

Instituto Nacional de Ciência Tecnologia para Mudanças Climáticas Fase 2 (INCT MC Fase 2)

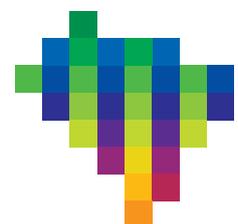
CNPq 465501/2014-1
FAPESP 2014/50848-9
CAPES 88887.136402-00INCT

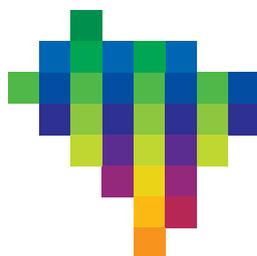
Observatório da ATTO (Torre Alta da Amazônia), de 325 m de altura, para estudar o intercâmbio atmosfera-biosfera de gases traços e aerossóis. Isso é usado como uma plataforma para desvendar novos processos focados em aerossóis e nuvens (veja Seção 9.5 para maiores informações)

INCT PARA MUDANÇAS CLIMÁTICAS FASE 2
2017.2019 | RELATÓRIO DE ATIVIDADES | BRASIL

Novembro 2019

INCTMC2
INCT para Mudanças
Climáticas · Fase 2





INCT^{MC2}
INCT para Mudanças
Climáticas · Fase 2

INCT para Mudanças Climáticas Fase 2 – Relatório de Atividades 2017-2019

Coordenação Geral

Jose A. Marengo

Vice Coordenação Geral

Tercio Ambrizzi

Organização, elaboração, revisão e didática de textos

Josiane Rosa, Ana Paula Soares

Editoração Eletrônica

Magno Studio

Pesquisadores líderes

Jose A. Marengo, CEMADEN

Tercio Ambrizzi, IAG USP

Alexandre Szklo, COPPE UFRJ

Antonio Amorim, UNICAMP

Eduardo Assad, EMBRAPA

Eduardo Mendiondo, EESC USP

Eduardo Haddad, FEA USP

Elizabeth Rangel, FIOCRUZ

Ênio B. Pereira, CCST INPE

Jose Feres, IPEA

Marta Barata, UFMG

Mercedes Bustamante, UnB

Paulo Artaxo, IF USP

Paulo Nobre, CPTEC INPE

Roberto Schaeffer, COPPE UFRJ

Regina Alvala, CEMADEN

Regina Rodrigues, UFSC

Sergio Margulis, IPEA, Way Carbon

Sin C. Chou, CPTEC INPE

Susana Dias, UNICAMP

Ulisses Confalonieri, UFMG, FIOCRUZ

Sede

Centro Nacional de Monitoramento e
Alerta de Desastres Naturais-CEMADEN

Estrada Dr Altino Bondesan Nº. 500

Distrito Eugênio de Melo

São Jose dos Campos/SP

CEP: 12.247-016

Telefones: +55 (12) 3205-0112

www.cemaden.gov.br

Apoio



Parcerias



INCT para Mudanças Climáticas Fase 2

2017.2019 | RELATÓRIO DE ATIVIDADES, BRASIL



Apresentação

O Brasil tem grande parte de sua economia dependente dos recursos naturais (ou seja, agricultura, recursos hídricos, biodiversidade, energias renováveis, áreas costeiras, saúde, megacidades etc.), que de forma direta ou indireta vão ser afetados pelas mudanças do clima, particularmente dos extremos. As mudanças ambientais globais, especialmente mudanças climáticas, podem impor ameaça significativa ao desenvolvimento sustentável do país e à sua segurança pública. O Brasil tem como objetivo a longo prazo o desenvolvimento social-econômico-político- ambiental, assim como o de reduzir injustiças sociais e regionais. Isso gera uma série de desafios sobre como gerenciar os abundantes recursos naturais e o que deve ser distribuído à população em forma sustentável, mesmo em situações ambientais extremas.

O estabelecimento de uma agenda científica em mudanças globais, relevante para o Brasil e para América do Sul, mas com ramificações regionais representam o objetivo da Rede CLIMA e do FAPESP PPFMCG e também os objetivos do INCT para Mudanças Climáticas que terminou em 2014 e novo do INCT para Mudanças Climáticas Fase 2 que deverá terminar em 2023. Esses programas constituem os pilares científicos do Plano Brasileiro em Mudanças Climáticas, Plano Nacional de Adaptação e de planos similares dos estados, e irão prover os fundamentos do conhecimento científico e das inovações tecnológicas para lidar com problemas complexos da governança do Sistema Terrestre, sendo que esta agenda se aplica na interface das mudanças ambientais e desenvolvimento regional.

Consideramos que este projeto será um pilar à implementação de uma agenda científica ambiental com aplicações práticas na definição de políticas públicas ambientais. Um resultado central deste projeto será aumentar o entendimento dos impactos e riscos das mudanças climáticas para o presente e futuro, fazendo uso do estado da arte em modelagem climática para geração de cenários futuros de clima.

Este projeto irá estimular o desenvolvimento da educação em nível de pós-graduação em mudanças ambientais globais no Brasil. Estima-se que durante seus 6 anos de duração, o projeto irá apoiar dezenas de estudantes de doutorado e mestrado, na maior parte das instituições participantes, inclusive capacitar novos programas. Em termos de relevância social, o projeto irá contribuir para o estabelecimento de políticas de mitigação e adaptação para enfrentar as mudanças climáticas no Brasil, uma vez que é reconhecido que tais políticas devem ser guiadas por informações científicas de alta qualidade. Em associação com programas estaduais e federais de pesquisas em mudanças climáticas, espera-se que se configure o contexto para que estas iniciativas se constituam nos pilares da pesquisa e desenvolvimento (P&D) do Plano Nacional de Mudanças Climáticas ao Brasil.

Jose A. Marengo

*INCT para Mudanças Climáticas Fase 2
CEMADEN*



Índice

INCT PARA MUDANÇAS CLIMÁTICAS FASE 2
RELATÓRIO DE ATIVIDADES

2017.2019

08

Introdução

10

Objetivos e metas

11

Coordenação

12

Coordenadores de cada componente do INCT MC Fase 2

14

Estrutura organizacional

16

Contextualização e importância do projeto

18

Integração entre as subcomponentes do projeto

19

Contribuições científicas e análise da situação atual e pretendida

23

Formação de Recursos Humanos

25

Principais resultados do INCT MC Fase 2 por subcomponente de 2017 a 2019

26

Segurança alimentar

28

Segurança hídrica

30

Segurança energética

32

Desastres naturais, áreas urbanas, infraestrutura física e desenvolvimento urbano

36

Impactos nos ecossistemas brasileiros frente às mudanças de uso da terra e à biodiversidade

38

Saúde e mudanças climáticas

42

Economia e impactos em setores-chave

44

Modelagem do sistema terrestre e produção de cenários futuros de clima para estudos de vulnerabilidade, impactos e adaptação

46

Comunicação, disseminação de conhecimento e educação para a sustentabilidade

49

Instituições participantes

50

Conclusões e recomendações

Introdução

O INCT para Mudanças Climáticas Fase 2 (INCT MC Fase 2) visa implementar e desenvolver uma abrangente rede de pesquisas interdisciplinares sobre mudanças globais e sustentabilidade. Baseia-se na cooperação entre aproximadamente 30 grupos de pesquisa de todas as regiões do Brasil e 4 grupos internacionais de pesquisa, envolvendo em sua totalidade cerca de 350 pesquisadores, estudantes e colaboradores, constituindo-se em uma das maiores redes de pesquisa ambiental no Brasil.

A agenda científica do INCT MC Fase 2 fornece condições ótimas para que o país desenvolva excelência científica em várias áreas de pesquisa relacionadas às mudanças ambientais globais e suas implicações para o desenvolvimento sustentável, principalmente considerando-se que a economia dos países em desenvolvimento está fortemente associada a recursos naturais renováveis, como é o caso do Brasil. A ênfase nos impactos das mudanças climáticas globais na agricultura, saúde, energias renováveis, desenvolvimento urbano e desastres naturais como temas centrais integrados à modelagem ambiental, à economia e à comunicação desses impactos à sociedade, comunidade científica e setor acadêmico, empresas e governo pode contribuir para manter a excelência das

atividades de ciência, tecnologia e inovação como eixo de desenvolvimento ambiental sustentável, com caráter integrador.

Assim, o INCT MC Fase 2 permite que os impactos das mudanças ambientais globais possam ser avaliados do ponto de vista econômico, usando projeções de clima futuro. Possibilita também que todos os resultados dessas pesquisas possam ser apresentados e comunicados à sociedade e governos de uma forma clara e objetiva, possibilitando maior compreensão pelos tomadores de decisão, visando à elaboração de políticas públicas para enfrentar os desafios presentes e futuros.

A estrutura do INCT MC Fase 2 foi pensada de modo a facilitar a articulação entre um grande número de universidades, instituições de pesquisa e instituições operacionais nacionais e mesmo internacionais, buscando formar uma rede virtual. Essa decisão é de cunho orçamentário. Considerando que os recursos financeiros a serem utilizados por um considerável número de projetos são finitos, a maior parte do orçamento vem sendo empregada para maximizar as interações entre grupos e instituições, fomentando atividades integradas. Essa estratégia considera que, atualmente,



existem recursos financeiros e oportunidades de financiamento na área de mudanças climáticas e ambientais globais no Brasil. A rede de pesquisa gerada pelo INCT MC Fase 2 com certeza será mais efetiva na procura de recursos orçamentários, preparando e submetendo projetos integrados e interdisciplinares.

O programa do INCT MC Fase 2 baseia-se nos resultados científicos e tecnológicos do INCT para Mudanças Climáticas (INCT-MC), que no período de 2009-2014 abordou e desenvolveu estudos de: base científica das mudanças ambientais globais; impactos, adaptação, vulnerabilidade; mitigação; e esforços de inovação tecnológica em modelos do sistema climático, geo-sensores e sistema de prevenção de desastres naturais. O INCT-MC teve a participação de mais de 400 pesquisadores do Brasil e de 18 países, e interagiu com vários outros INCTs. Mais informações sobre o INCT-MC podem ser obtidas em: <http://inct.ccst.inpe.br/>.

Este novo INCT MC Fase 2 deve ser considerado como uma continuidade do INCT-MC, assim como uma aplicação dos seus principais resultados. Entre os principais legados científicos do INCT-MC podemos mencionar a grande contribuição científica para os relatórios do IPCC AR5 e o

Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), e também o reforço científico da Rede Clima. O INCT MC Fase 2 vincula-se estreitamente a outras redes de pesquisa em mudanças climáticas, em níveis federal e estadual. Em primeiro lugar, está diretamente associado à Rede Clima (redeclima.ccst.inpe.br) - um programa do MCTIC - e sua estrutura irá cobrir os aspectos científicos e tecnológicos de interesse dessa Rede. Ele igualmente está associado a vários programas de pesquisa em mudanças climáticas, em particular ao Programa FAPESP de Pesquisas em Mudanças Climáticas Globais (PFPMCG), e às redes de pesquisa em São Paulo INCLINE (Núcleo de Apoio a Pesquisa em Mudanças Climáticas) e CEPED (Centro de Estudos e Pesquisas sobre Desastres), coordenadas pela USP.

Este projeto compreende a transferência de conhecimento por meio de instrumentos que não se limitam aos artigos científicos, mas preveem também a produção de material audiovisual, ferramentas web e outras soluções que permitam a educação científica da população, aumentando o impacto da ciência brasileira e possibilitando maior inserção internacional do Brasil em negociações ambientais.

Objetivos e metas

- Implementar e desenvolver uma abrangente rede de pesquisas interdisciplinares sobre mudanças ambientais globais e sustentabilidade.
- Desenvolver ações visando avaliar a adaptação às mudanças ambientais globais e à transição para a sustentabilidade, representando as trajetórias de vulnerabilidade e resiliência e propondo formas de adaptação a essas mudanças, principalmente no âmbito das decisões na esfera política.
- Integrar a ciência com a educação, desde o ensino fundamental até a pós-graduação.
- Proporcionar uma visão geral das questões relacionadas à sustentabilidade e à responsabilidade socioambiental e corporativa, a fim de facilitar a participação ou mesmo a implementação de atividades em diferentes áreas de gestão de instituições públicas e privadas e seu relacionamento com os tomadores de decisão e governantes.
- Manter a excelência das atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação como eixo estrutural do desenvolvimento ambiental sustentável, com caráter integrador e inovador.
- Transferir conhecimento utilizando instrumentos que não se limitam a artigos científicos, mas preveem também a produção de material audiovisual, ferramentas web e outras soluções que permitam o desenvolvimento de uma cultura científica na sociedade, aumentando o impacto da ciência brasileira e possibilitando maior inserção internacional do Brasil em negociações ambientais.
- Desenvolver uma agenda de pesquisa em mudanças ambientais globais para identificar e entender os impactos atuais da variabilidade climática nos sistemas naturais e humanos no Brasil.
- Ampliar e expandir o escopo dos estudos sobre mudanças ambientais globais e seus impactos em setores importantes para a economia do Brasil.
- Engajar e educar a sociedade, visando aumentar a resiliência nos seus diversos setores.
- Sensibilizar a percepção pública da ciência e tecnologia em relação às mudanças ambientais globais e impactos na sociedade.
- Contribuir de forma proeminente para a pesquisa e desenvolvimento do Plano Nacional sobre Mudança do Clima e do Plano de Ação Nacional de Combate à Seca e à Desertificação, em parceria com programas de pesquisa federais, estaduais e internacionais sobre mudanças ambientais globais.
- Produzir publicações e modelar dados que possam ser usados para fornecer contribuições científicas para o IPCC AR6, relatórios especiais do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas e a Quarta Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC e estudos Internacionais, como da Rede de Oficinas de Cambio Climático RIOCC e da colaboração com os países MERCOSUL e BRICS.

Coordenação

Coordenador: José A. Marengo, Pesquisador
Nível 1-A CNPq, CEMADEN, São José dos
Campos, SP

Vice-coordenador: Tercio Ambrizzi, Pesquisador
Nível 1-A CNPq, IAG USP, São Paulo, SP

Comitê Gestor

NOME	ÁREA DE ATUAÇÃO	INSTITUIÇÃO	E-MAIL
José Antonio Marengo	Coordenador do projeto. Modelagem climática, avaliações de impactos e vulnerabilidade	CEMADEN	jose.marengo@cemaden.gov.br
Tercio Ambrizzi	Vice-coordenador. Climatologia, estudos climáticos, segurança hídrica	IAG-USP	ambrizzi@model.iag.usp.br
Paulo Nobre	Modelagem oceânica e acoplada oceano-atmosfera	CPTEC- INPE	pnobre@cptec.inpe.br
Roberto Schaeffer	Energia e mudanças climáticas	COPPE- UFRJ	roberto@ppe.ufrj.br
Paulo Eduardo Artaxo Neto	Física ambiental, Amazônia, mudanças climáticas	IF-USP	artaxo@if.usp.br
Eduardo Mario Mendiondo	Hidrologia e Segurança hídrica	EESC-USP	emm@sc.usp.br
Ulisses E C Confalonieri	Saúde e mudanças climáticas	CEDEPLAR/ UFMG e FIOCRUZ	uconfalonieri@gmail.com
Eduardo Haddad	Economia das mudanças climáticas	FEA- USP	ehaddad@usp.br

Todos os membros do Comitê Gestor (CG) também são coordenadores dos Laboratórios Associados. A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) são também Laboratórios Associados. Estes constituem-se em centros cujos membros fazem parte do CG mas não integram o grupo que submeteu a proposta. O desenvolvimento do projeto é monitorado por um Comitê Científico (CC), constituído pelos coordenadores das subcomponentes (temas) e das atividades transversais.

Coordenadores de cada componente do INCT MC Fase 2

CARGOS	COORDENADORES (INSTITUIÇÃO, ESTADO)	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO PROJETO
Coordenador	J. Marengo (CEMADEN, SP)	Coordenação do projeto, modelagem climática, avaliações de impactos e vulnerabilidade, extremos, adaptação, líder do CG e CC.
Vice-coordenador	T.Ambrizzi (IAG-USP, SP)	Vice-coordenador do projeto, climatologia, estudos climáticos, segurança hídrica, membro do CG e CC.

SUBCOMPONENTES OU TEMAS INTEGRATIVOS/ TRANSVERSAIS	COORDENADORES (INSTITUIÇÃO, ESTADO)	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO PROJETO
Segurança hídrica	E. Mendingo (EESC-USP, SP)	Hidrologia, segurança hídrica, avaliações de risco, coordenador de subcomponente, membro do CG.
	S. Montenegro (UFPE, PE)	Modelagem hidrológica em áreas urbanas e rurais no semiárido brasileiro, coordenador de subcomponente.
Segurança alimentar	E. D. Assad (EMBRAPA, SP)	Segurança alimentar, modelagem agrícola, coordenador de subcomponente.
Segurança energética	R. Schaeffer (COPPE UFRJ, RJ)	Energia e mudanças climáticas, coordenador de subcomponente e membro do CG.
	E. B. Pereira (CCST-INPE, SP)	Energias renováveis, energia e mudanças climáticas. Cenários de energia eólica e potencial solar, coordenador de subcomponente.
	A. Szklo (COPPE-UFRJ, RJ)	Energia e mudanças climáticas, coordenador de subcomponente.
Saúde	U. Confalonieri (UFMG-FIOCRUZ, MG)	Saúde e mudanças climáticas, vulnerabilidade e saúde climática, coordenador de subcomponente, membro do CG.
	E. Rangel (FIOCRUZ, RJ)	Saúde e comunicação social, educação, coordenador de subcomponente.
Economia e impactos em setores-chave	E. Haddad (FEA-USP, SP),	Economia das mudanças climáticas, coordenador de tema integrativo, membro do CG.
	S. Margulis (IPEA, DF; Way Carbon, MG)	Economia das mudanças climáticas, coordenador de tema integrativo.
	J. Feres (IPEA, DF),	Economia das mudanças climáticas, coordenador de tema integrativo.



SUBCOMPONENTES OU TEMAS INTEGRATIVOS/ TRANSVERSAIS	COORDENADORES (INSTITUIÇÃO, ESTADO)	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO PROJETO
Comunicação, difusão de conhecimento e educação para sustentabilidade	A. Amorim (UNICAMP, SP)	Linguagens, comunicação científica, coordenador de tema integrativo.
	S. Dias (UNICAMP, SP)	Educação – conhecimento e arte, coordenador de tema integrativo.
Modelagem do sistema terrestre e produção de cenários futuros de clima para estudos de vulnerabilidade, impactos, adaptação e resiliência	P. Nobre (CPTEC-INPE, SP)	Desenvolvimento de modelo oceânico e acoplado oceano-atmosfera, BESM – Brazilian Earth System Model, coordenador de tema integrativo, membro do CG.
	S. Chou (CPTEC-INPE, SP),	Modelagem climática regional, cenários futuros de mudanças climáticas de alta resolução, coordenador de tema integrativo.
Desastres naturais, áreas urbanas, infraestrutura física e desenvolvimento urbano	R. Alvalá (CEMADEN, SP)	Desastres naturais, avaliações de impactos e riscos, coordenador de tema integrativo.
	R. Rodrigues (UFSC, SC)	Desastres naturais, zonas costeiras, coordenador de tema integrativo.
	M. Barata (FIOCRUZ, RJ)	Mudanças climáticas e desenvolvimento urbano, cidades resilientes, coordenador de tema integrativo.
Impactos nos ecossistemas brasileiros frente às mudanças do uso da terra e à biodiversidade	P. Artaxo (IF-USP, SP)	Física ambiental, Amazônia, coordenador de tema integrativo, membro do CG.
	M. Bustamante (UNB, DF)	Inventários de emissões de gases de efeito estufa, estudos na região do Cerrado, coordenador de subcomponente.

Estrutura organizacional

O INCT-MC Fase 2 tem a sua Secretaria Executiva sediada no CEMADEN, em São José dos Campos. Considerando os objetivos do INCT MC Fase 2, foi montada uma estrutura que consiste em seis linhas temáticas ou subcomponentes (Figura 1):

- Segurança alimentar
- Segurança hídrica
- Segurança energética
- Saúde
- Desastres naturais, áreas urbanas, infraestrutura física e desenvolvimento urbano

- Impactos nos ecossistemas brasileiros frente às mudanças de uso da terra e à biodiversidade

Essas subcomponentes estão conectadas por três temas integrativos ou transversais:

- Economia e impactos em setores-chave
- Modelagem do sistema terrestre e produção de cenários futuros de clima
- Comunicação de risco, divulgação de conhecimento científico e educação para sustentabilidade.

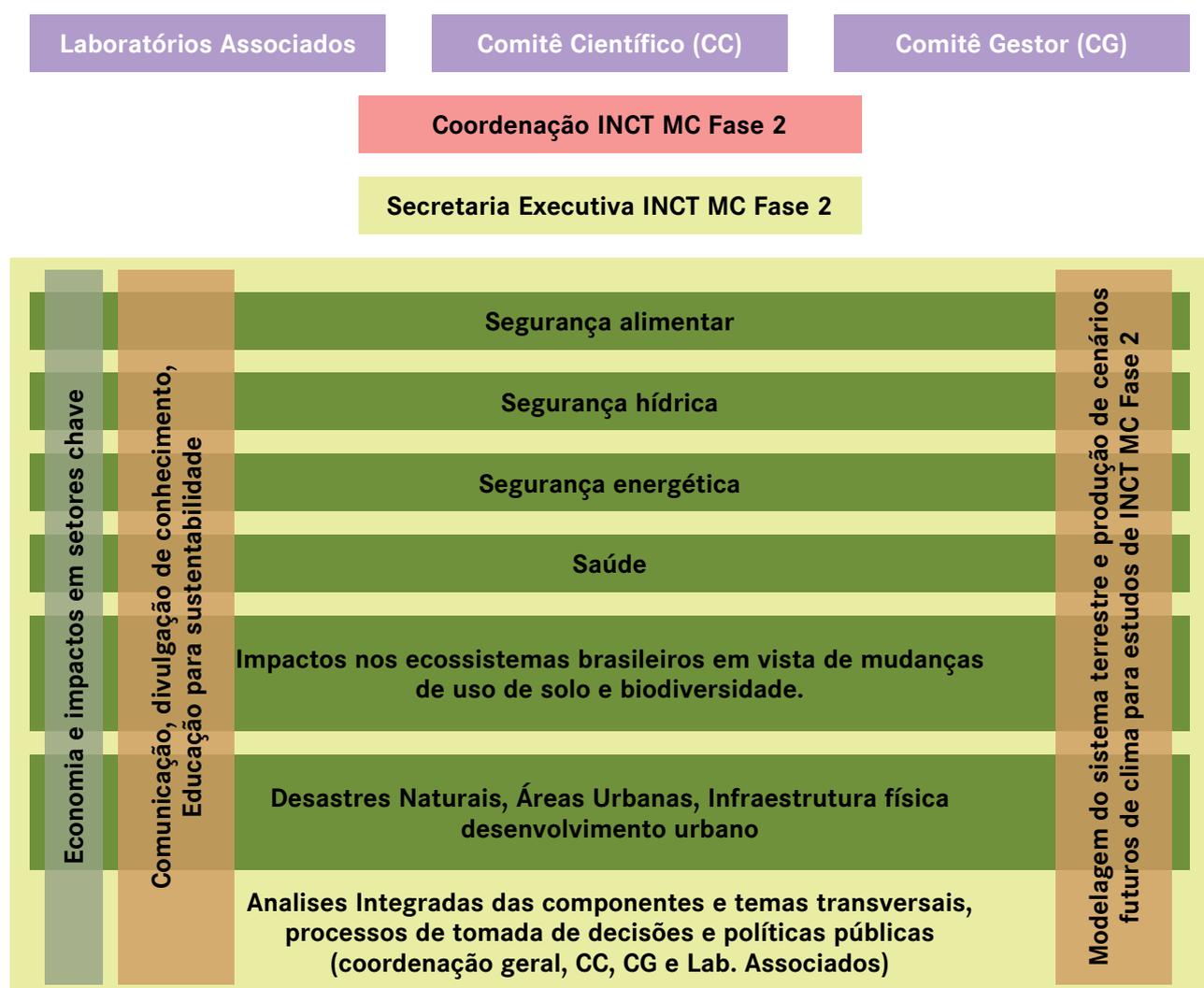


Figura 1 - Estrutura do INCT MC Fase 2

A Figura 2 exibe a abrangência nacional e internacional do projeto e mostra que há vários grupos de pesquisa consolidados e não consolidados que se beneficiarão da participação nessa rede de pesquisas. O projeto tem estreita colaboração com outros INCTs e redes de pesquisa nacional e internacional ligados aos temas de mudanças ambientais globais e sustentabilidade, e espera gerar produtos científicos que possam ajudar em estudos de grande porte como os do IPCC e PBMC, e também nas negociações ambientais internacionais.

A ciência das mudanças globais é internacional por natureza e vai além de geração de

conhecimento científico, chegando a análises de impactos, vulnerabilidade, adaptação, com o objetivo de formar e criar resiliência às mudanças ambientais globais e extremos e permitir um desenvolvimento sustentável.

O INCT MC Fase 2 busca envolver um número significativo de pesquisadores de altíssima qualificação, provenientes de centros internacionais de excelência científica e trabalhando em mudanças ambientais globais, impactos-vulnerabilidade-adaptação-transformação, resiliência e desenvolvimento sustentável de vários países, alguns da América do Sul, e outros da América do Norte, Europa e Austrália.

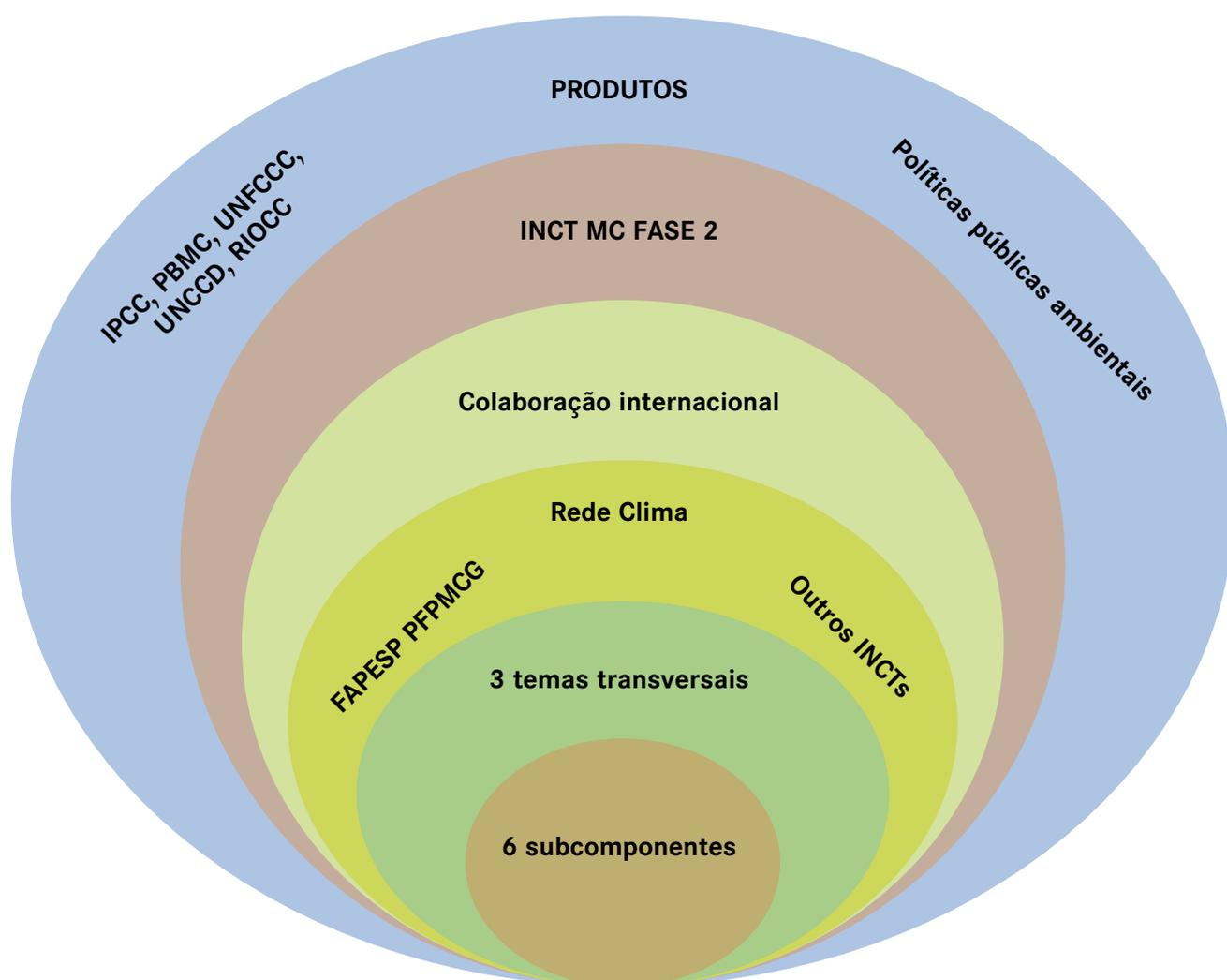


Figura 2 - Abrangência nacional e internacional do projeto

Contextualização e importância do projeto

O INCT MC Fase 2 se encaixa nas diretrizes IV, V, VI, XI e XII da Política Nacional sobre Mudança de Clima (PNMC) (<http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobremudanca-do-clima>). A PNMC foi instituída pela Lei Nº 12.187, de 2009:

IV-Estratégias integradas de mitigação e adaptação à mudança de clima nos âmbitos local, regional e nacional.

V-Estímulo e apoio à participação dos governos federal, estadual, distrital e municipal, assim como do setor produtivo, do meio acadêmico e da sociedade civil organizada, no desenvolvimento e na execução de políticas, planos, programas e ações relacionados a mudanças de clima.

VI-Promoção e desenvolvimento de pesquisas científico-tecnológicas e difusão de tecnologias, processos e práticas orientados a: a) mitigar a mudança do clima por meio da redução de emissões antrópicas por fontes e do fortalecimento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa; b) reduzir as incertezas nas projeções nacionais e regionais futuras de clima; c) identificar vulnerabilidades e adotar medidas de adaptação.

XI-Aperfeiçoamento da observação sistemática e precisa do clima e as suas manifestações no território nacional e nas áreas oceânicas contíguas.

XII-Promoção da disseminação de informações, da educação, da capacitação e conscientização pública sobre mudança de clima.

As subcomponentes e os temas transversais estão integrados pelas ações voltadas à avaliação da adaptação às mudanças ambientais e à transformação para a sustentabilidade, de forma a refletir as vulnerabilidades e resiliências e propor trajetórias e caminhos em adaptação a tais mudanças, principalmente no que se refere à tomada de decisão na esfera política. Também propomos um “casamento” da ciência gerada por este projeto com a educação, desde o nível básico até a pós-graduação.

O projeto permite ainda que os impactos das mudanças globais sejam analisados a partir do ponto de vista econômico, usando projeções de clima futuro, além de possibilitar que todos os resultados dessas pesquisas possam ser apresentados e comunicados à sociedade e aos governos de uma forma clara, objetiva e precisa. Uma comunicação eficiente possibilitará uma melhor compreensão pelos tomadores de decisão para que elaborem políticas públicas para enfrentar os desafios presentes e futuros das mudanças globais.

A definição mais aceita para os termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável é a seguinte: um desenvolvimento capaz de



suprir as necessidades da sociedade atual, sem comprometer a capacidade de atender às futuras gerações. Para ser alcançado, o desenvolvimento sustentável depende de planejamento e do reconhecimento de que os recursos naturais são finitos. Esse conceito representa uma nova forma de desenvolvimento econômico que leva em conta o meio ambiente. O projeto do INCT MC Fase 2 oferece uma visão geral sobre os temas relacionados à sustentabilidade e responsabilidade social-ambiental-empresarial.

Compete ao coordenador e ao vice-coordenador, juntamente com os membros do CC, CG e Laboratórios Associados e de alguns pesquisadores convidados nacionais e internacionais que vão trabalhar com os coordenadores para a realização das análises integradas das subcomponentes e temas transversais, sugerir processos de tomada de decisão e políticas públicas, a fim de apresentar trajetórias e estratégias em Adaptação-Resiliência-Sustentabilidade.

Essa coordenação visa, especificamente, à construção de mecanismos e operacionalização de base científica das diferentes subcomponentes, temas transversais e cenários e modelos, para subsidiar a elaboração de estratégias e trajetórias de adaptação, resiliência às mudanças ambientais globais e caminhos para a sustentabilidade no Brasil. A integração é

incentivada por meio de workshops específicos com os coordenadores de cada subcomponente e de cada tema transversal e cenários, juntamente com a esfera política (quando apropriado), visando à construção conjunta e de forma participativa pelos diferentes atores envolvidos, (comunidade científica e tomadores de decisão da esfera política).

As mudanças ambientais globais incluem o aumento da ocorrência de fenômenos climáticos extremos, como secas, ondas de calor, chuvas intensas, inundações, tempestades etc. Essa variabilidade climática coloca um grande desafio para a sociedade, uma vez que os impactos inevitáveis atingem mais duramente as pessoas menos favorecidas, que vivem em encostas ou áreas de risco e que possuem menor capacidade de adaptação. Experiências de pesquisa em eventos extremos (seca e cheia) junto a comunidades tradicionais caboclas na Amazônia evidenciaram a vulnerabilidade dessa população, exarcebada pelo aumento da variabilidade climática e incerteza sobre continuidade de sobrevivência e manutenção das atividades cotidianas. Além disso, tal estudo na escala local e regional evidencia a distância ainda existente entre os modelos climatológicos, hidrológicos, os impactos na população e recursos naturais e ações políticas em extremos e mudanças ambientais.



Integração entre as subcomponentes do projeto

O caráter integrador do projeto visa, através do trabalho realizado junto às diferentes subcomponentes, temas transversais e modelos e cenários, gerar informações científicas sobre os impactos das mudanças ambientais globais em setores-chave para, ao longo do projeto:

- (1) prover opções de ações adaptativas;
- (2) apontar áreas em setores onde decisões políticas precisam considerar as mudanças climáticas de forma mais urgente;
- (3) propor trajetórias de adaptação em diferentes setores, com foco na construção e/ou otimização de resiliência;
- (4) apontar ou mapear prioridades para ações adaptativas, subsidiando o país em setores-chave, para trajetórias mais resilientes e adaptadas às mudanças climáticas, de forma a promover sustentabilidade em escala nacional.

A componente integração do projeto do INCT MC Fase 2 conta com a coordenação técnico-científica dos pesquisadores José Marengo (CEMADEN) e Tercio Ambrizzi (IAG/USP). Os pesquisadores líderes das subcomponentes têm trabalhado no âmbito nas dinâmicas socioecológicas das mudanças climáticas, através da elaboração de metodologias com indicadores de vulnerabilidades ambientais e socioeconômicos e projeções de riscos climáticos, apontando aspectos de fortalecimento das resiliências em diferentes setores-chave, a fim de propor alternativas de adaptação às mudanças ambientais globais. O trabalho também reflete sobre a forma como as informações integradas das dinâmicas socioecológicas podem ser incorporadas e trabalhadas na esfera política, facilitando o desenvolvimento de arranjos institucionais mais

robustos e eficazes, visando à elaboração de planos e estratégias adaptativas.

Conforme detalhado nas subcomponentes e nos temas integrativos, há evidências convincentes de que o nosso clima está mudando e que os gases de efeito estufa emitidos pelas atividades humanas são parcialmente responsáveis por essas mudanças e decisões em diferentes setores da sociedade. A economia precisará levar em conta e gerenciar os riscos associados às mudanças climáticas. Também é sabido que as mudanças climáticas são uma fonte de incerteza para os tomadores de decisão, devido às limitações do nosso conhecimento científico sobre a dinâmica do sistema terrestre e como o clima responderá às forças antropogênicas em diferentes escalas.

Assim, o desafio do INCT MC Fase 2 é possibilitar uma integração entre as seis subcomponentes e os três temas integrativos por meio de diálogos e workshops, visando à melhor compreensão dos impactos e benefícios decorrentes da variabilidade climática atual, e ajudar a pensar formas de reduzir a incerteza em torno das consequências dos cenários futuros de mudanças climáticas.

As novas observações e projeções de modelos climáticos e cenários futuros de mudanças climáticas deverão ser inseridas no contexto desses limites estabelecidos e da avaliação integrada de opções e caminhos de adaptação.

Esta tarefa de coordenação pode ajudar os tomadores de decisão a reconhecer e avaliar os riscos decorrentes de uma mudança no clima, fazendo o melhor uso das informações disponíveis sobre as mudanças climáticas, seus impactos e respostas adaptativas apropriadas, como um projeto de efetiva integração.

Contribuições científicas e análise da situação atual e pretendida

O Brasil tem grande parte de sua economia dependente dos recursos naturais (ou seja, agricultura, recursos hídricos, biodiversidade, energias renováveis, áreas costeiras, saúde, megacidades etc.), que de forma direta ou indireta vão ser afetados pelas mudanças do clima, particularmente pelos extremos. As mudanças ambientais globais, especialmente mudanças climáticas, podem impor ameaça significativa ao desenvolvimento sustentável do país e à sua segurança pública.

O país tem como objetivo de longo prazo o desenvolvimento social-econômico-político-ambiental, assim como o de reduzir injustiças sociais e regionais. Isso gera uma série de desafios sobre como gerenciar os abundantes recursos naturais e o que deve ser distribuído à população de forma sustentável, mesmo em situações ambientais extremas. O estabelecimento de uma agenda científica relevante em mudanças ambientais globais para o Brasil e América do Sul, mas com ramificações regionais, representam os objetivos da Rede Clima e do Programa Fapesp para Mudanças Climáticas Globais (PFPMCG), e também do INCT MC Fase 2. Esses programas constituem os pilares científicos do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas e de planos similares dos estados, e irão prover as balizas do conhecimento científico e das inovações tecnológicas para lidar com problemas complexos da governança do sistema terrestre,

sendo que esta agenda se aplica na interface das mudanças ambientais e desenvolvimento regional.

Consideramos que INCT MC Fase 2 já é um pilar para a implementação de uma agenda científica ambiental com aplicações práticas na definição de políticas públicas ambientais. Um resultado central deste projeto será aumentar o entendimento dos impactos e riscos das mudanças climáticas para o presente e futuro, fazendo uso do estado da arte em modelagem climática para geração de cenários futuros de clima. O desenvolvimento e a implementação de modelos do sistema terrestre e os seus complexos componentes, assim como as suas aplicações científicas e tecnológicas vão atrair o interesse de jovens cientistas à área de modelagem e observações do sistema climático e irão prover o ambiente de trabalho para produção de ciência de nível internacional.

O INCT MC Fase 2 estimula o desenvolvimento da educação em nível de pós-graduação em mudanças ambientais globais no Brasil. Estima-se que durante seus 6 anos de duração, o projeto irá apoiar dezenas de estudantes de doutorado e mestrado, na maior parte das instituições participantes, e inclusive capacitar novos programas. Em termos de relevância social, o projeto irá contribuir para o estabelecimento de políticas de mitigação e adaptação para enfrentar as mudanças

climáticas no Brasil, uma vez que é reconhecido que tais políticas devem ser guiadas por informações científicas de alta qualidade. Em associação com programas estaduais e federais de pesquisas em mudanças climáticas, espera-se que se configure o contexto para que estas iniciativas se constituam nos pilares da pesquisa e desenvolvimento (P&D) do Plano Nacional de Mudanças Climáticas.

O INCT MC Fase 2 cria um sistema incisivo para disseminação e comunicação de seus resultados, acompanhado de um plano de educação para sustentabilidade. De fato, reconhecendo as dificuldades históricas em se comunicar ciência para os processos de geração de políticas públicas e para a sociedade em geral, o projeto tem uma atividade de pesquisa especificamente direcionada ao estudo das interfaces entre política/ciência ambiental e climática/comunicação e divulgação no Brasil.

Similar a outras importantes iniciativas científicas do passado, este projeto tem uma política de compartilhamento e disponibilização de dados, visando maximizar os benefícios da troca de informações entre os participantes da proposta, outros cientistas, governo e o público interessado. O projeto tem entre seus líderes muitos cientistas que vêm balizando o debate sobre mudanças ambientais globais no Brasil. Isto é uma vantagem considerável quando se busca comunicar os resultados aos tomadores de decisão, à mídia e à sociedade.

Em colaboração com a Rede Clima, PFP MCG FAPESP, INCLINE, outros INCTs e outros programas de pesquisa nacional e internacionais, o INCT MC Fase 2 contribuiu com a implementação de um profundo levantamento de questões incluídas no IPCC AR6 e nos relatórios especiais publicados em 2018 e 2019 (Report on Global Warming of 1.5°C, Special Report on the Ocean and Cryosphere, Climate Change and Land,) e do

PBMC (Cidades costeiras, biodiversidade), publicados em 2019.

Os produtos deste projeto estão subsidiando informações que estão fazendo parte do IPCC AR6, a ser divulgado em 2022, e também fornecendo subsídios científicos para as negociações ambientais de grande relevância, como a Conferência das Partes (COP). O Acordo de Paris, assinado durante a COP-21 de Paris, em 2015, teve como principal objetivo iniciar o planejamento do novo tratado que substituiu o Protocolo de Kyoto, criado em 1997, que tornou obrigatório para as nações desenvolvidas reduzir suas emissões em 5,2%, entre 2008 e 2012, em relação aos níveis de 1990.

O Acordo de Paris é outro instrumento de pacto global para a redução das emissões de gases do efeito estufa (GEE), de modo que o aumento da temperatura global não ultrapasse de 1,5o C acima dos níveis pré-industriais, até 2050. Por meio da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, sigla em inglês), o Brasil se comprometeu nos esforços internacionais do Acordo de Paris a reduzir as emissões de GEE em 37% até 2025 e 43% até 2030 (em relação aos níveis de 2005). Sendo assim, a NDC brasileira está diretamente associada às mudanças de uso da terra, através da redução do desmatamento ilegal na Amazônia, e propõe restaurar 12 milhões de hectares degradados, além de ampliação da escala de sistemas de manejo sustentável de florestas nativas e planos de Adaptação Baseada em Ecossistemas.

Foram propostas ações mais ambiciosas para conter o aquecimento global (redução de gases de efeito estufa) e promover medidas adaptação e mitigação para cumprir a meta de limitar a elevação da temperatura global a 2oC até 2100.

Um aspecto inovador do INCT MC Fase 2 é o Tema Transversal sobre Comunicação, difusão de conhecimento e educação para sustentabilidade, que trata das ações de transferência de conhecimento à sociedade,

dos resultados do projeto. Este tema atua próximo aos outros temas transversais e subcomponentes do projeto.

Informações sobre mudanças climáticas muitas vezes são consideradas pessimistas ou catastróficas. A partir de um melhor conhecimento sobre o tema, a sociedade e os governos terão mais condições repensar suas estratégias de adaptação, ou implementá-las, caso não haja planos nessa direção.

Os resultados das pesquisas em mudanças climáticas globais impõem a urgência de se repensar modelos e padrões de gestão do modo de vida atual, tendo em vista a necessidade premente de investir na segurança alimentar, hídrica e energética da população; na preservação dos recursos naturais; na adaptação dos sistemas sociais, econômicos e naturais às mudanças climáticas, entre outras medidas.

Um dos grandes desafios que se colocam é o de potencializar os estudos de impacto, adaptação e mitigação, os produtos tecnológicos desenvolvidos e de engajar a sociedade nessa temática. Entre os problemas verificados atualmente na divulgação das mudanças climáticas pela imprensa podemos citar:

- Catastrofismo, alarmismo e sensacionalismo;
- A infantilização da opinião pública;
- A relação entre ciência e realidade apresentada insistentemente em termos de crença e determinação;
- A criminalização dos comportamentos;
- A adoção de mecanismos indutivos de mudanças de comportamento unilaterais e consensuais;
- A compreensão superficial dos fenômenos estudados;
- A incapacidade da imprensa de pautar decisões políticas a respeito das mudanças climáticas;

- A postura normativa da comunicação;
- Um funcionamento da informação em termos de falta de interesse, analfabetismo e déficit de conhecimento;
- A representação de uma ciência fantástica e do culto à ciência, da qual se esperam soluções do tipo “passes de mágica” ou o alcance de curas milagrosas;
- As narrativas saturadas de clichês e marcadas por oposições entre humana-natureza, sujeito-objeto, ciência-política, moralizações e julgamentos, e pelo desejo de conter e acomodar a vida na escrita.
- O ceticismo em relação ao tema de mudanças climáticas, tanto na população como no governo (*climatismo*)

O problema da comunicação-divulgação das mudanças climáticas não é de acesso a uma maior quantidade de informações, mas uma questão de qualidade, tanto das informações, quanto do acesso. É preciso aliar ações de divulgação-comunicação à pesquisa e renovar nossas metodologias de pesquisa, e a forma como olhamos e interpretamos os dados das pesquisas de percepção pública da ciência e tecnologia. Explorar a divulgação-comunicação não na lógica de transmissão linear de conteúdos das ciências para a população, mas como possibilidade de constituição de uma efetiva cultura científica.

Assim, o INCT MC Fase 2 atua em três frentes:

1. Pesquisa (diagnósticos/cartografias conceituais/estudos de percepção pública/realização de eventos científicos/pesquisas de iniciação, mestrado, doutorado e pós-doutorado);
2. Comunicação (produção de notícias, reportagens, entrevistas, resenhas/geração de um arquivo de textos, imagens e sons);

3. Educação (curso de formação de profissionais de divulgação/criação e disponibilização ampla de materiais, revista, vídeos, jogos, instalações interativas, publicações/ realização de encontros/ oficinas/workshops).

Parcerias envolvem pesquisadores deste tema transversal e da Rede Clima, que têm se dedicado a problematizar as dimensões humanas das mudanças climáticas e as configurações do humano, natureza, ciência, cultura e política nas imagens, palavras, sons, signos e sintaxes que promovem uma intensa circulação da temática nos mais diversos espaços-tempos e artefatos culturais.

A transferência de conhecimento à sociedade vem sendo desenvolvida a partir de um sistema de investigação, gerenciamento e experimentação de informação na área de mudanças climáticas que vai permitir:

- o fortalecimento teórico dos estudos que embasam ações que investem na comunicação e divulgação científica;

- a geração de análises das relações entre ciências, tecnologias e sociedade;
- a criação de novas abordagens metodológicas que permitam a experimentação das novas mídias e linguagens;
- a investigação das potencialidades educacionais dos artefatos culturais (jornais, revistas, filmes, programas de TV, obras de arte, blogs, vídeos, programas de rádio, podcasts etc.);
- a produção e disseminação de informações e materiais de qualidade que possam vir a servir como ferramentas para gestores públicos e organizações da sociedade civil, na avaliação, formulação e implementação de políticas públicas.

Neste projeto, queremos que a comunidade científica em mudanças ambientais globais seja ouvida, não só para legitimar o que já foi decidido pelos governos, mas para influenciar os processos que estão em curso na administração pública em relação a políticas ambientais e grandes empreendimentos que possam afetar o meio ambiente.

Formação de Recursos Humanos

O INCT MC Fase 2 se apoia fortemente em um grande número de universidades e instituições de pesquisa e operacionais. A maioria deles possui programas de pós-graduação consolidados ou em consolidação. Lista-se abaixo, de forma não exaustiva, vários cursos de pós-graduação cujos docentes são participantes do projeto e que serão beneficiados diretamente pelas pesquisas propostas. O projeto espera, assim, contribuir para o fortalecimento da formação de pesquisa interdisciplinar em todo o país, um campo em grande crescimento mundial. Reconhece-se que a efetividade científica da pesquisa ambiental integrada rapidamente se aproxima da pesquisa disciplinar e, juntas, elas podem contribuir para resolver os grandes problemas ambientais e participar dos debates nacionais ambientais, assim como ajudar a enfrentar o problema das mudanças ambientais globais, criando cidades mais resilientes aos desastres naturais, populações com segurança de saúde, alimentar, energética e hídrica, num ambiente mais sustentável.

- Programa de Pós-Graduação em Meteorologia - INPE
- Programa de Pós-Graduação em Ciência do Sistema Terrestre - INPE
- Programa de Pós-Graduação em Meteorologia - IAG-USP
- Programa de Pós-Graduação do Instituto de Física - USP
- Programa de Pós-Graduação de Engenharia Hidráulica e Saneamento - EESC/USP
- Programas de Pós-Graduação em Economia - IPE-FEA-USP
- Programa de Pós-Graduação em Desastres Naturais-UNESP
- Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente - FIOCRUZ
- Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético - COPPE/UFRJ
- Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade da Unicamp
- Programa de Pós-Graduação em Demografia da Unicamp
- Programa de Pós-Graduação em Divulgação Científica e Cultural da Unicamp
- Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da UFSM
- Programa de Pós-graduação em Economia da UFMG
- PPGEA/USP da ESALQ
- Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas-FGV
- Mestrado em Engenharia Ambiental, Geografia, Oceanografia, Desastres Naturais (UFSC)
- Programa de Pós-graduação em meteorologia agrícola da UFV
- Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade de Brasília
- Programa de Mestrado em Meteorologia -

IGEO/UFRJ

- Programa de Pós-Graduação em Clima e Ambiente – INPA
- Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde - Centro de Pesquisas René Rachou (CPqRR)/Fiocruz/ MG

Até 2018, o CEMADEN não possuía um programa de pós-graduação em desastres naturais. O centro oferece facilidades tecnológicas para treinamento in situ e a distância em temas relevantes a desastres naturais, monitoramento de risco de desastres naturais. A linha de ação prioritária está associada a monitoramento e pesquisa em áreas de risco relacionadas a escorregamento de encostas, enxurradas e inundações e outros tipos de desastres naturais associados com secas, descargas elétricas, ressacas, vendavais, granizo, etc. no país. O CEMADEN tem como estratégia principal o estabelecimento de parcerias com instituições estaduais e federais (regionais e estaduais) em todo o Brasil, possibilitando maior agilidade na disseminação das informações e o detalhamento das análises para solução de problemas. Assim, a partir de 2019 foi criado o Programa de Pós-graduação em Desastres Naturais em conjunto entre CEMADEN e UNESP no nível de mestrado e doutorado.

O INCT MC Fase 2 promoverá a formação de

algumas dezenas de mestres e doutores em suas subcomponentes e temas transversais no intervalo de seis anos. Espera-se que a geração de novos conhecimentos e a capacitação de recursos humanos nos níveis de graduação, pós-graduação e pós-doutorado permitam reforçar o corpo docente de muitos dos programas de pós-graduação já listados, e também o papel do Brasil nas negociações internacionais e da agenda ambiental em âmbito global, tais como as COP, as negociações da UNFCCC e UNCCD, assim como as reuniões internacionais sobre desmatamento, energia, serviços ambientais, entre outras.

Outrossim, espera-se gerar conhecimentos e informações científicas cada vez mais qualificadas para que as ações de desenvolvimento social e econômico do país se deem de forma ambientalmente sustentáveis, dirigidas ao bem-estar da população, em harmonia com o meio ambiente. Isto será alcançado por meio de seminários, workshops, cursos especializados, webinars, conferências, assim como a produção de material científico desde o nível de ensino básico, material audiovisual online, bases de dados, artigos científicos e relatórios que cada subcomponente produzirá durante os seis anos do projeto.

Principais resultados do INCT MC Fase 2 por subcomponente de 2017 a 2019

Este Sumário Executivo apresenta os resultados de 2017 a 2019 do INCT MC Fase 2. Tendo em vista que o projeto foi submetido em 2014 e aprovado em 2017, alguns objetivos foram alterados ou novos objetivos foram incluídos. Além disso, algumas novas parcerias também foram estabelecidas e novos membros, entre pesquisadores, estudantes e colaboradores, foram integrados ao projeto.

Segurança alimentar

Para avaliar a vulnerabilidade da segurança alimentar devido às mudanças climáticas nas atividades agrícolas e pastagens (novos sistemas de produção e produção intensificada), foram feitas uma identificação dos principais sistemas de produção na Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica e uma análise dos impactos decorrentes da adoção de tais sistemas.

Em 2018, foi desenvolvido um diagnóstico ambiental em 187 municípios totalmente inseridos na Caatinga e na Bacia do Rio São Francisco, utilizando ferramentas de geoprocessamento. Foram mapeados 24.333.158 hectares, quase 40% da área dos municípios da bacia. Para isso, foram analisados dados espaciais primários e secundários. Os dados primários foram obtidos usando o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto, resultando em mapeamento do uso da terra e hidrográfico. A partir desses dois mapeamentos, foi possível extrair as Áreas de Proteção Permanente, seguindo os padrões do Código Florestal. Cruzando o mapeamento do uso da terra com as Áreas de Proteção Permanente (1.281.512 ha) obteve-se 36% da dívida ambiental ao longo do rio. O diagnóstico ambiental é o primeiro passo para planejar a segurança hídrica, energética e alimentar. O cruzamento de dados espaciais utilizando SIG forneceu conclusões importantes sobre a transformação da terra e como ela poderia afetar a sustentabilidade no semiárido brasileiro. Além disso, o nível de escala municipal utilizado facilita a adoção de políticas públicas.

Uma análise preliminar sobre os rebanhos de caprinos e precipitação no Brasil mostrou que não há correlação direta, por exemplo, entre eventos extremos e menor número de

ruminantes. Entretanto, a geografia física e fatores socioeconômicos poderiam explicar a oscilação do número de caprinos na região Nordeste do Brasil entre 1960 e 1980. Além disso, ainda não está claro se há relação entre o número real de animais e eventos severos de fome.

Ainda em 2017-2018, foram feitos os mapeamentos hidrográfico e de uso da terra dos biomas Cerrado e Mata Atlântica. Cruzando o mapeamento do uso da terra com as Áreas de Proteção Permanente, foi obtida a dívida ambiental ao longo do rio nos biomas Cerrado e Mata Atlântica.

O trabalho mais importante realizado na subcomponente Segurança alimentar do INCT MC Fase 2, em 2019, foi finalizar a organização de dados espaciais, relativos ao uso da terra, e simular o balanço hídrico para todo o Brasil, em uma grade regular de 25 km, para os anos 1986-2005, 2005-2015, 2020-2030 e 2030-2040, utilizando o modelo HADGEM2-ES. No caso do mapeamento do uso da terra, a classe de interesse é o antropismo, com a subclasse agricultura e pastagem, que já estão separadas.

Assim, para verificar se haverá redução da oferta de alimentos até 2040, a estimativa será feita nos polígonos que envolvem a classe antropismo. No resultado do balanço hídrico, os mapas do déficit hídrico já indicam quais áreas serão mais afetadas pelo aumento da temperatura e redução das chuvas (Figura 3). Em geral, 85% da produtividade da cultura depende diretamente da maior ou menor deficiência de água no solo.

Os principais parceiros são a EMBRAPA, a UNICAMP / CEPAGRI, o INPE, a EMBRAPA, a UNICAMP / IE, o LAPIG / UFG e a UFV.

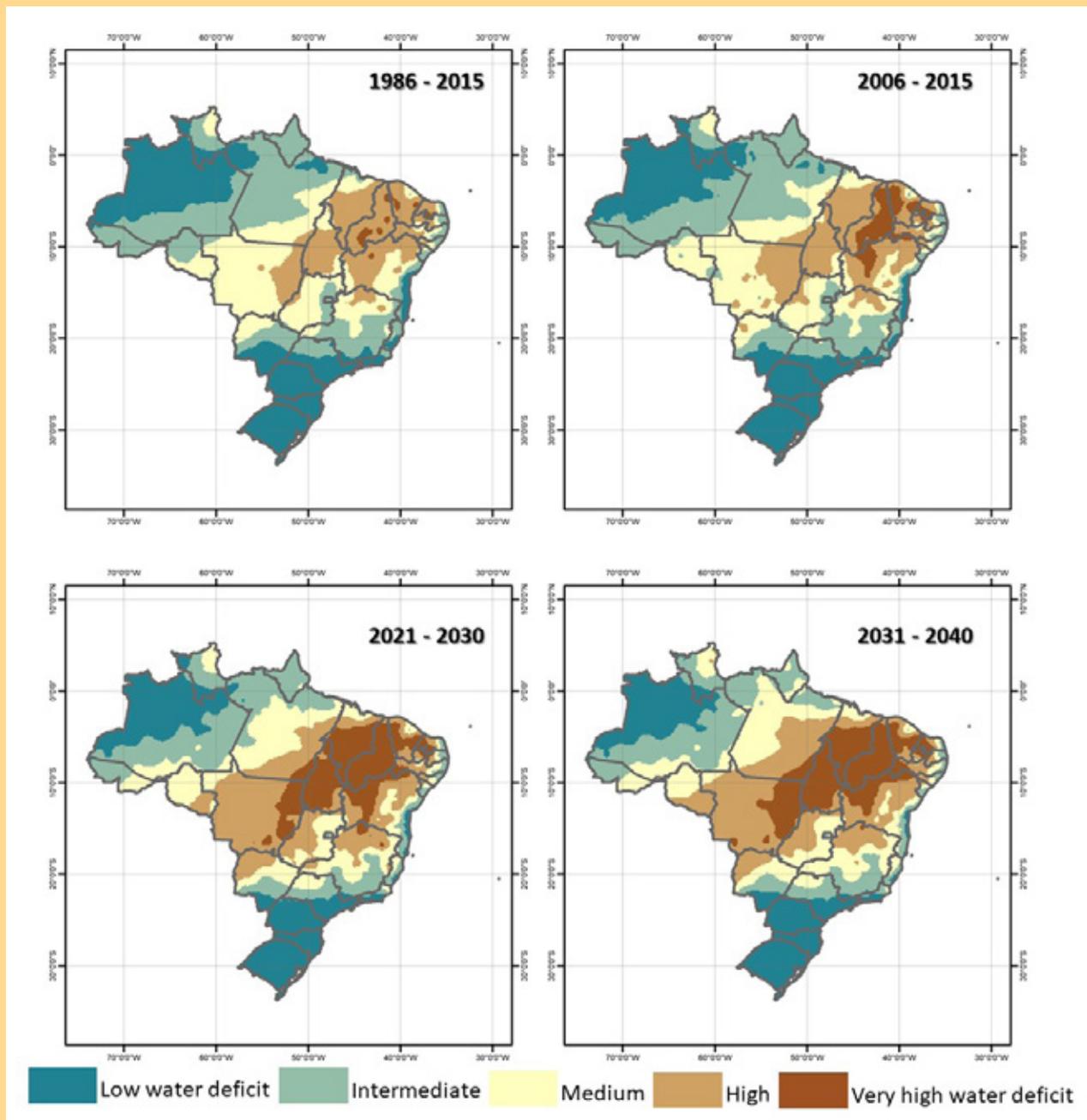


Figura 3 - Mapas de deficiência hídrica para os períodos 1986-2015, 2006-2015, 2021-2030 e 2030-2040 (Embrapa Informática Agropecuária, 2019)

PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES:

Martins, SC; Assad, ED. Pavão, EM. Lopes Assad, ML (2018). Inverting the carbon footprint in Brazilian agriculture: an estimate of the effects of the ABC plan. *Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente (Online)*, v. 7, p. 4352.

Assad, ED, Lopes Assad, ML (2018) O aquecimento global e a agricultura. *Scientific American Brasil*, v. 122, p. 14-19.

Rezende, CL, Fraga, JS, Sessa, JC; De Souza, GVN; Assad, ED; Scarano FR (2018) . Land use policy as a driver for climate change adaptation: A case in the domain of the Brazilian Atlantic forest. *Land Use Policy*, v. 72, p. 563-56.

Pugliero, VS, Zanetti, MR, Assad, ED (2018) Diagnóstico ambiental: quantificação do passivo em app hídrica nos municípios da caatinga na Bacia do São Francisco, II Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. *Desafios da Ciência para um novo Velho Chico, II Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - 3 a 6 de junho de 2018 - Aracaju, Sergipe.*

Segurança hídrica

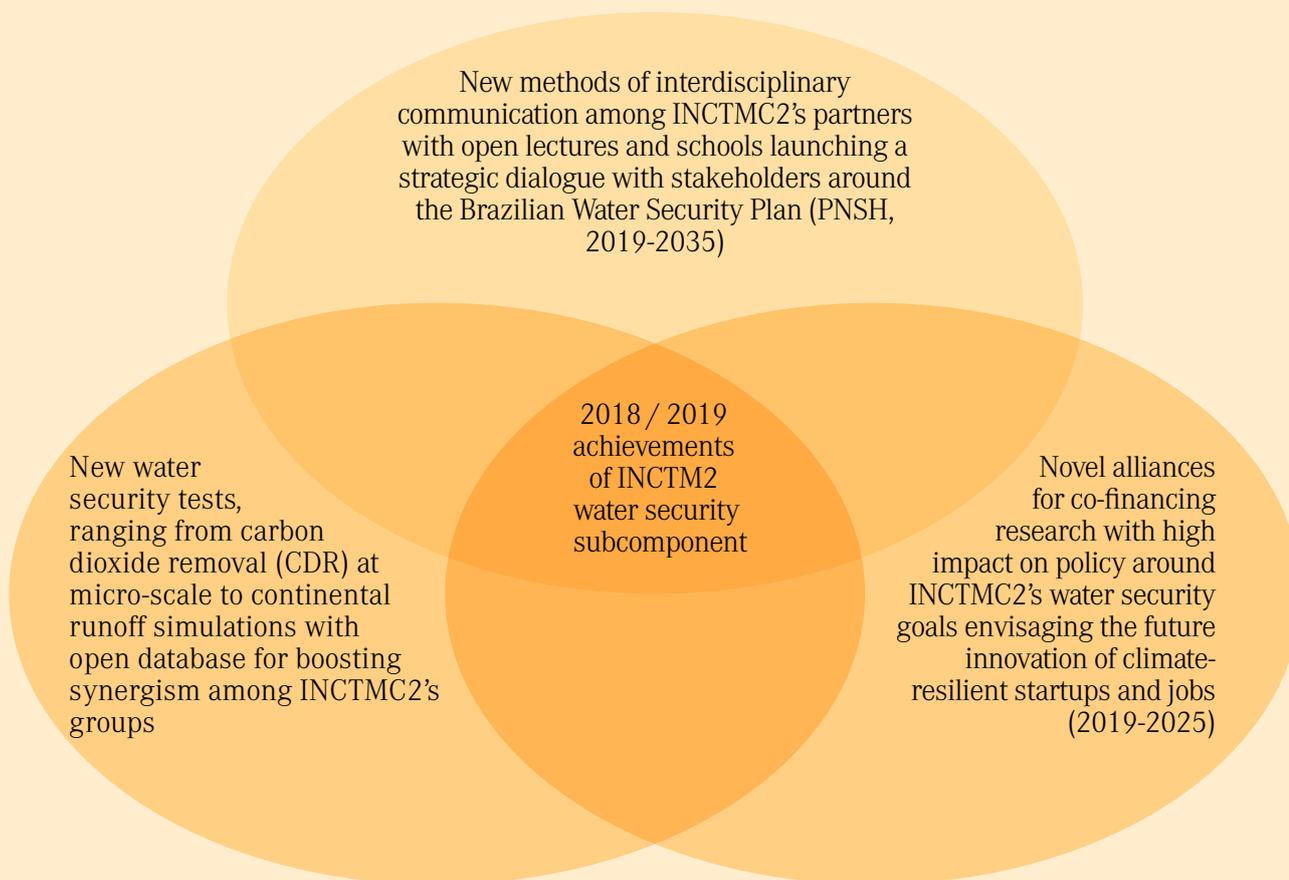
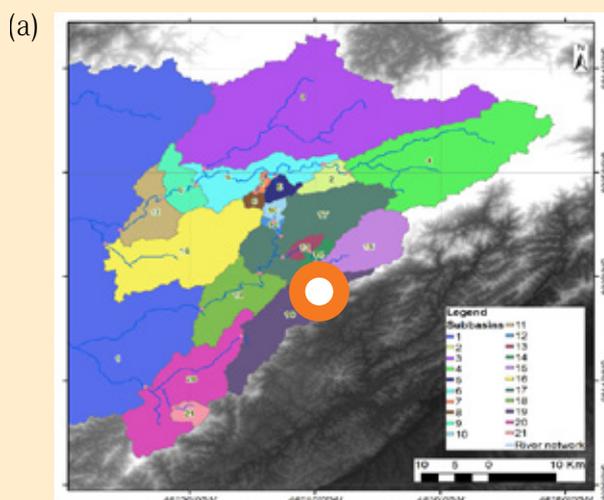


Figura 4 – Principais realizações da subcomponente Segurança hídrica do INCT MC Fase 2, em 2018/2019.

Os cenários sensíveis ao clima e LULC (1990, 2010 e 2035) mostraram não apenas a recuperação dos fluxos de água, mas também a restauração dos regimes de qualidade da água, se estratégias viáveis de Adaptação Baseada em Ecossistemas forem aplicadas nas nascentes do Sistema Cantareira, contribuindo com o abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo (Figura 5).

Conforme Figura 4, esta sub-componente do INCTMC2 promove uma nova Escola de Altos Estudos internacional, a “School of Advanced Studies on Water & Society Under Change”, com apoio da CAPES, FAPESP e CNPq, aberta a todos os PPGs do Brasil, com comunicação e popularização científica, disponível em mídias sociais, com estratégias de adaptação às mudanças climáticas para o Plano Nacional de Segurança Hídrica dos 5.560 municípios brasileiros.



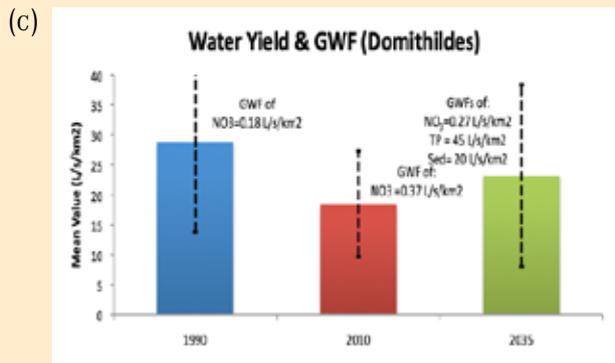
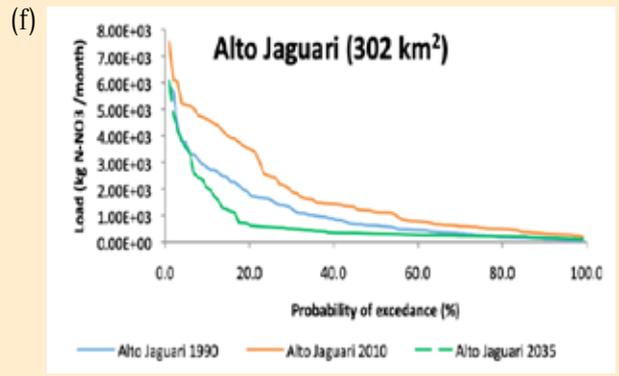
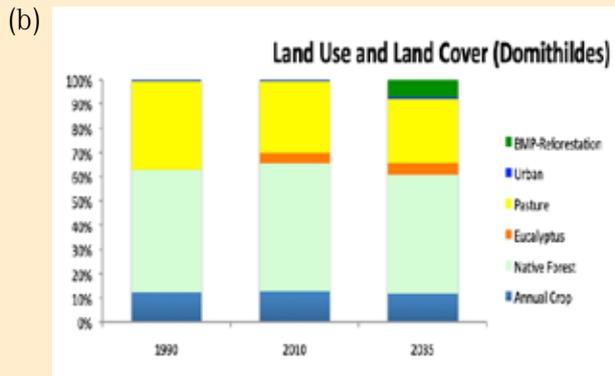
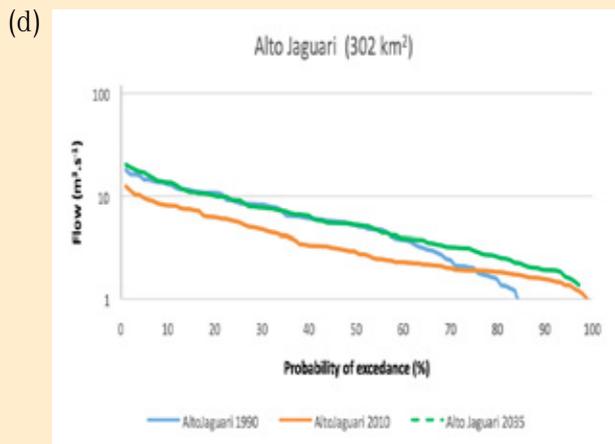


Figura 5 – Gráfico de síntese do estudo de caso da sub-bacia do Alto Jaguari (área de drenagem de 302 km²). (a) Localização das áreas de drenagem no sistema Cantareira; (b) Condições LULC para os cenários S1 (1990), S2 (2010) e S2CEbA (2035); (c) Comparação dos rendimentos de água simulados para as condições de S1, S2 e S2CEbA; (d) Cenários de produção de água comparados com o regime intra-anual do cenário S2CEbA; (e) Comparação das curvas de duração dos fluxos para as condições S1, S2 e S2CEbA; (f) Curvas de duração das cargas de N-NO₃ para S1, S2 e S2CEbA (Tafarello et al., 2018).



PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES:

Siqueira, V, Paiva, R, Fleischmann, A, Fan, F, Ruhoff, A, Pontes, P, Collischonn, W ET AL (2018) Toward continental hydrologic-hydrodynamic modeling in South America, *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 22: 4815-4842

Ursulino, B S, Montenegro, S., ET AL (2019) Modeling Soil Water Dynamics from Soil Hydraulic Parameters Estimated by an Alternative Method in a Tropical Experimental Basin. *Water* 11: 1007-1026.

Ovando, A.; Martinez, J.M.; Tomasella, J.; Rodriguez, D.A.; von Randow, C. (2018) Multi-temporal flood mapping and satellite altimetry used to evaluate the flood dynamics of the Bolivian Amazon wetlands. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v.69, p.27 - 40, 2018. doi:10.1016/j.jag.2018.02.013

Tomasella, Javier; Sene Gonçalves, Anderson; Schneider Falck, Aline; Oliveira Caram, Rochane; Rodrigues Diniz, Fábio Luiz; Rodriguez, Daniel Andrés; Rodrigues Do Prado, Maria Cecília; Negrão, Anne Caroline; Sueiro Medeiros, Gustavo; Chagas Siquiera, Gracielle. (2018) Probabilistic flood forecasting in the Doce Basin in Brazil: Effects of the basin scale and orientation and the spatial distribution of rainfall. *Journal of Flood Risk Management*, 2018. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12452>

Macedo MB, Ferreira do Lago CE, Mendiendo EM (2019) Stormwater volume reduction and water quality improvement by bioretention: Potentials and challenges for water security in a subtropical catchment, *Science of the Total Environment* 647 (2019) 923–931

Tafarello D, R Srinivasan, G Samprognia Mohor, J Bittencourt Guimarães, M Calijuri, EM Mendiendo (2018) Modeling freshwater quality scenarios with ecosystem-based adaptation in the headwaters of the Cantareira system, Brazil, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 22, 4699–4723, 2018

Segurança energética

Este projeto iniciou 2017-2018 com uma revisão das projeções de crescimento das fontes de energia solar e eólica na matriz energética brasileira. Dados recentes relacionados à disponibilidade e ao custo dos recursos energéticos foram coletados no setor elétrico.

Outras investigações sobre a variabilidade do vento e solar em escalas de tempo interanuais estão em andamento. Séries temporais de longo prazo de dados de grade de vento de superfície e radiação solar estão sendo produzidas a partir de uma combinação de conjuntos de dados de reanálise atmosférica corrigidos por observações. O objetivo é avaliar a variabilidade espaço-temporal identificando padrões complementares sobre recursos solares e eólicos que levariam a uma matriz energética mais resiliente e segura no Brasil.

Estudos de análise de tendências foram realizados sobre a frequência de ocorrência de eventos de extrema velocidade do vento no estado de Santa Catarina. O objetivo é investigar tendências na frequência de ventos extremos e seu impacto no

sistema elétrico do estado. Uma das realizações deste estudo em andamento foi entender como eventos combinados de alta temperatura e calmaria limitam o despacho de linhas de transmissão. Outra conquista foi a melhoria na estimativa do recurso de energia solar em regiões tropicais a partir do modelo do satélite BRASIL-SR, utilizando uma abordagem estatística inédita. O estudo melhorou significativamente os resultados do modelo de radiação solar incidente para as estações chuvosa e seca no Brasil.

Quanto à previsão da radiação solar, avanços substanciais na implementação do modelo WRF-Solar e a vetorização de imagens de satélite foram obtidos como parte do desenvolvimento de um novo método integrado de previsão de energia solar em áreas degradadas. Evidências observacionais preliminares da nebulosidade e do efeito da brisa dos lagos nos reservatórios brasileiros apontaram para possíveis ganhos na exploração de energia eólica e solar em uma combinação híbrida com a hidroeletricidade.

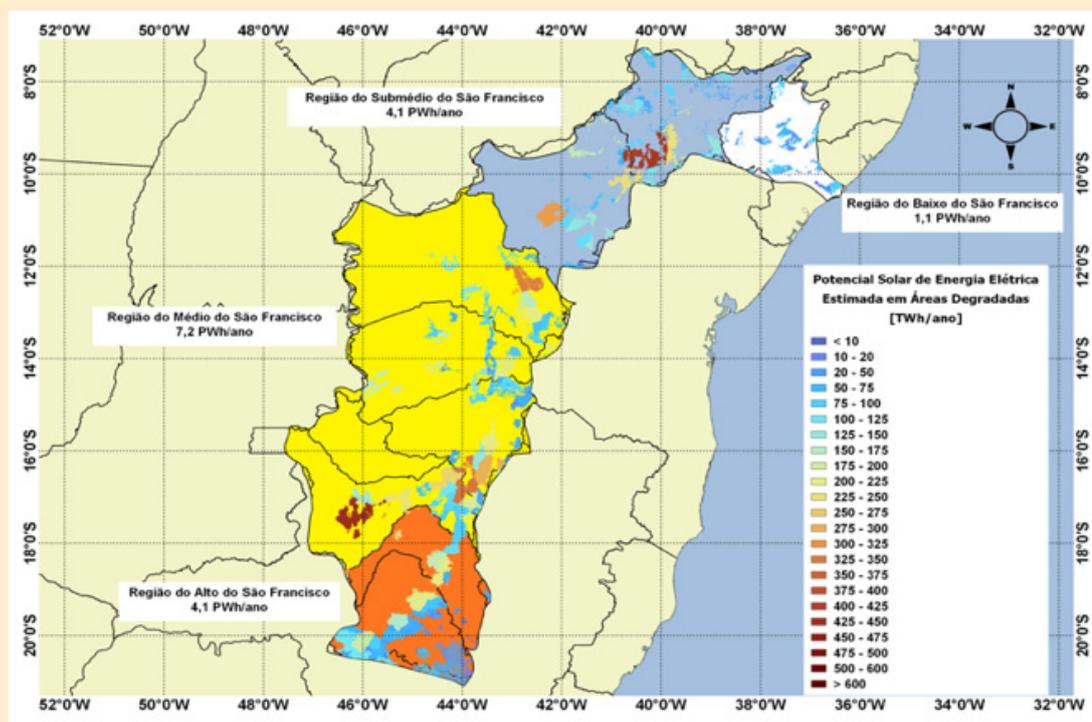


Figura 6 - Potencial de Energia Elétrica Solar estimada em áreas degradadas (produzido com dados de Lima et al., 2019).

Nesta fase, os pesquisadores iniciaram o desenvolvimento do modelo de previsão para a expansão do parque eólico com base em uma adaptação do ambiente de modelagem LuccME e do modelo de uso e cobertura do solo. A importância deste estudo reside no fato de que, apesar do crescimento potencial da participação da energia solar e eólica atingir 26% da matriz elétrica brasileira na próxima década, são necessários mais estudos para verificar a necessidade e as alternativas ao balanceamento de carga nos horários de pico, uma vez que o aumento na geração de energia termoeletrica pode trazer prejuízos às metas de emissões e impactar no custo de energia para a sociedade (Figura 7).

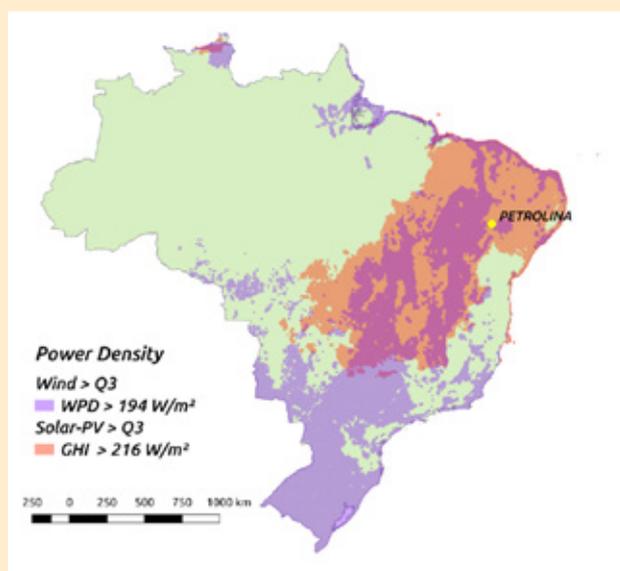


Figura 7 – Regiões sobrepostas acima do percentil Q3 para complementaridade de energia eólica e solar no Brasil (Gonçalves, et al., 2019).

Melhorias significativas feitas nas várias ferramentas de Modelagem de Avaliação Integrada desenvolvidas e utilizadas pela equipe da COPPE refletiram na vasta lista de publicações em periódicos internacionais revisados por pares durante o período. Em particular, o modelo Brazil Land-Use and Energy Systems (BLUES) e o modelo Total-Economy Assessment (TEA), um modelo global de equilíbrio geral computável (CGE), foram finalizados e agora estão totalmente operacionais, fornecendo duas ferramentas exclusivas no país para modelar as vias de mitigação do clima com granularidade muito alta tanto para as tecnologias de uso da terra e como de energia. Os grupos do CCST / INPE e da COPPE / UFRJ, juntamente com parceiros da UNIFESP, trabalharam em vários aspectos das fontes e variabilidade de energia.

PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES:

Köberle, A. C.; Garaffa, R.; Cunha, B.; Rochedo, P.; Lucena, A. F.P.; Szklo, A.; Schaeffer, R. (2018) Are conventional energy megaprojects competitive? Suboptimal decisions related to cost overruns in Brazil. *Energy Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.08.021>.

Luiz, EW ; Martins, F Ramos ; Costa, R Santos ; Pereira, EB . (2018) Comparison of methodologies for cloud cover estimation in Brazil - A case study. *Energy for Sustainable Development*, v. 43, p. 15-22, 2018.

Simioni T, R Schaeffer (2019) Georeferenced operating-efficiency solar potential maps with local weather conditions – An application to Brazil, *Solar Energy* 184 (2019) 345-355

González-Mahecha RE, AFP. Lucena, A Szklo, P Ferreira, AIF Vaz (2018) Optimization model for evaluating on-site renewable technologies with storage in zero/nearly zero energy buildings, *Energy & Buildings* 172, 505-516.

Lima F J. L.; F. R. Martins; R. S. C.; A. R. Gonçalves; A. P. P. Santos e E. B. Pereira - The seasonal variability and trends for the surface solar irradiation in northeastern region of Brazil. Submitted to *Sustainable Energy Technologies and Assessments* (2019)

Nobre, P.; Pereira, E.B.; Lacerda, F.F.; Bursztyn, M.; Faddad, E. A. and Ley, D. (2019) Solar smart grid as a path to economic inclusion and adaptation to climate change in the Brazilian Semi-arid Northeast (in press) doi: 10.1108/IJCCSM-09-2018-0067

Goncalves, A. R; Casagrande, M. S. G.; Costa, R. S.; Martins, F. R.; Lima, F. J. L.; Pereira, E. B. Assessing Complementarity of Wind and Solar Resources for Hybrid Projects in Northeastern Brazil. *Proceedings of 6° International Congress of Energy Meteorology, Copenhagen, 2019.*

Desastres naturais, áreas urbanas, infraestrutura física e desenvolvimento urbano

Como atividade inicial, foi realizado um workshop com membros das três instituições coordenadoras da subcomponente (CEMADEN, UFSC e FIOCRUZ), com o objetivo principal de definir áreas / municípios pilotos a serem estudados nas diversas atividades planejadas. Coordenadores e outros membros da equipe do CEMADEN envolvidos na subcomponente participaram do workshop realizado em 10 de abril de 2017, em São José dos Campos. Pela manhã, foram feitas apresentações das linhas de pesquisa do CEMADEN, FIOCRUZ e UFSC. Foram realizadas duas mesas-redondas à tarde para (i) tratar das contribuições interinstitucionais para a subcomponente; (ii) discussões sobre aspectos metodológicos. Como resultado das discussões, decidiu-se abordar a pesquisa / estudos por subtemas de desastres, cujos principais aspectos das áreas de pesquisa / foco estão detalhados a seguir.

Cada tipologia de desastre apresenta características distintas, principalmente relacionadas às escalas temporais e espaciais associadas. Portanto, avaliações de impactos e vulnerabilidades serão feitas de maneira diferenciada para cada tipologia, levando em consideração os aspectos socioeconômicos associados aos desastres. Supôs-se que os municípios mais vulneráveis a um tipo específico de desastre são aqueles que apresentam grande recorrência e magnitude de impactos ao longo do tempo. Os aspectos ambientais e sociais foram então avaliados, levando-se em consideração as bases de dados já consolidadas, que serão relevantes para a implementação dos modelos e métodos de avaliação a serem propostos. Nesse contexto, a lista de municípios monitorados pelo CEMADEN, para os quais há informações relevantes disponíveis para inclusão nas análises, também foi levada em consideração e incluída no escopo das pesquisas em andamento na instituição.

A escolha da área piloto foi baseada em uma análise cuidadosa, contemplando os dados atuais dos municípios brasileiros e as projeções climáticas futuras. O principal objetivo do primeiro ano foi identificar as regiões mais críticas do país, considerando os impactos causados por eventos severos de precipitação e,

consequentemente, os processos geo-hidrológicos associados. Dessa forma, este item apresenta uma análise dos municípios brasileiros utilizando um índice de impacto potencial para eventos de deslizamentos de terra (foco principal) e outro índice para impactos de inundações repentinas (análise complementar). Esses dois índices são o resultado da interação de variáveis climáticas, ambientais e demográficas.

Considerando apenas o clima, percebe-se que o sul do Brasil é a região com maior probabilidade e tendência significativa para a intensificação dos eventos extremos de precipitação, que potencialmente desencadeiam deslizamentos de terra. Por outro lado, essa região também é caracterizada por estar bem preparada para lidar com os riscos naturais, principalmente o estado de Santa Catarina, que pode ser considerado uma referência para as ações de gerenciamento de riscos de desastres. Em termos gerais, as regiões mais críticas são o nordeste de Santa Catarina, a costa do nordeste brasileiro (principalmente os estados de Pernambuco e Alagoas) e o leste de São Paulo. No entanto, considerando todos os resultados e após uma etapa de validação com bancos de dados do CEMADEN, os municípios com maiores índices, bem como com consideráveis registros históricos de impactos causados por deslizamentos de terra, foram Maceió (AL), Blumenau (SC) e Recife (PE).

Os resultados da análise consensual indicam que o Sul do Brasil é a região com os maiores potenciais de impactos de inundações repentinas, em especial o estado de Santa Catarina. Além disso, destaca-se a porção leste dos estados de Alagoas e Pernambuco, embora a capacidade dos modelos de representar o clima dessa região não seja tão boa quanto nas regiões Sul e Sudeste. É importante enfatizar que muitas regiões indicadas como críticas para impactos de inundações repentinas também estão presentes na análise de deslizamentos de terra, principalmente nas regiões metropolitanas de Blumenau (SC) e Recife (PE). Portanto, esses dois casos são considerados de atenção prioritária, não apenas pelas projeções do clima futuro, mas também pelo cenário já observado no presente e pelo histórico de desastres relacionados no passado.

Em 2018-2019, os resultados obtidos no escopo desta subcomponente do INCT MC Fase 2 permitiram uma melhor compreensão dos mecanismos físicos que levam a eventos extremos em diversas regiões no Brasil, seus impactos na hidrografia e na vegetação. O bloqueio atmosférico forçado remotamente pela convecção tropical sobre o Oceano Índico e o Continente Marítimo impede o estabelecimento da Zona de Convergência do Atlântico Sul durante o verão austral. Como consequência, secas severas ocorrem no centro-oeste e sudeste do Brasil. Essas secas podem causar escassez de água, como ocorrido na cidade de São Paulo no verão de 2013/14, e escassez de energia, como ocorreu em 2001. Além disso, a seca também afeta o suprimento de alimentos. Portanto, ela ameaça a nossa segurança hídrica, alimentar e energética. O mesmo mecanismo também leva a ondas de calor marinhas sobre o Atlântico Sul, que afetam as zonas urbanas costeiras devido à interrupção da pesca e da aquicultura. No sul do Brasil houve uma mudança nas causas dos extremos de precipitação. Este mecanismo também leva a ondas de calor marinhas sobre o Atlântico Sul.

No Nordeste do Brasil, os impactos das precipitações extremas na disponibilidade de água do reservatório piloto sinalizaram sete eventos de seca para a bacia de drenagem do Castanhão, no estado do Ceará, entre 1981 e 2017, com duração acumulada de 176 meses. Em relação à gravidade, esse valor foi de aproximadamente 130 (soma do SPI). Os eventos de seca mais severos ocorreram entre

1982 e 1994, com uma gravidade cumulativa de -60. Os eventos de seca nesse período foram associados aos eventos do El Niño (1982-1983 e 1992-1993). O desempenho estatístico (Nash = 0,72 e RMSE = 83 hm³, equivalente a 1%) indica a boa qualidade da simulação, apontando a possibilidade do uso desse método para a simulação da evolução do nível de armazenamento no reservatório do Castanhão. Este estudo preliminar destaca a fragilidade desse sistema no fornecimento de recursos hídricos, a fim de atender com eficiência às demandas da região durante os longos períodos de seca. Nesse contexto, as projeções hidrológicas deste estudo podem subsidiar a gestão e o planejamento estratégico dos recursos hídricos. Considerando as mudanças climáticas projetadas para o Nordeste do Brasil, com chuvas menos frequentes e em menor quantidade, além da elevação das temperaturas, é necessário aumentar a resiliência, incluindo mudanças nos hábitos da população e na capacidade de resposta da Região Metropolitana de Fortaleza, aspectos fundamentais para enfrentar os desafios futuros.

Tendências de precipitação de longo prazo foram obtidas para as principais bacias hidrográficas do Brasil (Figura 9) e a conclusão preliminar é que as tendências de precipitação são consistentes com o fluxo, mostrando o importante papel da variabilidade climática e das mudanças no fluxo. Essa análise também fornece uma avaliação da suscetibilidade das cidades a extremos de precipitação e vazão.

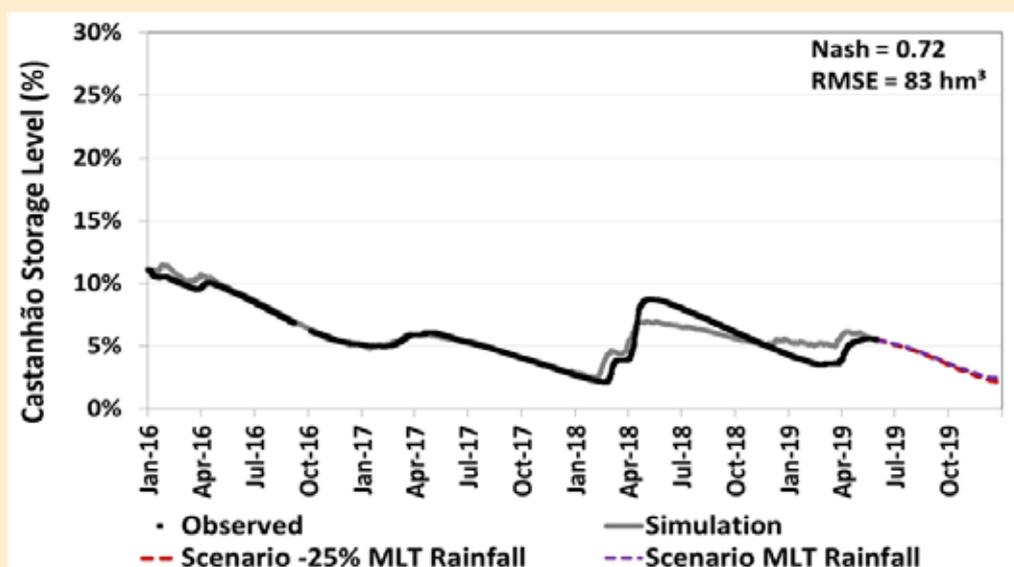


Figura 8 - Nível de armazenamento do reservatório do Castanhão, no estado do Ceará. A linha preta representa os dados observados; a linha cinza representa a simulação usando as chuvas e evapotranspiração observadas; as linhas tracejadas roxa e vermelha representam projeções para um período futuro usando a precipitação média de longo prazo (MLT) e -25% da precipitação do MLT, respectivamente (Elaborado por Cemaden).

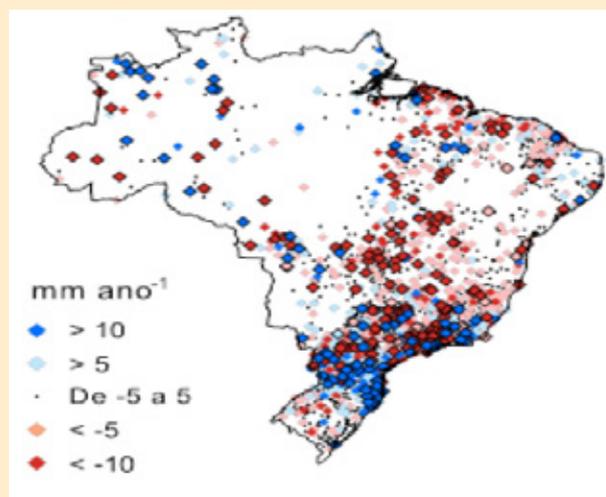
A partir da Figura 9, reconhece-se que, na última década, extremos hidrometeorológicos tornaram-se mais frequentes e intensos no Brasil, com registros de impactos socioeconômicos significativos e perdas de vidas humanas no Brasil, levando à necessidade de fortalecer o gerenciamento de riscos de desastres no nível local. Em 2010, o número de pessoas afetadas por desastres naturais no Brasil foi de cerca de 96 milhões, em contraste com o período recente, quando aproximadamente 123 milhões foram afetados por danos diretos ou indiretos. Durante a última década, mais de meio milhão de pessoas ficaram desabrigadas devido a deslizamentos de terra e enchentes. Uma parte expressiva das pessoas afetadas está na região Sudeste, que representa aproximadamente 66% do total de desastres ocorridos no país. Em termos de custo, eventos como deslizamentos de terra no Rio de Janeiro (por exemplo, Região Serrana em 2011) totalizaram aproximadamente US\$ 2 bilhões de perdas, sendo pelo menos US\$ 780 milhões para reconstrução.

A principal preocupação dos tomadores de decisão no Brasil está relacionada a inundações e deslizamentos de terra, praticamente na mesma proporção. As inundações tendem a ser maiores em áreas urbanas impermeabilizadas porque, devido à menor capacidade de armazenamento de água e ao escoamento mais rápido, o nível da água aumenta mais rapidamente durante tempestades com taxas mais altas de pico de descarga, do que nas áreas com vegetação. Da mesma forma, deslizamentos de terra podem ser desencadeados por fortes chuvas, principalmente nas regiões de serra, onde ocorrem escoamentos excessivos e interrupções de afluentes devido a barreiras como pedras, troncos de árvores e pontes. Esse desastre natural afeta pessoas que vivem em áreas vulneráveis e é um dos eventos que mais matam pessoas no país, principalmente no Sudeste.

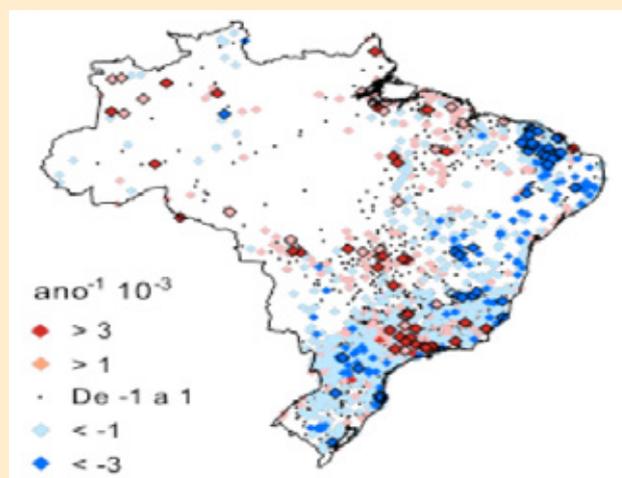
Young et al. (2019) mostram que a principal preocupação dos tomadores de decisão no Brasil está relacionada a inundações e deslizamentos de terra, praticamente na mesma proporção. O risco de inundação é apontado por 77% dos entrevistados como o evento mais frequentemente abordado nas medidas planejadas, seguidas por deslizamentos de terra

(Figura 10). As inundações tendem a ser maiores em áreas urbanas impermeabilizadas porque, devido à menor capacidade de armazenamento de água e ao escoamento mais rápido, o nível da água aumenta mais rapidamente durante tempestades com taxas mais altas de pico de descarga, do que nas áreas com vegetação. Da mesma forma, deslizamentos de terra podem ser desencadeados por fortes chuvas, principalmente nas regiões de serra, onde ocorrem escoamentos excessivos e interrupções de afluentes devido a barreiras como pedras, troncos de árvores e pontes. Esse desastre natural afeta pessoas que vivem em áreas vulneráveis e é um dos eventos que mais matam pessoas no país, principalmente no Sudeste.

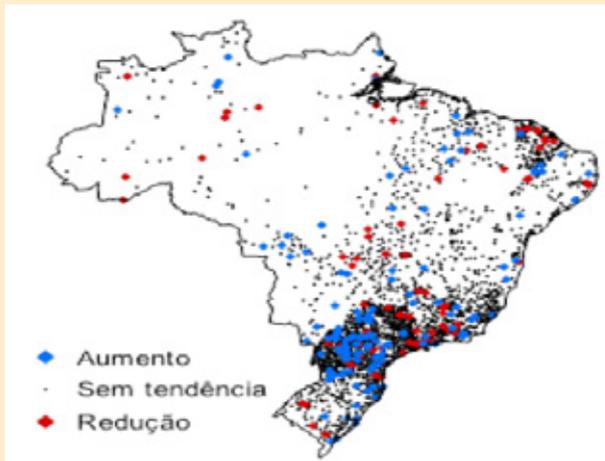
(a) Chuva média anual



(b) Sazonalidade da chuva média



(c) Chuva máxima anual



(d) Duração média anual dos eventos sem chuva

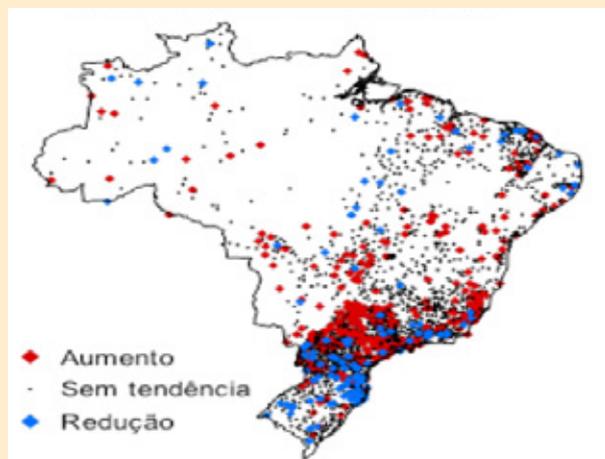


Figura 9 – Tendências de longo prazo da precipitação: (a) Precipitação média anual, (b) Sazonalidade da precipitação média, (c) Precipitação anual máxima, (d) Duração média anual dos períodos de seca. Losangos com contornos pretos em (a) e (b) e círculos coloridos em (c) e (d) mostram tendências estatisticamente significativas no nível de confiança de 95%, de acordo com o teste de Mann-Kendall (Chagas 2019).

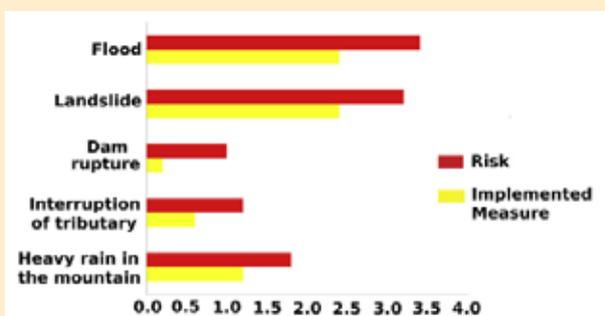


Figura 10 – Nível de risco e respectiva implementação de medidas (Young et al., 2019).

As instituições participantes são CEMADEN, UNICAMP, UFSC, FIOCRUZ-RJ, ANA, Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo / MAPA, SUDENE.

PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES:

Alvalá RC, Cunha APMA, Brito SB, Seluchi, ME, Marengo JA, Moraes OLL, Carvalho M, (2017) Drought Monitoring in the Brazilian Semi-arid Region, In Press, *Annais da Academia Brasileira de Ciências do Brasil*.

Marengo JA, Alves LM, Alvala, RC, Cunha AP, Brito SS, Moraes OLL (2017) Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semi-arid Northeast Brazil region, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Online version ISSN 1678-2690 <http://dx.doi.org/DOI>

Borges, P.A., Chaffee, P.L.B., (2019) Towards a comprehensive characterization of evidence in synthesis assessments: the climate change impacts on the Brazilian water resources. *Climatic Change*, 153, 1-21.

Cunha AP, V Marchezini, DP Lindoso, D Pereira, S Saito, RCS Alvalá, (2019) The challenges of consolidation of a drought-related disaster risk warning system to Brazil. *Sustainability in Debate*, 10, 43-76.

Marengo JA, AP Cunha, WR Soares, RR Torres, LM Alves, SSB Brito, AL Cuartas, K Leal, G Ribeiro Neto, RCS Alvalá, AR Magalhães (2019) Increase risk of drought in the semi-arid lands of northeast Brazil due to regional warming above 4 °C. In: Carlos A. Nobre: Jose A. Marengo; Wagner R. Soares, (Eds.). *Climate Change Risks in Brazil*. 1st Ed. Springer International Publishing, 2019, p. 181-200.

Young AF, JA Marengo, JOM Coelho, GB Scofield, CC de Oliveira Silvab, CC Prieto (2019) The role of nature-based solutions in disaster risk reduction: The decision maker's perspectives on urban resilience in São Paulo state, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 39, 101219

Chagas, V.B.P. (2019) Mudanças nos regimes de chuva e vazão no Brasil, de 1980 a 2015. 2019. 159p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, 2019. (http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/dissertacao_vinicius.pdf)

Impactos nos ecossistemas brasileiros frente às mudanças de uso da terra e à biodiversidade

Esta subcomponente do INCT MC Fase 2 aborda os processos atmosféricos que ocorrem na Amazônia no âmbito das mudanças antropogênicas e naturais no funcionamento dos ecossistemas. Em particular, está sendo utilizada a torre ATTO (Observatório da Torre Alta da Amazônia-veja foto na capa do relatório), de 325 m de altura, para estudar o intercâmbio atmosfera-biosfera de gases traços e aerossóis. Isso é usado como uma plataforma para desvendar novos processos focados em aerossóis e nuvens.

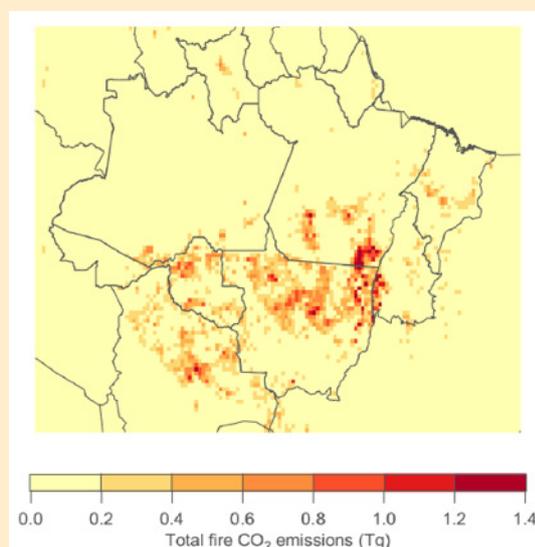
Estamos longe de entender as interações aerossol-nuvem, bem como os mecanismos de produção de aerossóis na Amazônia. A recente descoberta de produção de aerossóis em altitudes elevadas (12-14 km) a partir de emissões biogênicas naturais é um bom exemplo de como a atmosfera amazônica pode ser única. Vários estudos importantes já estão sendo realizados na ATTO, como propriedades ópticas, dinâmica dos aerossóis com ampla distribuição de tamanhos, composição de aerossóis inorgânicos e orgânicos, aerossol biogênico, etc. Com a operação da torre, é importante entendermos como a turbulência e a convecção afetam a distribuição vertical de partículas de todos os tamanhos.

Como parte deste INCT, foram iniciados novos estudos, como interação detalhada aerossol-nuvem, levando em consideração as medições de sensoriamento remoto a partir do espaço e do solo. Problemas complexos estão sendo analisados de perto, como a relação nuvens-precipitação, balanço aerossol-radiação-carbono, turbulência-convecção e nuvens, etc. Estudos microbiológicos em aerossóis atmosféricos já estão sendo feitos na ATTO e vêm sendo aprimorados. Muitos dos microrganismos são ativos nos núcleos de gelo e também podem atuar como GCCN (Giant Cloud Condensation Nuclei, na sigla em inglês), influenciando diretamente o ciclo hidrológico. Também são importantes os estudos que vinculam o funcionamento biológico da floresta às emissões de aerossóis e precursores de aerossóis, para analisar a regulação climática e os mecanismos de

retroalimentação que podem estar presentes na Amazônia.

As taxas de desmatamento caíram substancialmente na Amazônia Legal Brasileira (ALB) no período de 2000 a 2013. No entanto, as reduções de incêndios, aerossóis e dióxido de carbono têm sido muito menos significativas do que o desmatamento, mesmo considerando a variabilidade interanual da precipitação. Nossas observações e análises contemplam uma dissociação entre incêndio e desmatamento que tem exacerbado a degradação florestal na ALB. Basear as emissões de aerossol e dióxido de carbono nas taxas de desmatamento, sem levar em conta a degradação da floresta, influenciará esses importantes parâmetros climáticos e de saúde dos ecossistemas, tanto agora quanto no futuro.

Aumentos recentes na taxa de desmatamento desde 2014 aumentarão essa degradação, principalmente durante condições de seca, aumentando as emissões de aerossóis e gases de efeito estufa. Dada a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil no Acordo de Paris, deixar de considerar os incêndios na degradação florestal representará uma imagem falsa do progresso anterior e terá implicações potenciais profundas no clima regional e global.



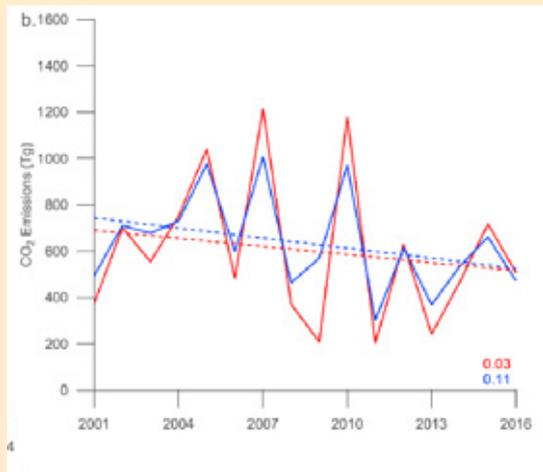


Figura 11 - Emissões de dióxido de carbono de todas as classes de emissões por incêndio, de 1997-2017. (a) Média das emissões de CO₂ nos principais meses de queima de biomassa (agosto-outubro) em uma grade de pixels de 0,25 graus. (b) Séries temporais e tendências das emissões de dióxido de carbono. (Nas áreas de desmatamento do PRODES, em conjunto com as emissões de dióxido de carbono relacionadas ao fogo do Global Fire Emissions Database GFED4). Linhas pontilhadas azuis e vermelhas representam tendências lineares na Figura b.

As estimativas de biomassa para o bioma Amazônia, que abrange quase metade do país (4.196.943 km²), foram baseadas principalmente no inventário florestal do projeto RadamBrasil e no mapa de vegetação anterior do IBGE. O RadamBrasil cobriu nove fisionomias vegetais, responsáveis por aproximadamente 90% do bioma Amazônia. O estoque de biomassa de outras 20 fisionomias vegetais no bioma (não cobertas pelo inventário RadamBrasil) foi estimado com base nos valores encontrados na literatura científica.

As parcelas do RadamBrasil tiveram sua área basal e biomassa calculadas. A interpolação por distância inversa (IDW) foi realizada para gerar uma superfície contínua da área basal para todo o bioma Amazônia (Figura 12).

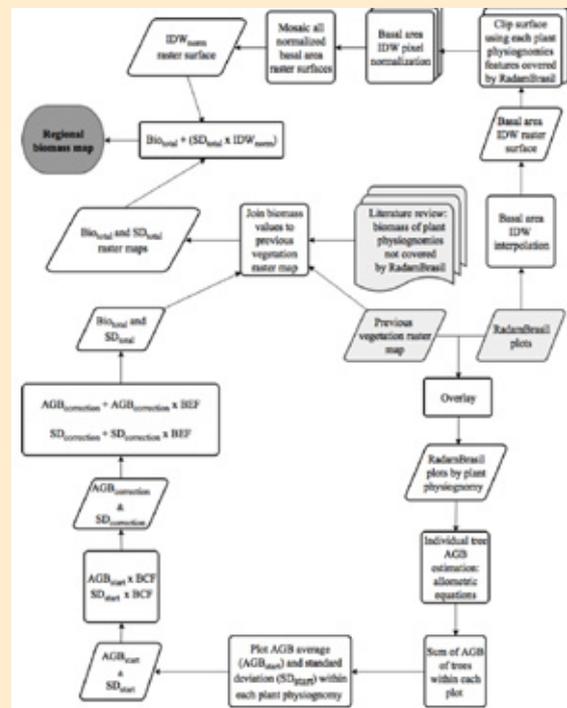


Figura 12 - Processos usados para produzir estimativas regionais de biomassa no bioma Amazônia. AGB indica biomassa acima do solo; BCF, fator de correção de viés; IDW: distância inversa ponderada (Bustamante et al., 2018).

Os principais parceiros são USP, UNB, INPE, UFAM e Instituto Max Planck da Alemanha.

PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES:

Jeffrey Q. Chambers and Paulo Artaxo. (2017) Deforestation size influences rainfall. *Nature Climate Change*. <http://www.nature.com/nclimate/journal/vaop/ncurrent/full/nclimate3238.html>. Vol. 7, 175-176 (2017) doi:10.1038/nclimate3238.

Scott, C. E., S. A. Monks, D. V. Spracklen, S. R. Arnold, P. M. Forster, A. Rap, M. Äijälä, P. Artaxo, K. S. Carslaw, M. P. Chipperfield, M. Ehn, S. Gilardoni, L. Heikkinen, M. Kulmala, T. Petäjä, C. L. S. Reddington, L. V. Rizzo, E. Swietlicki, E. Vignati, C. Wilson. (2018) Impact on short-lived climate forcers increases projected warming due to deforestation. *Nature Communications*, Vol. 9, 157, doi:10.1038/s41467-017-02412-4, <https://www.nature.com/articles/s41467-017-02412-4>, 2018.

Andreae, MO, A Afchine, R Albrecht, BA Holanda, P Artaxo, HM Barbosa, S Borrmann, MA Cecchini, A Costa, M Dollner, D Fütterer, E Järvinen, T Jurkat, T Klimach, T Konemann, C Knote, M Krämer, T Krisna, LAT Machado, S Mertes, A Minikin, C Pöhlker, ML Pöhlker, U Pöschl, D Rosenfeld, D Sauer, H Schlager, M Schnaiter, J Schneider, C Schulz, A Spanu, VB Sperling, C Voigt, A Walser, J Wang, B Weinzierl, M Wendisch, H Ziereis (2018) Aerosol characteristics and particle production in the upper troposphere over the Amazon Basin. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 18, 921-961, 2018.

Bustamante, MMC, JSO Silva, RZ Cantinho, JZ Shimbo, PVC Oliveira, MM Santos, CA Nobre (2018) Engagement of scientific community and transparency in C accounting: the Brazilian case for anthropogenic greenhouse gas emissions from land use, land-use change and forestry. *Environmental Research Letters*, 13(5), 055005.

Saúde e mudanças climáticas

Os desastres no Brasil são historicamente marcados por tragédias sociais e vários impactos na saúde, com um elevado número de mortes e morbidades relacionadas, principalmente, a secas e inundações extremas. Números mais recentes mostram que entre 1991 e 2012, houve 38.996 desastres no Brasil, dos quais 22% ocorreram entre 2010-2012. As regiões Sudeste e Nordeste destacam-se, pois apresentam, respectivamente, maior percentual de mortes por inundações e maior número de eventos extremos de seca, quando comparadas às demais regiões do país.

No entanto, a relação desastre-saúde não é bem conhecida no contexto brasileiro. Por um lado, pouco se sabe sobre o fluxo de informações sobre morbidade e mortalidade da população relacionada a desastres, aspecto importante para melhorar a comunicação entre as instituições envolvidas no gerenciamento de riscos e a qualidade das informações disponíveis para esse tema. Por outro lado, o conhecimento sobre os efeitos dos desastres na saúde humana ainda é incipiente, especialmente no contexto de secas, que têm impactos complexos e inter-relacionados entre diferentes setores (por exemplo, agricultura, indústria, economia) que se refletem de várias maneiras sobre os determinantes sociais da saúde humana.

Durante o primeiro ano do INCT MC Fase 2, a região semiárida brasileira foi escolhida como área de estudo devido aos seus aspectos sociais, econômicos e culturais, que são combinados de maneira particular, influenciando a ocorrência de problemas de saúde e seus fatores de risco à população, relacionados à seca. Do ponto de vista das políticas públicas, conhecer as possíveis interações entre as condições subjacentes das cidades semiáridas (por exemplo, demografia, meio ambiente, infraestrutura etc.) e os possíveis impactos da seca, incluindo riscos à saúde, é essencial para direcionar ações e recursos com foco na redução do risco de desastres e de problemas de saúde no contexto de eventos extremos. Para isso, inicialmente foi elaborado um índice composto relacionando os determinantes sociais da saúde e os

eventos extremos da seca para uma área piloto do semiárido, composta por 65 municípios dos estados do Piauí, Pernambuco e Bahia.

Minas Gerais foi o estado com o maior número de desastres naturais ocorridos entre 1991 e 2012 na região Sudeste, e o segundo maior do país (5.086 ocorrências). Em 2013/2014, o estado registrou uma perda econômica total, causada pelas chuvas, de R\$ 2.138.704.613,73, com 237.266 pessoas afetadas. Apesar dos grandes impactos causados por desastres naturais em Minas Gerais, o fluxo de informações em saúde relacionadas a esses eventos tem várias limitações. Iniciativas capazes de estimular discussões sobre esse tema contribuem para o conhecimento das lacunas desse processo e são úteis para melhorar a qualidade dos registros. Os eventos de cheias e enchentes foram selecionados como objeto de análise devido ao alto número de mortes, população afetada e perdas econômicas associadas a esses eventos no estado de Minas Gerais.

Para conhecer a distribuição geográfica e a quantidade de eventos de inundações e enchentes em 2016 e 2017 em Minas Gerais, foi realizada uma pesquisa em sites oficiais sobre o número e o local de ocorrência desses eventos. Em seguida, foram selecionados municípios de grande, médio e pequeno porte, que apresentaram informações mais relevantes sobre os eventos selecionados nesses dois anos, para integrar a pesquisa (a próxima etapa das entrevistas depende da memória do entrevistado).

No segundo ano do INCT MC Fase 2, a parte do projeto referente ao índice de seca e saúde analisou as principais variáveis relacionadas à vulnerabilidade no semiárido. A área estudada, tratada como piloto, incluiu 65 municípios dos estados de Pernambuco, Piauí e Bahia. A análise mostrou que cinco fatores explicam 85,99% da variância. A configuração das variáveis em cada fator permitiu classificá-las nas seguintes dimensões: i) infraestrutura social e de saúde (fator 1); (ii) demografia e doenças infecciosas (fator 2); (iii) saúde ambiental (fator 3); (iv) dengue (fator 4); e (v) disponibilidade e qualidade da água (fator 5). (Figura 13).

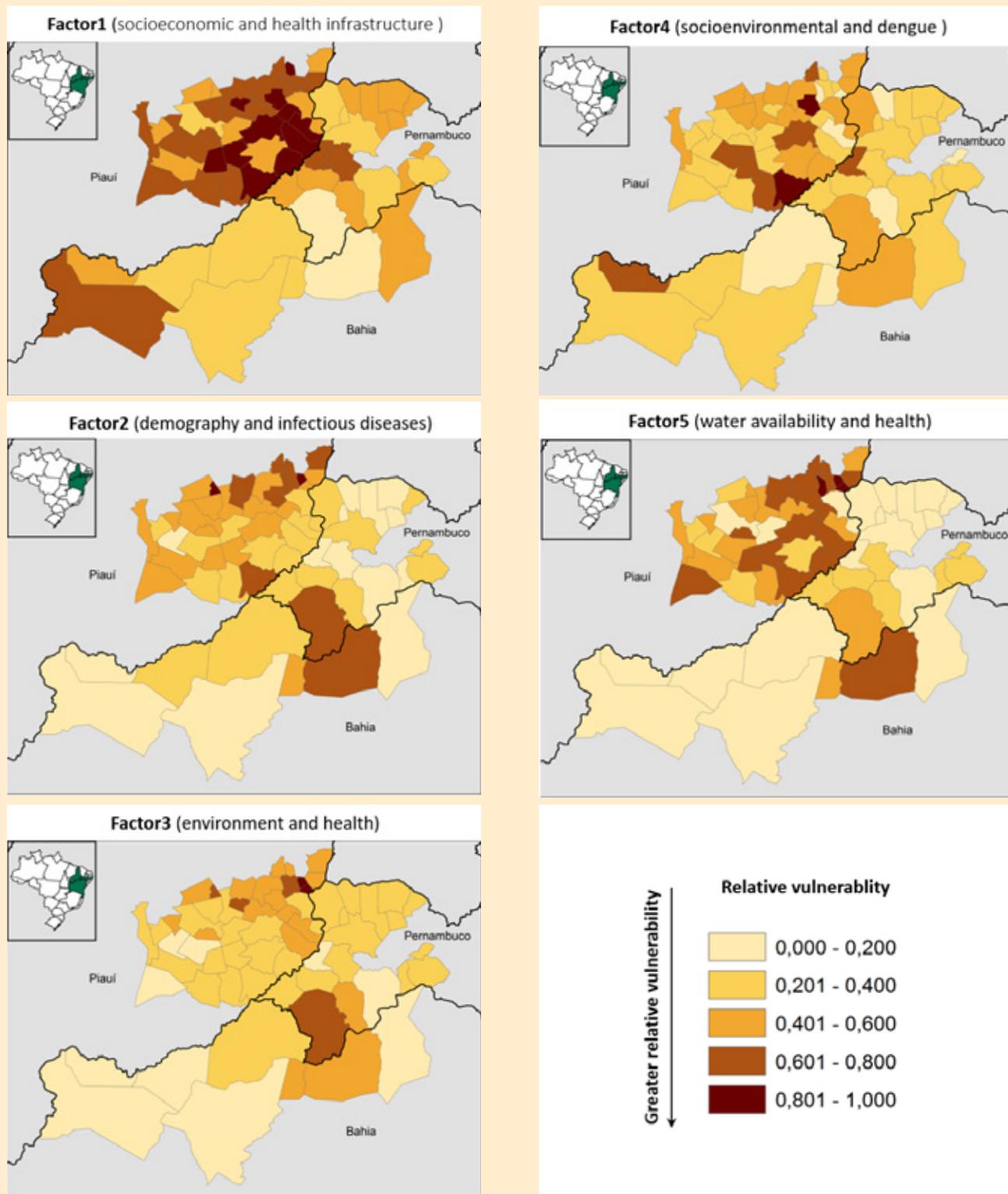


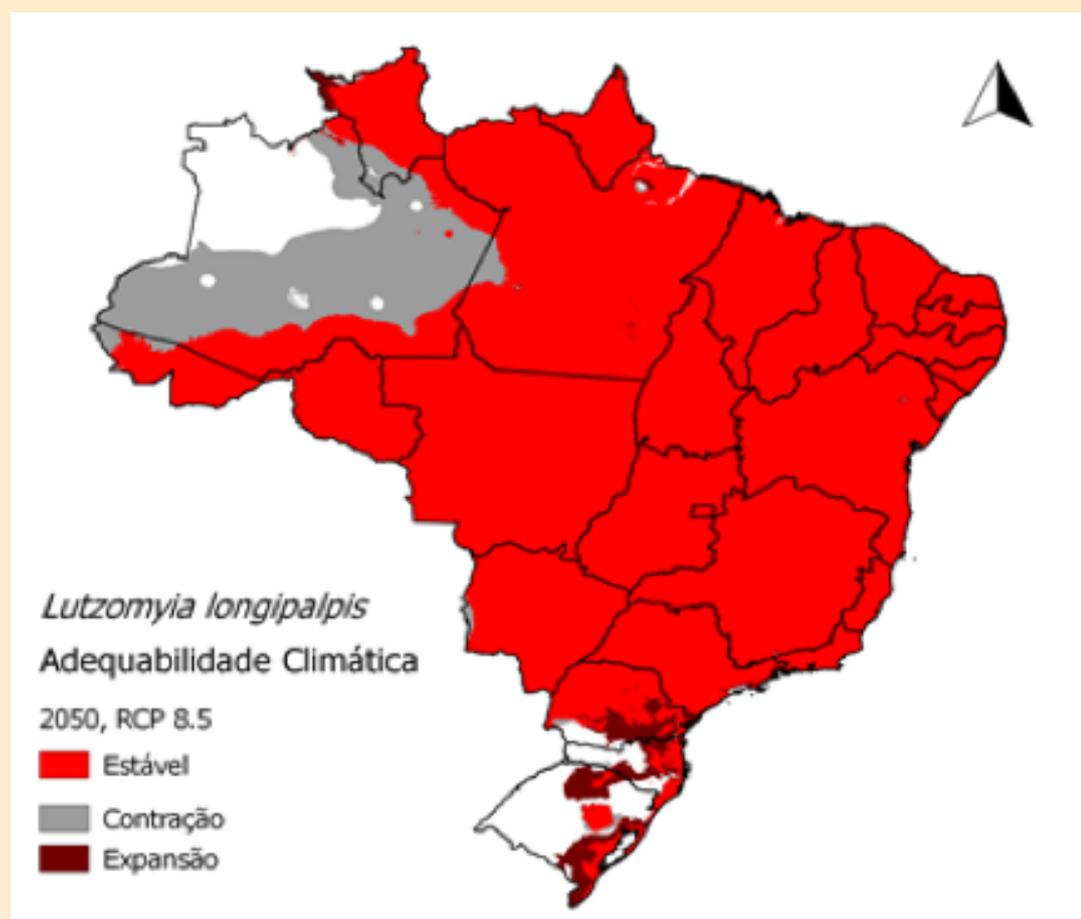
Figura 13 - Distribuição dos valores dos índices formados pela regressão dos fatores 1 a 5 para os 65 municípios estudados nos estados do Piauí, Pernambuco e Bahia.

O segundo inclui as variáveis relacionadas à dimensão demográfica e doenças infecciosas. Está positivamente relacionado, por exemplo, à variável leishmaniose visceral americana (LVA). A construção do Índice de Vulnerabilidade em Seca e Saúde (IVSS) baseou-se nos resultados obtidos na análise fatorial. As cargas obtidas em cada fator foram consideradas para montar as equações de regressão e gerar os valores dos índices. No Piauí, a Leishmaniose Visceral Americana é um importante problema de saúde pública. Os estudos acima são complementares e apontam para o processo de expansão da LVA no Brasil e os papéis da vulnerabilidade climática e social nesse processo.

A Figura 14 mostra a área de potencial expansão de *Lutzomyia longipalpis*, vetor da Leishmaniose Visceral Americana (LVA), no sul do Brasil, onde o clima será mais favorável à sua ocorrência em meados do século XXI, de acordo com os dois

cenários de mudança climática (RCP 4.5 e RCP 8.5). Para os vetores LVA, o estado com a maior área de expansão foi Santa Catarina (25,3% do território terá adequação climática para os vetores no futuro) e com uma maior área de contração no Amazonas (53,3% do território perderá adequação climática para os vetores no futuro). As áreas de distribuição potencial dos vetores nesses cenários atuais foram sobrepostas às áreas de distribuição potencial das respectivas doenças humanas, LCA e LVA. Para LVA, cerca de 68% da distribuição potencial da doença foi sobreposta pela distribuição potencial de *L. longipalpis*, com os 32% restantes indicativos de lacunas na ocorrência desses vetores nas regiões Norte e Sul. Essas deficiências podem representar uma falta de estudos de campo ou insuficiência de dados publicados.

Os principais parceiros são a FIOCRUZ e a UFMG.



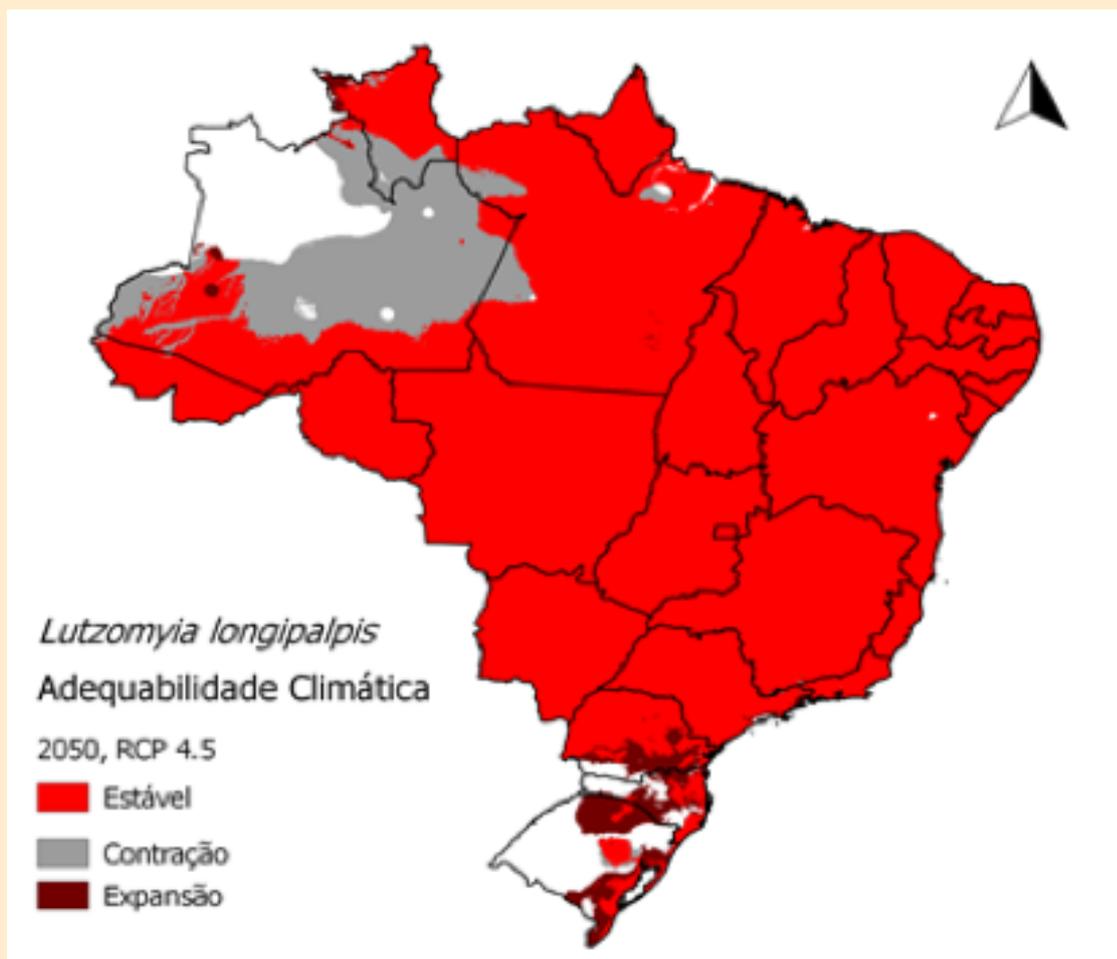


Figura 14 – Adequação climática para *Lutzomyia longipalpis*, o principal vetor da leishmaniose visceral americana, de acordo com os cenários de mudança climática RCP 4.5 (à direita) e RCP 8.5 (à esquerda) (Bruno M. Carvalho e Elizabeth Rangel, Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ).

PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES:

Costa SM, Cordeiro JLP, Rangel EF (2018) Environmental suitability for *Lutzomyia* (*Nyssomyia*) *whitmani* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) and the occurrence of American Cutaneous Leishmaniasis in Brazil. *Parasites & Vectors* 11: 155.

Falcão de Oliveira E, EAB Galati, AG Oliveira, EF, Rangel. BMd Carvalho (2018) Ecological niche modelling and predicted geographic distribution of *Lutzomyia cruzi*, vector of *Leishmania infantum* in South America. *PLoS Negl Trop Dis* 12(7): e0006684. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006684>

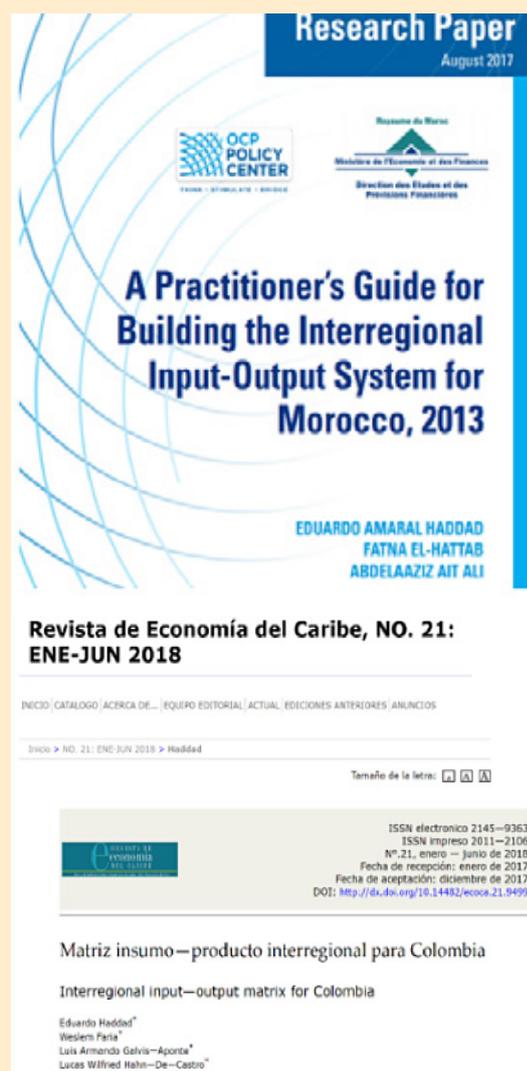
Economia e impactos em setores-chave

Desde o primeiro ano, focamos no desenvolvimento de abordagens de modelagem integrada para gerar resultados quantitativos associados aos impactos das mudanças climáticas. Dois aspectos receberam mais atenção: (i) lidar com a incerteza nos modelos de produtividade agrícola e as implicações para os impactos em toda a economia; e (ii) explorar os efeitos do clima sobre variáveis demográficas, principalmente taxas de fertilidade.

Também preparamos propostas para o desenvolvimento de projetos específicos dentro do INCT MC Fase 2. Nesse contexto, devem ser mencionadas as seguintes propostas à FAPESP: (i) “Urbanização e Mudanças Climáticas: Análises de Impacto na Região Metropolitana de São Paulo” (Doutorado, 2018 / 08833-5, em revisão); (ii) “Sustentabilidade agrícola e agroindustrial no Chile: modelando os impactos das mudanças climáticas e desastres naturais em uma estrutura integrada” (CONICYT - Projeto de pesquisa regular, 2018 / 08337-8, em revisão); (iii) “Fertilidade e desigualdade: evidências do Brasil” (bolsa no exterior, 2018 / 06782-4, concedida); (iv) “Uma Análise Espacial de Impacto da Acessibilidade à Água na Produção Agropecuária do Semiárido Brasileiro” (Iniciação Científica, 2018 / 11799-3, em revisão); (v) “A Economia dos Mercados de Baixo Carbono - 2017” (Organização de Eventos Científicos, 2017 / 16866-8, concedido); (vi) “Avaliação dos efeitos de clima e tempo no Brasil usando painel de dados” (Fellowship Abroad, 2018 / 02081-1, concedido).

O resultado mais importante alcançado pelo grupo do INCT MC Fase 2 durante o segundo ano do projeto (2018-2019) está relacionado ao desenvolvimento de um banco de dados exclusivo em nível municipal, para ser usado por várias iniciativas de modelagem relacionadas a alguns dos projetos em andamento. Agora é possível desenvolver sistemas inter-regionais de entrada e saída para várias configurações

regionais no Brasil, a fim de serem mais usados para calibrar modelos CGE. Esse banco de dados deve ser usado no terceiro ano do projeto, para calibrar um modelo para o semiárido do Brasil e um modelo para a Região Metropolitana de São Paulo. No primeiro caso, será desenvolvido um estudo sobre os impactos econômicos das secas; no último caso, o modelo será integrado aos modelos hidrológicos desenvolvidos pela subcomponente Segurança hídrica. O método de regionalização foi testado e implementado em diferentes países (Figura 15). O trabalho foi desenvolvido em colaboração com USP, CEMADEN, IPEA e INPE.



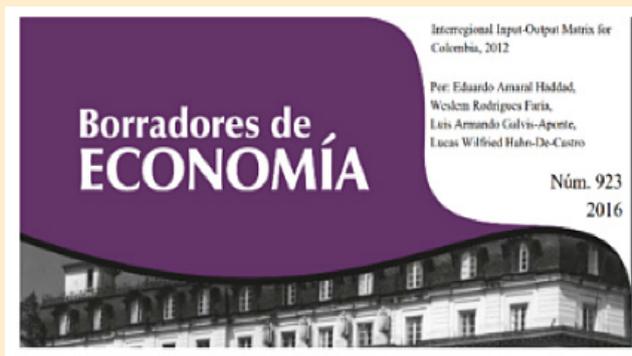


Figura 15 – Aplicações do método de regionalização para diferentes países, desenvolvidas pela equipe de pesquisa (Brasil, Marrocos, México, Colômbia, Grécia).

PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES:

Haddad EA, Ezzahra Mengoub F, Vale VA (2018) Water Content in Trade: A Regional Analysis for Morocco”, Research Paper, OCP Policy Center/Texto para Discussão TD NEREUS 05-2018, (http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/TD_Nereus_05_2018.pdf)

Haddad E, N Lozano-Gracia, E Germani, R Vieira, S Nakamura, E Skoufias, B Alves (2019) Mobility in Cities: Distributional Impact Analysis of Transportation Improvement in São Paulo Metropolitan Region Regional, Transport Policy, 73, 125-142.

Vale, VA, FS Perobelli, AB Chimeli (2018) International trade, pollution and economic structure: Evidence on CO2 emissions for the North and the South. Economic Systems Research, 30:1, 1-17.

Modelagem do sistema terrestre e produção de cenários futuros de clima para estudos de vulnerabilidade, impactos e adaptação

No primeiro ano, as atividades relacionadas a essa subcomponente concentraram-se principalmente no CPTEC e no CCST INPE, onde estão sendo desenvolvidos o modelo global BESM (Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre) e o modelo regional Eta. Aplicações de resultados de modelos foram estabelecidas com a UFPB, USP, UnB e EMBRAPA, para alguns estudos sobre adaptação no Nordeste do Brasil. Algumas dessas atividades fazem parte deste projeto, enquanto outras são atividades de desenvolvimento de modelos realizadas pelo INPE, com o apoio do projeto para atividades de mobilidade (apresentações e eventos científicos), bem como para bolsas de estudos e taxas de publicação.

Essas atividades foram desenvolvidas no segundo ano e continuarão durante todo o projeto:

- O BESM versão 2.5 testou as integrações piControl e Abrupt4xCO2, alcançando respectivamente, 1.000 e 850 anos de simulações no supercomputador CRAY EX6 do INPE / CPTEC.
- Eta - Desenvolvimento do modelo do sistema terrestre: atualização e preparação de mapas de uso e cobertura da terra para uso em downscaling para a mudança climática urbana e para estudos de impactos da mudança climática no bioma Cerrado. O desenvolvimento do modelo contempla a melhoria da vegetação dinâmica e os componentes do clima urbano.
- Eta-ESM: modificações de modelo para incorporar as espécies químicas.
- Eta-1km: integração de longo prazo (6 anos) em resolução muito alta, 1 km, sobre a paisagem desmatada na Amazônia.

Evolução da cobertura do solo durante a integração.

- Eta-ESM: Acoplamento do esquema de radiação com nuvens convectivas.

Em 2018-2019, a subcomponente de Modelagem atingiu níveis mais elevados de realizações tecnológicas e científicas. Tecnicamente, obteve a versão 2.9 do seu modelo climático global acoplado ao BESM (com o uso de uma versão atualizada do modelo oceânico, o MOM5, acoplado à versão mais recente do modelo atmosférico global do CPTEC, BAM1.0). Cientificamente, mais de 1.000 anos de duração do modelo BESM sob a suposição de um clima mais quente revelaram a redução e eventual restabelecimento da Circulação Meridional do Atlântico (AMOC, na sigla em inglês). Olhando para o futuro, a nova versão do BESM 2.9 está sendo usada para calcular os cenários brasileiros do CMIP6 para o IPCC AR6, cujos resultados preliminares foram apresentados no CMIP6 Model Diagnosis Workshop em Barcelona, Espanha, em março de 2019 (Nobre et al., 2019). Os cenários de mudança climática calculados por esta subcomponente está sendo utilizados por vários grupos de pesquisa no Brasil, do INCT MC Fase 2, bem como de outros INCTs.

O Modelo Regional do Sistema Terrestre (RESM, na sigla em inglês), baseado no Modelo Regional do Clima Eta, está sendo desenvolvido em paralelo ao BESM. O Eta possui a funcionalidade de reinicialização do modelo revisado para operar com o acoplador FMS conforme utilizado pelo BESM. Outros processos físicos, como radiação, superfície terrestre e vegetação dinâmica foram acoplados e atualizados no Eta RCM (Figura 16). As modificações seguem a nova estrutura de codificação do modelo.

BESM + RESM (BAM_MOM6) + (Eta RCM)

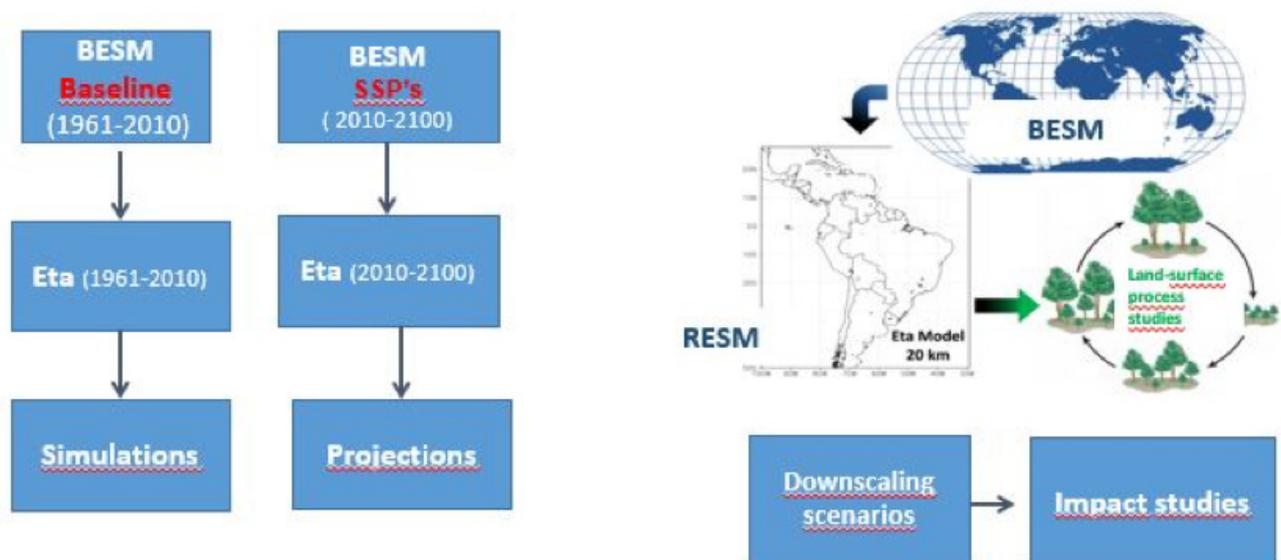


Figura 16 – A estratégia do modelo para o BESM e o RESM roda para esta subcomponente para projeções futuras de mudanças climáticas.

PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES:

Capistrano, V., R. Tedeschi, J. Silva, P. Nobre, O. Neto, F. Rodrigues, F. Casagrande, M. Baptista, S. Figueroa, M. Cardoso, and C. A. Nobre, (2019) Climate sensitivity of the Brazilian Earth System Model, version 2.5. *Geosci. Model Dev.*, Accepted for publication.

Nobre P, EB Pereira, FF Lacerda, M Bursztyn, E Haddad, D Ley (2019) Iar Smart Grid as a Path to Economic Inclusion and Adaptation to Climate Change in the Brazilian Semiarid Northeast, *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, in press.

Veiga SF, P Nobre, E Giarolla, V Capistrano, M Baptista Jr, AL Marquez, SN Figueroa, JP Bonatti, P Kubota, CA Nobre (2019) The Brazilian Earth System Model ocean-atmosphere (BESM-OA) version 2.5: evaluation of its CMIP5 historical simulation, *Geosci. Model Dev.*, 12, 1613-1642.

Comunicação, disseminação de conhecimento e educação para a sustentabilidade

O grupo realiza regularmente reuniões gerais com os pesquisadores do Tema Transversal de Comunicação, principalmente no Labjor/Unicamp, mas também em outras cidades e instituições, dentre elas UFRN, USP, UFSC e UFAM. Os objetivos dessas reuniões são o compartilhamento do trabalho em desenvolvimento e a construção de ações comuns associadas à comunicação e à educação. Em 2017, os encontros foram concentrados dentro de seminários e workshops, tais como VII Seminário Conexões Deleuze. Em 2018, a agenda do grupo inclui encontros mensais dos grupos.

Bem como reuniões com os pesquisadores para a organização geral do VII Seminário Conexões e das 10 oficinas que aconteceram durante o evento. Encontro de Pesquisadores em Comunicação, Educação e Mudanças Climáticas (reunidos no Tema Transversal INCT e na sub-rede Divulgação Científica e Mudanças Climáticas, da Rede Clima, (novembro de 2017, na Unicamp), que reuniu 25 pesquisadores da UFRN, UFPE, UFRJ, UFSC, Unesp, Uniso, Unicamp (FE, Labjor, Labeurb, IG e FCA), Universidad Nacional de Río Negro e Universidad Nacional de Córdoba e os Guardiões da Floresta Urbana de Sorocaba. Na oportunidade, o professor Marko Monteiro apresentou sua pesquisa “Ciência e políticas do desmate na Amazônia: reflexões etnográficas sobre cooperação interdisciplinar”.

Alguns dos resultados principais incluem:

Estímulo aos pesquisadores das demais subcomponentes e temas transversais a publicarem na seção Coluna Assinada da revista ClimaCom Cultura Científica – pesquisa, jornalismo e arte, com a publicação de um artigo do Dr. José Marengo. Realização de entrevistas com os pesquisadores de todas as subcomponentes e temas transversais do INCT

para produção de material jornalístico (notícias, entrevistas, reportagens etc.) para as revistas ClimaCom, ComCiência e o futuro site do INCT. Já foram entrevistados o Dr. Mario Mendiondo, da subcomponente Recursos Hídricos, e Dr. Paulo Artaxo, da subcomponente Ecossistemas.

A comunicação-educação científica habitualmente aparece enquanto possibilidade de uma maior participação social, apontando-se a falta de acesso ao conhecimento científico por parte da população como o problema da política educacional e de inclusão social.

Como resultado das atividades inovativas e de pesquisa desenvolvidas pela equipe deste tema transversal, o que se percebe é que o acesso à informação não garante, por si só, a efetiva participação das pessoas, mas sim a construção de produtos e processos com o ativo envolvimento do público, ou seja, com uma mútua implicação das pessoas, bem como das coisas, seres, conceitos, palavras, imagens, sons etc.

O público apresenta sua própria potência criativa e de vida, que resiste a uma mera absorção linear, constituindo para si políticas, sensibilidades e estratégias próprias, que definem de maneira múltipla e diversificada as suas relações com o meio ambiente, a sociedade e as mudanças climáticas.

As ações de comunicação-educação científicas, nesse sentido, podem ser compreendidas como catalisadoras de processos colaborativos de invenção de novos conhecimentos com as mudanças climáticas, e não como objetivos últimos dos projetos.

Por isso, buscamos neste tema transversal, potencializar a dimensão de pesquisa e ação em comunicação-educação científica do INCT MC Fase 2 na relação com o público, com o objetivo de não estabilizar o pensamento pela circulação

de respostas e soluções prontas para os temas abordados. Essa escolha é importante, já que o que está em jogo não é o convencimento do público, mas a promoção de novos modos de pensar.

Desse modo, o público não pode ser encarado como a parte final da comunicação, mas como força ativa, criadora e transformadora, não só de si e das condições socioambientais que o cercam, mas da própria relação da ciência com o mundo.

Um convite a experimentar a possibilidade de que todos se tornem “público”. Bastante perceptível num projeto como o da natureza do INCT, que reúne pesquisadores, práticas e materiais tão distintos. No qual é preciso levar a sério o desafio de produzir conhecimentos, percepções e modos de afetar e existir que resultem de conexões e relações inéditas entre heterogêneos, o de gerar resultados que seriam impossíveis isoladamente.

As próprias mudanças climáticas inspiram e pedem mudanças de percepção que podem ser potencializadas no encontro com diferentes práticas: práticas científicas, artísticas, curatoriais e educacionais, performances, contracultura, procedimentos jornalísticos e de divulgação científica, rituais e saberes indígenas etc. Particularmente neste tema transversal, nos interessam as relações que podemos estabelecer com as práticas artísticas, o modo como as artes experimentam rasuras, apagamentos, transformações nas lógicas habituais de ver, sentir, pensar e que podem contribuir com a produção de novas sensibilidades em relação às populações ditas mais vulneráveis.

Articular as práticas artísticas, científicas e de comunicação-educação tem sido um interessante desafio nas experimentações realizadas, que são inspiradas, por exemplo, nos Estudos Multiespécies. Rios, nuvens, solos, oceanos, árvores, cidades etc. tornam-se parceiros de pesquisa e criação, conectam diferentes perspectivas e ganham expressão em composições sensíveis as mais diversas: livros-objeto, vídeos, ensaios fotográficos etc.

Os tipos de imagens e textos que têm sido produzidos nessas experiências querem suspender os funcionamentos insustentáveis e didatizantes que dominam as narrativas audiovisuais quando o assunto é aquecimento global e ações antrópicas. Complexificando os pensamentos com os processos comunicacionais e educacionais para além da ideia de mediação (Figura 17).

A comunicação-educação científica emerge no projeto como um espaço-tempo de criação e produção potente para repensarmos questões que atravessam as mudanças climáticas como, por exemplo, a impotência das pessoas, imagens, palavras e sons, o medo/risco do apocalipse, bem como de invenção de novos modos de viver, agir e pensar.

O trabalho desenvolvido pelo Tema Transversal Comunicação, Difusão de Conhecimento e Educação para a Sustentabilidade do INCT MC Fase 2, no segundo ano (2018), envolveu a avaliação da eficácia política da comunicação e educação científica no que concerne às mudanças climáticas.

Dentre as atividades deste segundo ano, é mostrado que os materiais analisados que buscam convencer e persuadir o público frequentemente recaem em palavras, imagens e sons em que o humano aparece separado, acima e fora da natureza, marcado por denúncias e julgamentos, abstrações e generalizações, em que o humano é colocado como vilão ou salvador. Essa perspectiva antropocêntrica predomina na comunicação da ciência e está fundamentada em torno dos mesmos pressupostos ontológicos e epistemológicos que geraram a crise climática.

Em vez de convencer o público, procuramos possibilidades de cocriação com o público, de imagens, palavras e sons que gerem novas sensibilidades e escapem das perspectivas catastróficas e antropocêntricas ambientais dos meios de comunicação de massa. É um dos objetivos do Tema Transversal de Comunicação.

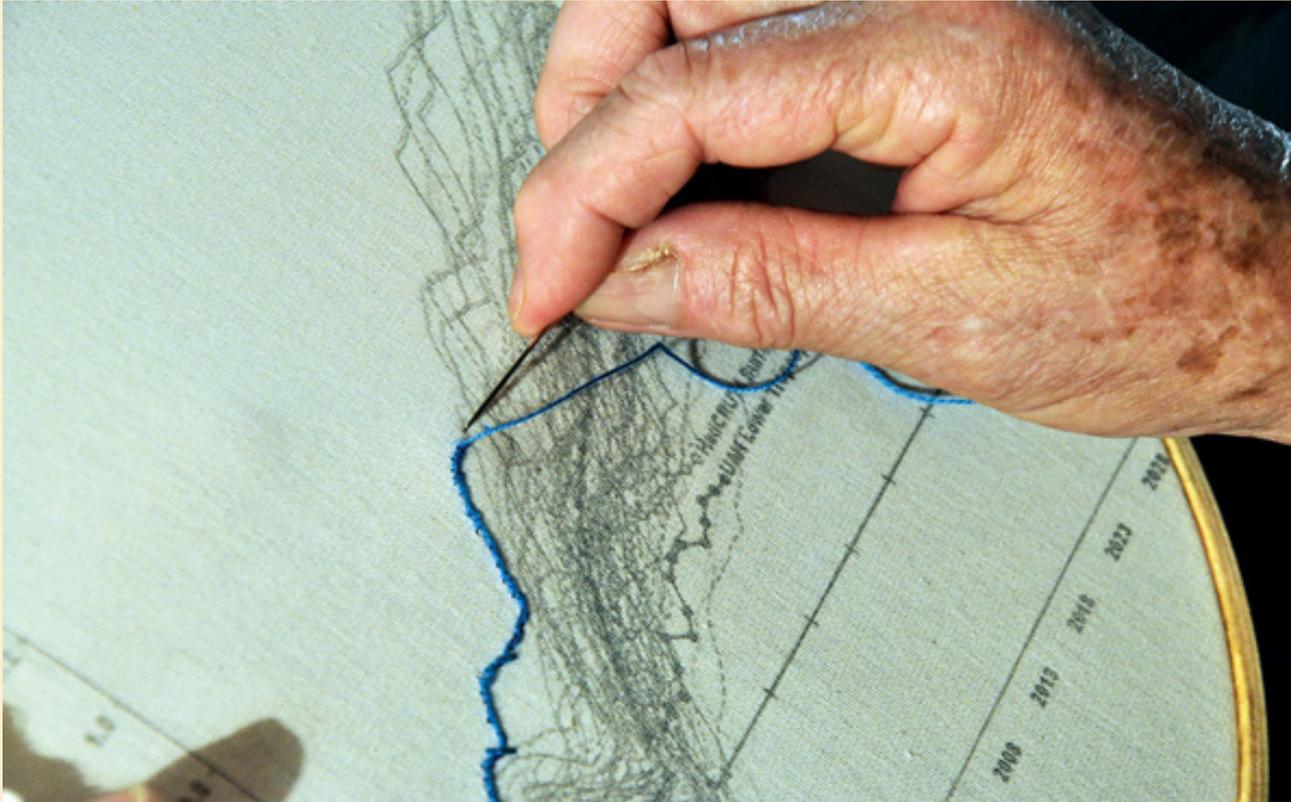


Figura 17 – Percepção do aquecimento global por bordadeiras.

O trabalho foi desenvolvido pela Unicamp em colaboração com USP, UNESP, Unifesp, UEFS, IF Baiano, UFRN, UFC, UFRJ, UFSC, UFPE e Universidad Nacional de Río Negro (Argentina-Bariloche).

PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES:

Dias, R. B (2017). Tecnologia Apropriada, Grassroots Innovations, Tecnologia Social: uma análise de conceitos e seus contextos. In: Luciana Ferreira da Silva. (Org.). Ciência e Tecnologia para Transformação Socioambiental. 1ed.Jundiaí, SP: Paco Editorial, 2017, v1, p. 9-29.

Dias, S. O. (2017) Como celebrar com as ciências encontros cósmicos?. In: Maria dos Remédios de Monteiro, M.; Rajão, R. Scientists as citizens and knowers in the detection of deforestation in the Amazon. Social Studies of Science, v. 47, n. 4, p. 466-484, 2017. Disponível em: < <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0306312716679746> >.

Pereira JC; Codes, D, Silveira E, Tonon EH, Corso, GK, Gumiraes LB (2018), Leandro Belinaso (Orgs.). Des-loucar-se. Campinas: BCCL/LABJOR/UNICAMP, 2018, vol 1 72p. e vol 2 72p

Moneiro, M. S. A. Ethnography and interdisciplinary work: experiences from the US and Brazil. Tapuya: Latin American Science, Technology and Society, v. 1, p. 153-169, 2018.

Dias S, C Rodrigues, F Pestana (2019) Entre limites abre-se um mar: fazer escuta para novos possíveis na política de comunicação das mudanças climáticas. In: Kanashiro, M.; Manica, D. (Org.). Ciências, culturas e tecnologias: divulgações plurais. Rio de Janeiro: Bonecker, 2019.

Dias S, S Wiedemann, S, C Amorim, A. C. (Org.) Conexões Deleuze e Cosmopolíticas e Ecologias Radicais e Nova Terra e... Campinas: ALB, ClimaCom, 2019.

Instituições participantes

O desafio de promover interação e integração entre os 6 subprojetos e os 3 temas transversais de pesquisa, envolvendo mais de 46 grupos participantes do projeto de 15 estados do Brasil

e de 11 instituições de 10 países não pode ser desprezado. Já existe interação prévia entre alguns grupos do projeto, seja através de prévios INCTs ou por projetos CNPq e FAPESP (Figura 18).

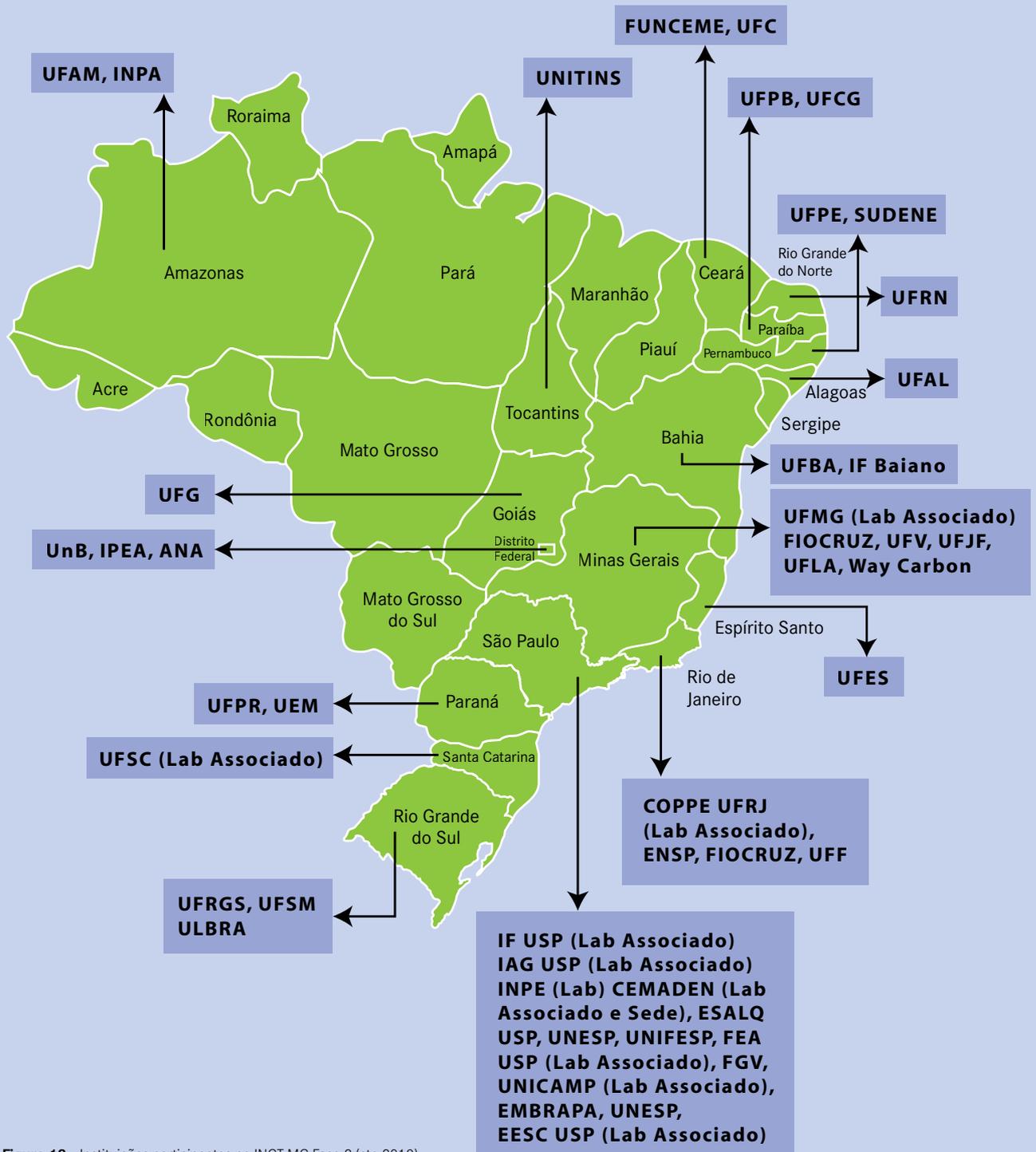


Figura 18 – Instituições participantes no INCT MC Fase 2 (ate 2019).

Conclusões e recomendações

Este Relatório do período 2017-2019 do INCT MC Fase 2 representa uma contribuição valiosa e importante para a compreensão do conhecimento sobre ciência, tecnologia e educação sobre mudanças climáticas e seu impacto na população e nos principais setores da economia brasileira e meio ambiente. O trabalho deste projeto baseia-se no reconhecimento da necessidade de aprofundar nossa compreensão dos desafios que estão por vir nas mudanças e impactos ambientais globais no Brasil. Essa avaliação é um exercício construtivo e contribui com todos os setores que possam ser potencialmente afetados pelas mudanças climáticas.

O Brasil precisa avançar em seus conhecimentos sobre os impactos das mudanças climáticas na segurança alimentar, hídrica, energética e da saúde, ecossistemas, desenvolvimento urbano e desastres naturais. O país também precisa desenvolver conhecimento em ciência e tecnologia para avaliações integradas dos impactos econômicos das mudanças climáticas, sobre as formas de comunicação desses conhecimentos e impactos das mudanças climáticas para a população e os tomadores de decisão e para desenvolver vários níveis de modelagem ambiental.

O INCT MC Fase 2 visa atingir as metas de desenvolvimento sustentável e redução da pobreza e da fome, melhorando assim a qualidade da vida rural e da saúde humana e facilitando o desenvolvimento equitativo de maneira social, econômica e ambientalmente sustentável.

O INCT PARA MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM NÚMEROS

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

	Em andamento	Concluídos
Mestrados	18	1
Doutorados	8	0
Pós-Doutorados	5	4
Iniciações Científicas	8	0
Bolsas de Nível Técnico	12	0
Bolsas DTI	20	3
Bolsas PV	1	0
Bolsas de pesquisa concedidas por FAPESP, CNPq e CAPES para Mudanças Climáticas	80	8
Programa de Pós Graduação em Desastres Naturais criado no Cemaden/UNESP	1	0

Produção científica

PUBLICAÇÕES

Artigos científicos em revistas internacionais com avaliação por pares	223
Artigos científicos em revistas brasileiras com avaliação por pares	65
Capítulo de Livros	24
Livros	8

ATIVIDADES DE EXTENSÃO

Cursos de Curta Duração	29
Eventos (workshops, seminários etc...)	51
Reportagem e entrevistas sobre Mudanças Climáticas (2014-2019)	23



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

