



GRUPO 7

Mudanças Climáticas & Engenharia

FLÁVIA MOE HASHIMA
JENIFFER DO NASCIMENTO SAKAI
JOÃO PEDRO RIBEIRO BELLUM
LUCAS BARBOSA MARQUES
LUCAS PIRES RIBEIRO
MATEUS MERA BARBOSA
VINÍCIUS DANIEL DA SILVA MARQUES

Tópicos



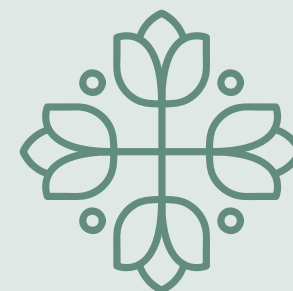
Mudanças climáticas



Influências da Engenharia Civil no clima mundial



Estudos de caso



O futuro das mudanças climáticas



Mudanças climáticas



Definição

- As MUDANÇAS CLIMÁTICAS são as variações no clima de uma região, geradas naturalmente ou por meio de ações antrópicas, e que estão atreladas às alterações de precipitação, temperatura, ventos e nebulosidade do local (IPCC).
- CLIMA é definido como o conjunto de observações realizadas a cada 30 anos (Houghton, 1990).



Causas

NATURAIS

- Relacionadas à quantidade e distribuição da energia que chega ao planeta.
- As alterações da posição em torno do Sol, das correntes de ar da atmosfera, atividades vulcânicas, causariam mudanças climáticas.
- Foram essenciais para a manutenção da temperatura do planeta e desenvolvimento dos seres vivos devido ao **EFEITO ESTUFA**.
- **Gases do Efeito Estufa (GEE): CO₂, CH₄, N₂O**

EFEITO ESTUFA

2. Parte que regressa ao espaço

3. Parte que é retida pelos gases



1. Radiação solar

1

2

3

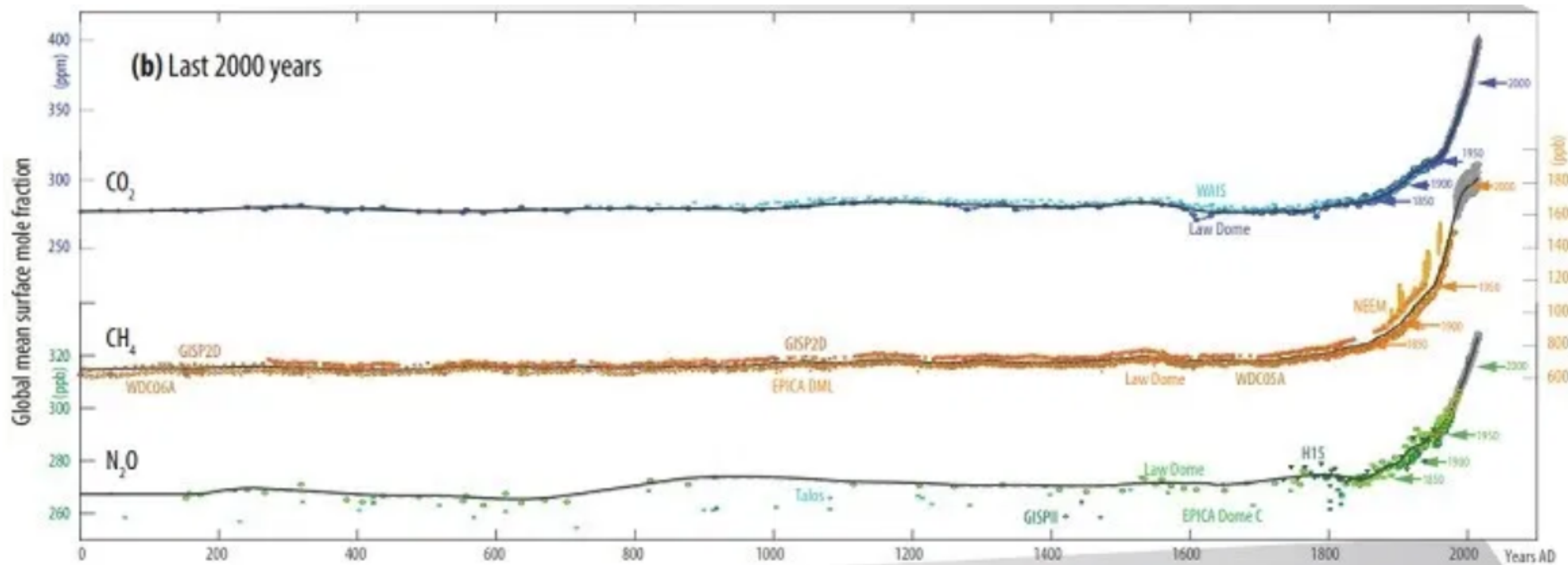


Causas

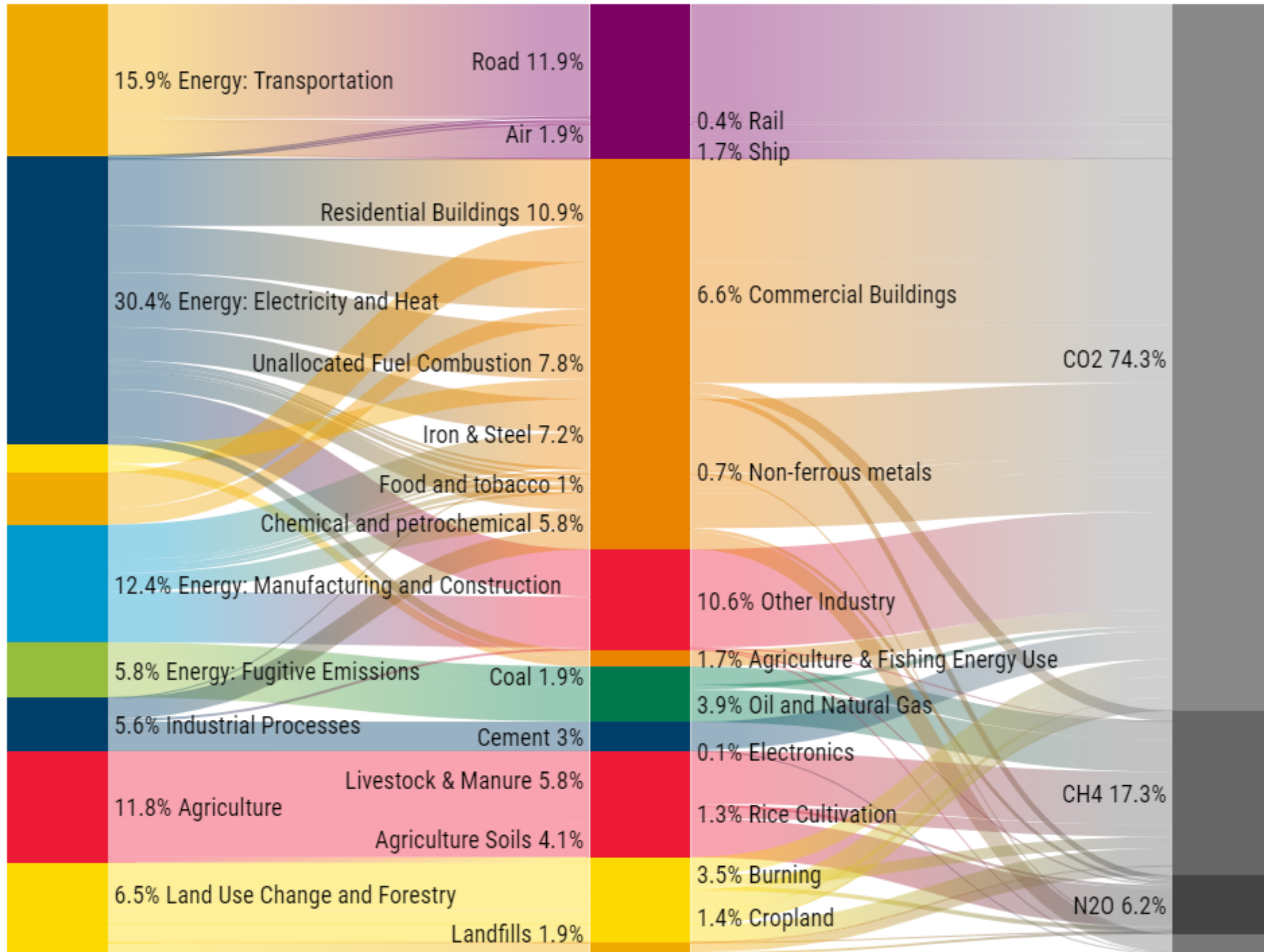
ANTRÓPICAS

- Queima de combustíveis fósseis;
- Agricultura e pecuária;
- Aumento do desmatamento;
- Emissão de gases poluentes por indústrias e transportes;
- Geração de energia.
- Resultado: intensificação do efeito estufa e do aquecimento global.

Gases do efeito estufa nos últimos 2.000 anos



Fonte: Ciência e Clima, 2019.

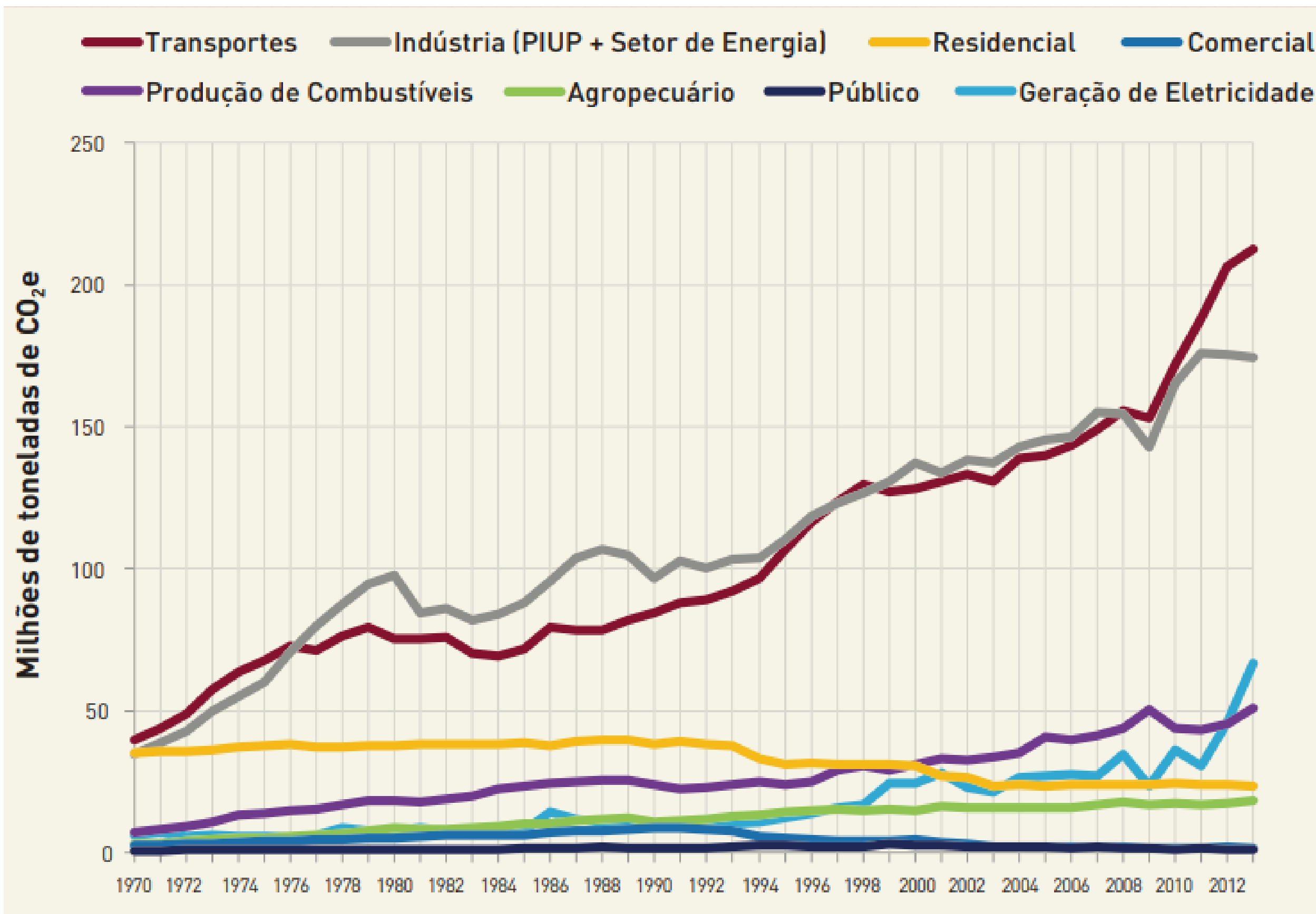


World Greenhouse Gas Emissions in 2016

(Sector | End Use | Gas)

Total: 49.4 GtCO₂e

Fonte: Climate Watch, based on raw data from IEA (2018), CO₂ Emissions from Fuel Combustion, www.iea.org/statistics; modified by WRI.

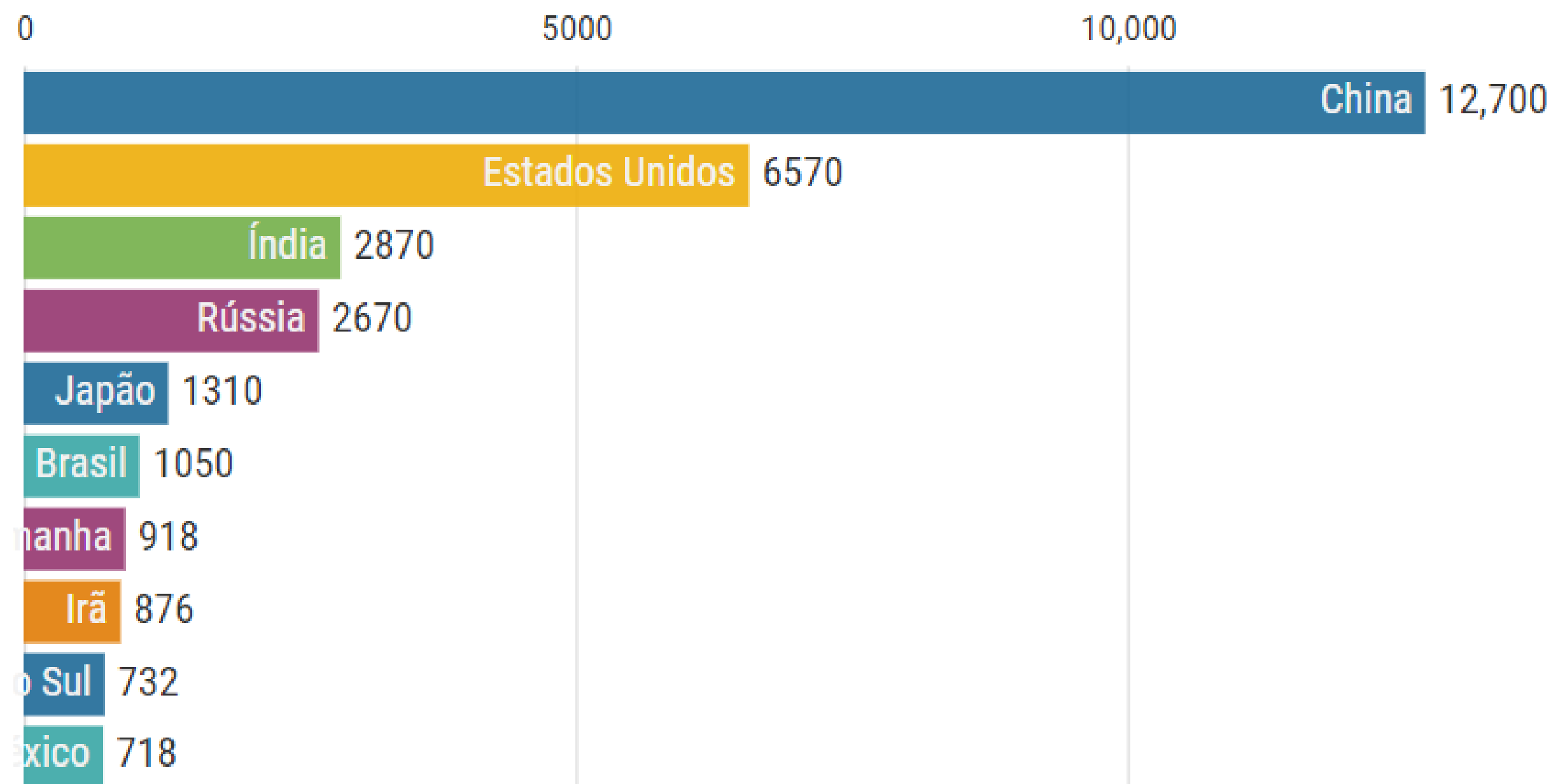


Emissões de CO₂ dos setores de energia no Brasil (1970-2013)

Fonte: IEMA - instituto de Energia e meio ambiente



■ Ásia Oriental e Pacífico ■ América do Norte ■ Sul da Ásia ■ Europa e Ásia Central
■ América Latina e Caribe ■ Oriente Médio e Norte da África ■ África Subsaariana



Fonte: Climate Watch • Em milhões de toneladas de CO2 equivalente

Maiores emissores de gases do efeito estufa (2016)

Fonte: Climate Watch, based on raw data from IEA (2016), CO2 Emissions from Fuel Combustion, www.iea.org/statistics; modified by WRI.

Linha do tempo

● CONFERÊNCIA DE ESTOCOLMO (1972)

Organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU);

Objetivo: discutir as consequências da degradação do meio ambiente;

Discussão das mudanças climáticas;

Participação de 113 países;

Declaração sobre o Meio Ambiente Humano.

Eventos

- IPCC (1988)
Criado em 1988 pelas Nações Unidas e pela Organização Meteorológica Mundial
- UNFCCC (1994)
Expressou o consenso internacional em abordar a questão da mudança climática
- PROTOCOLO DE QUIOTO (1998)
Implementação da UNFCCC, compromisso de âmbito global que visava frear as emissões de gases responsáveis pelo aquecimento global

Principais COP's

- COP15-COPENHAGUE (2009)
Financiamento de longo prazo, desafio 2°C
- COP16-CANCÚN (2010)
Acordos de Cancun
- COP17-DURBAN (2011)
Plataforma de Durban
- COP18-DOHA (2012)
Emenda de Doha: 2º fase do protocolo de Quioto





Acordo de Paris (2015)

- Missão de amenizar o aumento da temperatura global, através das NDC, que registram os compromissos e contribuições de cada país para a manutenção do clima do planeta.
- A NDC do Brasil comprometeu-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025, com intensão reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030.

Consequências

AUMENTO DA TEMPERATURA

Desde o período da Revolução Industrial, foi observado que a temperatura do planeta aumentou 0,8°C

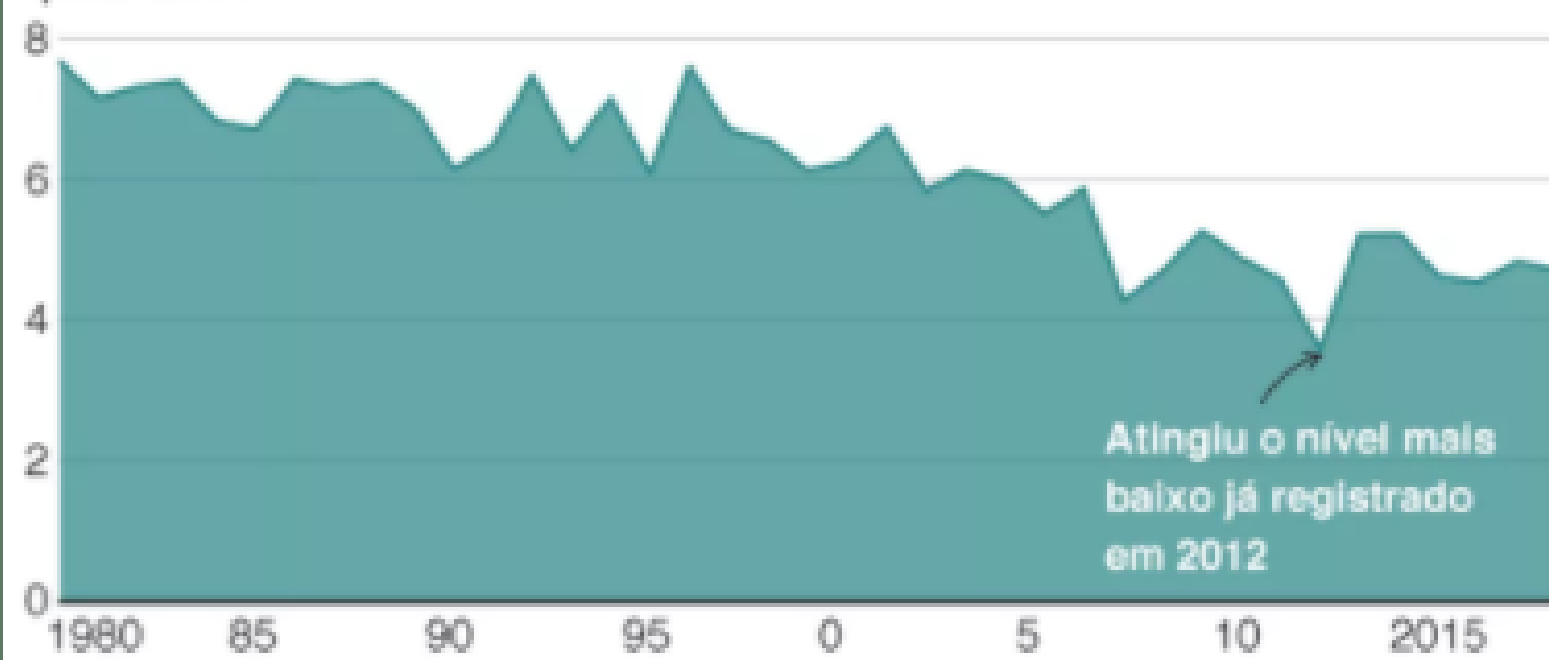
ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR

Caso a emissão de gases do efeito estufa se mantenha no ritmo atual, o nível global do mar pode subir mais de 38 centímetros até 2100

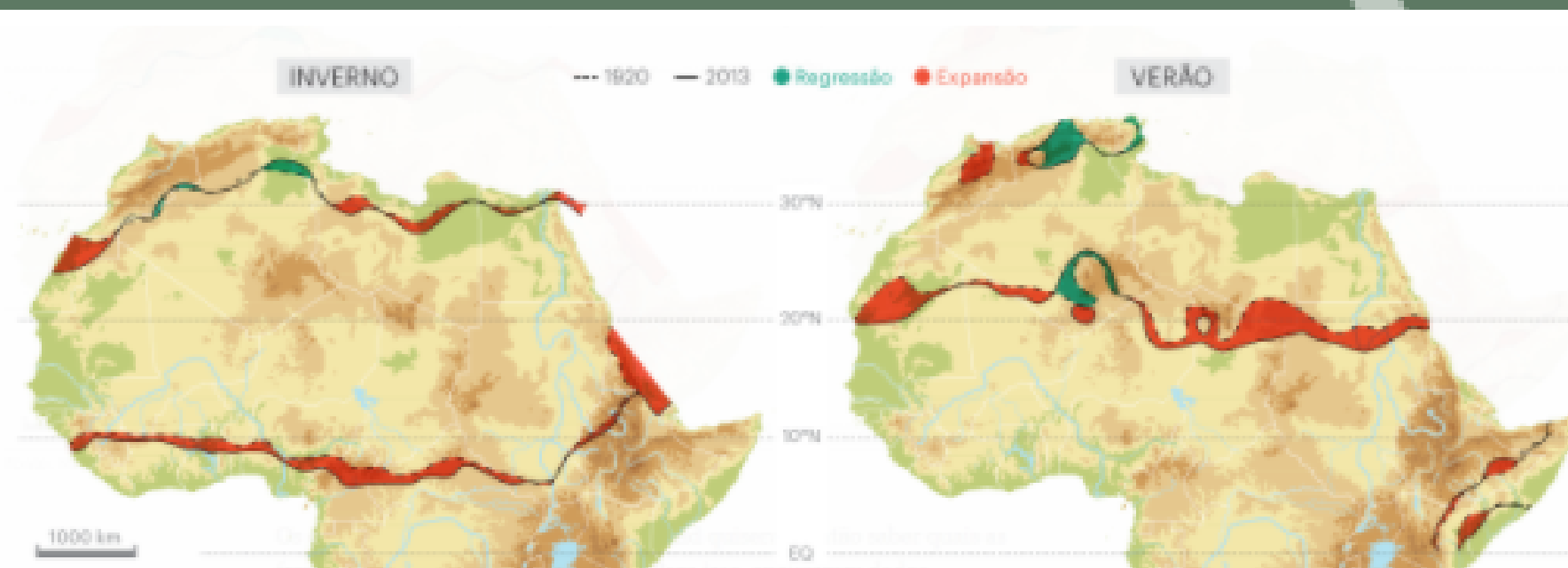
ALÉM DE ALTERAÇÕES DE FENÔMENOS NATURAIS

A camada de gelo do mar Ártico diminuiu nos últimos 15 anos

Extensão mínima de gelo do mar Ártico, em milhões de quilômetros quadrados



Fonte: Centro Nacional de Dados da Neve e Gelo, 2015.



Fonte: Universidade de Maryland, 2018.

Groenlândia e a Antártida, estão derretendo seis vezes mais rápido do que na década de 1990

Mudanças nas precipitações e na umidade acarretando na expansão de desertos



INFLUÊNCIAS DA ENGENHARIA CIVIL NO CLIMA MUNDIAL



Impactos da construção civil

- Um dos principais consumidores de recursos naturais;
- Mineração;
- Grande gerador de resíduos sólidos:
 - Cerca de 100 kg/m² construído;
- Pegada de carbono:
 - Transporte e Produção de materiais (aço, cal, cerâmicas, cimento, entre outros);
 - Produção de cimento gera cerca de 900 kg/ton de cimento produzido.

Atividades Irregulares

- Deficiência nos planejamentos;
- Descarte irregular de resíduos;
 - Cerca de 70 milhões de reais são gastos em 2019 no desassoreamento do Rio Pinheiros;
- Extração ilegal de madeira;
- Desperdício de materiais e água;
- Poluição dos recursos hídricos.



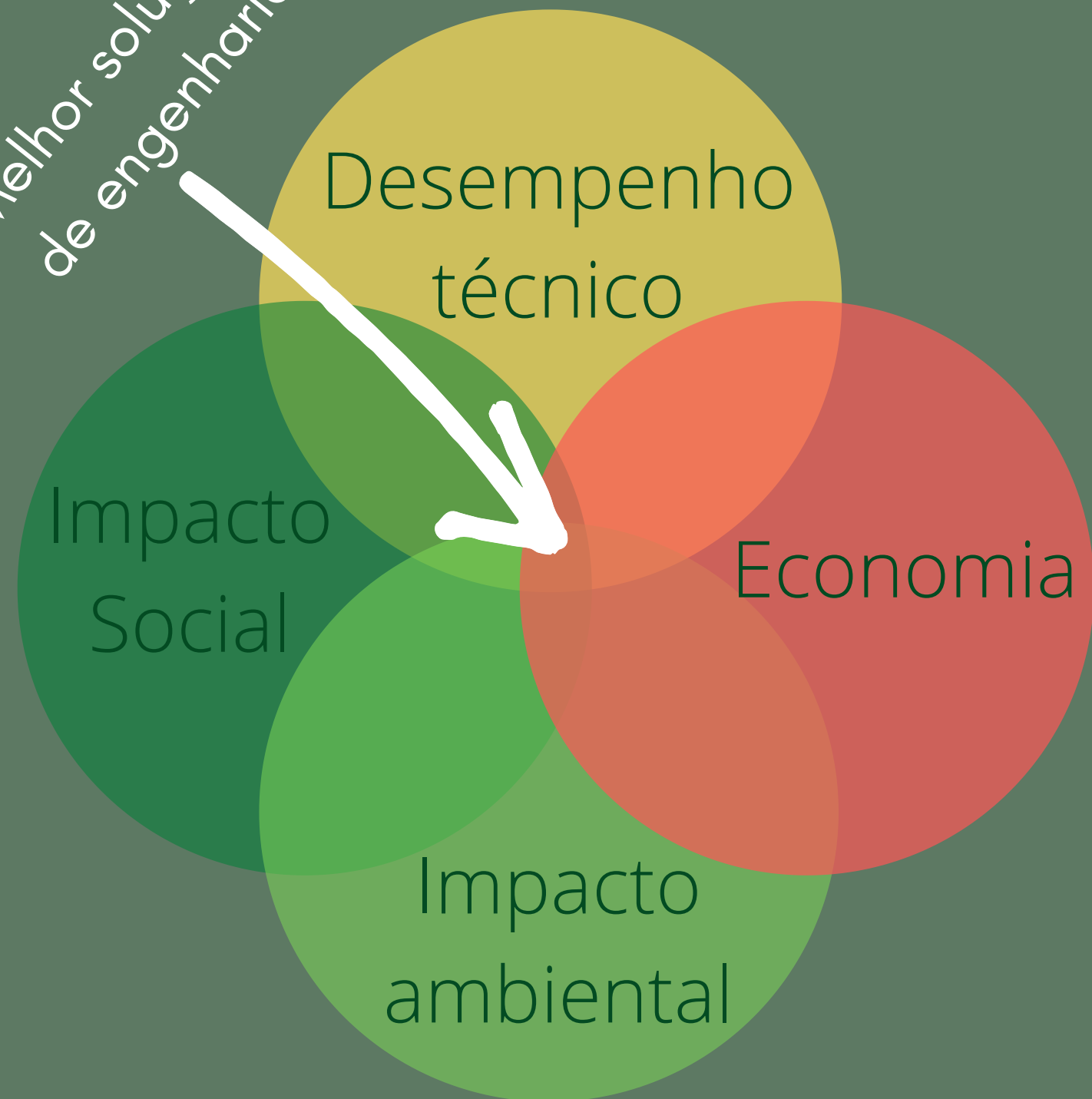
SUSTENTABILIDADE



- Reúso da água;
- Reciclagem de resíduos de construção e industriais na forma de agregados e adições (escória de alto forno);
- Maior qualidade dos materiais e no dimensionamento do projeto;
 - Redução de desperdícios.

Relação ambivalente

Melhor solução de engenharia



- A Engenharia influi nas mudanças climáticas e o clima influencia nas obras de engenharia;
- Construção de piscinões e adaptação do sistema de escoamento;
- Corrosão de estruturas e esculturas;
- Adaptações quanto a dilatação térmica;
- O desenvolvimento sustentável se tornou um parâmetro para um bom projeto.

The background image shows an industrial facility with several tall smokestacks emitting thick white plumes of smoke. The scene is set against a dramatic sky with orange and yellow hues from a low sun, possibly at sunset or sunrise. In the foreground, there is a body of water reflecting the sky and the industrial structures. The overall color palette is dominated by blues, greens, and warm sunset tones.

LEGISLAÇÕES E CERTIFICAÇÕES

LEGISLAÇÕES

- LICENCIAMENTO AMBIENTAL
Instrumento do PNMA

- POLÍTICA NACIONAL SOBRE
MUDANÇA DO CLIMA
Reduzir emissões de cada setor

- FUNDO NACIONAL DA
MUDANÇA DO CLIMA
Estimular empreendimentos e pesquisas



CERTIFICAÇÕES



LEED

Principal selo de sustentabilidade de edificações



SÉRIE ISO 14000

Sistema de gestão ambiental
Ciclo de vida



Legislações e certificações

PROBLEMAS

- Ações tardias
- Elevado grau de informalidade



Estudos de caso



Case - Rio de Janeiro

Diminuição da pegada de carbono de um complexo residencial



Contextualização

- Empreendimento de 31 edifícios residenciais e um parque público de 72 mil m² no RJ
- Objetivo: implementar um plano de redução de Gases de Efeito Estufa que vigorasse em todas as etapas da construção
- Iniciativa ainda pouco explorada de calcular a emissão total em uma construção



Etapas

1. Prognóstico

Previsão das emissões que ocorreriam sem o Plano de Redução

- Base: planilha de serviços, orçamento e planejamento da obra.
- Considerou-se materiais utilizados, energia necessária e resíduos gerados.





2. Plano de Redução

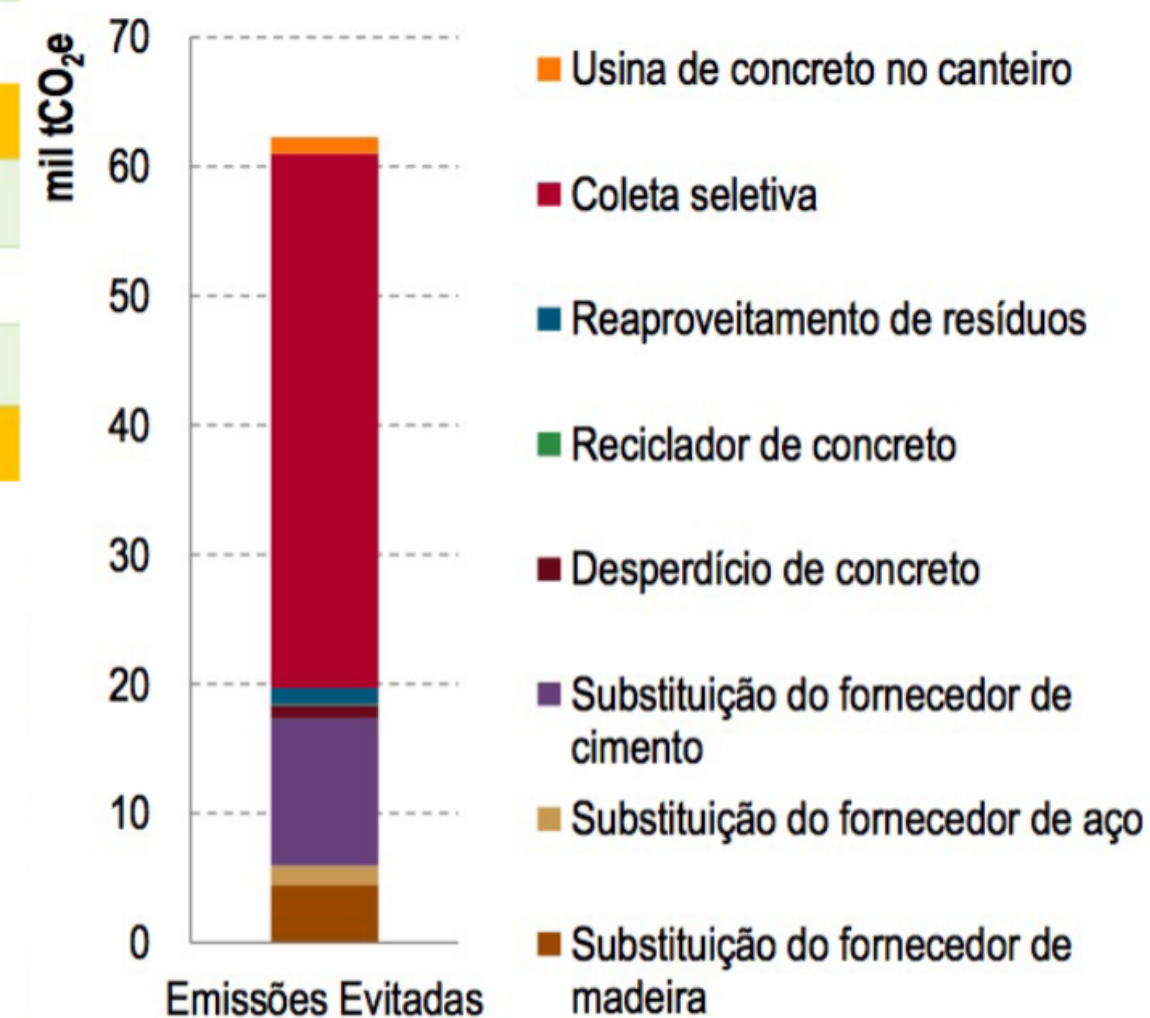
Implementação de mudanças nas atividades e materiais de maior impacto

- **Logística:**
 - Uso de usinas de concreto (móveis) no próprio canteiro
 - Coleta seletiva e reaproveitamento de resíduos
 - Reciclagem de materiais
- **Seleção:**
 - Escolha de fornecedores de aço, cimento e madeira com Pegada de Carbono menor

3. Relatórios e Análise do Resultados

- RELATÓRIOS TRIMESTRAIS:
 - consumo de materiais
 - consumo de combustível
 - consumo de energia elétrica
 - consumo de água
- RELATÓRIO FINAL:
 - reduções de emissão obtidas por cada iniciativa
 - no total: redução de mais de 62 mil ton de CO₂e

Iniciativa	Reduzido até dez/15 (tCO ₂ e)
Melhorias Logísticas	44.905
<i>Usina de concreto no canteiro (Finalizado em dez/14)</i>	1.263
<i>Coleta seletiva</i>	41.324
<i>Reaproveitamento de resíduos</i>	1.277
<i>Reciclador de concreto (Finalizado em dez/14)</i>	37
<i>Desperdício de concreto (Finalizado em dez/14)</i>	1.004
Green Procurement	17.362
<i>Substituição do fornecedor de cimento</i>	11.405
<i>Substituição do fornecedor de aço</i>	1.536
<i>Substituição do fornecedor de madeira</i>	4.421
Total	62.266





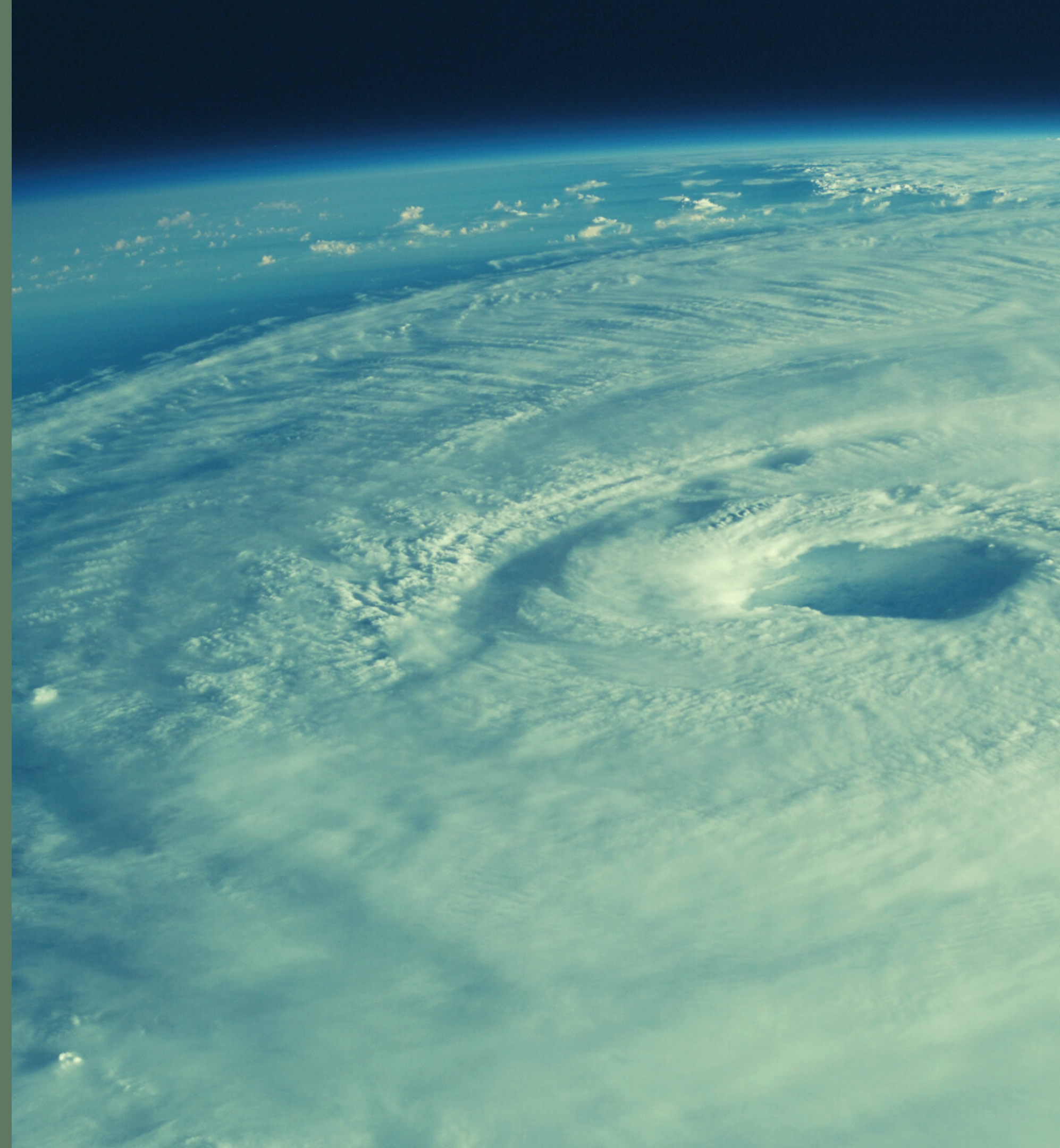
Case - New Orleans

Preservando pântanos e adaptando infraestrutura para aumentar resiliência contra as mudanças climáticas



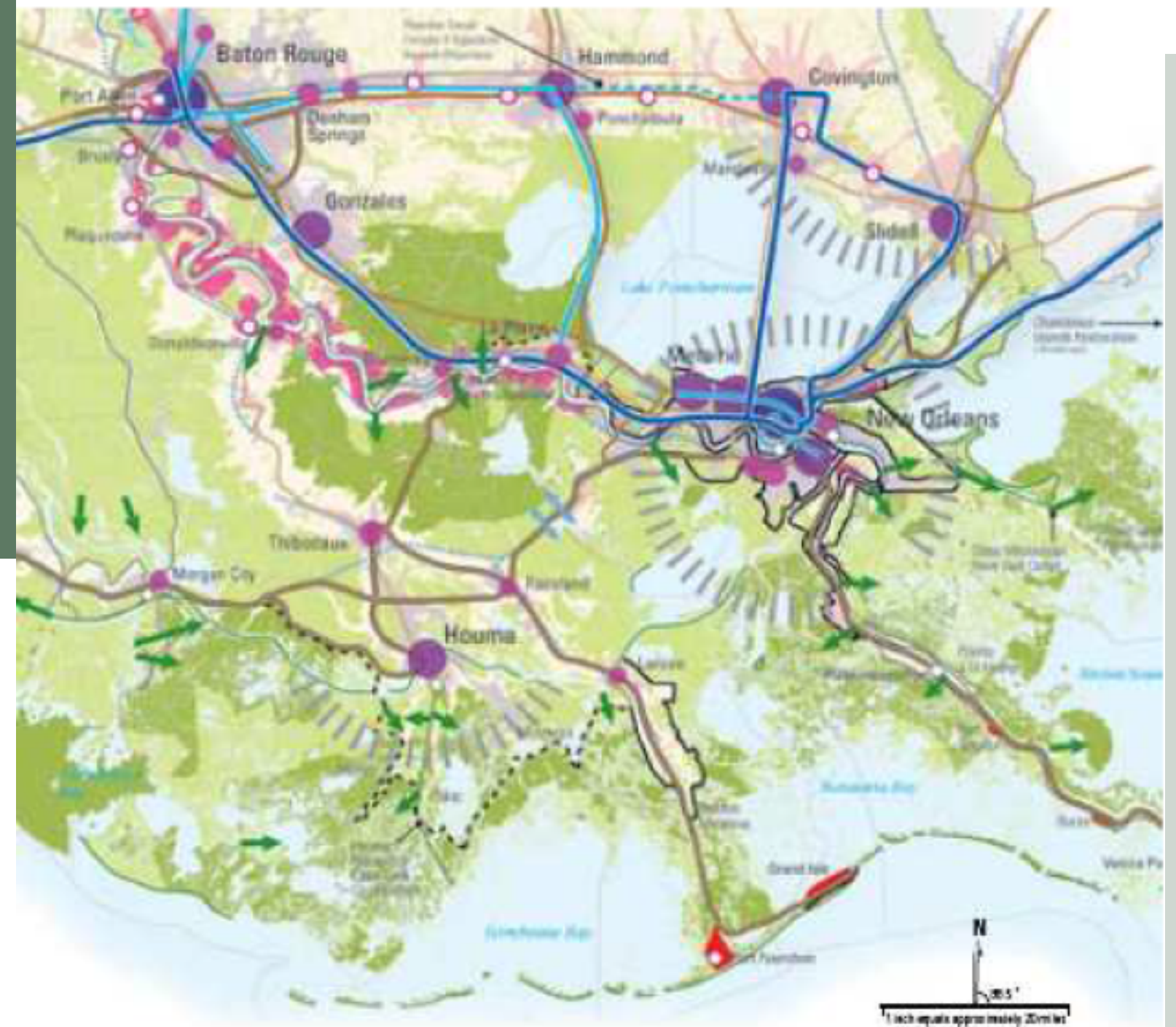
Contextualização

- Luisiana, estado de New Orleans é caracterizado pelos seus pântanos
- 2005: Furacão Katrina causa inundações catastróficas em 80% da cidade, 1.500 pessoas mortas e expõem a fraqueza da cidade em relação ao aumento do nível do mar e maré de tempestade
- Espera-se que as mudanças climáticas potencializarão os problemas.
Fragilidade da cidade - quase questão existencial no médio e longo prazo



O Plano Mestre de New Orleans (2010)

- Restauração da formação natural de deltas fluviais e criação de áreas pantanosas de vegetação baixa
- Formulação da legislação e normas para transformar a infraestrutura regional em infraestrutura verde
- Infraestrutura azul: estruturas de controle de fluxo de água (diques e comportas hidráulicas)



Landscape Features

- Existing Wetland
- New or Restored Wetland 50-year projection
- Agricultural, Upland Forest or Open Land
- Open Water

Jurisdictional Boundaries

- State Boundary
- Parish Boundary

CPRA Master Plan Features**

- New Levee
- Upgraded Levee
- Existing Levee
- Increased Protection for Major Urban Areas Using Hurricane Protection Systems (Other hurricane protection systems envisioned; see CPRA Master Plan**)
- Shoreline, Barrier Island or Navigable Waterway Restoration/Stabilization
- River Diversion
- Water or Sediment Conveyance



Caso de New Orleans e sugestão para a engenharia

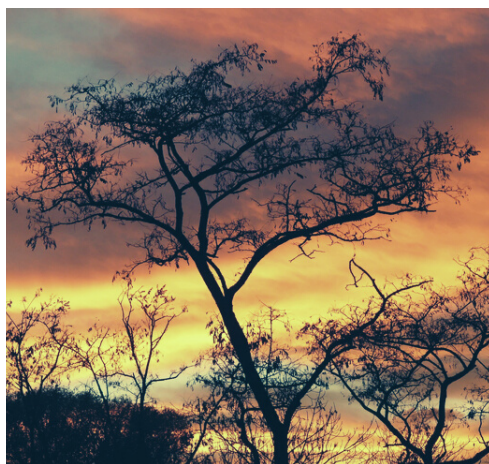
A adaptação de uma cidade aos efeitos da mudança climática apresenta um desafio à engenharia por necessitar da implementação estratégica de diversas soluções integradas.

Cada vez mais a engenharia precisa desenvolver uma perspectiva e capacidade de entendimento multidisciplinar das ciências envolvidas.



O FUTURO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS





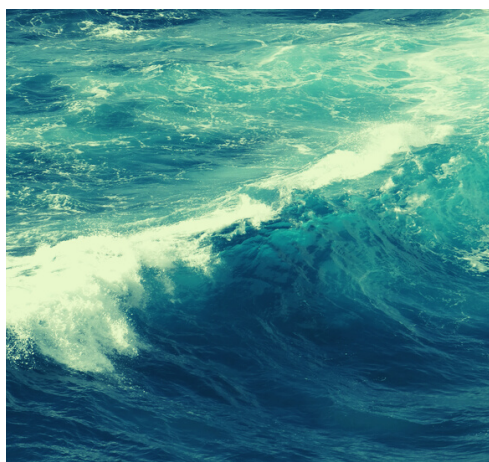
TEMPERATURA SUPERFICIAL

Ondas de calor acontecerão mais frequentemente e serão mais longas.



EXTREMA PRECIPITAÇÃO

Será mais intensa e pior distribuída.



MUDANÇAS NOS OCEANOS

Acidificação, aquecimento e aumento do nível.

EFEITOS
ao longo do século XXI

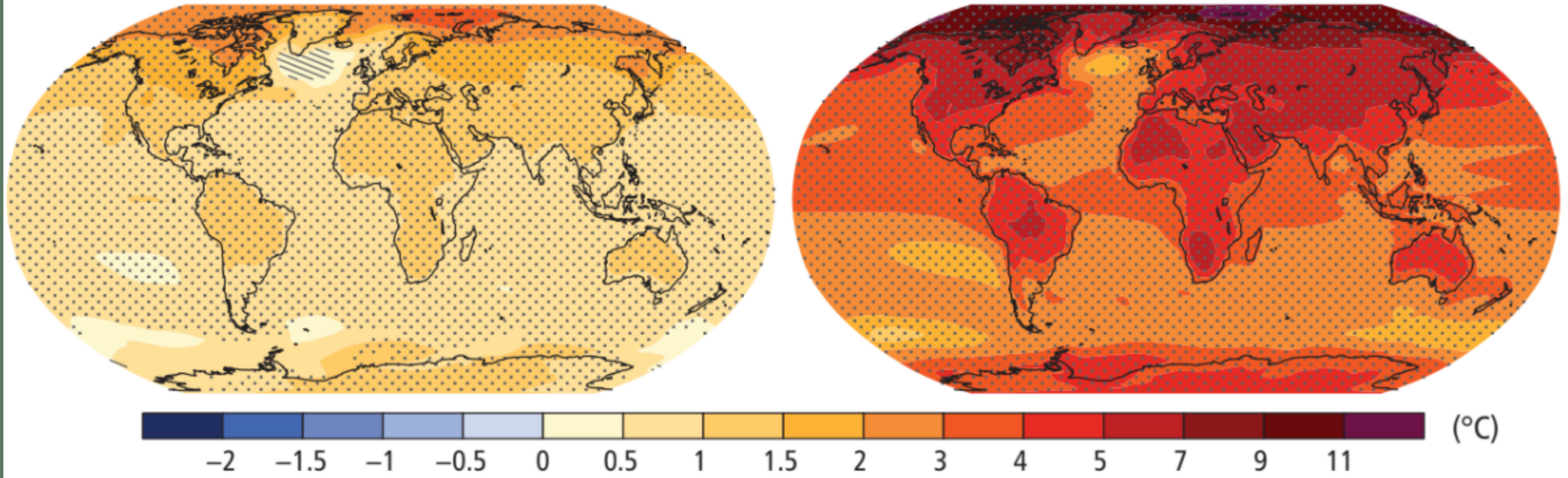


AQUECIMENTO NO MUNDO TODO

ATÉ +7° C NO BRASIL

Temperatura superficial

Change in average surface temperature (1986–2005 to 2081–2100)

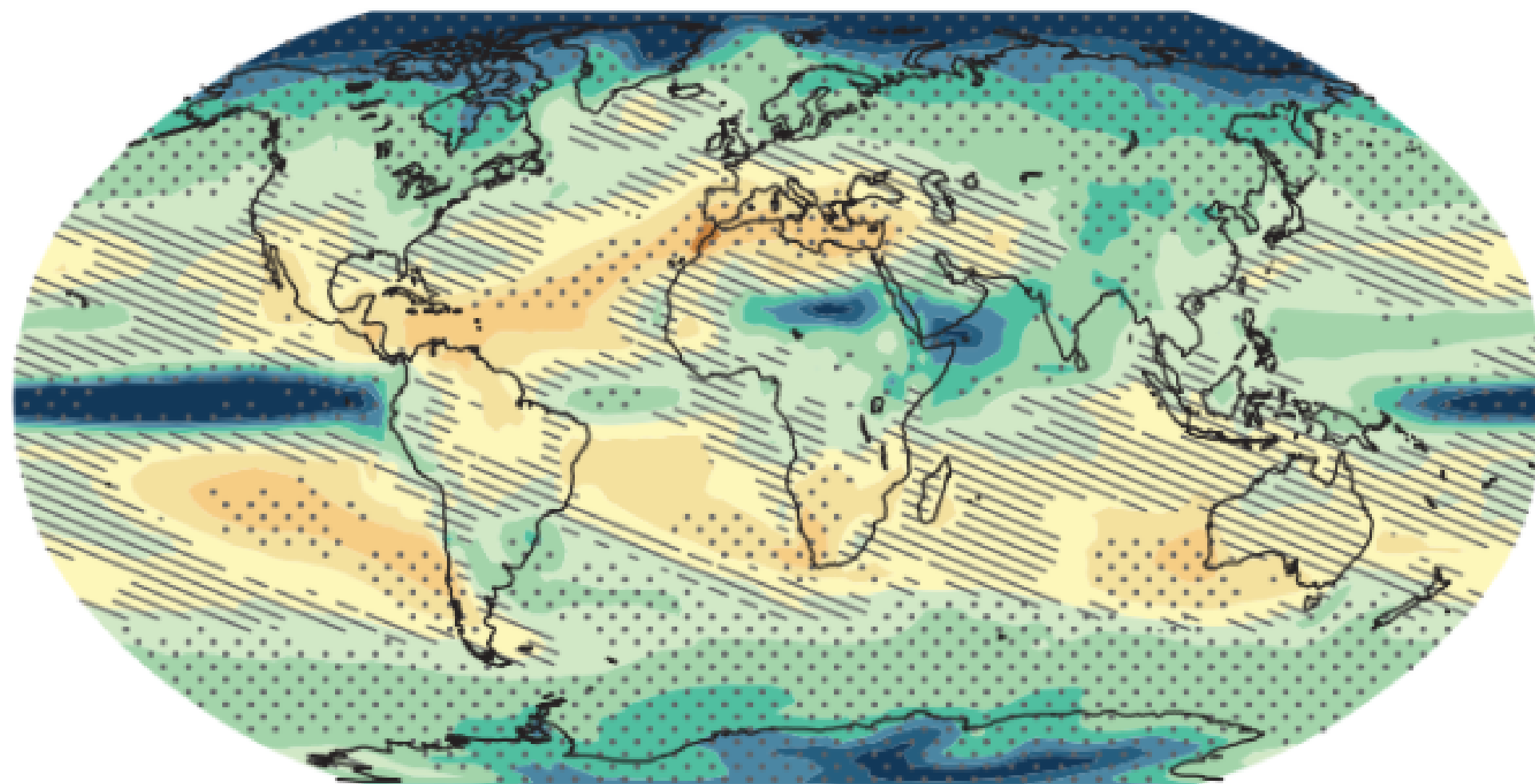




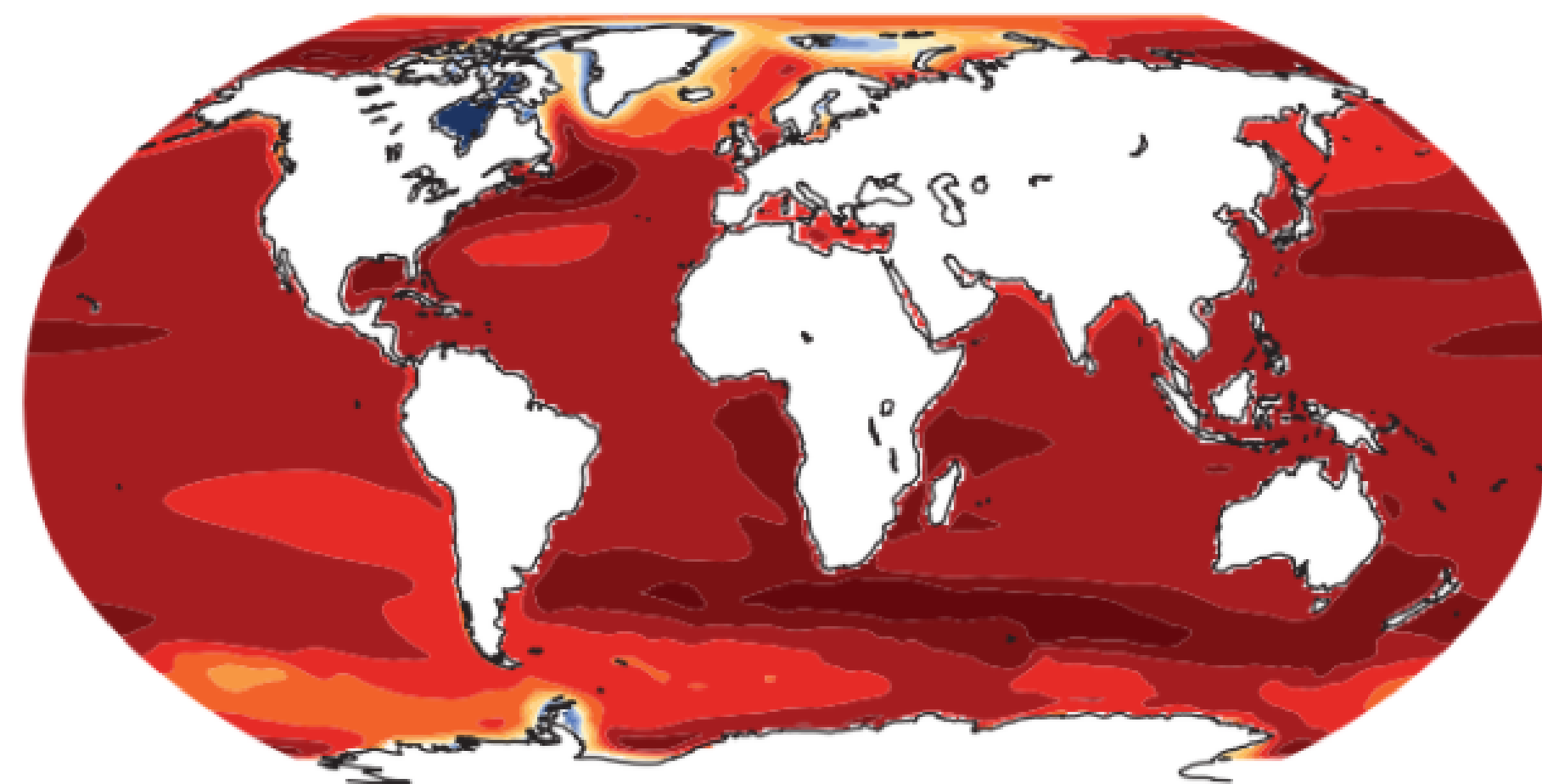
CHUVAS VARIAM POR REGIÃO

OCEANO TERÁ AUMENTO DE NÍVEL EM
95% DE SUA ÁREA

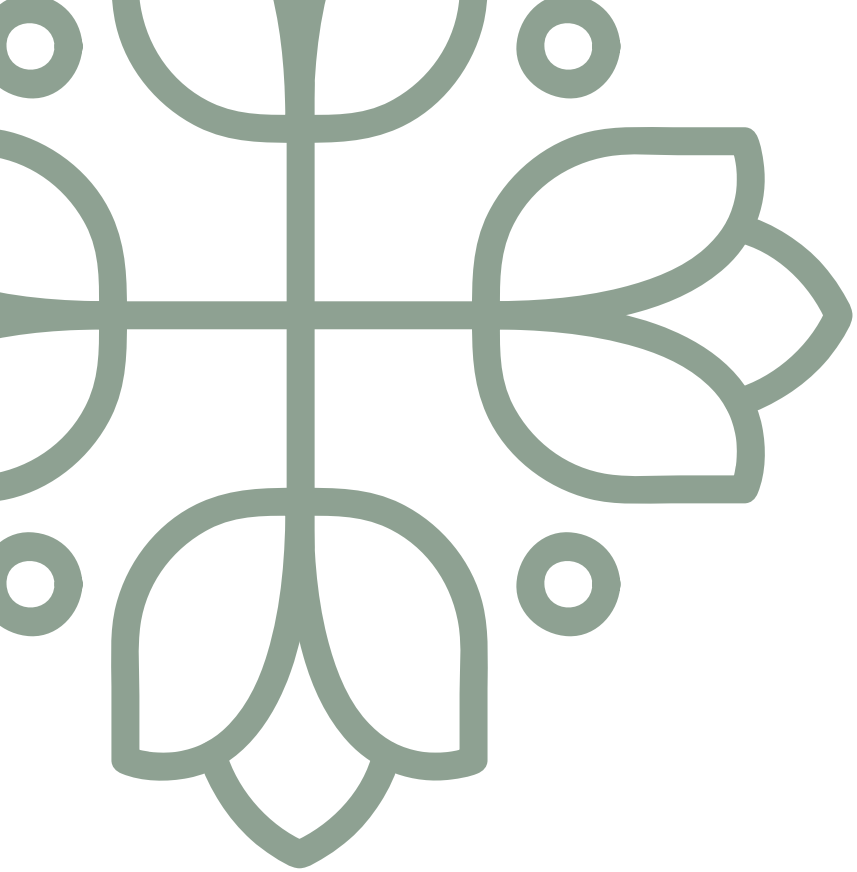
Precipitações e nível do mar



Menos chuva na Amazônia e Nordeste.

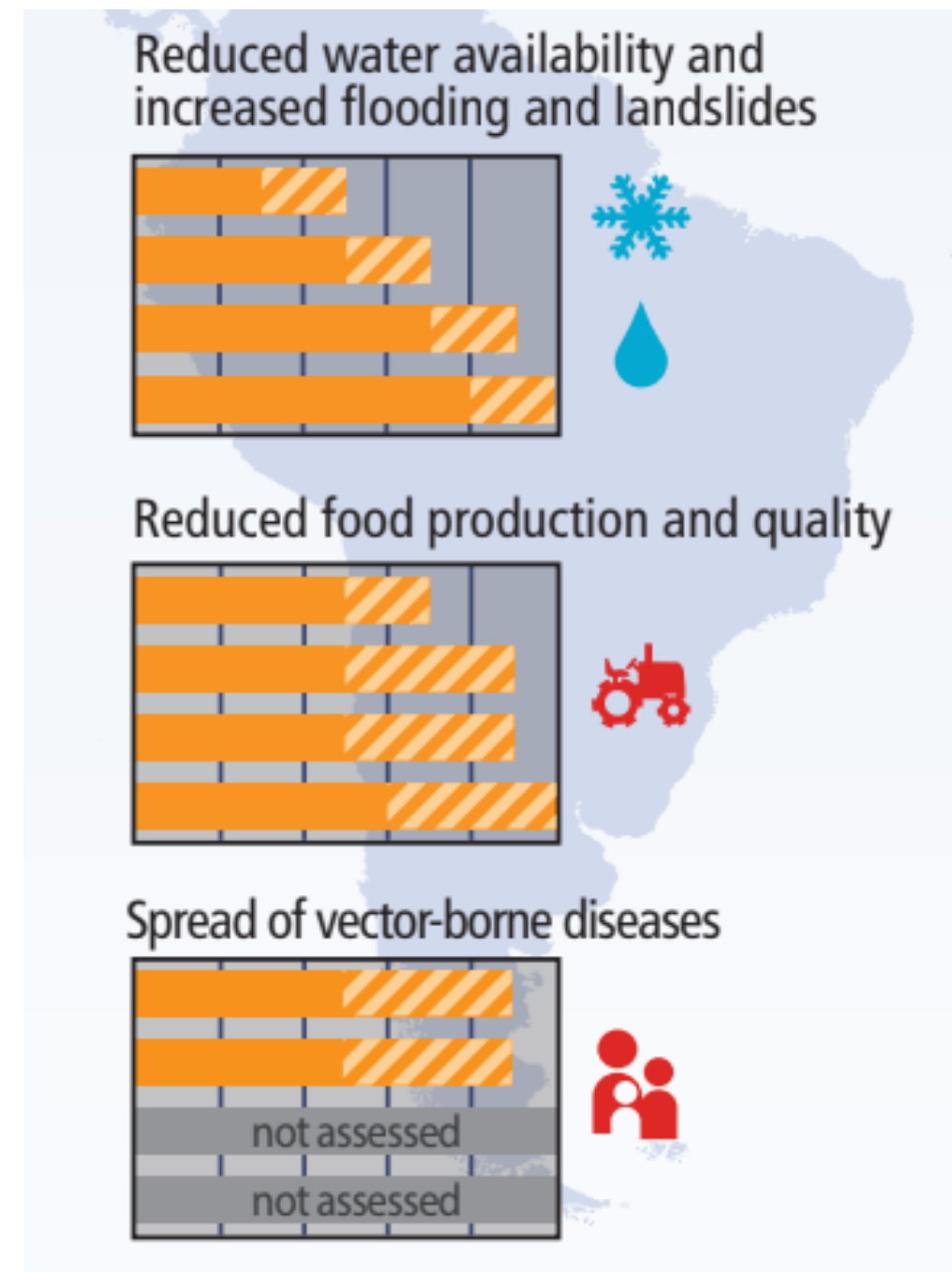


Aumento de até 0,5m do nível em 20 anos.



RISCOS

América do Sul



Fonte: IPCC, 2015.

GELO E ÁGUA

Mais degelo e menos disponibilidade de água.

PRODUÇÃO DE COMIDA

Menos comida e menos qualidade.

VIVÊNCIA E SAÚDE

Insuficiência de saneamento e conforto.

Impactos na Engenharia Civil

Construções com novos padrões de conforto, mais resistentes, mais sustentáveis e com novos modelos de reutilização e descarte.



Novas demandas,
novos projetos.



O que muda?



COMPETITIVIDADE ENTRE SETORES


Recursos mais escassos, gerando mais competitividade por água e locais com condições menos extremas.

VIDA HUMANA E DISTRIBUIÇÃO

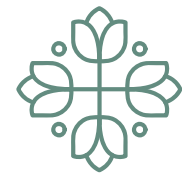
Aumento da pobreza, problema da distribuição populacional e descarte de resíduos.

MUDANÇA VARIÁVEL DOS SOLOS

Comprometimento da qualidade e oferta de materiais dependendo da região e impacto.

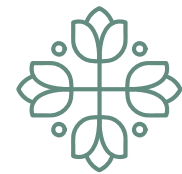


Novos modelos



Logística reversa

Lei Federal n.º 12.305/2010 e Decreto Federal n.º 9.177/2017.



Materiais sustentáveis

Tijolo ecológico, asfalto-borracha, concreto reciclado...



Planejamento e zoneamento

Disposição espacial, áreas de infiltração e gerenciamento.



Fontes de energia renováveis

Solar, eólica, hídrica...



Agradecemos.

FLÁVIA M. HASHIMA, 10738374
JENIFFER N. SAKAI, 11277174
JOÃO P. R. BELLUM, 11262341
LUCAS B. MARQUES, 11263022
LUCAS P. RIBEIRO, 11391540
MATEUS M. BARBOSA, 11302755
VINÍCIUS D. S. MARQUES, 11263050

PHA3203: Engenharia Civil e Meio Ambiente (2020)
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP)



Bibliografia

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil.** São Paulo: Blucher, 2011.

BROECKER, W. S. "Climatic change: are we on the brink of a pronounced global warming?". Science, 1975.

CUNHA, I. B. **Quantificação das emissões de CO2 na construção de unidades residenciais unifamiliares com diferentes materiais.** Rio Grande do Sul: PUC-RS, 2016.

HAMMES, G.; DE SOUZA, E. D.; RODRIGUEZ, C. M. T.; MILLAN, R. H. R.; HERAZO, J. C. M. **Evaluation of the reverse logistics performance in civil construction.** Journal of Cleaner Production, 2019.

HOUGHTON, J.T.; JENKINS, G.J.; EPHRAUMS, J. **Climate change 1990: The IPCC scientific assessment.** Cambridge University Press, 1990.

LUCON, O.; DI GIULIO, G. M.; TRAVASSOS, L.; PICARELLI, S.; ET AL. **Planejando o futuro hoje: ODS 13, Adaptação e Mudanças Climáticas em São Paulo**. São Paulo: FAPESP; IEE-USP; FGV; Governo do Estado de São Paulo, 2019.

PACHAURI, R. K.; ALLEN, M. R.; BARROS, V. R.; BROOME, J.; CRAMER, W.; ET AL. **Climate Change 2014: Synthesis Report**. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2015.

SPIGNARDI, M. C. M. **Pegada de carbono na construção civil: Estudo de caso que evitou a emissão de mais de 62.000ton CO₂e e reestruturou o setor de madeira nativa certificada no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: ENGEMA, 2016.

