, 2015)

1. ODS 7 – Energia Limpa e Acessível: Visa garantir acesso à energia limpa de qualidade, incentivando pesquisas que levem ao desenvolvimento de novas tecnologias a fim de expandir novos investimentos nestas. Além de propor que até 2030 a taxa de eficiência energética seja dobrada.
2. ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis; Propõem o acesso universal a moradia de qualidade com preço justo e a reurbanização de favelas, promovendo uma urbanização sustentável com projetos de gestão e maior acesso a espaços públicos de qualidade. Também inclui a redução da poluição causada pelas cidades, bem como reduzir o número de desastres ambientais ocasionados por estas.
3. ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis; Planeja melhorar a relação entre consumo, produção e sustentabilidade com uma melhor gestão dos recursos naturais e produtos químicos, acompanhando-os durante toda a cadeia de produção. Assim como incentivar um modo de consumo mais sustentável, reduzindo a geração de resíduos e desperdício de alimentos.
4. ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima; Busca melhorar a capacidade de adaptação aos riscos relacionados ao clima, melhorar o planejamento por meio de medidas políticas e aumentar a conscientização da população. O ODS 13 também

propõe o “Fundo Verde Para o Clima” como forma de arrecadar dinheiro para auxiliar nas medidas de mitigação dos países menos desenvolvidos.

5. ODS 14 – Vida na Água; Esse objetivo propunha até 2020 a conservação de pelo menos 10% das zonas costeiras, a gestão dos ecossistemas marinhos e regulamentação da pesca com o fim da pesca ilegal. Até 2025 o objetivo é reduzir a poluição marinha proveniente de fontes terrestres. E, até 2030, aumentar o conhecimento científico e tecnológico sobre a vida marinha, incluir os pescadores artesanais nos mercados e assegurar a conservação e uso sustentável dos oceanos.
6. ODS 15 - Vida Terrestre. Foi proposto que até 2020 fosse assegurada a conservação dos ecossistemas terrestres e a gestão das florestas, reduzindo o desmatamento e incluindo no planejamento nacional valores de biodiversidade e valorização dos ecossistemas. Para 2030 esperam-se que sejam tomadas medidas de controle da desertificação, fim da caça ilegal e aumento na arrecadação de recursos a fim de promover melhora no manejo ambiental para países em desenvolvimento.

A fim de evitar o aumento da temperatura média global para 2°C deve-se investir no uso de energias renováveis para reduzir o uso dos combustíveis fósseis, com o PIB projetado para 2030 é possível reduzir as emissões de CO₂ a 450 partes por milhão utilizando 1,3% do PIB global. Além disso novas tecnologias estão em processo de desenvolvimento e aprimoramento, como por exemplo a ideia de captura e sequestro de carbono (CCS, *carbon capture and sequestration*, em inglês), em tese todo carbono da atmosfera poderia ser capturado e armazenado em locais seguros, porém tal experiência ainda não foi reproduzida em uma escala comercial para se analisar a real viabilidade.

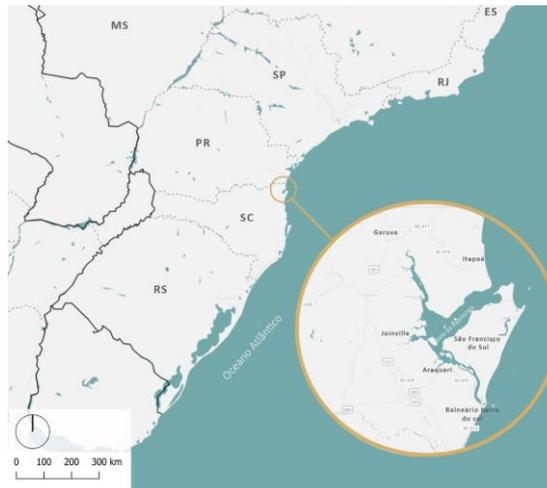
O CASO JOINVILLE

Reconhecida por ser o maior estuário do estado, a Baía da Babitonga está localizada no litoral norte de Santa Catarina (Figura 3) e possui uma superfície de 1.575 km², abrangendo cinco municípios: Araquari, Balneário Barra do Sul, Garuva, Joinville e São Francisco do Sul. (VIEIRA; HORN FILHO; BONETTI; BONETTI, 2008)

Das características geomorfológicas destaca-se a planície costeira que mantém características de vegetação preservadas devido ao seu tipo de solo, apesar de contar com grande parte de floresta, pouco densa além de áreas ainda preservadas, o que se evidencia é a região com mangues, podendo ser considerada a maior do sul do país.

Na sua porção oeste, a Baía é limitada pela Serra do Mar, isso gera condições favoráveis para a rede hidrográfica, uma vez que proporciona condições meteorológicas de chuva, alimentando os rios. Todavia, o crescimento desordenado das cidades, faz com que a região seja bastante propensa a enchentes. (SILVA, 1995)

Figura 3: Localização Baía da Babitonga em relação ao Brasil

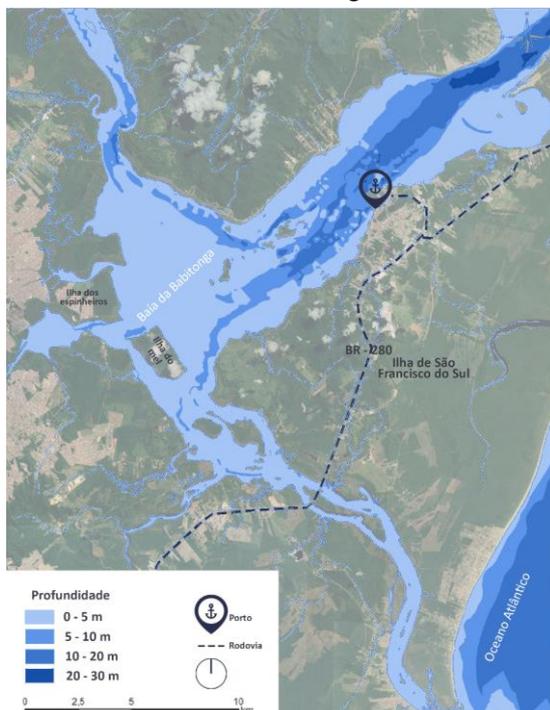


Fonte: Elaborado pelos autores

A poluição existente é derivada das indústrias e da urbanização que castiga os rios que passam pelas cidades, o Rio Cachoeira, que permitia a conexão fluvial entre o centro de Joinville e São Francisco do Sul, teve sua navegação reduzida a pescadores artesanais e embarcações de passeio (até 50 pés), devido ao assoreamento que sofreu pelos dejetos urbanos ali jogados. (SILVA, 1995)

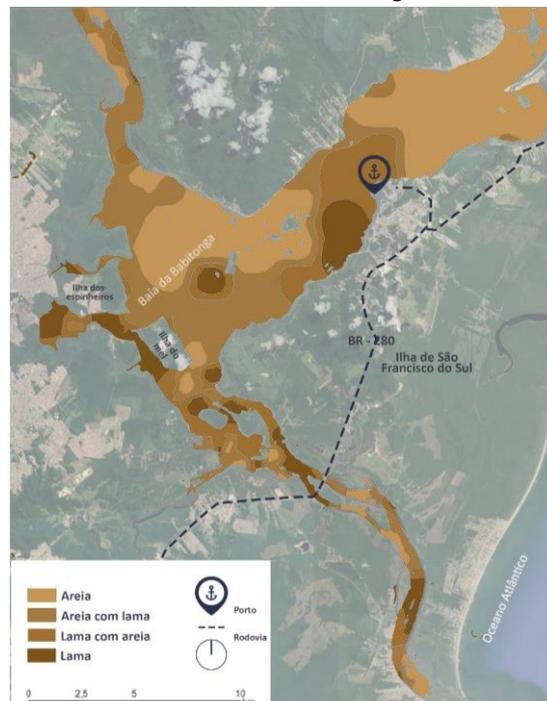
Em citação decorrente no Boletim Paranaense de Geociências, VIEIRA, HORN FILHO, BONETTI e BONETTI (2008) mostram um mapa batimétrico do estuário (Figura 4), podendo ser observado o assoreamento da região, e um mapa com os sedimentos da baía (Figura 5).

Figura 4: Mapa batimétrico do complexo estuarino da Baía da Babitonga



Fonte: Adaptado de VIEIRA, HORN FILHO, BONETTI E BONETTI (2008)

Figura 5: Mapa do grau de seleção dos sedimentos do fundo da Baía da Babitonga



Fonte: Adaptado de VIEIRA, HORN FILHO, BONETTI E BONETTI (2008)

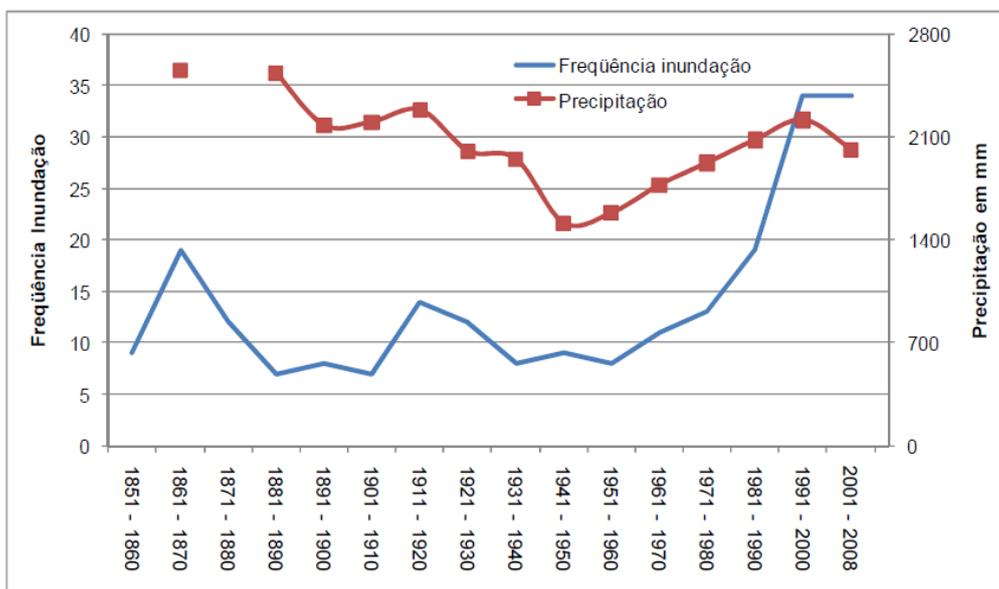
A escolha da cidade a ser estudada, Joinville, ocorre uma vez que essa é a sede da região metropolitana Norte-Nordeste de Santa Catarina e abriga cerca de 590 mil habitantes (515.288 no censo 2010), configurando-a como a mais populosa do estado. (IBGE,2019) O setor de serviços é o maior da cidade, sendo responsável por 53,3% do Valor Adicionado Bruto, em seguida vem o setor de indústrias com 33,6% do valor. (SEBRAE,2019) A cidade é considerada o polo industrial de Santa Catarina com cerca de 160 empresas do ramo instaladas em um distrito específico de 3 hectares. O ponto mais alto é o Pico Serra Queimada, com 1.325 m, porém esse se localiza muito distante da área urbanizada, nessa o relevo varia de 0 a 4,5m com poucos morros que atingem no máximo 200 m de altura. (SEPUD,2017)

Durante o período temporal de 1851 a 2008, a maior cidade do estado Catarinense sofreu com mais de 200 casos de inundações, computados em 157 anos, dos quais 111 anos apresentaram enchentes. Isso ocorre principalmente pelo fato de as áreas urbanas consolidadas da cidade estarem localizadas nas planícies alagáveis de 5 (cinco) rios, Cachoeira, Cubatão, Vertente Leste, Piraí e Águas Vermelhas.

Porém os fatores ambientais isolados, pouco influenciam nas inundações, o baixo conhecimento da população, somado ao crescimento desenfreado e sem planejamento público da cidade, torna-a suscetível a tal intempérie.

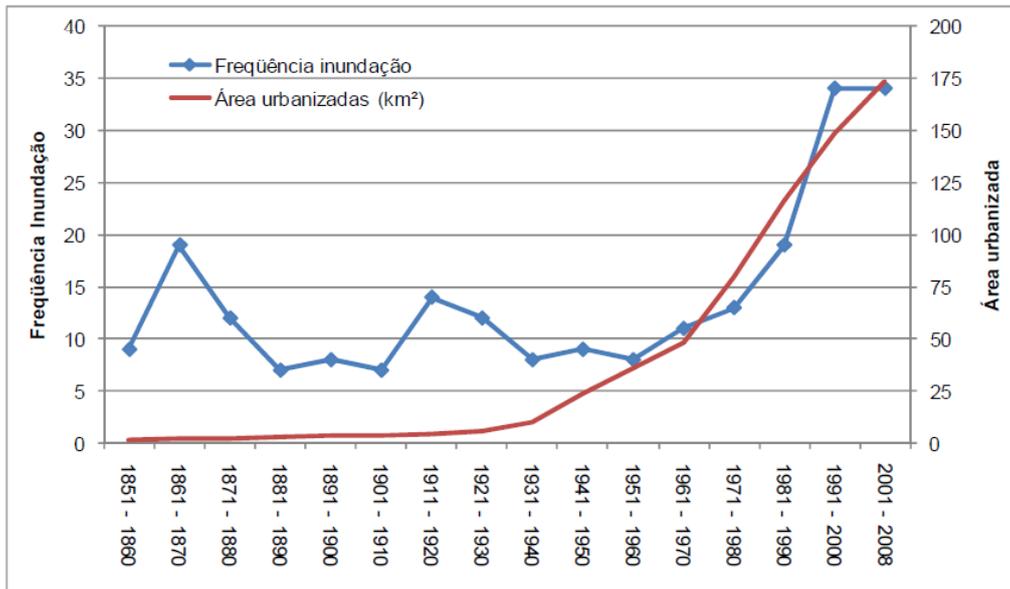
Ao serem observadas as relações entre precipitações e inundações (Gráfico 2), percebe-se que pouco se inter-relacionam, já a evolução da área urbanizada está diretamente conectada a frequência de inundações (Gráfico 3). (SILVEIRA; KOBIYAMA; GOERL; BRANDENBURG, 2009)

Gráfico 2: Relação entre a frequência das inundações e a precipitação no período 1951 – 2008



Fonte: SILVEIRA; KOBIYAMA; GOERL; BRANDENBURG, 2009

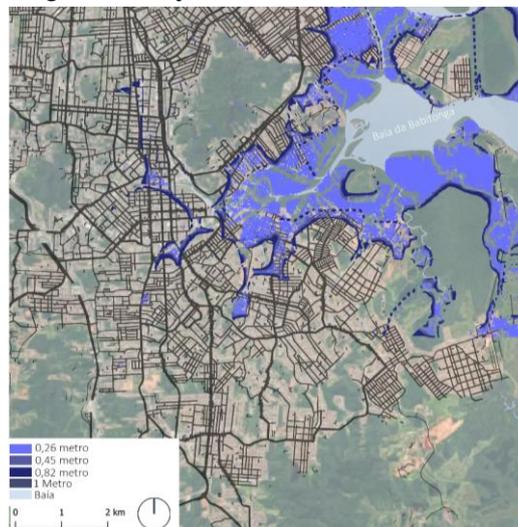
Gráfico 3: Frequência de inundação e evolução da área urbanizada no período 1851 – 2008



Fonte: SILVEIRA; KOBIYAMA; GOERL; BRANDENBURG, 2009

Conforme apontado por BRAUN e AUMON (2017), foram realizadas simulações da elevação do nível dos oceanos para o município de Joinville, utilizando como base a publicação do IPCC 2014. Tal estudo considerou os valores abaixo do que está sendo discutido atualmente para o final do Século XXI, com a variação de resultados do RCP 2.6 sendo entre 0,26 – 0,55 cm e dos resultados do RCP 8.5, 0,45 – 0,82 cm, considerando a altura de 1 metro como “Tailrisk”, definido como o limite de que excede as projeções. (Figura 6)

Figura 6: Elevação do nível dos oceanos Joinville

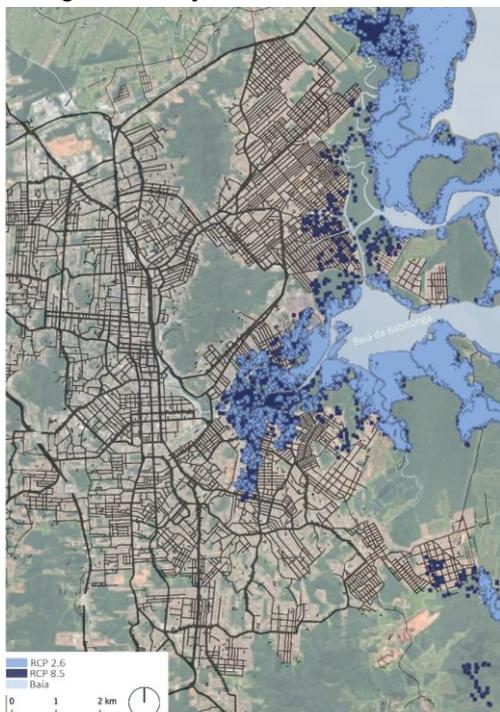


Fonte: Adaptado de BRAUN E AMOUN (2017)

Porém seguindo as projeções de Kopp et al. 2017, citadas anteriormente, no final do século XXI, em uma previsão pessimista de RCP 8.5, podemos chegar até 1,5 metros de elevação. Um novo mapa elaborado através da ferramenta do Climate Central apresenta outras possibilidades para 2050 (Figura 7) e 2100 (Figura 8). Ambos os mapas utilizam KOPP et al. 2017 como base de

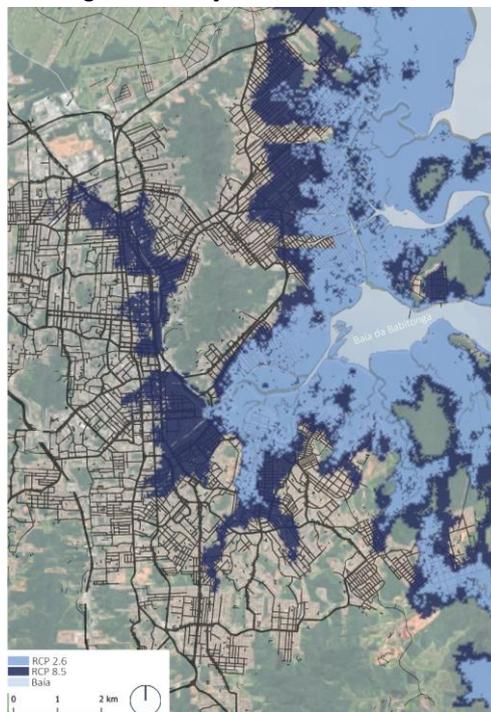
dados, seguem o percentil 95 da mesma pesquisa, e consideram apenas a elevação do nível dos oceanos, sem possíveis enchentes.

Figura 7: Elevação nível dos oceanos 2050



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 8: Elevação nível dos oceanos 2100



Fonte: Elaborado pelos autores

Um dos possíveis elementos a ser pensado para o território é a preservação e implementação das áreas de mangues. Segundo Alongi (2012, apud Braun e Amoun, 2017) essa vegetação é responsável por 14% do sequestro de carbono dos oceanos como um habitat costeiro e 1% do sequestro de carbono de florestas. Tal ecossistema tem a capacidade de proteger as costas, minimizando os riscos causados por intempéries climáticas. (BRAUN E AMOUN, 2017)

RESULTADOS OBTIDOS

A pesquisa identificou quanto problemática duas vertentes imediatas, tanto no âmbito da geografia local e sua possível falência quanto aos sistemas de proteção natural, e uma política efetiva de prevenção às intempéries climática, tendo como foco o aumento do nível das águas dos oceanos devido ao aquecimento global.

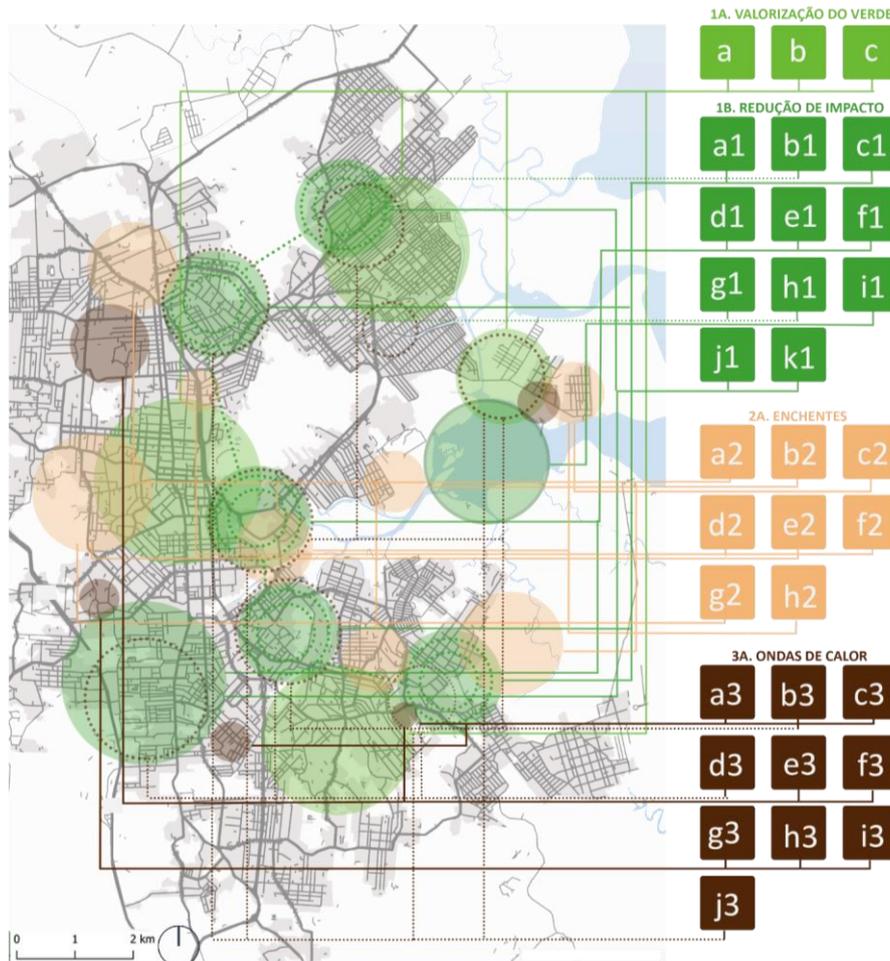
Dos aspectos geográficos a necessidade de manutenção das características geomorfológicas, como solos e florestas na região de Joinville em decorrência da sua vastidão quanto aos mangues e da flora e fauna local que estes preservam, é importante citar a importância identificada ao longo da estrutura da Serra do Mar, e é importante que este sistema atua como regulador dos aspectos hidrográficos e é um influenciador direto na estrutura existente dos ciclos da chuva e do carbono, permitindo a preservação dos rios e protegendo contra possíveis enchentes oriundas dos impactos naturais influenciados pelas atuais condições climatológicas do mundo. No âmbito da legislação pública é importante que um território como este possa ser preservado por meio de uma “Planificação Verde”, modelo este já debatido por autores como Salvador Rueda (2012), que apontam os elementos necessário para se conseguir uma equidade urbana

entre o território sustentável, a ocupação humana e a qualidade espacial na geração de urbanidades, paisagens e equilíbrio com o meio ambiente.

A partir deste norteador, a pesquisa passou a se debruçar em produzir estratégias no âmbito da sua aplicabilidade em um macro território (Figura 9), para poderem servir de suporte para manutenção futura do meio ambiente, para a contenção dos impactos globais e para servirem como indicadores possíveis para modelos sustentáveis de política pública para os territórios brasileiros. Se identificaram as seguintes estratégias:

1. Estratégias Sustentáveis, fomentam a valorização da paisagem, caracterizando e induzindo zonas verdes como corredores estruturais, recuperando pré-existências, valorizando o meio natural na promoção da biodiversidade local, sendo dois núcleos estabelecidos:
 - a. VALORIZAÇÃO DO VERDE a. Revitalização de Áreas Verdes Através da Proposição de Espaços Agradáveis; b. Diversificação do Uso de Áreas Verdes; c. Criação de Áreas Verdes Através da Composição de Espaços Agradáveis;
 - b. REDUÇÃO DE IMPACTO: a1. Redução no Uso de Veículos Através do Investimento em Transportes Coletivos Alternativos; b1. Amenização do Impacto de Gás Carbônico por Meio da Criação de Corredores Verdes; c1. Estratégias de Aproveitamento de Carbono; d1. Agrupamento das Práticas de Transporte, Criando Redes mais eficientes e menos poluentes; e1. Planejamento para o Desenvolvimento de Pequenos Ecossistemas; f1. Melhoria na Drenagem Urbana Regional, Evitando Inundações e outros Problemas; g1. Planejamento Ambiental Urbano para o Desenvolvimento de uma Rede de Parques; h1. Criação do VLT, Ciclovias e Transportes Alternativos para a Promoção da Ligação de Espaços Intermediários; i1. Comprometimento do Transporte Marítimo com a Qualidade do Ar; j1. Melhoria na Gestão Ambiental das Áreas de Parque; k1. Planificação Verde.
2. Estratégias de Prevenção de Desastres, atuando como norteadoras para com os impactos climáticos oriundos das oscilações climáticas que venham a impactar a geografia local do território investigado, se estabelecendo conforme apresentado na pesquisa:
 - a. ENCHENTES: a2. Reservatórios de Contenção; b2. Agricultura em Zonas Estratégicas; b2. Zonas Vegetativas em Áreas de Córregos (Zonas Ripárias); c2. Zonas Estratégicas de Wetlands; d2. Ação de Entidades Cooperativas; e2. Planejamento de Bacias Hidrográficas; f2. Políticas de Gestão de Águas; g2. Mapeamento Sistemas Hidrológicos; h2. Retirada de Moradores de Zonas de Risco;
3. Estratégias de Resiliência, propiciar e permitir a adaptação populacional e geográfica quando impactadas por intempéries climáticas ou humanas, estabelecidas como:

- a. ONDAS DE CALOR: a3. Fontes de Água Limpa; b3. Vegetação Usada como Contenção de Ondas de Calor; c3. Política de Carbono; d3. Setores de Sombreamento; e3. Módulo Avançado de Apoio Médico; f3. Áreas de Amortecimento; g3. (Re)manejo Populacional; h3. Mapeamentos e Sistema de Monitoramento; i3. Fontes de Água Alternativas; j3. Zonas de Amortecimento: Uso de Vegetação



b.

Figura 9: Mapa de estratégias

Fonte: Elaborado pelos Autores

CONCLUSÃO

A investigação tratou de trazer ao debate da resiliência climática, das intempéries globais, da atual situação territorial brasileira, se utilizando de modelo a cidade de Joinville, devido a suas características geográficas, a sua ambiência territorial e o meio ambiente que na atualidade se compõem como uma importante zona verde, a qual está exposta às diversas mudanças climáticas globais.

Percebeu-se a necessidade de serem pensadas e criadas estratégias norteadoras, no âmbito do macro território, com a finalidade de poder antever a problemática que poderá ser ocasionada com o aumento dos níveis dos oceanos e do clima, buscando-se um arcabouço de soluções que possam dar suporte para a geografia local, para a política territorial e propiciar uma melhor ocupação local.

Compreende-se que estas iniciativas permitiram identificar macro setores que possam desenvolver protocolos específicos de manutenção do meio ambiente e de sua zona litorânea, o questionamento apresentado pela investigação, estabelecendo:

“Quais as atuais macroestratégias de contenção e preservação que possam ser aplicadas na borda costeira de Joinville que permitam gerar adaptações geográficas frente aos atuais impactos climáticos e marítimas?”

Portanto a pesquisa identificou a necessidade que sejam realizados “Protocolos” como a aplicação da “Engenharia Ecológica”, por meio de estratégias apresentadas nos resultados, que considerou a necessidade de fomento nos modais operacionais do território, controle das taxas de poluentes no meio ambiente, como os índices de carbono.

Também se identificou a necessidade da criação de uma rede colaborativa que possibilite a eficiência no controle climático local, desta maneira podendo mitigar o desenvolvimento e a recuperação dos ecossistemas existentes, tais como a flora e fauna local dos mangues, matas ciliadas, veios de água e controle de inundações.

A pesquisa se coloca como uma referência empírica para o desenvolvimento de zonas verdes, e busca estabelecer o fomento para uma política de “Planejamento Urbano Verde” através da melhoria da qualidade espacial, do ar e das águas, promovendo o uso e a ocupação da zona investigada.

Mas estas macro estratégias somente se entendem como funcionais a partir do momento que possam trabalhar de maneira concomitante com ações que possibilitem a prevenção de futuros desastres ao meio, e para isso é fundamental o surgimento de equipamentos de suporte, de zonas de plantio qualificadas através de programas governamentais, cabe apontar que este processo permite o direcionamento mais efetivo de um processo de gestão para as bacias hidrográficas e o sistemas naturais hidrológicos.

Desta maneira se compreende que o estabelecimento deste cenário prospectivo, deverá dar condições para a formulação de um novo “pacto social” como modelo possível de integração através de uma política de gestão entre sociedade civil, agentes territoriais e impactos climáticos, estabelecendo nesta tríada uma inovação quanto a maneira de se compreender o território por meio de possíveis e integradas “mesas de diálogos” que estão presentes na estruturação territorial de Joinville.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAUN, Samara; HODECKER-DIETRICH, Alessandra; AUMON, Juarês José. **Mangues, cidades e mudanças climáticas: a importância dos ecossistemas costeiros para as cidades de Itajaí e Joinville (SC) diante dos prognósticos da elevação do nível dos oceanos.** In: LADWIG, Nilzo Ivo; SCHWALM, Hugo (Org.). Planejamento e gestão territorial: gestão integrada do território. Criciúma: UNESC, 2017. p.191-208. DOI: <http://dx.doi.org/10.18616/plan14>. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/5165>. Acessado em: 31 Ago. 2020

CLIMATE Central: COASTAL RISK SCREENING TOOL. COASTAL RISK SCREENING TOOL. Disponível em: <https://coastal.climatecentral.org/map>. Acesso em: 10 maio 2020.

EDWARDS, Brian. **O guia básico para a sustentabilidade.** [S.l.]: Gustavo Gili, 2009. 226 p.

ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 17., 2017, São Paulo. **Simulação de elevação do nível dos oceanos na cidade de Joinville (SC).** São Paulo: Enapur, 2017. 17 p. Disponível em: http://anpur.org.br/xviienanpur/principal/publicacoes/XVII.ENANPUR_Anais/ST_Sesseoes_Tematicas/ST%204/ST%204.5/ST%204.5-05.pdf. Acessado em: 31 ago. 2020.

GORE, Al. **Nossa Escolha: um plano para solucionar a crise climática.** [S.l.]: Amarily, 2009. 415 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/panorama> Acesso em: 15 mar. 2020

IIASA (Laxenburgo Austria). **RCP Database.** 2009. International Institute For Applied Systems Analysis. Disponível em: <http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tnt/RcpDb>. Acesso em: 14 set. 2020.

IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: **Global Warming of 1.5°C.** An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, . Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/sr15/> Acesso em: 03 Set. 2020

IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: **IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate** [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/srocc/> Acesso em: 03 Set. 2020

JOHNSTON, Eric. 20 years after Kyoto Protocol, where does world stand on climate? **The Japan Times.** [S.l.], p. 1-1. 04 dez. 2017. Disponível em: <https://www.japantimes.co.jp/news/2017/12/04/reference/20-years-kyoto-protocol-world-stand-climate/>. Acesso em: 20 set. 2020.

KOPP, Robert E.; DECONTO, Robert M.; BADER, Daniel A.; HAY, Carling C.; HORTON, Radley M.; KULP, Scott; OPPENHEIMER, Michael; POLLARD, David; STRAUSS, Benjamin H. Evolving Understanding of Antarctic Ice-Sheet Physics and Ambiguity in Probabilistic Sea-Level Projections. **Earth'S Future**, [S.L.], v. 5, n. 12, p. 1217-1233, dez. 2017. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1002/2017ef000663>. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/2017EF000663>. Acesso em: 31 ago. 2020

MENGEL, Matthias; NAUELS, Alexander; ROGELJ, Joeri; SCHLEUSSNER, Carl-Friedrich. Committed sea-level rise under the Paris Agreement and the legacy of delayed mitigation action. **Nature Communications**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-10, 20 fev. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-018-02985-8>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-018-02985-8>. Acesso em: 18 set. 2020.

MOSS, Richard H.; EDMONDS, Jae A.; HIBBARD, Kathy A.; MANNING, Martin R.; ROSE, Steven K.; VAN VUUREN, Detlef P.; CARTER, Timothy R.; EMORI, Seita; KAINUMA, Mikiko; KRAM, Tom. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. **Nature**, [S.L.], v. 463, n. 7282, p. 747-756, fev. 2010. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nature08823>. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/nature08823>. Acesso em: 21 set. 2020.

ONU. **Transformando Nosso Mundo**: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Nova Iorque: [S.l.], 2015. Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio), última edição em 13 de outubro de 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

RAY, Louis L. U.s. Geological Survey (org.). **Permafrost**. Estados Unidos: U.s. Department Of The Interior, 1993. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/gip/70039262/report.pdf>. Acesso em: 03 out. 2020.

RODRÍGUEZ, Íñigo J. Losada; LASA, Cristina Izaguirre. **Generación de bases de datos climáticos para el análisis de riesgos en las costas de Santa Catarina (Brasil)**: resumen para gestores. [S.l.]: Cepal, 2016. Disponível em: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40642-efectos-cambio-climatico-la-costa-america-latina-caribe-generacion-bases-datos>. Acesso em: 20 set. 2020.

ROGERS, Richards. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2001. 180 p.

RUEDA, Salvador. El urbanismo ecológico: su aplicación en el diseño de un ecobarrio en figueras. Barcelona: Bcnecologia (Agencia de Ecología Urbana), 2012.

SEBRAE. **Caderno de Desenvolvimento de Santa Catarina**: Joinville. Joinville: Sebrae - SC, 2019. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Joinville%20-%20CADERNOS%20DE%20DESENVOLVIMENTO.pdf>. Acesso em: 02 out. 2020.

SEPAD. **Joinville Cidade em Dados 2017**. Joinville: Sepud, 2017. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2016/01/Joinville-Cidade-em-Dados-2017.pdf>. Acesso em: 02 out. 2020.

SILVA, Francisco José Barretto Da. **Unidades De Conservação E Desenvolvimento Regional: Um Estudo Sobre A Região Da Baía Da Babitonga - SC**. 1995. 156 F. Dissertação (Mestrado) - Curso De Geografia, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

SILVEIRA, Wivian Nereida; KOBAYAMA, Masato; GOERL, Roberto Fabris; BRANDENBURG, Brigitte. **História das inundações em Joinville: 1851-2008**. Curitiba: Organic Trading, 2009

UNFCCC. **Kyoto Protocol**: reference manual. Alemanha: Unfccc Secretariat, 2008. Disponível em: https://unfccc.int/kyoto_protocol. Acesso em: 10 set. 2020.

UNFCCC. **Paris Agreement**. Paris: [S.l.], 2015. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>. Acesso em: 20 set. 2020.

VIEIRA, Celso Vãos; HORN FILHO, Norberto Olmiro; BONETTI, Carla Van Der Haagen Custodio; BONETTI, Jarbas. CARACTERIZAÇÃO MORFOSEDIMENTAR E SETORIZAÇÃO DO COMPLEXO ESTUARINO DA BAÍA DA BABITONGA/SC. **Boletim Paranaense De Geociências**, [S.L.], V. 63, N. 62, P.85-105, 31 Dez. 2008. Universidade Federal Do Parana. [Http://Dx.Doi.Org/10.5380/Geo.V62i0.12783](http://dx.doi.org/10.5380/Geo.V62i0.12783). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/280055947>. Acesso Em: 18 Nov. 2019.

ZHANG, Junfeng (Jim); WEI, Yongjie; FANG, Zhangfu. **Ozone Pollution**: a major health hazard worldwide. *Frontiers In Immunology*, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-1, 31 out. 2019. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fimmu.2019.02518>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6834528/>. Acesso em: 06 set. 2020