

GESTÃO DO RISCO CLIMÁTICO NAS ESTRATÉGIAS DE NEGÓCIOS DA NEOENERGIA

Prof. Emilio Lèbre La Rovere
Centro Clima/COPPE/UFRJ

Rio de Janeiro, 12 de Março/2020

- 1. Introdução: a Ciência da Mudança do Clima, suas Causas e seus Efeitos**
- 2. Principais Conceitos**
- 3. O Enfrentamento da Mudança Global do Clima**
 - A Convenção do Clima
 - O Protocolo de Quioto
 - O Acordo de Paris
- 4. O Brasil e as Mudanças do Clima**
- 5. Mudanças do Clima e o Setor Elétrico**
- 6. Proposta metodológica de incorporação do risco climático nas estratégias de negócios da Neoenergia**
- 7. Próximos Passos**

1. Introdução: A Ciência da Mudança do Clima, suas Causas e seus Efeitos

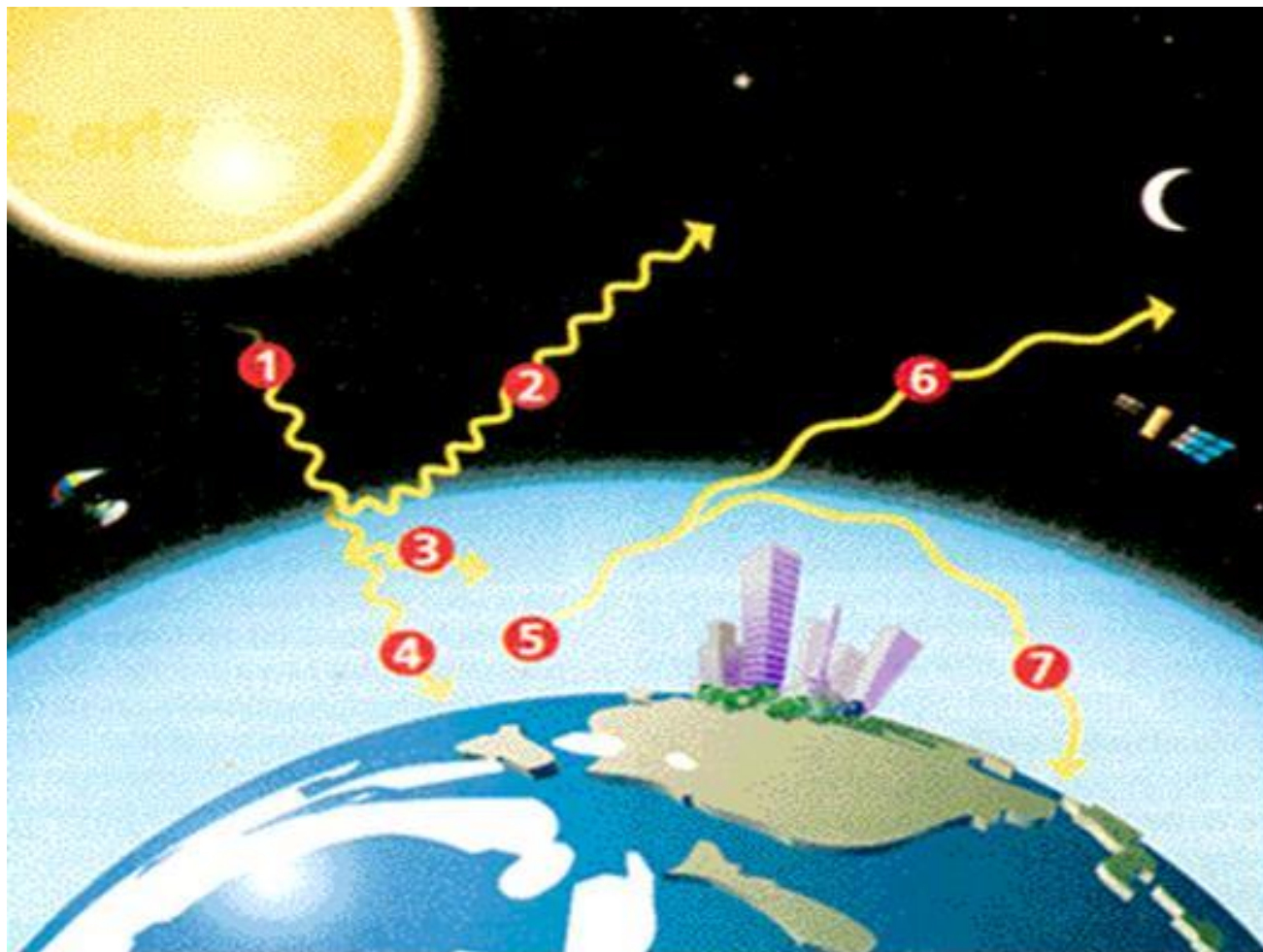


Figura O Efeito Estufa

Fonte: <http://www.nccnsw.org.au/member/cipse/context/>

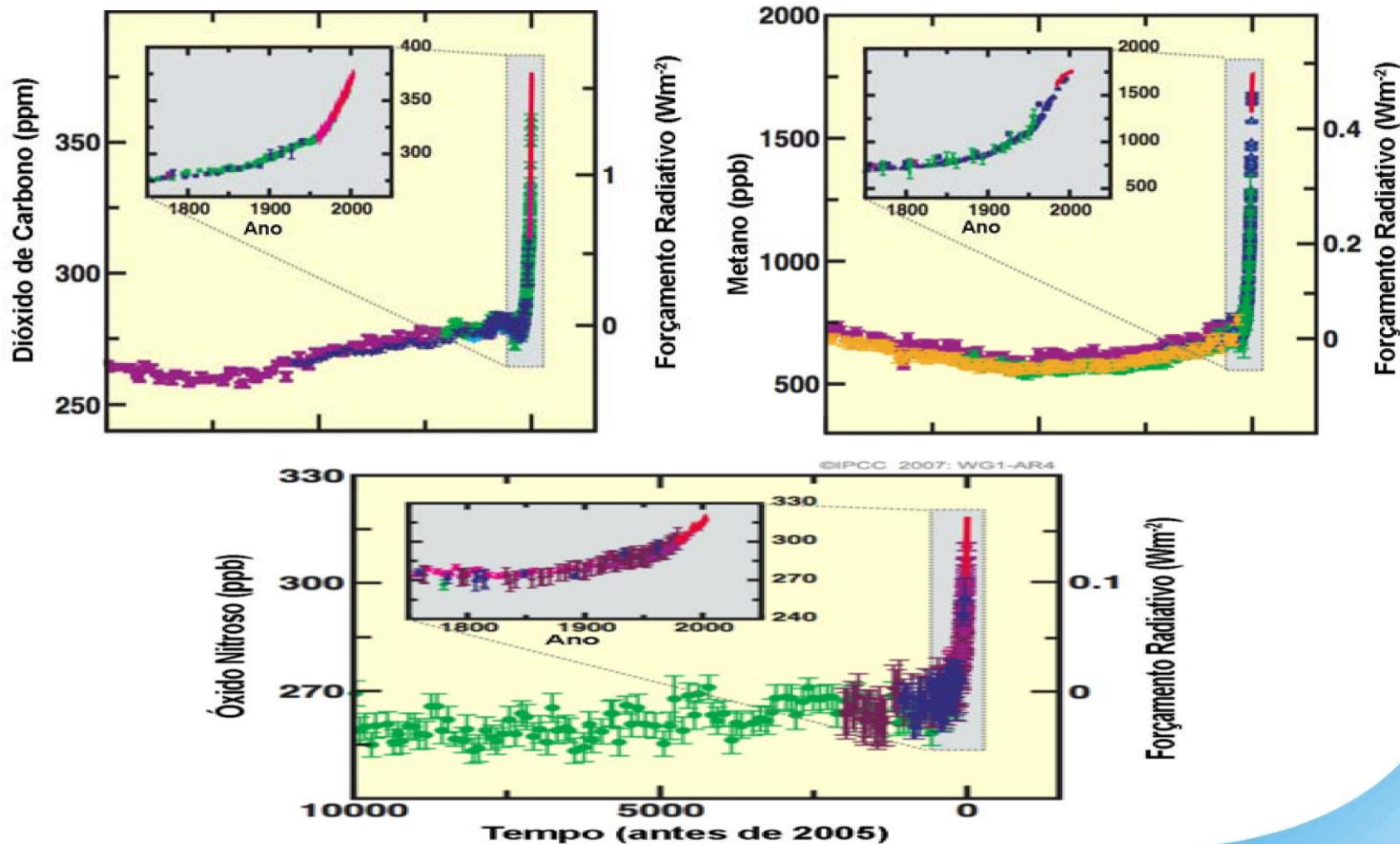
Características do Efeito Estufa

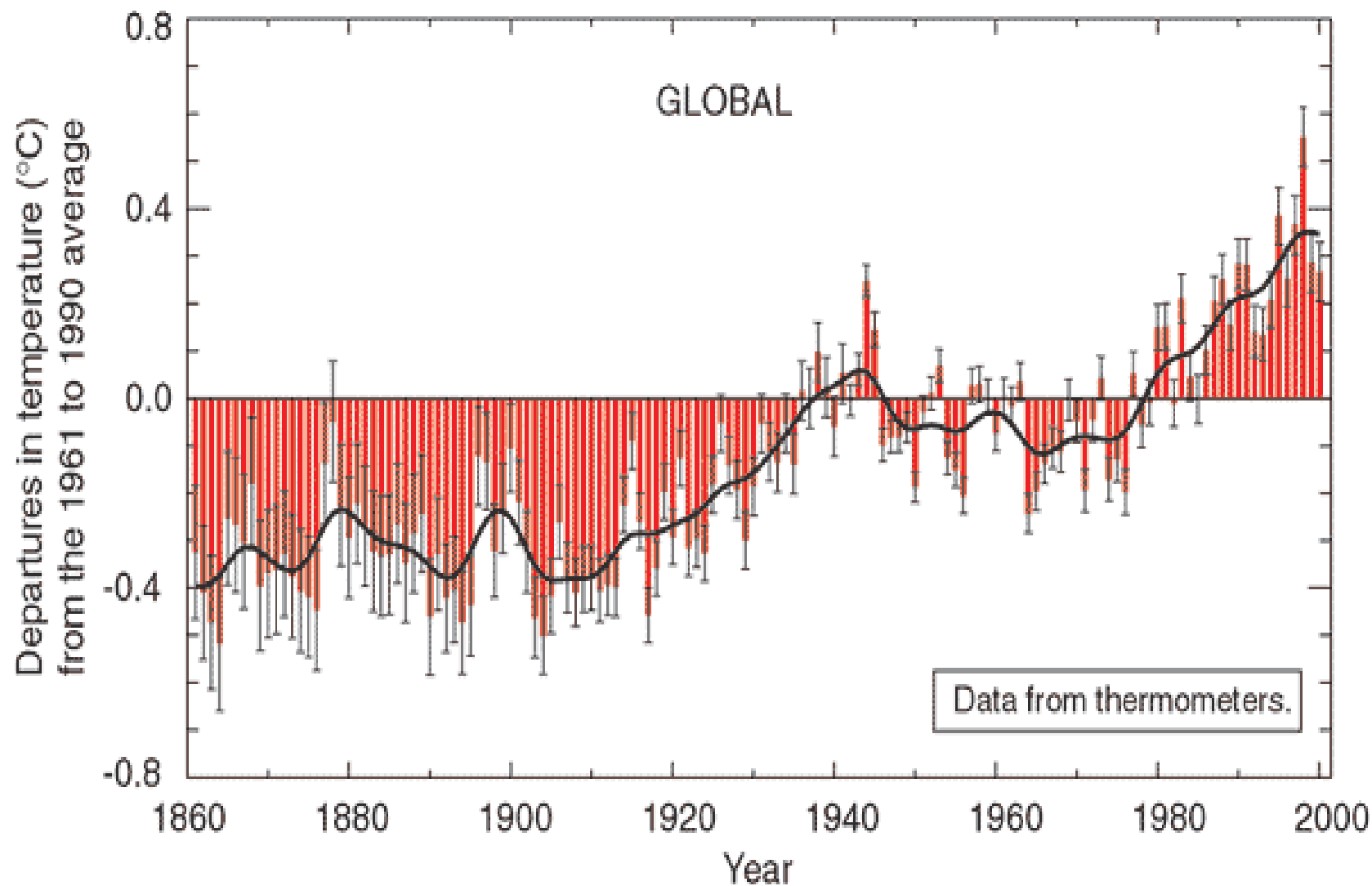
- Fenômeno natural independentemente da ação do homem
- Causado pela presença de determinados gases na atmosfera terrestre
- Sem ele a Terra não teria a temperatura adequada à vida
- A temperatura média do planeta, hoje em torno dos 15°C positivos, seria de aproximadamente 17°C negativos
- Sem ele, o planeta seria coberto de gelo e estaria sujeito a variações bruscas de temperatura entre a noite e o dia, como acontece na lua, por exemplo.

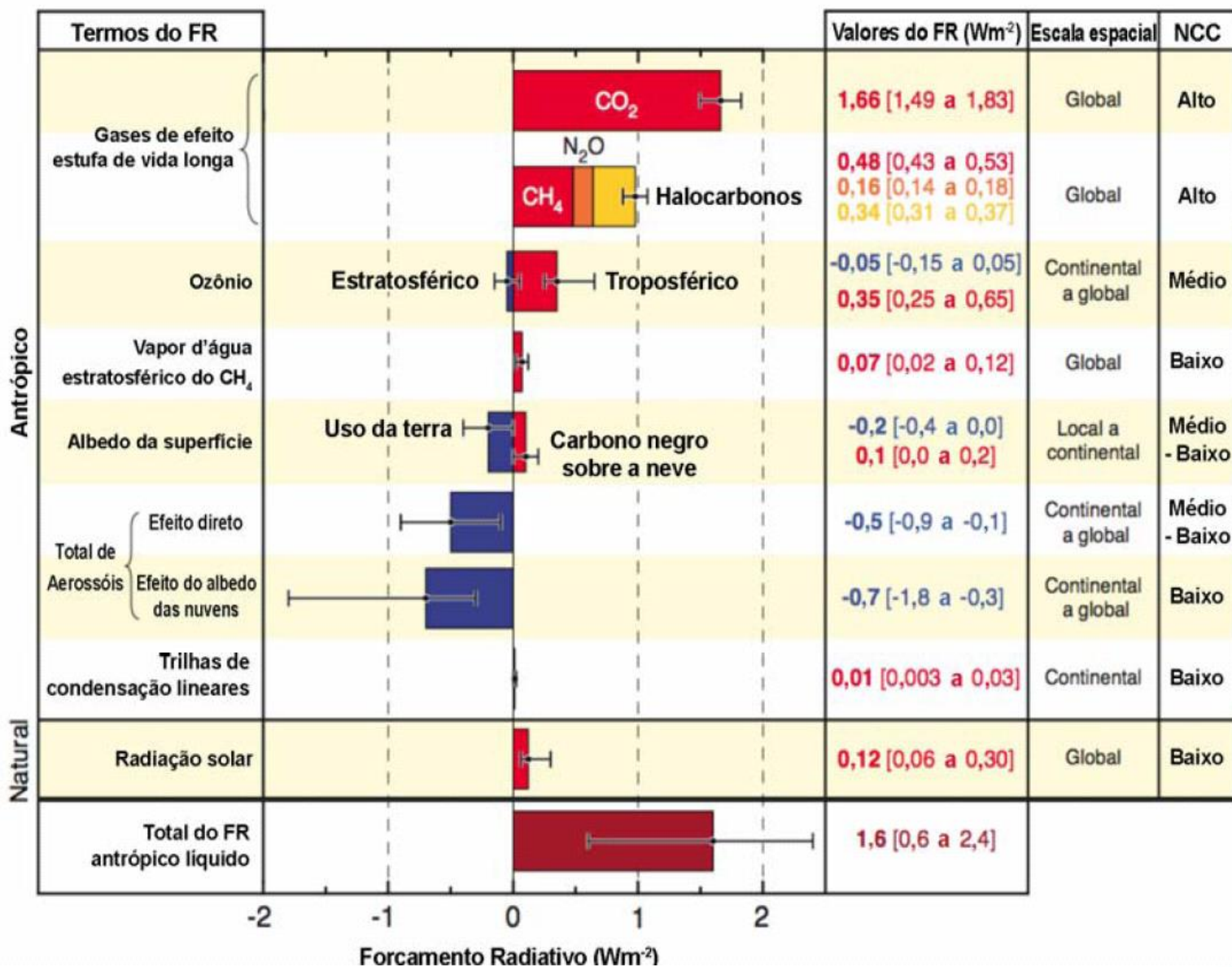
A Intensificação do Efeito Estufa

- Esta intensificação vem sendo denominada efeito estufa antrópico, ou seja, resultante das atividades humanas que causam emissões de gases de efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O, principalmente).
- Nos últimos 100 anos o aumento da temperatura média do nosso planeta, correspondente a cerca de 1,0°C, foi o maior dos últimos 1000 anos.
- As décadas de 90 e de 2000 foram as mais quentes, desde a segunda metade do século XX, o que representa uma forte evidência do processo de aquecimento global.
- Previsão de que a temperatura continue crescendo nos próximos 100 anos, no mínimo.
- No cenário mais otimista, estima-se que este aumento seja de 1,4°C, e no mais pessimista, de 5,8°C, até 2100.
- A variação da temperatura média da Terra desde a última era glacial até os dias de hoje (aproximadamente 12.000 anos) foi de cerca de 6°C.

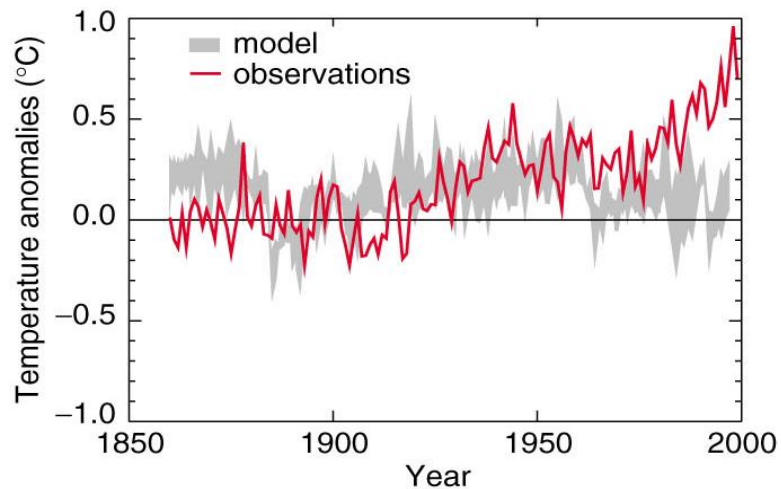
Mudanças nos Gases de Efeito Estufa a partir de Dados de Testemunho de Gelo e Dados Modernos



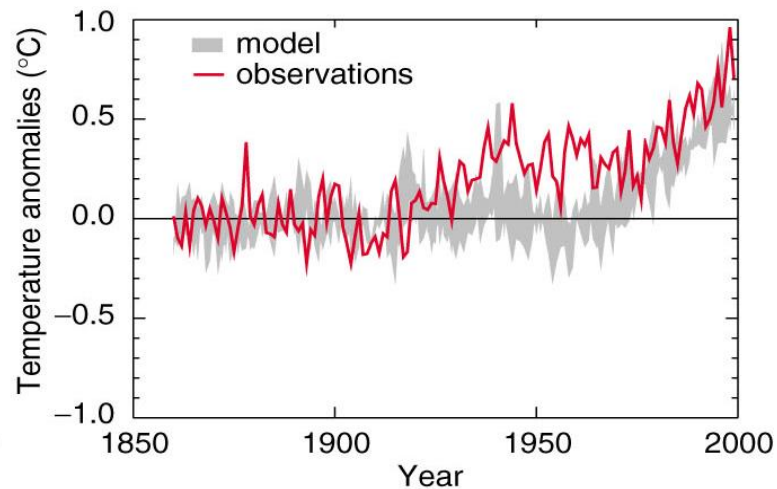




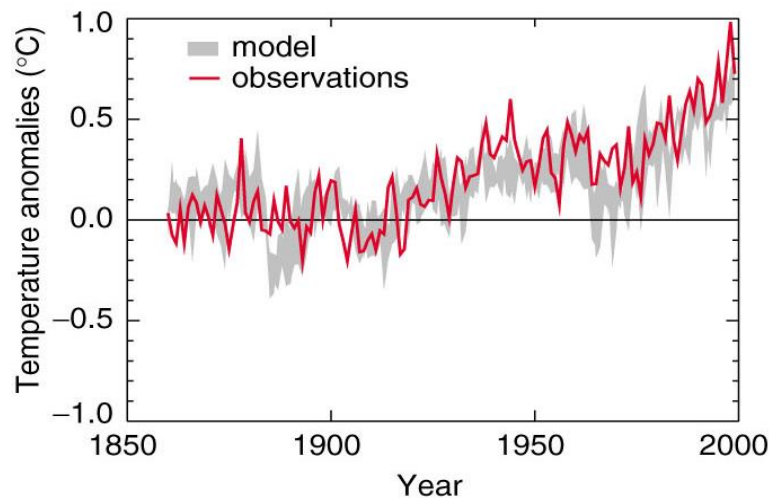
(a) Natural



(b) Anthropogenic

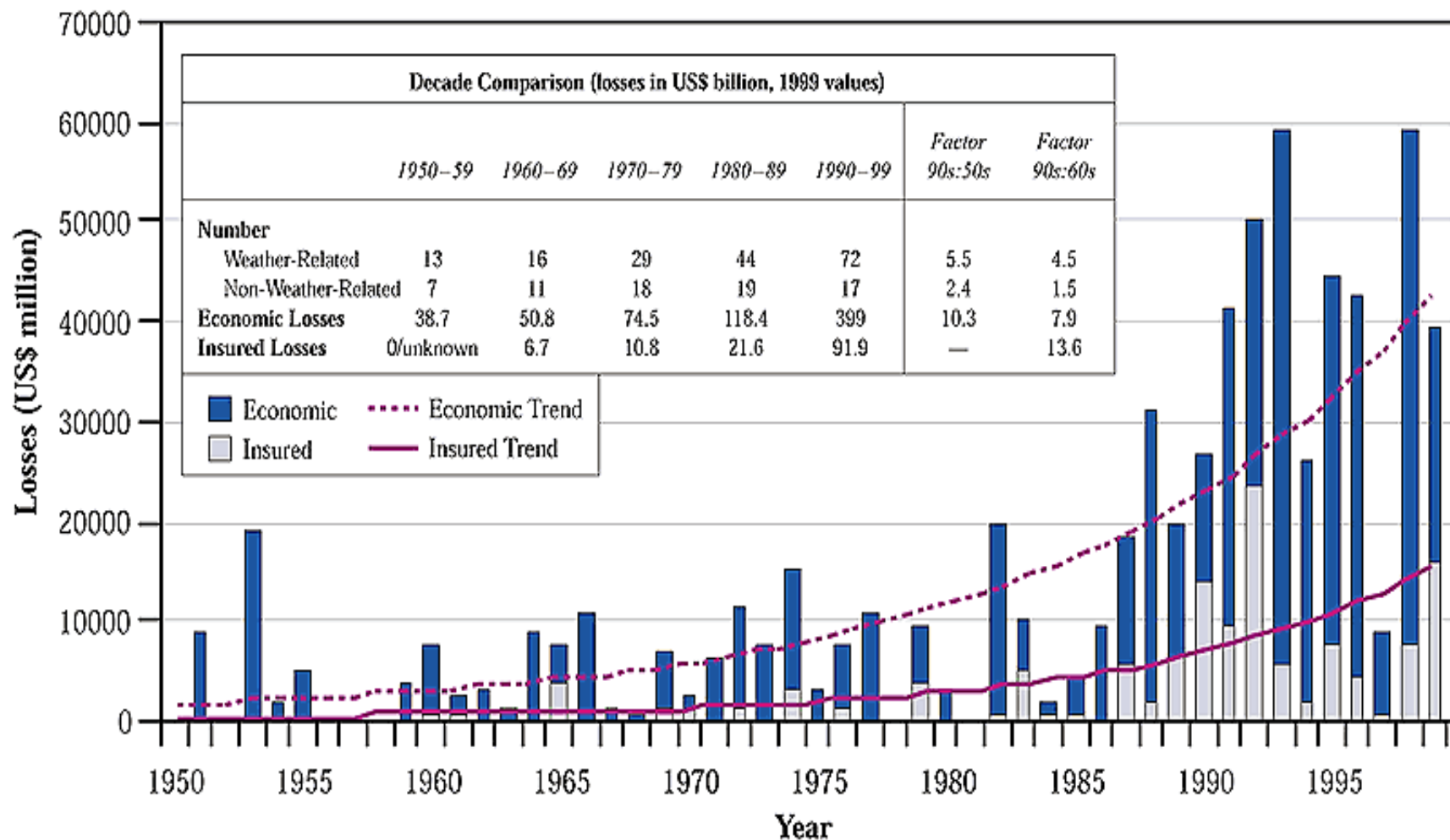


(c) All forcings



Algumas Consequências da Intensificação do Efeito Estufa

- Aumento da temperatura média do planeta,
- Mudanças no regime de chuvas,
- Intensificação de fenômenos extremos (tais como secas, inundações, furacões e tempestades tropicais),
- Elevação do nível dos oceanos,
- Derretimento parcial das geleiras e das calotas polares,
- Aumento da incidência de doenças transmissíveis por mosquitos e outros vetores (malária, febre amarela e dengue por exemplo),
- Desertificação, perda de áreas agriculturáveis,
- Perda de biodiversidade,
- Acirramento dos problemas relacionados ao abastecimento de água doce e
- Aumento de fluxos migratórios.



2. Principais Conceitos

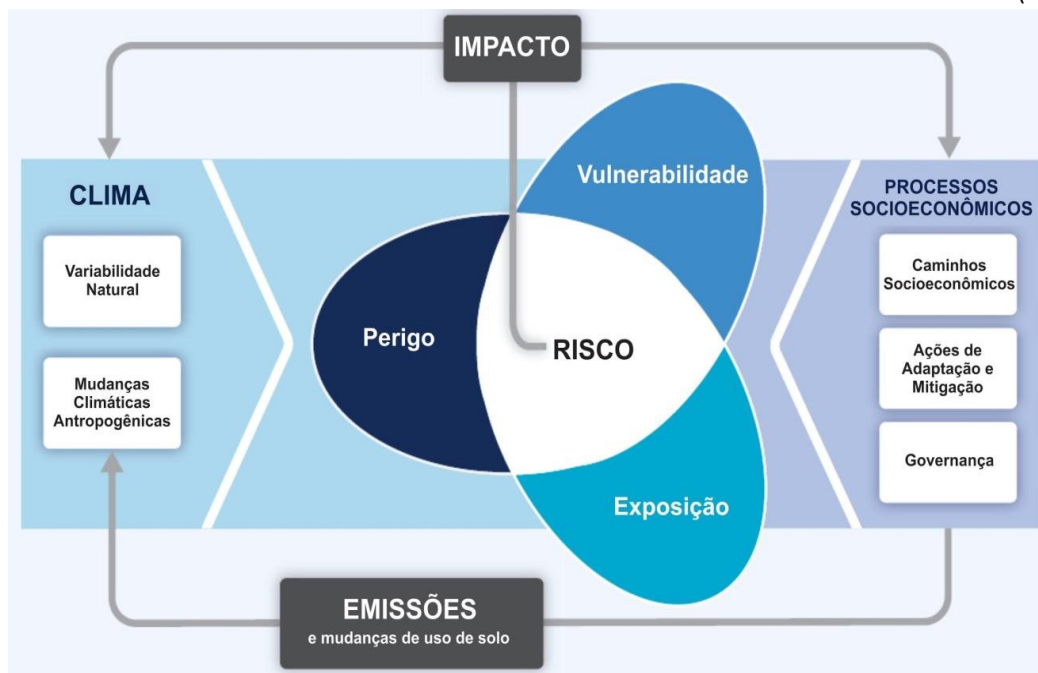
Conceitos (IPCC, 2014) 1/4

- **Variabilidade do clima** – mudança de curto prazo que expressa o modo como o clima flutua acima ou abaixo de um valor médio de longo prazo.
- **Mudanças do clima** – mudança do estado do clima identificada (e.g., usando testes estatísticos) por alterações na média e/ou na variabilidade de suas propriedades e que persiste por um período prolongado, tipicamente décadas ou mais.

Podem ser devidas a processos internos naturais ou forçamentos externos, como modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas e alterações antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra.
- **Mitigação** – intervenção humana para reduzir as fontes ou aprimorar os sumidouros de gases de efeito estufa (GEE).

Conceitos (IPCC, 2014) 2/4

IPCC (2014)



Perigo - estímulo externo adverso que gera pressão ou estresse em um sistema de interesse, levando a danos/desastres.

Exposição - presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, serviços ambientais e recursos, infraestrutura ou bens econômicos, sociais ou culturais em locais que podem ser afetados pelas mudanças climáticas, ou seja, locais que oferecem perigos climáticos.

Vulnerabilidade - propensão ou predisposição de um sistema a ser adversamente afetado. engloba uma variedade de conceitos e elementos, incluindo a **sensibilidade**, ou susceptibilidade ao dano, e a **falta de capacidade** para lidar com adversidades e se adaptar.

Risco - potencial para consequências onde algo de valor humano (incluindo pessoas) está em jogo e o resultado é incerto. Também representado como a **probabilidade de ocorrência de eventos perigosos** ou **tendências, multiplicado pelas consequências**, se estes eventos ocorrem.

Conceitos (IPCC, 2014) 3/4

- **Sensibilidade** - grau em que um sistema/espécie é afetado, negativa ou beneficamente, pela variabilidade das mudanças do clima.
- **Capacidade adaptativa** - habilidade de um sistema, instituição, pessoas e outros organismos de se ajustar a um determinado dano, capturando as oportunidades ou respondendo às consequências.
- **Adaptação** - processo de ajuste ao clima real ou esperado e seus efeitos. Nos sistemas humanos, a adaptação procura moderar danos ou explorar oportunidades benéficas. Nos sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar o ajuste ao clima esperado e seus efeitos.

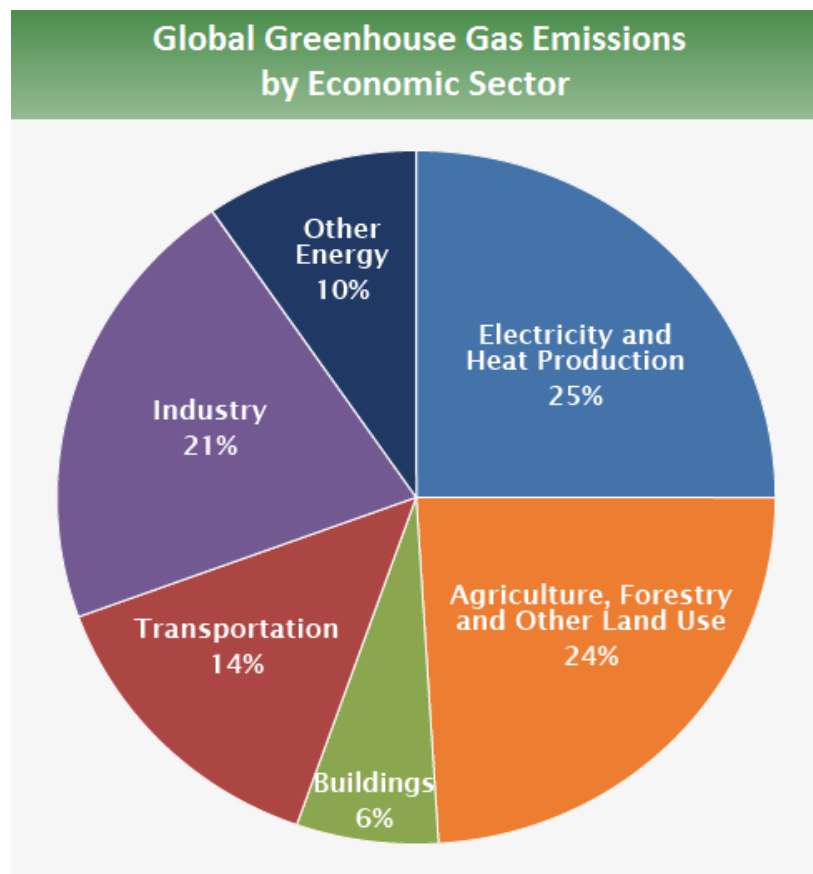
Conceitos (IPCC, 2014) 4/4

- **Modelo climático** - representação numérica do sistema climático com base nas propriedades físicas, químicas e biológicas de seus componentes, interações e processos de *feedback*, contabilizando todas ou algumas de suas propriedades conhecidas.
- **Projeção climática** - resposta simulada do sistema climático a um cenário de emissão ou concentração futura de gases de efeito estufa (GEE) e aerossóis, geralmente derivados de modelos climáticos.
- **Cenário climático** - representação plausível e, muitas vezes, simplificada do clima futuro, com base em um conjunto de relações climatológicas internamente consistente, construído para uso explícito na investigação das possíveis consequências das mudanças climáticas antropogênicas, servindo frequentemente de entrada para modelos de impacto.

3. O Enfrentamento da Mudança Global do Clima

Emissões globais por setores econômicos

Emissões globais em 2010: 49 Gt CO₂e
(bilhões de toneladas de CO₂ equivalente)



Agenda climática - Marcos históricos

1992	• Convenção adotada na sede das Nações Unidas, Nova York
2005	• Protocolo de Quioto entra em vigor
2007	• <u>COP 13/CMP 3 em Bali, Indonésia</u>
2009	• <u>COP 15/CMP 5 em Copenhague, Dinamarca</u>
2010	• <u>COP 16/CMP 6 em Cancún, México</u>
2011	• <u>COP 17/CMP 7 em Durban, África do Sul</u>
2012	• <u>COP 18/CMP 8 em Doha, Qatar</u>
2013	• <u>COP 19/CMP 9 em Varsóvia, Polônia</u>
2014	• <u>COP 20/CMP10 em Lima, Peru</u>
2015	• <u>COP 21/CMP 11 em Paris, França</u>

O Acordo de Paris = 12 páginas e 29 artigos:

- Manter o aumento da temperatura média global a menos de 2°C e de buscar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C (Objetivo Desejável);
- Atingir o pico global das emissões de gases de efeito estufa o mais rápido possível, reconhecendo que o pico levará mais tempo para as Partes dos países em desenvolvimento;
- Alcançar um equilíbrio entre as emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa na segunda metade deste século (Emissões Líquidas Zero);
- Estabelecer NDCs como fundamentos da ação climática global, com revisão periódica (“ratcheting up – apertando o cinto”);
- As Partes devem implementar medidas de mitigação nacionais, com o propósito de alcançar os objetivos de tais contribuições e
- Definição dos fundamentos da transferência internacional de resultados de mitigação e de um novo mecanismo de mercado - **Sustainable Development Mechanism (SDM)**.

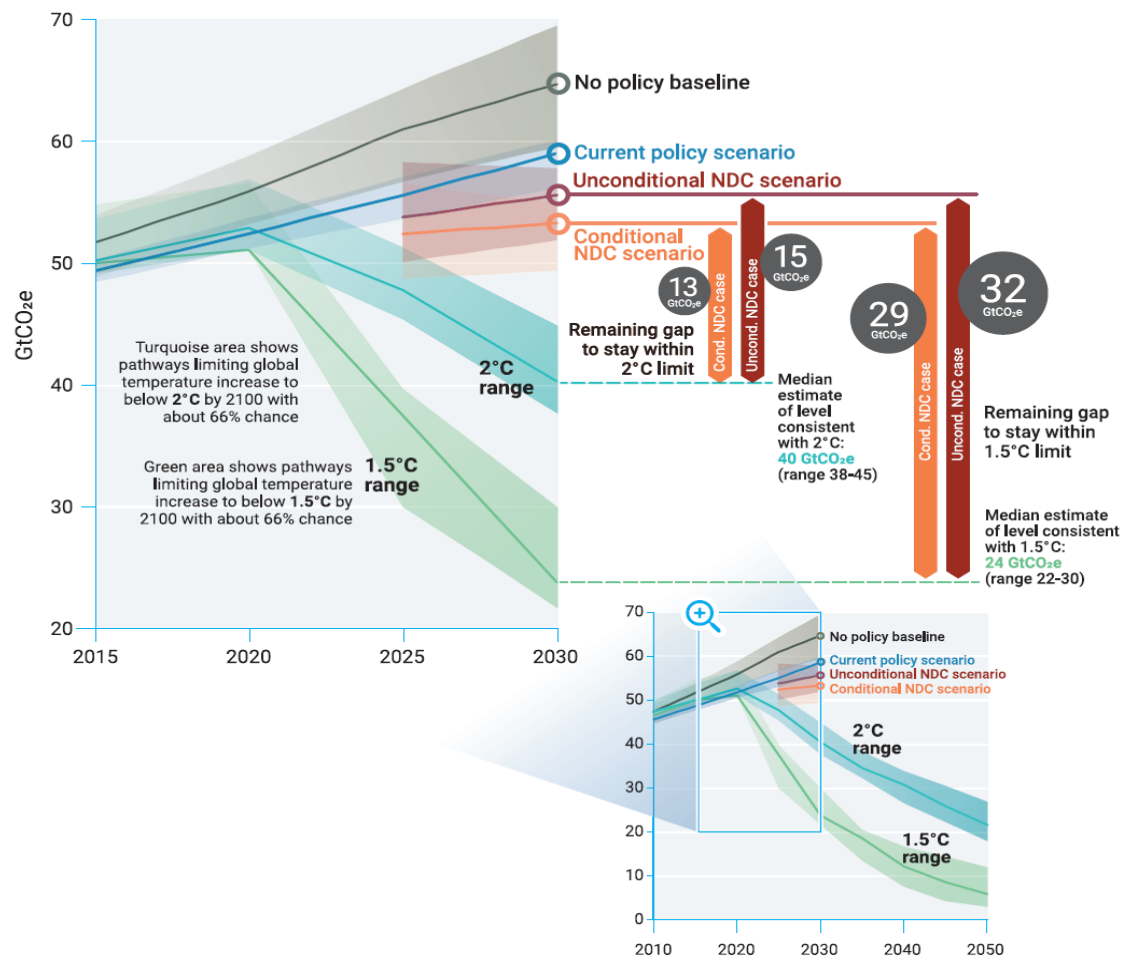
COP 21 – Paris, 2015 - Nationally Determined Contribution (todos os países) - Alguns países mais emissores:

País	Ano-base	Meta de redução	Ano-meta
China	2005	60-65% (intensidade de carbono do PIB)	2030
EUA	2005	26-28% (valor absoluto)	2025
EU	1990	40% (valor absoluto)	2030
India	2005	33-35% (intensidade de carbono do PIB)	2030
Russia	1990	25-30% (valor absoluto)	2030
Canadá	2005	30% (valor absoluto)	2030
Brasil	2005	37% (valor absoluto)	2025
		43% (valor absoluto)	2030

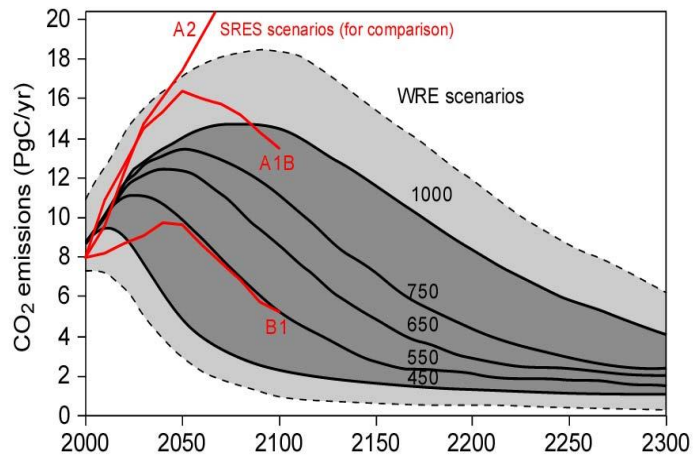
Emissions gap - Relatório UNEP 2018

Efeito das Políticas e NDC:

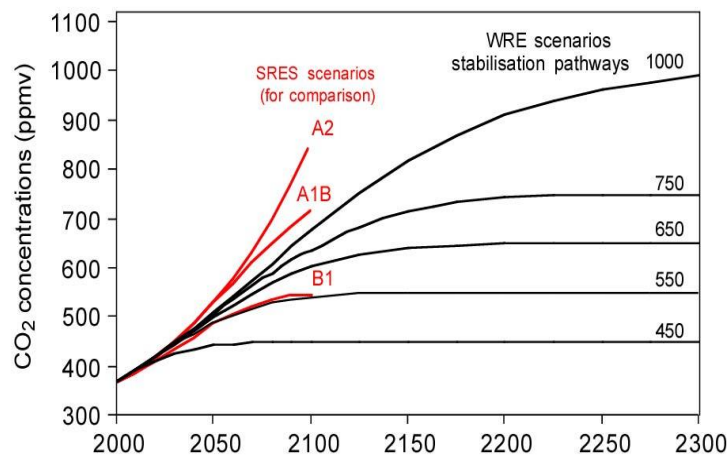
A transição energética global



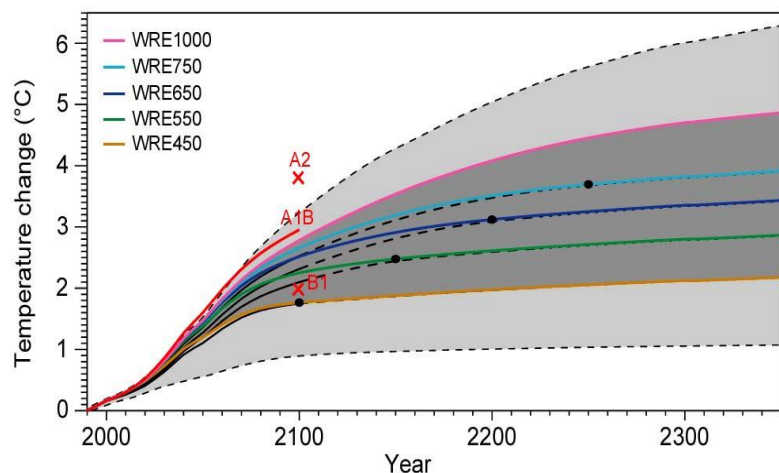
a) Projected emissions reduction necessary for CO₂ stabilisation



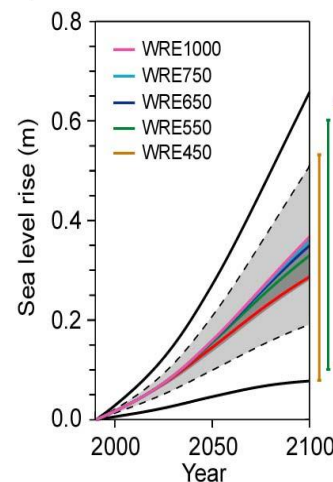
b) CO₂ stabilisation, WRE concentration pathways



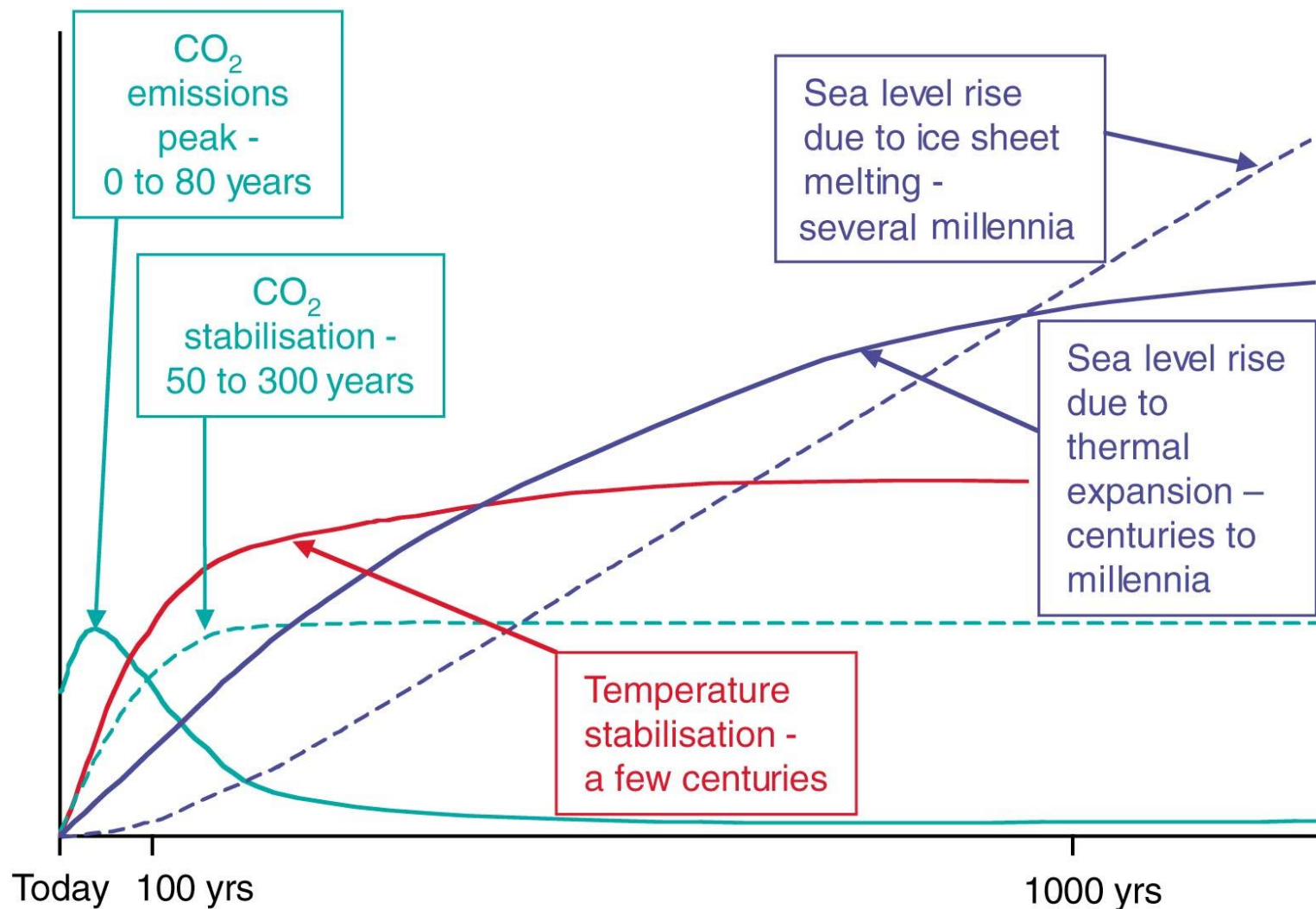
c) Temperature change



d) Sea level rise



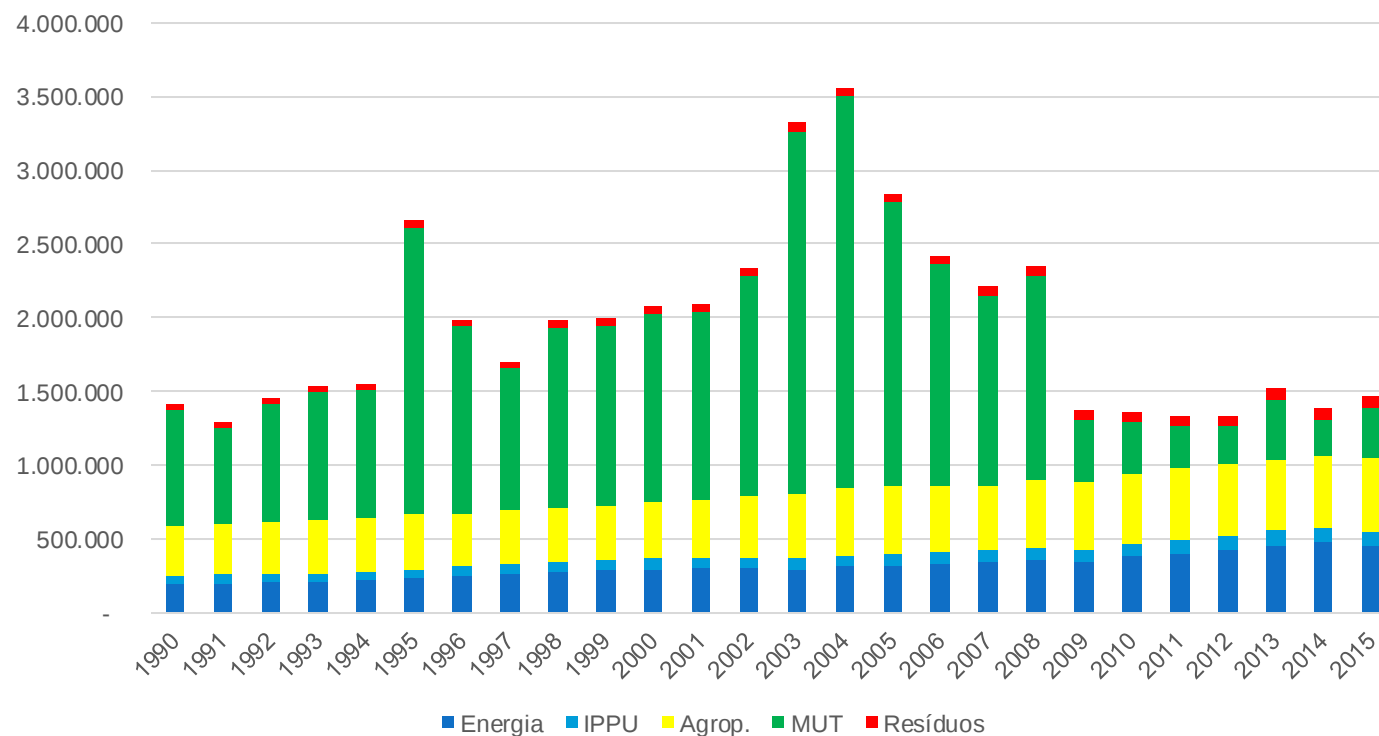
Outra possibilidade de avaliação de cenários é o estudo de estabilização da concentração de GEEs na atmosfera em valores determinados. Nesse sentido foram realizadas pelo IPCC, simulações prevendo a estabilização dessa concentração de CO₂ em valores variando de 450 a 1000 partes por milhão em volume (ppmv) desses gases na atmosfera. Os resultados podem ser vistos na Figura



4. O Brasil e as Mudanças do Clima

Evolução das Emissões Brasileiras

Emissões Líquidas – Gg CO₂e
(GWP – AR5)



Fonte: MCTI, 2017

Avaliação da Evolução das Emissões Brasileiras de GEE

Setores	Gg CO2e (GWP AR5)						Variação	
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2005-2010	2010-2015
Energia	190.590	228.612	289.723	320.480	378.200	452.543	18,0%	19,7%
IPPU	52.026	65.001	73.294	77.697	90.817	96.383	16,9%	6,1%
Agrop	337.635	371.772	385.026	459.693	472.738	496.143	2,8%	5,0%
MUT	797.418	1.946.932	1.276.262	1.921.714	355.010	337.702	-81,5%	-4,9%
Resíduos	36.144	43.534	52.255	61.354	69.356	82.373	13,0%	18,8%
TOTAL (emissões líquidas)	1.413.813	2.655.852	2.076.560	2.840.938	1.366.121	1.465.144	-51,9%	7,2%
MUT sem remoções	1.152.438	2.340.862	1.670.192	2.670.664	1.102.260	1.112.412	-58,7%	0,9%
TOTAL (emissões brutas)	1.768.833	3.049.782	2.470.490	3.589.888	2.113.371	2.239.854	-41,1%	6,0%

Fonte: a partir de MCTI, 2017

Mitigação das Emissões de GEE no Brasil

- Metas estabelecidas na Contribuição Nacionalmente Determinada – NDC que o Brasil apresentou como sua contribuição ao Acordo de Paris: redução das emissões nacionais em relação ao nível de 2005 :
 - 37% -> 1,3 Gt CO₂e em 2025
 - 43% -> 1,2 Gt CO₂e em 2030.
- Desafio atual: aplicar políticas e medidas de mitigação setoriais, para redução/remoção de emissões de GEE, e acompanhar o progresso de sua implantação e do cumprimento das metas.

Perspectivas de Médio Prazo: Cenários do Estudo (2018/2019) do Centro Clima / COPPE/UFRJ para o CBC e a ICAT - *Initiative for Climate Action Transparency*

- Cenário A: tendências atuais de emissões de GEE, incluindo as metas quantificadas e medidas definidas nas NDCs do Brasil.
- Cenário B: inclui várias ações de mitigação propostas pelo Forum Brasileiro de Mudanças do Clima - FBMC com mais ênfase no setor AFOLU – Agricultura, Florestas e Uso do Solo.
- Cenário C: inclui outro conjunto de ações de mitigação proposto pelo FBMC com menos ênfase em AFOLU e mais ênfase nos demais setores.

Resumo das Premissas do Cenário Econômico

- Demografia:
 - Projeção da população alinhada com IBGE
 - Pico no começo da década de 2040 e depois cai lentamente
 - População total em idade ativa atinge pico em meados da década de 2030
 - Participação da população em idade ativa começa a cair já em na década de 2020
- Petróleo:
 - Alinhado com cenário de preços baixos da Agência Internacional de Energia
 - Preço do barril de petróleo: constante em 80US\$/barril a partir de 2018
 - Viabiliza o pré-sal, mas contabiliza suas receitas de modo conservador
- Macroeconomia:
 - Divisas originadas das exportações do pré-sal usadas para importação de bens de capital
 - Aumento da produtividade da economia brasileira
 - Balança comercial equilibrada (saldo próximo de zero)
 - Taxa de câmbio constante em 3,15 R\$/US\$ (2015)
 - Taxa de crescimento do PIB:
 - 2018-2020: 2,5% a.a., 2020-2030: 3,2% a.a.

Perspectivas de Atingimento das Metas da NDC no Setor de Oferta de Energia em 2030

Métrica	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Meta
% de biodiesel + etanol na matriz	18,7%	21,0%	23,7%	18,0%
% renováveis na matriz	43,9%	46,9%	50,4%	45,0%
% renováveis na matriz, exceto hidrelétricas	31,8%	34,9%	38,0%	28,0%
% de energia elétrica proveniente de renováveis, exceto hidrelétricas	23,3%	23,4%	24,8%	23,0%

Emissões por Setores - Mt CO ₂ e	2005	2010	2015	2020	2025	2005 - 2025	2030	2005 - 2030
AFOLU								
Cenário A	2.381	828	935	899	887	-63%	894	-62%
Cenário B				679	500	-79%	320	-87%
Cenário C				741	614	-74%	533	-78%
Transportes								
Cenário A	144	178	203	208	223	54%	247	71%
Cenário B				204	211	46%	218	51%
Cenário C				201	193	34%	175	21%
Indústria								
Cenário A	141	163	170	178	199	42%	222	58%
Cenário B				171	184	31%	197	40%
Cenário C				166	171	22%	178	26%
Outros setores de energia								
Cenário A	46	47	47	51	54	17%	54	19%
Cenário B				51	54	19%	54	20%
Cenário C				51	54	19%	54	20%
Oferta de energia								
Cenário A	69	81	122	97	113	64%	131	89%
Cenário B				96	111	60%	129	87%
Cenário C				95	107	55%	119	73%
Resíduos								
Cenário A	60	71	91	102	115	92%	128	114%
Cenário B				101	104	74%	116	93%
Cenário C				100	95	59%	105	74%
Total								
Cenário A	2.841	1.367	1.568	1.535	1.591	-44%	1.675	-41%
Cenário B				1.302	1.164	-59%	1.034	-64%
Cenário C				1.354	1.235	-57%	1.164	-59%

5. Mudanças do Clima e o Setor Elétrico

Pontos Importantes

- **Na elaboração do PNA foram considerados 11 setores**, representados pelos órgãos governamentais competentes, como o de Infraestrutura – Energia:
Nos últimos anos, o Brasil avançou na implementação de medidas de adaptação, especialmente no que diz respeito à diversificação da matriz energética e a expansão do sistema de transmissão, dotando o setor de maior segurança energética frente aos efeitos adversos da mudança do clima (MMA, 2017).
- **Diretrizes específicas para o setor de Infraestrutura – Energia (MMA, 2017), exemplo:**
Promover maior envolvimento das instituições do setor elétrico ao tema de adaptação visando, quando aplicável, a adequação das políticas institucionais a novos parâmetros climáticos.
- **Estudos do MMA – Modelos de Interação entre Governo e Setor Privado; Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC); Plataformas AdaptaClima e LatinoAdapta.**
- **Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) – Câmara Temática de Energia e Mudança do Clima.**

Estado da arte sobre adaptação às mudanças do clima relacionado à geração de energia termoeleétrica

Vulnerabilidades do Setor Elétrico às Mudanças do Clima

Riscos associados às mudanças do clima em usinas termelétricas:

- **Geração:**
 - ✓ *Aumento da Temperatura do Ar*
 - ✓ *Aumento da Temperatura da Água*
 - ✓ *Aumento da Temperatura do Ar e da Água*
 - ✓ *Elevação Relativa do Nível Médio do Mar*
 - ✓ *Eventos Climáticos Extremos*
 - ✓ *Mudanças no Padrão Pluviométrico*

Aumento médio de temperatura ambiente (°C)	Redução de eficiência estimada (%)	Fonte
5,5	3 e 4	Neumann & Price, 2009
5,0	0,34	URS, 2010
2,8 a 3,4	0,8	ICEM, 2010
1,0	2,3	Linnerud et al., 2010
1,0	0,6 a 0,7	Davcock et al., 2004
1,0	0,3 a 0,5	Maulbetsch & Di Filippo, 2006

Vulnerabilidades do Setor Elétrico às Mudanças do Clima (cont.)

Riscos associados às mudanças do clima em usinas termelétricas:

- **Linhas de Transmissão**
 - ✓ *Aumento da Temperatura do Ar*
 - ✓ *Alteração do Regime de Ventos*
 - ✓ *Elevação Relativa do Nível Médio do Mar*
 - ✓ *Eventos Climáticos Extremos*
 - ✓ *Mudanças no Padrão Pluviométrico*
 - ✓ *Aumento da Incidência de Raios*

Evento	Risco climático específico para LT	Evento
Aumento da temperatura do ar e ondas de calor	• Queda de eficiência da conversão térmica, aumento das perdas de energia; • Redução da capacidade de transmissão de energia.	Aumento da temperatura do ar e ondas de calor
Alterações na densidade do ar	• Intervenção no desempenho em função do efeito do campo elétrico nas proximidades.	Alterações na densidade do ar
Aumento da intensidade de ventos	• Danificação das instalações com riscos à integridade das linhas.	Aumento da intensidade de ventos
Aumento dos níveis de descargas atmosféricas	• Alteração no desempenho do isolamento elétrico, com consequências para a confiabilidade do sistema.	Aumento dos níveis de descargas atmosféricas
Estiagens prolongadas em regiões secas	• Aumento de partículas depositadas nas cadeias de isoladores nos intervalos entre chuvas, potencializando o desgaste de materiais e curto circuito.	Estiagens prolongadas em regiões secas
Aumento no padrão de precipitações e inundações	• Dano a equipamentos das subestações.	Aumento no padrão de precipitações e inundações

Vulnerabilidades do Setor Elétrico às Mudanças do Clima (cont.)

Considerações Relevantes:

- As mudanças do clima podem impactar o setor elétrico como um todo, desde a produção e transporte de combustíveis fósseis para as usinas, passando pela geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.
- O entendimento das vulnerabilidades dos ativos às mudanças do clima é fundamental para um eficiente gerenciamento do risco climático e planejamento das medidas de adaptação.
- As principais vulnerabilidades das usinas termelétricas às mudanças do clima nas etapas da geração e transmissão estão relacionadas ao aumento da temperatura do ar e da água, elevação do nível médio relativo do mar, eventos climáticos extremos, mudanças no padrão pluviométrico, alteração do regime de ventos e aumento da incidência de raios.
- Diversas medidas podem contribuir para a adaptação das usinas termelétricas aos impactos da mudança do clima, divididas dentre melhorias físicas e estruturais de componentes do sistema, a medidas de planejamento e modificação operacionais, avaliadas caso a caso.

6. Proposta metodológica de incorporação do risco climático nas estratégias de negócios da Neoenergia

- **Apoio ao Projeto Piloto de Adaptação da TERMOPE**
 - **Iniciativas de Apoio Acadêmico**

1. Estratégia da incorporação do risco climático

○ **Objetivo Geral:**

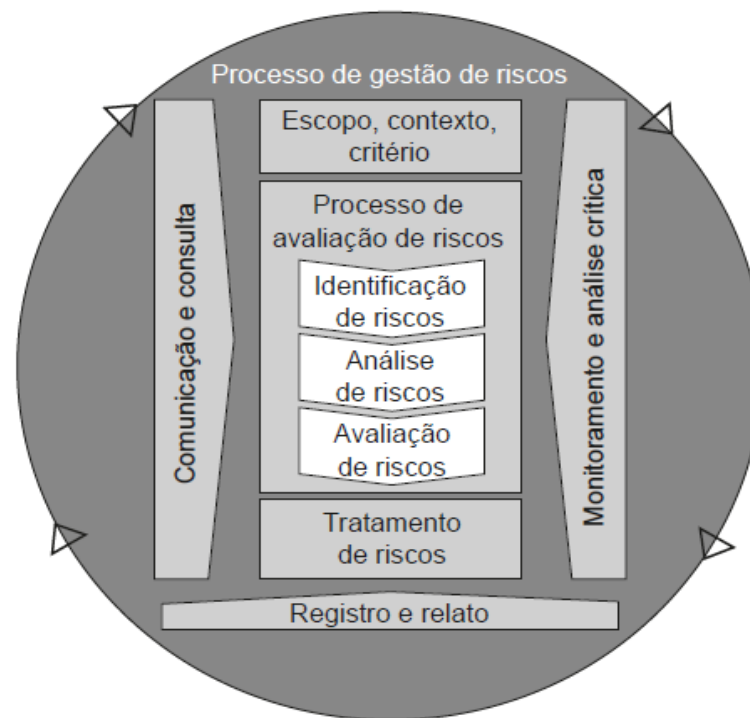
Fornecer subsídios para a incorporação do risco climático nas estratégias de negócios da Neoenergia, com base na estruturação de um plano de adaptação às mudanças do clima.

○ **Objetivos Específicos e produtos:**

- Realizar **levantamento do estado de conhecimento sobre adaptação** às mudanças do clima no setor de termoeletricidade – **Produto 1.**
- Elaborar um **Plano de Adaptação às mudanças do clima para a TERMOPE** – **Produto 2.**
- Desenvolver **proposta metodológica para a incorporação do risco climático** nas estratégias de negócios da Neoenergia – **Produto 3.**

Metodologia

- A avaliação de risco climático baseia-se no **método qualitativo**, uma vez que não há dados apropriados e sistematizados sobre os componentes da avaliação (processo de geração e transmissão de energia elétrica).
- O déficit de conhecimento é compensado por estimativas fundamentadas: **conhecimento dos especialistas das equipes Termope e Centro Clima**.
- Optou-se por **atribuir valores de referência das escalas nominais** para determinar o perigo, a exposição, a sensibilidade e capacidade adaptativa.



Fonte: ABNT NBR ISO 31000 (2018)

2. Atividades de apoio acadêmico

○ **Objetivos específicos**

- Promover **interação de alunos da UFRJ com situações reais** das atividades do Grupo Neoenergia.
 - Desafios Neoenergia
- **Sensibilizar e Capacitar** as partes interessadas internas da Neoenergia e Termope sobre o tema mudanças do clima.
 - Palestras
 - Webinars
 - Workshop

EQUIPE

EQUIPE CENTRO CLIMA

NOME	FUNÇÃO	QUALIFICAÇÃO
Emilio Lèbre La Rovere	Coordenador do projeto	Professor Titular do Programa de Planejamento Energético – PPE/COPPE/UFRJ (D.Sc)
Paulo Cesar Colonna Rosman	Análise hidrodinâmica da captação e descarte de água de UTE	Professor Titular do Programa de Engenharia Oceânica e Costeira – PENO/COPPE/UFRJ (Ph.D)
Claudio Freitas Neves	Processos costeiros	Professor Associado do Programa de Engenharia Oceânica e Costeira – PENO/COPPE/UFRJ (Ph.D)
Heliana Vilela de Oliveira Silva	Metodologia de adaptação	Pesquisador Sênior do Centro Clima (D.Sc)
Silvia B. Schaffel	Incorporação do risco climático na estratégia de negócios	Pós-doutoranda do PPE (D.Sc)
Denise da Silva de Sousa	Metodologia de adaptação	Pesquisador Sênior do Centro Clima (D.Sc)
Giovannini Luigi	Cenarização do clima	Pesquisador Sênior do Centro Clima (D.Sc)
Jônatas Cavalcanti Teixeira	Estagiário	Graduando em Engenharia Ambiental da Poli/UFRJ
Fundação Coppetec	Administração financeira, legal e contábil	-

OBRIGADO!

Prof. Emilio Lèbre La Rovere
Centro Clima/COPPE/UFRJ

Tel.: + 55 (21) 3938-8805
emilio@ppe.ufrj.br