



SERVIÇOS CLIMÁTICOS NO BRASIL E O SETOR DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

Relatório de Avaliação de Base

Por ordem do



Ministério Federal
do Meio Ambiente, Proteção da Natureza
e Segurança Nuclear

Por meio da:



Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

Como uma empresa de propriedade federal, a GIZ apóia o governo alemão na realização de seus objetivos no campo da cooperação internacional para o desenvolvimento sustentável.

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Escritório Registrado:

Brasília-DF, Brasil Deutsche

Gesellschaft für

Internationale Zusammenarbeit

(GIZ) GmbH SCN Quadra 1 – Bloco C Sala 1301

Ed. Brasília Trade Center 70.711-902 –

Brasília/DF – Brasil

T +55

61 2101 2097

E info@giz.de | www.giz.de

Diretora de Projeto:

Ana Carolina Câmara

T:+55 61 9 99 89 71 71

T +55 61 2101 2098

E ana-carolina.camara@giz.de

Autores: Pablo Borges de Amorim (GIZ BR), Chou Sin Chan (CPTEC-INPE), Lincoln Muniz Alves (CCST-INPE), Maria de Fátima de Carvalho Gama (EPE), Diego Luis Tedesco Dandolini (ELETROSUL), André Luís Padovan (ELETROSUL), Julian Luiz Reis (ELETROSUL)

Revisão ortográfica: Lucas Neiva (GIZ BR)

Design/layout: Pablo Borges de Amorim (GIZ BR)

Créditos das fotos / fontes

Esta publicação contém links para sites externos. A responsabilidade pelo conteúdo dos sites externos listados sempre recai sobre seus respectivos editores. Quando os links para esses sites foram publicados pela primeira vez, a GIZ verificou o conteúdo de terceiros para determinar se isso poderia resultar em responsabilidade civil ou criminal. No entanto, a revisão constante dos links para sites externos não pode ser razoavelmente esperada sem uma indicação concreta de uma violação de direitos. Se a própria GIZ tomar conhecimento ou for notificada por terceiros de que um site externo forneceu um link para dar origem a responsabilidade civil ou criminal, ele removerá o link para este site imediatamente. A GIZ se dissocia expressamente de tal conteúdo.

Mapas:

Os mapas aqui impressos destinam-se apenas a fins informativos e de forma alguma constituem um reconhecimento sob lei de fronteiras e territórios. A GIZ não se responsabiliza por esses mapas estarem totalmente atualizados, corretos ou completos. Qualquer responsabilidade por qualquer dano, direto ou indireto, resultante de seu uso é excluída.

Em nome do:

Ministério Federal do Meio Ambiente, Proteção da Natureza, e Segurança Nuclear (BMU) da Alemanha no âmbito da Iniciativa Internacional de Proteção do Clima (IKI)

A GIZ é responsável pelo conteúdo desta publicação.



Índice

Lista de Figuras.....	iii
Lista de Tabelas	v
Lista de Abreviaturas.....	vii
Executive Summary	1
Sumário Executivo	3
1. Introdução	5
1.1. Infraestruturas e as mudanças climáticas.....	5
1.2. O contexto brasileiro.....	6
1.3. O projeto CSI	6
1.4. Estrutura do relatório	8
2. Objetivo.....	9
3. Metodologia.....	9
3.1. Mapeamento nacional de Serviços Climáticos.....	9
3.2. Serviços Climáticos do CPTEC-INPE, CCST-INPE e do EPAGRI-CIRAM....	11
3.3. Uso de informações climáticas no setor de linhas de transmissão.....	12
4. Resultados.....	13
4.1. Mapeamento nacional de Serviços Climáticos.....	13
4.1.1. Perfil das instituições.....	13
4.1.2. Portfolio de produtos e serviços.....	17
4.1.3. Interface com os usuários.....	21
4.1.4. Expectativas das instituições.....	25
4.2. Levantamento dos Serviços Climáticos do INPE e do EPAGRI-CIRAM..	27
4.2.1. Fontes de dados, rede observacional e gestão de dados	27
4.2.2. Portfolio de produtos e serviços climáticos.....	28
4.2.3. Disseminação, Comunicação e Divulgação	29
4.2.4. Pesquisa	30
4.2.5. Interação com usuários.....	32
4.2.6. Desenvolvimento de capacidades.....	33
4.3. Uso de informações climáticas no setor de linhas de transmissão.....	34
4.3.1. Os agentes do setor de linhas de transmissão	34
4.3.2. Os agentes e a vulnerabilidade ao clima	36
4.3.3. Estrutura legal e regulatória	39

4.3.4.	Motivação para o uso de informação climática e tomada de decisão	40
4.3.5.	Produtos e serviços climáticos	42
4.3.6.	Capacidades para aplicação de informações climáticas.....	45
4.3.7.	Limitações no uso de informações climáticas	46
6.	Conclusões e Recomendações	47
6.1.	Serviços climáticos a nível nacional	47
6.2.	Serviços Climáticos do INPE e do EPAGRI-CIRAM	51
6.3.	Uso de informações climáticas no setor de linhas de transmissão	56
7.	Lista de referências bibliográficas	61
	Apêndice I. Lista de perguntas do Mapeamento de Serviços Climáticos no Brasil	63
	Apêndice II. Questionário para provedores	67
	Apêndice III. Questionário para usuários	81

Lista de Figuras

Figura 1. Classificação dos tipos de instituições participantes no levantamento	14
Figura 2. Classificação quanto ao foco temático	15
Figura 3. Classificação quanto aos tópicos setoriais principais	17
Figura 4. Quantidade de instituições por classe de serviço	18
Figura 5. Porcentagem de instituições que fornecem informações climáticas .	18
Figura 6. Porcentagem de instituições que fornecem informações climáticas .	19
Figura 7. Quantidade de instituições por abrangência territorial dos serviços prestados.....	20
Figura 8. Quantidade de instituições por abrangência territorial dos serviços prestados.....	21
Figura 9. Ranking de usuários de serviços climáticos citados pelas instituições .	22
Figura 10. Tipo de interação das instituições com os usuários de serviços climáticos	23
Figura 11. Intensidade de comunicação das instituições com os de usuários de serviços climáticos.....	24
Figura 12. Nível de comunicação das instituições com os de usuários de serviços climáticos.....	25
Figura 13. Sugestões das instituições participantes para aprimorar a interface com o usuário	25
Figura 14. Expectativas das instituições a respeito do mapeamento nacional de serviços climáticos.....	27

Lista de Tabelas

Tabela 1. Oportunidades de aprimoramento dos Serviços Climáticos à nível nacional.....	49
Tabela 2. Oportunidades de aprimoramento dos Serviços Climáticos para o INPE e o EPAGRI-CIRAM	53
Tabela 3. Oportunidades para o aprimoramento do uso de informações climáticas no setor de linhas de transmissão.....	59

Lista de Abreviaturas

ABCLima: Associação Brasileira de Climatologia ANA: Agência Nacional de Águas

ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica ANTAq: Agência Nacional de Transporte Aquaviários

BIRD: Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento

BMU: Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

CCAFS: Climate Change, Agriculture and Food Security

CCEE: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CCST: Centro de Ciência do Sistema Terrestre

CEMADEN: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

EPAGRI-CIRAM: Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

CMSE: Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico

COSE: Centro de Operação do Sistema Eletrosul CPRM: Serviço Geológico do Brasil

CPTEC: Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos

CSI: Ampliação dos Serviços Climáticos para Investimentos em Infraestrutura

DC-SC: Defesa Civil de Santa Catarina

DWD: Deutscher Wetterdienst

ECMWF: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts EPE: Empresa de Pesquisa Energética

ESGF: Earth System Grid Federation FTP: File Transfer Protocol

GFCS: Global Framework for Climate Services

GIZ: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

IKI: Internationalen Klimaschutzinitiative

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

JPI Climate: Joint Programming Initiative "Connecting Climate Knowledge for Europe" MAPA: Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MCTIC: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

MINFRA: Ministério da Infraestrutura

MMA: Ministério do Meio Ambiente MME: Ministério de Minas e Energia

NBR: Norma Brasileira

NCAR: National Center for Atmospheric Research

NCEP/NOAA: National Centers for Environmental Prediction/National Oceanic and Atmospheric Administration

NDC: Nationally Determined Contributions

OMM: Organização Meteorológica Mundial

ONGs: Organizações Não-Governamentais P&D: pesquisa e desenvolvimento

PDE: Plano Decenal de Expansão de Energia

PET/PELP: Programa de Expansão da Transmissão/Plano de Expansão de Longo Prazo

PIEVC: Public Infrastructure Engineering Vulnerability Committee

PNA: Plano Nacional de Adaptação

PNE: Plano Nacional de Energia

Rede Clima: Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais

SBA: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia

SIMEPAR: Sistema Meteorológico do Paraná

SIN: Sistema Interligado Nacional

UFSM: Universidade Federal de Santa Maria

Executive Summary

Infrastructure is the fundamental basis for economic development and social welfare. However, infrastructures are exposed to weather events that are already impacting existing infrastructures. Extreme weather events are causing physical damage and disruption of their functionality, which may have indirect effects on other infrastructures and economic sectors. In Brazil, between 1995 and 2014, direct and indirect damage to infrastructure, goods and the economic sector related to extreme events is estimated at approximately US\$ 60 billion.

To ensure infrastructure functionality and minimize preservation and reconstruction costs, climate risk management frameworks and policies need to be developed and established, in order to guarantee more resilient investments. The CSI project (Enhancing Climate Services for Infrastructure Investments) aims to increase the use of climate services in guiding infrastructure investments. The starting point is a systematic survey of the provision of climate information in the country, as well as its use by decision makers. Due to recurring damages and losses suffered in recent decades, the chosen sector was the energy transmission lines. The purpose of this study is to provide a baseline on the current state of climate service provision in Brazil and the use of climate information by the transmission line sector as a basis for expanding the use of climate services in Brazil and the energy sector.

Evaluations were based on workshops, interviews and a survey. Participants in the workshops and interviews were: the Center for Weather Forecasting and Climate Research (CPTEC) and the Earth System Science Center (CCST), both from the National Institute for Space Research (INPE), the Environmental Resources Information Center, and Hydrometeorology of the Santa Catarina Agricultural and Rural Extension Research Company (EPAGRI-CIRAM), the Ministry of Mines and Energy (MME), the Energy Research Company (EPE) and Eletrosul Centrais Elétricas SA. Eighty-eight institutions participated in the climate services mapping.

Interviews and the survey confirm that the provision of climate information in Brazil is decentralized and very diverse. The main results can be summarized by the following statements:

- The Brazilian National Institute of Meteorology (INMET) leads the provision of observed data and products about current climate.
- The INPE leads the provision of forecast information and regional climate projections.
- State hydro-meteorological services, such as EPAGRI-CIRAM, also conduct monitoring and have a considerable expertise in providing customized products to users, particularly for the agriculture and the water resources areas.
- The universities and research centres play a relevant role in the development of climate analysis and products, including future climate projections.
- In general, the institutions have a high technical level and a considerable physical infrastructure.
- There are clear opportunities to improve the interaction between providers and users, as well as in the formulation of customized products.
- Due to the decentralized nature of climate information provision in Brazil, it is recommended that a network of climate service providers should be established to exchange data, information and opportunities.
- Regarding the use of climate information, it can be stated that:
- Virtually all areas of the energy sector have suffered damage and losses due to climate-related events.
- Some capacity building and awareness actions are already being taken to identify entry points for the insertion of climate information in decision-making processes
- In the case of transmission lines, climate information is used in setting construction parameters through technical standards.
- There are several opportunities for improvement, such as revising and updating technical standards, raising awareness in the sector, and including climate risk assessments in planning guidelines (e.g., the Decadal Energy Expansion Plan).

Sumário Executivo

As infraestruturas são a base fundamental para o desenvolvimento econômico e o bem-estar social. No entanto, as infraestruturas são expostas à intempéries, ou eventos climáticos os quais já vêm impactando as infraestruturas existentes, causando danos físicos e perturbações de sua funcionalidade, que podem ter efeitos indiretos em outras infraestruturas e setores econômicos. No Brasil, os danos diretos e indiretos em infraestrutura, bens e setor econômico relacionados aos eventos registrados entre 1995 e 2014, são estimados em aproximadamente R\$ 182 bilhões.

Para garantir a funcionalidade das infraestruturas e minimizar os custos de preservação e reconstrução, é necessário desenvolver e estabelecer estruturas de gerenciamento de risco climático, e respectivas políticas, e assim tornar os investimentos em infraestruturas mais resilientes. O projeto CSI (*Enhancing Climate Services for Infrastructure Investments*) visa ampliar o uso de serviços climáticos nos investimentos em infraestrutura. O ponto de partida é um levantamento sistemático da provisão de informações climáticas no país, bem como o seu uso pelos tomadores de decisão. Devido a recorrentes danos e prejuízos sofrido nas últimas décadas, o setor elegido é o de linhas de transmissão de energia. O objetivo desse estudo é fornecer uma linha de base sobre o atual estado da provisão de serviços climáticos no Brasil e o uso de informações climáticas pelo setor de linhas de transmissão como subsídio para a ampliação do uso dos serviços climáticos no Brasil e no setor de linhas de transmissão.

Os resultados da avaliação são baseados em oficinas, entrevistas e pesquisa. Os participantes das oficinas e entrevistas são: o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e o Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST), ambos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI-CIRAM), o Ministério de Minas e Energia (MME), Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e a Eletrosul Centrais Elétricas S.A.. Além disso, foi conduzida uma pesquisa com 88 instituições provedoras de informações climáticas no Brasil através de formulário online, o que chamamos de mapeamento de serviços climáticos.

As entrevistas e pesquisa indicam que a provisão de informações climáticas no

Brasil é descentralizada e bastante diversificada. Os principais resultados podem ser resumidos pelas seguintes declarações:

- O INMET é a principal instituição fornecedora de dados observados e produtos sobre o clima atual.
- O INPE lidera a provisão de informações de previsão e projeções regionais de clima.
- Serviços hidrometeorológicos estaduais, como o EPAGRI-CIRAM, também realizam monitoramento hidrometeorológico e possuem considerável expertise na provisão de produtos customizados para os usuários, principalmente para agricultura e recursos hídricos.
- As universidades e os centros de pesquisa desempenham um papel relevante no desenvolvimento de análises e produtos climáticos, inclusive projeções futuras de clima.
- De forma geral, as instituições apresentam um elevado nível técnico e considerável infraestrutura física.
- Existem oportunidades de aprimoramento na interação dos provedores com os usuários e na formulação de produtos customizados.
- Devido ao caráter descentralizado da provisão de informações climáticas no Brasil, recomenda-se o estabelecimento de uma rede de provedores de serviços climáticos para a troca de dados, informações e oportunidades

Quanto ao uso de informações climáticas, pode-se afirmar que:

- Praticamente todas as áreas do setor elétrico têm sofrido danos e prejuízos devido a eventos climáticos.
- Algumas ações de capacitação e sensibilização já estão sendo tomadas no sentido de identificar pontos de entrada para a inserção das informações climáticas nos processos de tomada de decisão.
- No caso das linhas de transmissão, as informações climáticas são usadas na definição de parâmetros de construção, em conformidade com as normas técnicas.
- Existem diversas oportunidades de aprimoramento, tais como a revisão e atualização das normas, sensibilização do setor e a inclusão do risco climático nas diretrizes de planejamento (p.ex., no Plano Decenal de Expansão de Energia).

1. Introdução

1.1. Infraestruturas e as mudanças climáticas

As infraestruturas são a base fundamental para o desenvolvimento econômico e o bem-estar social. Para preservar a função das infraestruturas, países de todo o mundo investem recursos públicos e privados para conservar e modernizar a infraestrutura existente e construir novas redes de infraestrutura. No entanto, as infraestruturas são expostas à intemperes, ou eventos climáticos. Eventos climáticos extremos já vêm impactando as infraestruturas existentes, causando danos físicos e perturbações de sua funcionalidade, que podem ter efeitos indiretos em outras infraestruturas e setores econômicos.

A vulnerabilidade das infraestruturas tende a aumentar ao longo de sua vida útil devido as características dos materiais ou manutenção insuficiente. O aquecimento global pode alterar a magnitude, a intensidade e a frequência de eventos climáticos extremos, bem como causar mudanças graduais como aumento do nível do mar e mudança de ecossistemas. Os parâmetros de desenho das infraestruturas são baseados em dados históricos estacionários e não consideram essas mudanças, o que poderá ocasionar a não adequação das infraestruturas às condições atuais e futuras. Finalmente, os impactos das mudanças climáticas podem resultar, entre outros, no aumento do risco de deterioração e redução da vida útil dos ativos, na perda de renda e em danos ambientais. Tal fato, exigirá uma adaptação das despesas operacionais e de capital e, portanto, uma mudança nas estratégias de investimento.

Para evitar danos e prejuízos e custos adicionais, os investimentos em infraestrutura precisam ser adaptados às mudanças climáticas. É necessário desenvolver e estabelecer estruturas de gerenciamento de risco climático e respectivas políticas, para tornar os investimentos em infraestruturas mais resilientes. Tais estruturas precisam apoiar as decisões sobre o *design*, localização e operação da infraestrutura existente e planejada (OECD, 2018). O gerenciamento de riscos climáticos demanda informações climáticas customizadas que possam ser incorporadas nas decisões e políticas públicas. No entanto, as lacunas atuais de disponibilidade, acesso, comunicação e interpretação das informações climáticas impedem a utilização dessas pelos tomadores de decisão (IRI, 2012). O emergente campo de Serviços Climáticos

visa estabelecer um elo entre os provedores e usuários de informações climáticas, a fim de alcançar produtos customizados que sejam úteis para os tomadores de decisão (WMO, 2018).

1.2. O contexto brasileiro

Os impactos da mudança do clima já são observados no Brasil. Mais de 125 milhões de pessoas foram afetadas por desastres relacionados a secas, enchentes e deslizamentos ocorridos em todas as regiões do país entre os anos de 1991 e 2012 (CEPED UFSC, 2013). Os danos diretos e indiretos em infraestrutura, bens e setor econômico relacionados aos eventos registrados entre 1995 e 2014, são estimados em aproximadamente R\$ 182 bilhões (CEPED UFSC; WORLD BANK, 2016). Todos os anos, o Brasil investe bilhões em projetos de infraestrutura de longo prazo. No entanto, o planejamento destes projetos não leva em consideração os impactos da mudança do clima. Alguns impactos podem causar prejuízo como danos a estruturas portuárias devido a ressacas e inundações, ou quedas de linhas de transmissão devido a ocorrências de rajadas de vento. A necessidade de se construir infraestruturas mais resilientes se faz cada vez mais presente, uma vez que esses danos podem resultar em consequências graves à economia e à sociedade. Muitos tomadores de decisão ainda não estão cientes desse novo desafio. Ou ainda, muitas vezes eles não têm acesso às informações necessárias ou não dispõem de ferramentas para lidar com esse desafio (OECD, 2018).

Nesse contexto foi lançado o projeto “Ampliação dos Serviços Climáticos para Investimentos em Infraestrutura (CSI)”. Esta é uma iniciativa global da Alemanha em parceria com o Brasil, Costa Rica, Vietnã e países da Iniciativa da Bacia do Nilo.

Os Serviços Climáticos são informações e produtos climáticos orientados para o usuário, fundamentais para que os tomadores de decisão públicos e privados gerenciem os riscos associados ao clima (WMO, 2018). Nos últimos anos, o Brasil vem introduzindo em seus órgãos de governo condições institucionais e técnicas que viabilizem a integração de Serviços Climáticos em seus processos de planejamento e regulamentações.

1.3. O projeto CSI

O projeto CSI tem como objetivo apoiar os tomadores de decisões a utilizarem os Serviços Climáticos no planejamento e na avaliação dos riscos climáticos dos investimentos em infraestruturas, auxiliando no aumento da resiliência desses empreendimentos.

O CSI promove a interface entre os provedores de informações climáticas e os tomadores de decisão. Por meio de estudos pilotos, o projeto dá suporte ao desenvolvimento de produtos climáticos customizados às necessidades das infraestruturas. Ao mesmo tempo, as atividades de capacitação sensibilizam as partes interessadas sobre a importância do uso da informação climática em vários níveis do processo de planejamento. Todas as atividades são integradas ao Plano Nacional de Adaptação (PNA) e *Nationally Determined Contributions* (NDC) a fim de promover o desenvolvimento e a implementação dos mesmos.

O projeto está estruturado em quatro linhas de ação:

1. Ampliação do uso dos Serviços Climáticos

O primeiro passo é estabelecer o mapeamento nacional para levantar 'quem faz o que, onde e para quem' em termos de serviços climáticos no Brasil. O mapeamento permite identificar oportunidades para ampliar a provisão e uso de serviços climáticos em nível nacional. Uma ferramenta web permitirá que provedores e usuários identifiquem as instituições que mais se adequam às suas necessidades. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é o principal parceiro do projeto no âmbito da ampliação dos Serviços Climáticos. O INPE possui o papel fundamental de liderança no desenvolvimento dos produtos customizados.

2. Integração dos Serviços Climáticos nos processos de planejamento

Através de estudos customizados para Empresa de Pesquisa Energética (EPE), com o apoio do Ministério de Minas e Energia (MME), o projeto investiga como alterações no regime de ventos e nebulosidade podem afetar a produção de energia eólica e solar do país. Essas informações dão subsídio para considerar a ameaça do clima nos Planos Nacional de Energia (PNE) e Decenal de Expansão de Energia (PDE).

3. Avaliação de risco climático em infraestruturas

O projeto adotou dois estudos pilotos, ambos em Santa Catarina: as linhas de transmissão da empresa Eletrosul Centrais Elétricas S.A e o Porto de Itajaí. Os pilotos foram selecionados a partir de uma análise multicritério, a qual considerou o nível de vulnerabilidade, prioridade e demanda, baseados no PNA (BRASIL, 2016). Como provedores de serviços climáticos, participam do estudo o Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI-CIRAM) e o INPE. A parceria com a organização *Engineers Canada* vem capacitando técnicos brasileiros na aplicação de um protocolo que contempla a ameaça climática na análise de risco de infraestruturas. O protocolo *Public Infrastructure Engineering Vulnerability Committee* (PIEVC) irá auxiliar os donos das infraestruturas a determinarem medidas que minimizem os danos e prejuízos associados aos extremos climáticos (ENGINEERS CANADA, 2016). Ao mesmo tempo, o projeto desenvolve material de treinamento para divulgar essa abordagem e, conseqüentemente, operacionalizar os procedimentos de planejamento adaptados à mudança do clima. Devido à divergências na agenda de execução do projeto, esse relatório não inclui o estudo piloto para o Porto de Itajaí.

4. Intercâmbio internacional de experiências e gestão do conhecimento

Além disso, o projeto Global CSI compartilha sua experiência e boas práticas através de fóruns nacionais e internacionais, os quais são divulgados no website AdaptationCommunity.net. Tais eventos permitem a troca de experiências e boas práticas executadas em cada país. A iniciativa representa uma oportunidade única para enfrentar os desafios globais da mudança do clima.

O projeto é executado pela Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH e financiado pela Iniciativa Internacional de Proteção do Clima (Internationalen Klimaschutzinitiative - IKI) do Ministério Federal do Meio Ambiente, Proteção da Natureza, e Segurança Nuclear (Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit - BMU).

Os órgãos executores são: Ministério do Meio Ambiente (MMA); Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); Eletrosul Centrais Elétricas S.A;

Autoridade Portuária de Itajaí.

Os parceiros de implementação são: Ministério de Minas e Energia (MME); Ministério da Infraestrutura (MINFRA); Agência Nacional de Transporte Aquaviários (ANTAq); Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC); Defesa Civil de Santa Catarina (DC-SC)

1.4. Estrutura do relatório

O Brasil é um país de dimensões continentais e, diferente de outros países contemplados pelo CSI (p.ex., Costa Rica e Vietnã), os serviços climáticos são fornecidos por diversas instituições de diferentes esferas governamentais. Para aprimorar o fornecimento e o uso de informações climáticas no Brasil, é necessário levantar as instituições que compõe os serviços climáticos com abrangência nacional e qual é o atual estado do uso desses serviços. Essa linha de base destaca os pontos fortes, desafios e oportunidades na provisão e uso de informações climáticas no Brasil e constitui um ponto de partida para o desenvolvimento ou aprimoramento de uma estrutura nacional de Serviços Climáticos.

O presente documento trata do mapeamento de serviços climáticos, o qual serve como subsídio para a ampliação do uso dos serviços climáticos no Brasil (ação 1. Ampliação do uso dos Serviços Climáticos). O mapeamento é dividido em três partes.

A **primeira** é um levantamento abrangente do atual estado de provisão de serviços climáticos no Brasil. A **segunda** parte analisa com mais profundidade a provisão de serviços climáticos do INPE e do EPAGRI-CIRAM, instituições diretamente vinculadas ao projeto. A parceria com o INPE foi constituída devido a sua relevância nacional como o principal fornecedor de informações climáticas. A participação do EPAGRI- CIRAM foi devido a sua relevância no contexto do clima regional. A **terceira** parte, avalia o uso de informações climáticas no setor de linhas de transmissão, setor elegido pelo projeto CSI como piloto para a implementação de uma análise de risco climático.

2. Objetivo

Levantar o atual estado da provisão de serviços climáticos no Brasil e o uso de informações climáticas do setor de linhas de transmissão como subsídio para a ampliação do uso dos serviços climáticos no Brasil e no setor de linhas de transmissão.

3. Metodologia

O relatório apresenta um levantamento sobre as instituições provedoras de serviços climáticos no Brasil e as instituições envolvidas no planejamento de investimento no setor de linhas de transmissão. Ainda, um levantamento mais detalhado foi feito com o INPE e o EPAGRI-CIRAM. Sendo assim o relatório é dividido em três partes: (1) mapeamento nacional de Serviços Climáticos; e (2) Serviços Climáticos do INPE e EPAGRI-CIRAM e (3) uso de informações climáticas no setor de linhas de transmissão.

3.1. Mapeamento nacional de Serviços Climáticos

O mapeamento nacional tem como finalidade identificar *'quem faz o que, onde e para quem?'* em termos de serviços climático no Brasil. O processo contou com as seguintes etapas: (i) uma listagem de instituições, (ii) priorização, (iii) sensibilização das instituições mais relevantes, (iv) elaboração do questionário, (v) chamada para participação, (vi) compilação dos dados coletados e (vii) apresentação dos resultados.

Inicialmente foi elaborada uma listagem de instituições potencialmente provedoras de serviços climáticos no Brasil, tendo como base o mapeamento de atores da plataforma Adaptaclima (<http://adaptaclima.mma.gov.br>). A mesma foi complementada com uma lista de instituições fornecida pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do INPE (CPTEC-INPE) durante o desenvolvimento da plataforma ProjEta (<https://projeta.cptec.inpe.br>). Além disso, a listagem foi complementada com uma busca sistemática na internet utilizando combinações de palavras-chave: 'serviço', 'climático', 'clima', 'meteorológico', 'meteorologia', 'hidrometeorologia', 'agrometeorologia', 'Brasil', e nomes de todos os estados brasileiros. A lista inicial contou com aproximadamente 306 instituições. No

entanto, muitas destas apresentam características de usuário da informação climática, ao invés de provedor (fornecedor de dados e informações climáticas) ou intermediário. Tendo em vista que o propósito era mapear os provedores e intermediários, a primeira filtragem resultou num total de 126 instituições. Para tal filtragem, utilizou-se como critério as informações sobre 'missão' e 'atuação' da instituição obtidas do banco de dados da AdaptaClima e da página web oficial de cada instituição. Da mesma forma, foram obtidas informações sobre contato e ponto focal das instituições. No entanto, as informações contidas na página web das instituições não são suficientes ou não atendem à demanda do mapeamento nacional. A fim de obter informações específicas, elaborou-se um formulário com perguntas que abordam: perfil da instituição, produtos oferecidos e a interface com os usuários. Além disso, foi parte do processo de mapeamento contatar as instituições prioritárias e sensibilizá-las sobre a importância do mapeamento.

A partir da contribuição de técnicos do INPE, MMA e GIZ foi feita uma priorização das instituições mais relevantes, as quais foram contatadas por telefone. O nível de relevância empregado (de 1 a 5, sendo 1 alta) foi adotado a partir de informações sobre 'missão' e 'atuação' e com base no conhecimento da equipe técnica envolvida, citada anteriormente. As respostas do INPE tiveram maior peso devido sua maior relevância no tema. Sendo assim, identificou-se 32 instituições com prioridade 1. Uma vez contatada por telefone, foi enviado um e-mail convite para a instituição participar da pesquisa. As instituições com prioridades mais baixas (>1) foram convidadas através de e-mail.

A elaboração do questionário foi baseada na revisão bibliográfica de outras iniciativas similares, como o *Joint Programming Initiative "Connecting Climate Knowledge for Europe"* (JPI Climate, MÁÑEZ; ZÖLCH; CORTEKAR, 2014). Foram identificadas as perguntas mais relevantes e adotou-se um procedimento de priorização a fim de reduzir o número de perguntas e evitar a rejeição por parte dos entrevistados. A priorização das perguntas foi efetuada pela equipe técnica do projeto (CPTEC-INPE, MMA e GIZ). Uma vez definidas, as perguntas foram enviadas para as instituições em formato online juntamente com um e-mail convite. O formulário encontra-se no Apêndice I.

Os convites foram enviados no período de 6 a 13 de junho de 2018, com prazo de resposta até o dia 22 de junho de 2018. A fim de obter uma taxa de resposta maior, verificou-se as instituições que não responderam o formulário durante o período da primeira chamada e um novo convite foi enviado com o prazo de resposta estendido até o dia 22 de julho de 2018.

Os dados coletados passaram por uma verificação de qualidade onde duplicidades e respostas inconsistentes foram excluídas. O teste de qualidade consistiu em verificar na base de dados se não haviam mais de um participante da mesma instituição e com o mesmo nome de contato. A fim de divulgar os resultados e coletar sugestões, críticas e recomendações, um *webinar* foi realizado onde todos os que responderam foram convidados. Uma apresentação dos resultados foi preparada e enviada para todos os respondentes.

3.2. Serviços Climáticos do CPTEC-INPE, CCST-INPE e do EPAGRI-CIRAM

O objetivo foi levantar detalhadamente as capacidades das instituições bem como identificar oportunidades de aprimoramento a serem sugeridas e implementadas pelo projeto CSI. O estudo considerou as três unidades responsáveis pela geração de produtos e serviços para as linhas de transmissão da Eletrosul e o Porto de Itajaí ambos no estado de Santa Catarina. No caso, o CPTEC-INPE, o Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST-INPE) e o EPAGRI-CIRAM. No contexto do projeto CSI, o CCST-INPE também forneceu produtos para a EPE com foco na componente 2 do projeto: Integração do uso dos Serviços Climáticos no planejamento de infraestruturas.

A coleta de dados baseou-se em um questionário o qual foi preenchido através de entrevistas pessoais (ver o Apêndice II: Questionário para provedores). A estrutura do questionário foi dividida em seis aspectos dos Serviços Climáticos: i) fontes de dados; ii) portfólio de produtos e serviços; iii) disseminação, comunicação e divulgação; iv) pesquisa; v) interação com usuários; e vi) desenvolvimento de capacidades. Esse levantamento apresentou maior detalhamento em relação ao mapeamento nacional. O formato do questionário foi desenvolvido a partir de um questionário padrão da Organização Meteorológica Mundial (OMM)

usado para acompanhar a evolução de seus membros, além de três versões preliminares no contexto da implementação nacional do *Global Framework for Climate Services* (GFCS, WMO, 2018). Além da listagem de produtos, foi dada ênfase especial às características de customização e disseminação dos produtos, bem como aos serviços fornecidos para torná-los úteis para os usuários específicos dos mencionados setores de infraestrutura. Embora o catálogo de perguntas seja fornecido no formato de questionário, as informações também podem ser coletadas por meio de outros métodos, como notas de workshops e atas de reuniões.

3.3. Uso de informações climáticas no setor de linhas de transmissão

O levantamento de linha de base sobre o uso de informações climáticas no setor de linhas de transmissão foi realizado através de entrevistas, oficinas e revisão bibliográfica. O objetivo foi de conhecer o atual uso de informações climáticas no setor e identificar oportunidades para aprimorar o uso de serviços climáticos nos investimentos em linhas de transmissão. Para as entrevistas, utilizou-se o questionário desenvolvido pelo Deutscher Wetterdienst (DWD) no contexto do projeto CSI (ver o Apêndice III: Questionário para usuários). O questionário toma como base abordagens e experiências das iniciativas BELSPO, (2014); BESSEMBINDER et al., (2012); DALY; WEST; YANDA, (2016). A estrutura do questionário aborda: informações gerais sobre a instituição; estrutura legal e regulatória no âmbito de informações climáticas; motivação para o uso de informação climática; produtos e serviços climáticos demandados; capacidades e limitações no uso de informações climáticas. Além da coleta de informações, o questionário é estruturado de forma a orientar o usuário a identificar suas necessidades de informação climática para seu contexto específico. O questionário foi aplicado com o MME e a Eletrosul. Os dados referentes a EPE são provenientes de uma oficina realizada em janeiro de 2018 (MMA; GIZ, 2018).

4. Resultados

4.1. Mapeamento nacional de Serviços Climáticos

O levantamento de dados contou com duas chamadas, que resultaram num total de 88 participantes até o dia 22 de junho de 2018. Dentre as 122 instituições convidadas, 45 participaram da pesquisa (37%). No entanto, outras 43 instituições, inicialmente não listadas, também participaram. Isso se deve principalmente à colaboração de duas organizações da sociedade civil: Associação Brasileira de Climatologia (ABClima) e Sociedade Brasileira de Agrometeorologia (SBA). Ambas se mostraram bastante interessadas no levantamento e se comprometeram em divulgar a pesquisa dentro de suas respectivas listas de contato. Algumas instituições aparecem mais de uma vez, no entanto, trata-se de departamentos ou grupos de atuação diferentes dentro da mesma instituição. A verificação de qualidade confirmou que não houve duplicidade nas respostas.

A pesquisa é dividida em três aspectos principais da provisão de serviços climáticos: i) perfil das instituições, ii) principais produtos e serviços oferecidos, e iii) interface das instituições com os usuários de serviço.

Com os resultados, espera-se mapear a provisão de serviços climáticos no Brasil. Além disso, são identificados pontos de entrada para medidas específicas de aprimoramento da provisão de serviços climáticos em nível nacional, como o estabelecimento de uma comunidade para a troca de informações.

4.1.1. Perfil das instituições

Tipo de instituição

A Figura 1 mostra a diversidade de grupos que contribuem para os serviços climáticos no Brasil. As universidades (39%) e os centros de pesquisa (27%) compõem juntos mais da metade dos participantes da pesquisa. O terceiro grupo é o setor privado, sendo 13% de empresas privadas e 2% de consultorias. Os serviços hidrometeorológicos nacionais e estaduais contribuem juntos com 11% dos que responderam o questionário. Organizações Não-Governamentais (ONGs) e outros totalizam 6%. Os resultados sugerem que a expertise a respeito

da provisão de serviços climáticos ainda está bastante associada a comunidade acadêmica. O assunto é relativamente novo e grande parte do conhecimento ainda se restringe à academia (KIRCHHOFF; CARMEN LEMOS; DESSAI, 2013). A hipótese alternativa é de que simplesmente, a comunidade acadêmica apresenta um número maior de instituições com interesse sobre o assunto.

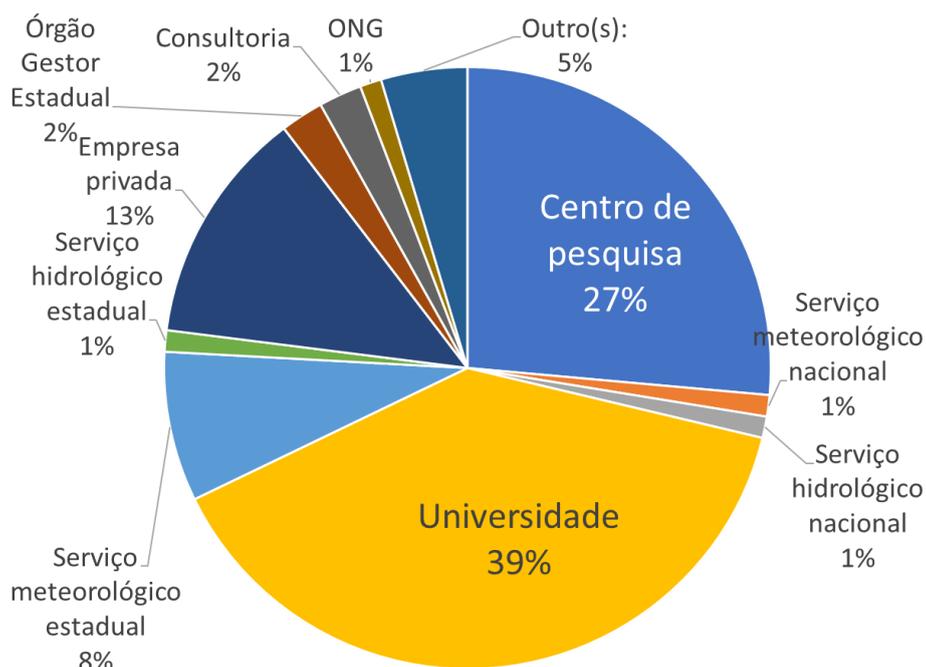


Figura 1. Classificação dos tipos de instituições participantes no levantamento

Foco temático

A pergunta "Qual é o foco temático no âmbito de serviços climáticos?" permite múltipla escolha, ou seja, uma instituição pode considerar mais de um foco temático como resposta. Os resultados mostram que mais da metade dos participantes (50 instituições) tem o 'sistema climático' como foco temático no âmbito de serviços climáticos. Entende-se por 'sistema climático' toda e qualquer forma de monitoramento, análise e modelagem do sistema climático (atmosfera, hidrosfera, criosfera, litosfera e biosfera). Este é um indicador de provedores primários de informações climáticas. Segundo o GFCS (WMO, 2018), a cadeia de valores de serviços climáticos é composta por três níveis de atuação: i) provedores, ii) intermediários, e iii) usuários finais. Os provedores são

os fornecedores primários de dados e informações climáticas e meteorológicas, os intermediários, usam as informações fornecidas pelos provedores como entrada para seus estudos e levantamentos. Os intermediários interpretam informações sobre o clima e fornecem produtos ou serviços para atender às necessidades específicas do usuário final. Geralmente são as instituições que fazem estimativas indiretas do impacto do clima em algum setor, por exemplo na produtividade agrícola ou na disponibilidade hídrica. O usuário final é um agente que usa a informação climática para tomada de decisão. A informação pode vir diretamente do provedor ou de um intermediário, dependendo das variáveis e aspectos de interesse. Por exemplo, um usuário interessado na variabilidade da temperatura do ar, pode obter as informações diretamente com o provedor. Por outro lado, um gestor de recursos hídricos necessita de um serviço especializado em hidrologia para poder considerar a resposta hidrológica frente a variabilidade de chuva. Neste caso a instituição intermediária usa dados de chuva de um provedor para poder estimar a disponibilidade hídrica. Geralmente os intermediários têm como foco temático os impactos, o risco e a vulnerabilidade à mudança do clima. Os resultados mostram que 31 instituições possuem esse perfil (Figura 2). O tema de adaptação à mudança do clima é referido por 8 instituições. Este tema é geralmente associado aos usuários finais, mas podem também ser foco de intermediários.

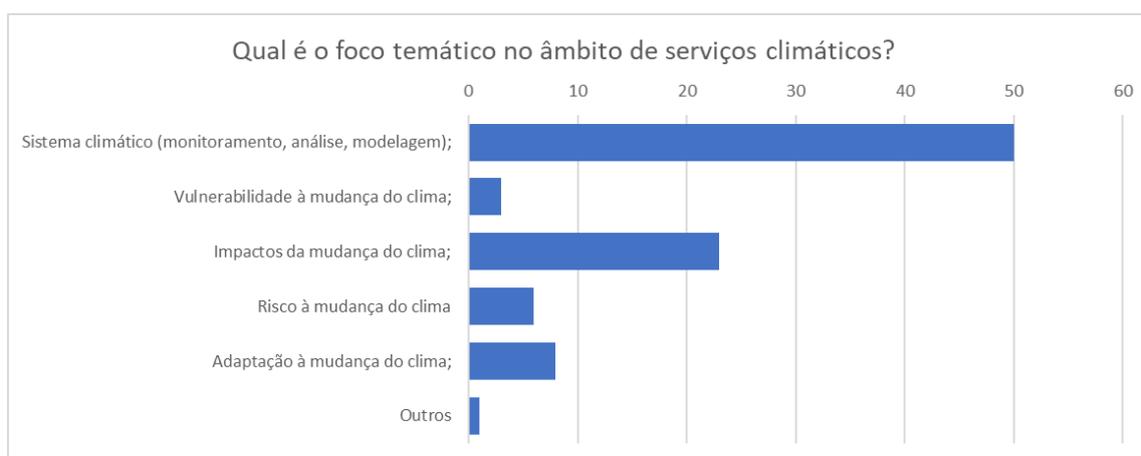


Figura 2. Classificação quanto ao foco temático

Tópicos setoriais principais

A pergunta “Quais são os tópicos setoriais principais?” permite múltipla escolha, ou seja, uma instituição pode considerar mais de um tópico setorial como resposta. A Figura 3 mostra que grande parte dos que responderam (62 instituições) fornecem serviços para o setor de agricultura. Um dos setores de maior relevância na economia nacional, é também um dos mais vulneráveis à variabilidade climática (FAO, 2008). O monitoramento meteorológico no Brasil tem suas raízes associadas ao setor agrícola. O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), órgão federal da administração direta do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), foi criado em 1909 com a missão de suprir as demandas da agricultura. A pesquisa mostra que o setor agrícola é extremamente relevante no âmbito do uso de serviços climáticos no Brasil e atenção especial deve ser dada a este setor. O segundo tópico setorial mais citado é o de recursos hídricos (51 instituições). Assim como a produtividade agrícola, a disponibilidade hídrica está diretamente relacionada à variabilidade de chuvas e temperatura (a qual reflete na evaporação de grandes reservatórios). Vale ressaltar que este setor está também atrelado a agricultura uma vez que a disponibilidade hídrica influencia na capacidade de irrigação.

Muitas instituições apontaram também os setores de ecossistemas e biodiversidade como foco principal, 32 e 25 instituições respectivamente. O Brasil pertence ao conjunto de países que detêm 70% da biodiversidade do mundo (MITTERMEIER; GOETTSCH MITTERMEIER, 1997). Muitas instituições atuam nessa área e os resultados refletem isso.

A gestão de desastres e energia também apresentam uma contribuição significativa, 29 e 26 instituições respectivamente. No Brasil, mais de 125 milhões de pessoas foram afetadas por desastres naturais no período de 1991 a 2012 (CEPED UFSC, 2013). O país perde em média R\$ 18 bilhões por ano em desastres naturais (CEPED UFSC; WORLD BANK, 2016), incluindo danos e prejuízos ao setor de energia. O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) atua como um dos principais provedores de informações para a gestão de risco de desastres no país.

O setor de finanças e seguros conta com uma participação modesta na nossa

pesquisa. Embora as informações climáticas possam contribuir significativamente para a elaboração de análises de risco de investimento, o setor foi mencionado por apenas 6 instituições.

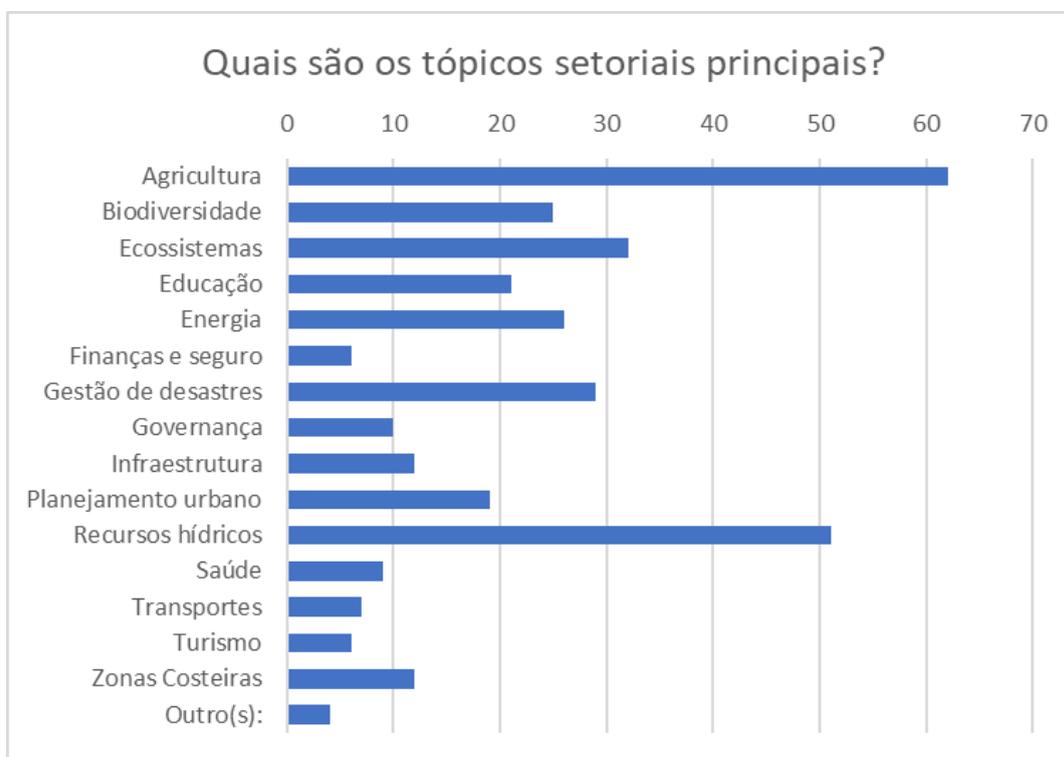


Figura 3. Classificação quanto aos tópicos setoriais principais

4.1.2. Portfolio de produtos e serviços

Tipo de serviço

A pergunta “Como você classifica o seu serviço?” permite múltipla escolha. A Figura 4 mostra que grande parte das instituições que responderam às perguntas (58 instituições) classificam seu serviço como “Estudos sobre ameaça climática”. Este resultado corrobora com o foco temático das instituições (Figura 2), servindo de indicador para a identificação de instituições provedoras de serviços climáticos. O serviço de ‘educação e capacitação’ vem em segundo lugar com 47 instituições. A alta oferta desse serviço pode estar associada ao fato de 39% das respostas serem universidades, as quais tem como atribuição o ensino e a extensão. O serviço de ‘Estudos de risco climático’, ‘Estudos de impacto’ e ‘Estudos de vulnerabilidade’ também apresentam um número significativo de instituições atuantes. O desenvolvimento de ferramentas também é destaque, 38 instituições desenvolvem ferramentas para auxiliar a tomada de decisão em questões

sobre meteorologia e clima. A elaboração de 'Guias e manuais', instrumento de gestão de conhecimento, é restrito à 6 instituições apenas. O resultado mostra que a gestão de conhecimento no âmbito de serviços climáticos apresenta oportunidades para aprimoramento.

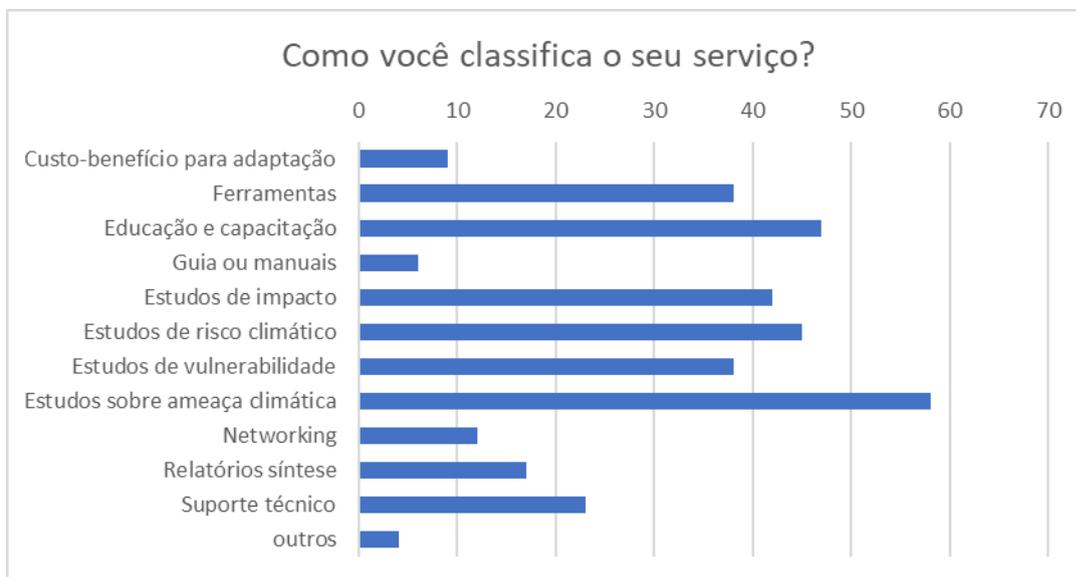


Figura 4. Quantidade de instituições por classe de serviço

Produtos climáticos

A pergunta chave para diferenciar provedores de intermediários e usuários é se a instituição fornece produtos de informação climática. Das instituições participantes da pesquisa, 72% apresentam características típicas de provedores de informação climática (Figura 5).



Figura 5. Porcentagem de instituições que fornecem informações climáticas

As perguntas a seguir restringem-se apenas àquelas instituições que fornecem informações climáticas. A Figura 6 mostra como essas instituições classificam os seus produtos. A pergunta “Como você classifica o produto oferecido?” permite múltipla escolha. No caso, 45 instituições oferecem o serviço de processamento de dados climáticos. O serviço de interpolação de dados climáticos (mapas) é oferecido por 38 instituições e ‘Análises espaciais e temporais’ são oferecidas por 34 instituições, 30 instituições oferecem dados brutos, provavelmente originários de suas próprias redes de monitoramento. Os resultados mostram que o monitoramento de variáveis e fenômenos climáticos no Brasil é descentralizado. A análise de sistemas meteorológicos também apresenta uma contribuição significativa (25 instituições). Esse serviço normalmente é fornecido pelos serviços meteorológicos nacionais e estaduais. A elaboração de cenários e projeções climáticas é apontado por 22 instituições, esse serviço é bastante especializado e restringe-se geralmente aos centros de pesquisa e universidades. O mesmo apresenta bastante relevância no âmbito de serviços climáticos, uma vez que esse produto pode contribuir para tomadas de decisão a médio e longo prazo. Embora 21 instituições ofereçam ‘Índices de extremos’, a ‘Customização de índices’ é apontada apenas por 10 instituições. A base dos serviços climáticos é a customização de informação climática para atender a demanda dos usuários finais. Os resultados sugerem que a customização de informações climáticas apresenta potencial para melhorias.



Figura 6. Porcentagem de instituições que fornecem informações climáticas

Abrangência territorial

A pergunta “Qual a abrangência territorial dos serviços climáticos prestados?” permite múltipla escolha. A maioria dos que responderam às perguntas atuam na escala regional ou local, sendo 62 e 43 instituições respectivamente (Figura 7). Na escala nacional, 40 instituições são atuantes. As escalas continental, transnacional e global apresentam poucas instituições. A maioria universidades e centros de pesquisa.

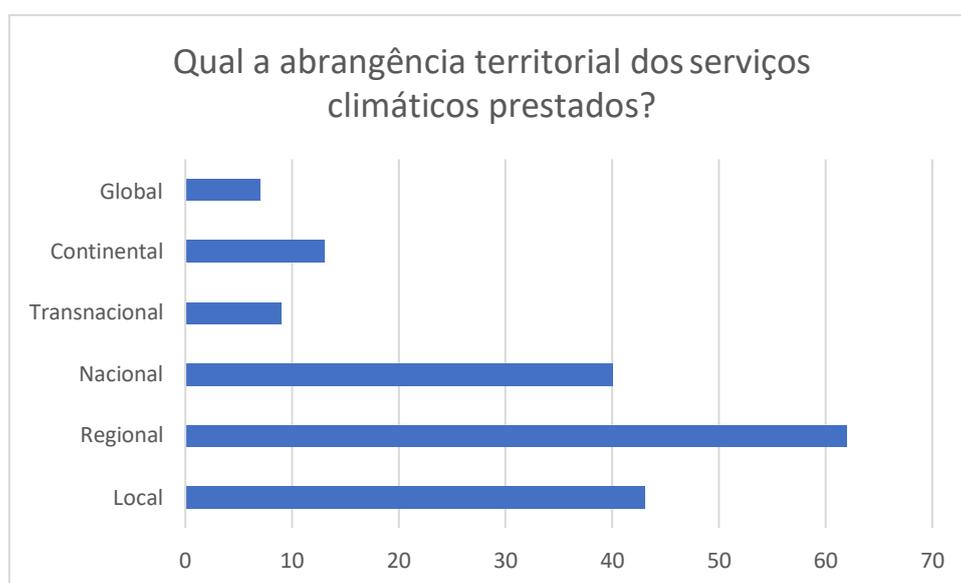


Figura 7. Quantidade de instituições por abrangência territorial dos serviços prestados

Fontes de dados primários de clima

Um aspecto importante é o fato de muitas instituições usarem dados primários de outras instituições e iniciativas. O INMET e o CPTEC-INPE lideram a provisão de dados de clima, 59 instituições usam os dados de ambos os centros (Figura 8). Logo em seguida aparece a Agência Nacional de Águas (ANA), a qual desempenha papel fundamental na coleta, organização e divulgação de dados observados de chuva e vazão através do portal Hidroweb (www.snirh.gov.br/hidroweb/). No caso, 48 instituições usam os dados da ANA. O CEMADEN e a Embrapa aparecem em seguida com 35 e 32 instituições respectivamente. O *Earth System Grid Federation* (ESGF, <https://esgf.llnl.gov/>), *Climate Change, Agriculture and Food Security* (CCAFS, <https://ccafs.cgiar.org/>) e o *Climate Wizard* (www.climatewizard.org/) da The

Nature Conservancy são importantes iniciativas na provisão de projeções derivadas de modelos de clima. 26 instituições usam dados do ESGF, enquanto CCAFS e *Climate Wizard* apresentam 14 e 4 instituições respectivamente. Este é um importante indicador de instituições que trabalham com cenários de mudança do clima. No entanto, a obtenção desses dados não é um procedimento trivial e está, normalmente, restrita a comunidade científica. O procedimento demanda corpo técnico especializado e capacidade computacional para armazenar e processar os dados. Um programa de capacitações é sugerido como um importante ponto de partida para aprimorar a capacidade das instituições em fornecer produtos e serviços baseados em cenários futuros de clima.

Ainda, 39 instituições assinalaram outras fontes de dados primários de clima. As iniciativas mais citadas são: o *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF, <https://www.ecmwf.int/>) o qual fornece previsões meteorológicas de curto e médio prazo; o *National Centers for Environmental Prediction/National Oceanic and Atmospheric Administration* (NCEP/NOAA, <https://www.ncep.noaa.gov/>) que provê produtos de reanálise, o *National Center for Atmospheric Research* (NCAR, <https://ncar.ucar.edu/>) que fornece produtos de dados observados; e o Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR, www.simepar.br/) o qual oferece dados observados de estações e radar.

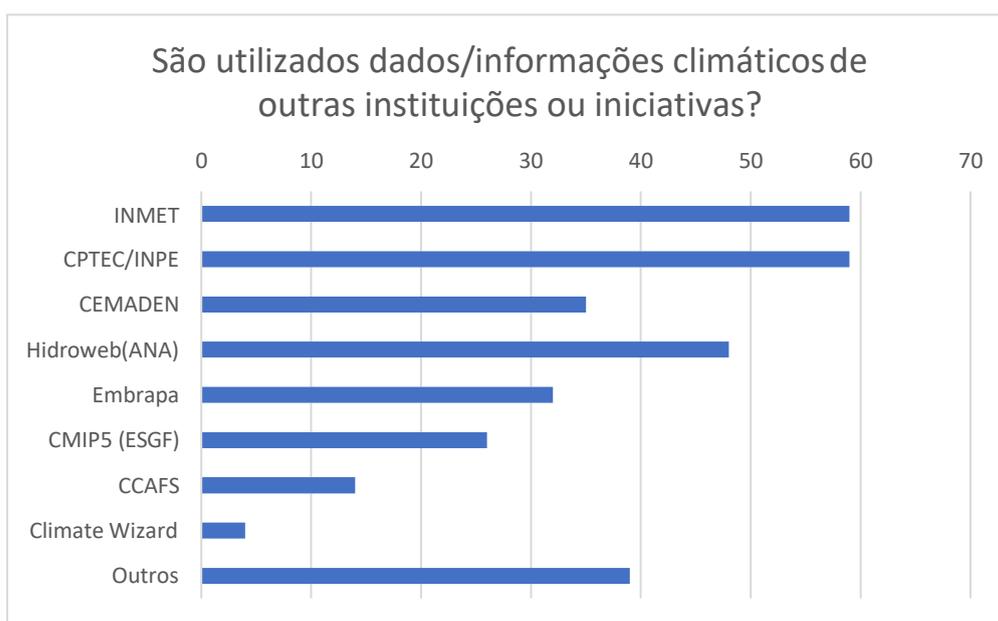


Figura 8. Quantidade de instituições por abrangência territorial dos serviços prestados

4.1.3. Interface com os usuários

A interface entre provedores, intermediários e usuários é um importante aspecto dos serviços climáticos. A provisão de produtos customizados está atrelada a capacidade das instituições em comunicar com os usuários e compreender suas demandas. A fim de entender melhor a interface com os usuários, cinco perguntas foram feitas.

Tipos de usuários

A primeira pergunta trata de “Quem são os usuários do seu serviço?” e permite múltipla escolha. Os ‘pesquisadores’ dominam o ranking de usuários (76 instituições, Figura 9). Isso mostra que o tema está bastante atrelado à academia. O segundo maior grupo de usuários é o ‘público em geral’ (53 instituições). Os serviços climáticos são bastante específicos e restringem-se a poucos grupos de interesse. Na realidade, o usuário ‘público em geral’ apresenta pouca, ou nenhuma, demanda por informações climáticas em suas tomadas de decisão. O resultado sugere que as instituições têm conhecimento limitado a respeito de seus usuários. Governo e tomadores de decisão vêm logo em seguida na lista de maiores usuários de serviços climáticos, 52 e 47 instituições respectivamente. Estes grupos de usuários são os mais representativos à realidade dos serviços climáticos, uma vez que as informações produzidas são direcionadas preferencialmente a tomadas de decisão. Empresas privadas, mídia e consultorias são também usuários relevantes.



Figura 9. Ranking de usuários de serviços climáticos citados pelas instituições

Interação com o usuário

A pergunta “Como é a interação da instituição com o usuário?” permite múltipla escolha. Os contatos pessoais dominam a forma de interação. Contatos pessoais é uma forma obsoleta de compartilhamento de dados e informações (Figura 10). A mesma restringe-se a pequenos grupos, além de consumir muito tempo tanto dos provedores quanto dos usuários. Ao mesmo tempo, observou-se o uso significativo de plataformas digitais de divulgação de dados. Com o advento da internet, essa forma de interação tornou-se crucial para garantir maior eficiência no compartilhamento de dados e aumentar a abrangência do seu uso. Convênio, requerimento formal e contrato de serviço foram apontados por 33, 27 e 21 instituições respectivamente. Nesses casos, existe uma relação institucional entre ambas as partes. O resultado também indica possíveis restrições no compartilhamento livre de dados, necessitando de acordos formais de cooperação ou contratos de serviço.

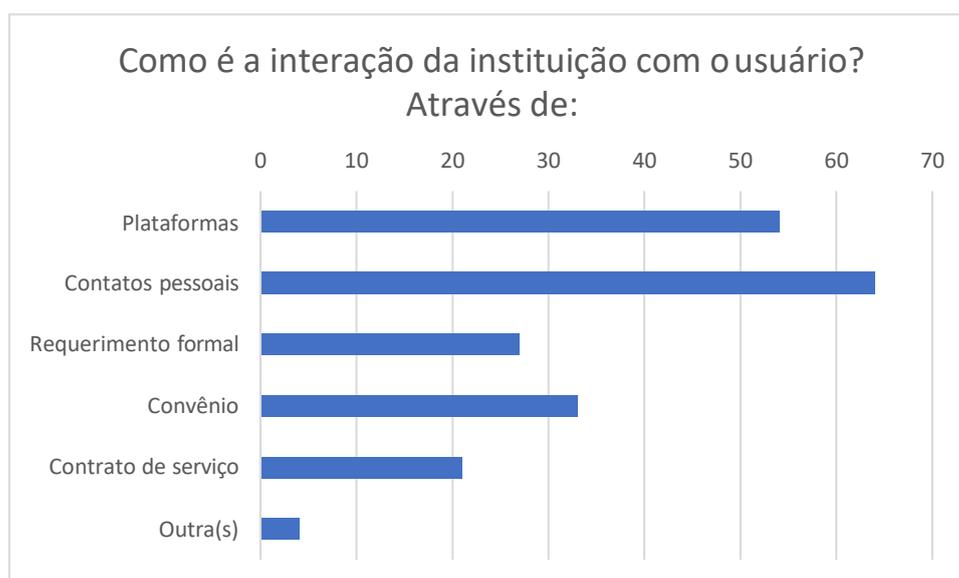


Figura 10. Tipo de interação das instituições com os usuários de serviços climáticos

Nível da comunicação

A Figura 11 mostra que, na maioria dos casos, existe um diálogo (39%) ou a comunicação com o usuário é ativa (34%). Isso mostra que a maioria das instituições interagem diretamente com os usuários. Um importante aspecto

dos serviços climáticos é que ambas as partes devem ter a oportunidade de compartilhar suas limitações (provedores) e demandas (usuários). Em 22% das instituições que responderam ao questionário, não há existência de diálogo. Esse fato pode estar associado aos meios digitais de compartilhamento de dados (p.ex., plataformas) ou simplesmente por limitações da estrutura organizacional da instituição.

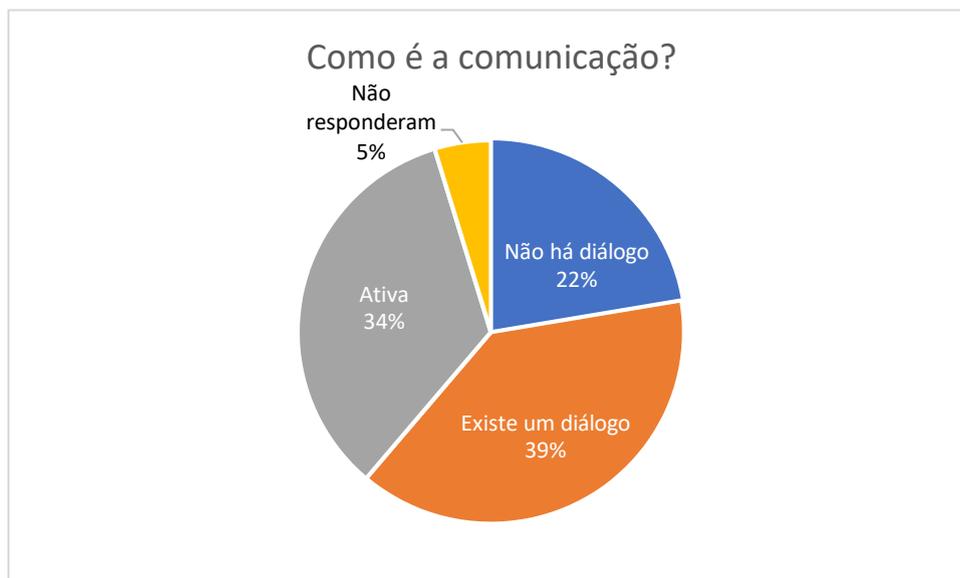


Figura 11. Intensidade de comunicação das instituições com os de usuários de serviços climáticos

Suficiência da comunicação

A pesquisa mostra que em 32% das instituições a comunicação é 'suficiente' e em 6% a comunicação é 'mais que suficiente' (Figura 12). Por outro lado, 51% dos respondentes apontam que a comunicação 'poderia ser melhor' e em 8% não há comunicação. A comunicação com o usuário é aspecto chave na provisão de serviços climáticos. Este resultado aponta para uma oportunidade de aprimoramento de serviços climáticos. A Figura 13 mostra uma nuvem de palavras associadas a pergunta sobre sugestões de aprimoramento da comunicação com os usuários. Quanto maior número de citações no campo de respostas, maior a palavra ou termo na figura. A palavra 'plataforma' e 'website' foram as mais citadas. Isso mostra uma preocupação das instituições em facilitar a comunicação com o usuário através de meios digitais. Os meios digitais apresentam menos ônus para as instituições, uma vez que a necessidade de recursos humanos para tal serviço é minimizada. Ao mesmo

tempo, muitas instituições mencionam a necessidade de recurso humano especializado em comunicação. Estas necessidades se resumem nas palavras 'comunicadores', 'suporte técnico', 'diálogo' e 'capacitação'. A promoção de capacitações e treinamentos em comunicação revela-se como uma importante oportunidade para aprimorar os serviços climáticos em nível nacional.

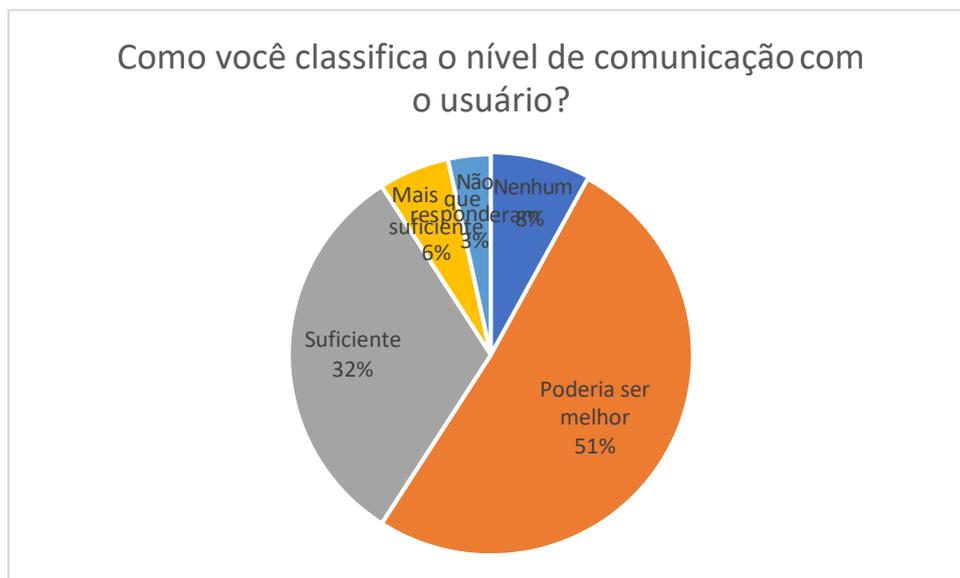


Figura 12. Nível de comunicação das instituições com os de usuários de serviços climáticos

Você tem alguma sugestão para aprimorar a interface com o usuário?



Figura 13. Sugestões das instituições participantes para aprimorar a interface com o usuário

4.1.4. Expectativas das instituições

Os dados levantados na pesquisa apresentam um significativo valor para o estabelecimento de uma comunidade de serviços climáticos no Brasil. A pergunta de fechamento do formulário endereça as expectativas das instituições a respeito do levantamento de serviços climáticos. Ficou claro o considerável interesse das instituições em terem acesso ao banco de dados levantado. A Figura 14 mostra que grande parte dos participantes gostariam de ter acesso às informações sobre 'produtos/serviço' e 'perfil'. Basicamente, as instituições têm interesse em saber 'quem faz o que' a fim de estabelecer possíveis parcerias. A palavra 'cooperação' foi bastante citada. Isso abre uma oportunidade para o fortalecimento da comunidade. Sugere-se a divulgação do mapeamento nacional na forma de uma plataforma de busca online. Além de fornecer as informações sobre as instituições, o banco de dados estaria aberto também para o cadastramento de novas instituições. O objetivo é facilitar a relação entres provedores e potenciais usuários de serviços climáticos. Muitos citaram a palavra 'dados' e outros sugeriram até mesmo um 'banco de dados integrado'.

Os resultados do mapeamento foram apresentados em um *webinar* realizado no dia 11 de outubro de 2018 e contou com a participação de 8 pessoas. Verificou-se um grande interesse das instituições em cooperarem com possíveis avanços no aprimoramento do mapeamento e sua divulgação. Sugeriu-se a divulgação do mapeamento nacional na forma de uma plataforma de busca online. Além de fornecer as informações sobre as instituições, o banco de dados estaria aberto para o cadastramento de novas instituições. O objetivo é facilitar a relação entres provedores e potenciais usuários de serviços climáticos. Também se cogitou que a formação de uma comunidade digital, para a troca de informações e experiências, pode ser uma medida efetiva e de baixo custo, para aprimorar os serviços climáticos em nível nacional. A comunidade tem como objetivo compartilhar aprendizados e fazer conexões (*networking*) em toda a cadeia de fornecimento de serviços climáticos. Sugere-se que uma ação simples e de baixo custo seja, inicialmente, a criação de uma Newsletter. Nela as instituições podem se manter atualizadas sobre oportunidades no campo de serviços climáticos, tais como chamadas para cooperação, editais, vagas, eventos e divulgação técnica/científica.

O que você gostaria de ver no mapeamento de instituições?



Figura 14. Expectativas das instituições a respeito do mapeamento nacional de serviços climáticos

4.2. Levantamento dos Serviços Climáticos do INPE e do EPAGRI-CIRAM

4.2.1. Fontes de dados, rede observacional e gestão de dados

O INMET é o principal órgão de monitoramento de variáveis e fenômenos climáticos no Brasil. O INMET é o órgão representante do país junto à OMM, responsável também pela transferência de informações da rede de observação meteorológica da América do Sul e representante brasileiro nos Fóruns de *Climate Outlook*. A rede observacional do INMET conta com aproximadamente 200 estações convencionais, mais de 580 estações automáticas e 42 estações de radiossondas. Além do INMET, diversas instituições realizam o monitoramento de variáveis e fenômenos climáticos no Brasil, como mostra a Figura 6. O INPE e o CEMADEN também possuem sua própria rede de monitoramento. A ANA lança esforços para centralizar os dados de chuva e vazão através do portal Hidroweb. Muitos estados também possuem seus próprios serviços meteorológicos, muitas vezes vinculados às secretarias de agricultura, como é caso do EPAGRI-CIRAM.

No contexto das infraestruturas piloto em Santa Catarina, os provedores de serviços climáticos são CPTEC-INPE, CCST-INPE e EPAGRI-CIRAM. Tanto o INPE quanto o EPAGRI-CIRAM possuem sua própria rede de monitoramento e

adotam os princípios da OMM. Isso compreende a coleta e o arquivamento padronizado de dados em bases adequadas com metadados bem documentados. Também adotam práticas que garantem a qualidade de dados apropriada e a implementação de programas de recuperação de dados. As observações climáticas são integradas em um sistema central e acumuladas em séries temporais em extensão e resolução apropriadas para a análise climática padrão. A princípio, são disponibilizados os dados brutos e, dependendo do intuito, testes de homogeneidade são aplicados.

Há também uma estratégia de longo prazo para gerenciar a rede de observação e possíveis mudanças. A estratégia compreende o aumento da densidade da rede observacional, a realocação de estações, o estabelecimento de observações automatizadas, bem como a proteção de estações mais antigas. Os dados do INPE são de acesso livres para fins não comerciais. No caso do EPAGRI-CIRAM, os dados são compartilhados mediante parcerias ou comercializados. Na entrevista, o INPE recomendou que a densidade de dados observacionais e o acesso aos dados deveriam ser aprimorados. O EPAGRI-CIRAM assinala que a rede observacional de certas variáveis climáticas (p.ex., vento) pode ser aprimorada. Ainda, a instituição enfrenta desafios com a rede de estações automáticas, cuja cobertura de sinal não atende o estado inteiro.

4.2.2. Portfolio de produtos e serviços climáticos

CPTEC-INPE

O centro possui diversos grupos e áreas de ação. No contexto da análise de risco para os linhas de transmissão e portos, o tema foi tratado pelo grupo do modelo Eta que desenvolve os cenários regionais de mudança do clima. O foco do grupo é a atividade de desenvolvimento do modelo regional Eta. A versão do modelo Eta para estudos de mudanças do clima foi desenvolvido e mantido pelo grupo. A versão não-hidrostática foi desenvolvida para atender os estudos aprimorados dos impactos das mudanças climáticas em megacidades, utilizando a alta resolução espacial de 5 km. O modelo tem sido utilizado para o *downscaling* de projeções de clima. Essas projeções do modelo Eta em alta resolução têm apoiado vários estudos e publicações científicas em temas de diversos setores. A equipe possui experiência no

desenvolvimento de produtos customizados às demandas dos usuários. Os dados são tratados e múltiplas análises são efetuadas (estatísticas, tendências, extremos, mapas). Também existe uma intenção de orientar os usuários, no entanto, não há recursos específicos para fornecer um serviço destinado aos usuários.

CCST-INPE

O centro tem como foco principal o desenvolvimento de cenários regionais de mudança do clima, análise de impacto e vulnerabilidade. Para os seus produtos, o grupo utiliza dados de diversas fontes (p.ex., estações, satélites e produtos). Os dados são tratados e diversas análises são efetuadas, tanto para o clima presente, quanto para o passado e futuro. No caso do clima futuro, o centro faz uso de modelos climáticos globais e regionais. Os cenários são interpretados e usados como entrada para modelos de impacto, tais como modelos hidrológicos e agrícolas. O grupo também fornece produtos derivados de satélite.

EPAGRI-CIRAM

O principal foco do CIRAM é o monitoramento hidrometeorológico e oceanográfico no estado de Santa Catarina. O centro tem uma forte interface com diversos tipos de usuários. Desde universidades, empresas privadas e autoridades estaduais até o pequeno agricultor. Possuem diversos centros de serviços e treinamento espalhados pelo estado. Em suas atividades, utilizam dados de diferentes fontes, tanto de estações e de satélites quanto dados derivados de produtos. Possui uma equipe responsável pelo tratamento dos dados (testes de homogeneidade). Realizam diversas análises sobre o clima passado e presente, incluindo *El Niño Southern Oscillation* (ENSO), *Sea Surface Temperature* (SST) e produtos de variabilidade intra- sazonal. Boletins trimestrais são disponibilizados, principalmente para o setor agrícola. De forma geral consideram seus dados e produtos, de monitoramento e previsões sub-sazonais, como de boa qualidade. Por outro lado, produtos de previsão sazonal e *climate watch* podem ser aprimorados. O CIRAM não trabalha com predição decenal e projeções climáticas.

4.2.3. Disseminação, Comunicação e Divulgação

CPTEC-INPE

Os dados de simulações climáticas gerados pelo CPTEC são públicos. Até pouco tempo, os produtos eram distribuídos através de pedidos e enviados por e-mail ou disco rígido. Atualmente, os dados gerados estão disponíveis em um repositório de dados via web-page (www.cptec.inpe.br). A plataforma ProjEta (<https://projeta.cptec.inpe.br/>) disponibiliza os dados das projeções de mudança do clima para a América do Sul regionalizadas pelo modelo Eta. A plataforma disponibiliza informações sobre como os dados foram gerados e sobre as incertezas associadas às projeções. No entanto, o grupo não possui suficiente recursos humanos dedicados à comunicação com os usuários. Outro aspecto, é a necessidade de aumentar a divulgação e a visibilidade dos serviços oferecidos

CCST-INPE

Os dados gerados são públicos, porém restritos para fins comerciais. Os produtos são distribuídos através de e-mail, webpage (www.ccst.inpe.br) e FTP. Na medida do possível, as incertezas associadas aos produtos são comunicadas. O CCST também promove a sensibilização da sociedade e emite informações e avisos em meios de comunicação, tais como TV, jornal e rádio. O centro também enfrenta desafios em sua relação com os usuários. Existe uma demanda por ferramentas ou metodologias específicas para orientar a interação com os usuários. Ainda, não existe recurso humano específico para comunicar os serviços. Ao mesmo tempo, os usuários possuem conhecimento limitado sobre os produtos disponíveis, necessitando assim, promover e divulgar os serviços oferecidos.

EPAGRI-CIRAM

O CIRAM distribui seus dados e produtos através de e-mail, *pendrive*, webpage e *File Transfer Protocol* (FTP). As incertezas e limitações dos produtos são comunicadas na medida do possível. Existe um processo para integrar os serviços em políticas, estratégias e planos setoriais relevantes, principalmente para a agricultura. O centro possui corpo técnico especializado em comunicações. Os escritórios regionais dão apoio aos usuários e assessoria à imprensa. Seus produtos e serviços são altamente divulgados e também

promovem conscientização da sociedade. O serviço de atendimento ao público se encabe de garantir que os produtos sejam apresentados de forma compreensível aos usuários. A *webpage* é atualizada diariamente, sendo um dos principais canais de provisão de serviços. Além disso, o CIRAM tem uma estreita relação com a mídia, emitindo informações e avisos em diversos meios de comunicação tais como TV, jornais e rádio, até mesmo Facebook e Twitter. Um dos pontos a serem aprimorados é a visibilidade dos serviços oferecidos.

4.2.4. Pesquisa

CPTEC-INPE

A principal atribuição da Divisão de Modelagem e Desenvolvimento do CPTEC-INPE é conduzir pesquisa em modelagem numérica do sistema climático. O grupo do modelo Eta possui cooperação com diversas instituições de pesquisa. Atualmente as principais são Embrapa, Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Amazonas, o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura da Universidade Estadual de Campinas (CEPAGRI-UNICAMP), e o Instituto alemão Max Planck de Meteorologia, por exemplo. O grupo participa componente de modelagem do sistema terrestre do programa de Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia – INCT2, no Tema das Mudanças climáticas. O foco é o desenvolvimento de novos métodos e ferramentas, bem como o aprimoramento do modelo Eta. O maior desafio é a formação de recursos humanos especializado em modelagem numérica e o acesso à infraestrutura computacional.

CCST-INPE

A pesquisa no desenvolvimento e aprimoramento de modelos do sistema terrestre, redes de monitoramento e análises sociopolíticas, visando à construção e análise de cenários de mudanças ambientais e projeções climáticas são as principais atribuições do CCST. O centro sedia e dá subsídios à Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima) e o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT-MC). A Rede Clima constitui-se como um pilar fundamental de apoio às atividades de Pesquisa e Desenvolvimento do PNA criado pelo

governo federal (<http://www.ccst.inpe.br/projetos/rede-clima/>). O INCT-MC é uma abrangente rede de pesquisas interdisciplinares sobre mudanças climáticas. O instituto envolve mais de 400 pesquisadores, estudantes e técnicos de 90 grupos de pesquisa de 108 instituições e universidades brasileiras e 18 estrangeiras (<http://www.ccst.inpe.br/projetos/inct/>). O principal desafio na área de pesquisa do CCST é a obtenção de recursos financeiros.

EPAGRI-CIRAM

O portfólio de atuação do CIRAM inclui pesquisa. Os parceiros mais relevantes são o INMET, Marinha, ANA, Embrapa, CPTEC-INPE, DC-SC e a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). O foco é o desenvolvimento de métodos, ferramentas e modelos, principalmente para os setores de agricultura e recursos hídricos. Os resultados são aplicados à prática operacional. Mecanismos internos assimilam a demanda dos usuários para nortear o desenvolvimento de produtos customizados. A instituição aponta que para aprimorar suas atividades de pesquisa, são necessários mais equipamentos e recursos computacionais.

4.2.5. Interação com usuários

CPTEC-INPE

Instituições de pesquisa, universidades, empresas de consultorias são as instituições que mais utilizam as informações de mudanças climáticas geradas pelo grupo. A demanda dos usuários é levantada através de solicitações específicas através de e-mail ou telefone. Existe uma interação com os usuários a fim de obter recomendações, esclarecer dúvidas, garantir que a informação é adequada às necessidades do usuário e auxiliar os usuários na interpretação dos resultados. O grupo oferece produtos para tomada de decisão, como por exemplo a Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, o Projeto Brasil 2040, zoneamento econômico-ecológico do estado de São Paulo, por exemplo. Os principais usuários são: governo, academia, recursos hídricos, agricultura, transporte, energia e saúde. Outros usuários incluem: construção civil, plano de emergência etc. O grupo aponta que não existe setor específico no centro para interagir com os usuários, tampouco para elaborar ou co-desenhar produtos. Ainda, os usuários têm dificuldades em

compreender os produtos fornecidos, sendo muitas vezes necessário capacitá-los para que façam bom uso dos produtos. O grupo identifica que deveria haver o acompanhamento do uso das informações climáticas e uma avaliação de satisfação dos usuários, entretanto, por não haver financiamento, tal atividade não foi ainda realizada.

CCST-INPE

O centro é responsável pela Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção- Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima onde o MCTIC é o principal usuário. O centro não possui uma unidade específica para interagir com os usuários. A demanda dos usuários é levantada através de solicitações específicas, através de e- mail ou telefone. Existe uma interação com os usuários a fim de garantir que a informação é apropriada à demanda e auxiliar os usuários na interpretação dos resultados. Existe necessidade de capacitar os usuários para que compreendam os produtos fornecidos. O CCST trabalha com pesquisadores setoriais a fim de desenvolver modelos de aplicação. Os principais usuários são: governo, academia, recursos hídricos, agricultura, energia, saúde e proteção ambiental. O setor de transportes também entra na lista, porém com menor magnitude de interação. Não existe um serviço específico para lidar com os usuários, tampouco para elaborar e co- desenhar produtos. Existem algumas atividades para avaliar o valor agregado dos produtos, no entanto, não há um acompanhamento do uso das informações climáticas. Também não existe uma avaliação de satisfação dos usuários.

EPAGRI-CIRAM

Uma das principais atribuições do CIRAM é garantir a interação com os usuários de informações. Diversas instituições utilizam seus serviços, principalmente aquelas relacionadas à agricultura e recursos hídricos. A EPAGRI possui unidades regionais dedicada à interação com os usuários. As necessidades dos usuários são levantadas através de estudos de mercado, pesquisas através de questionários e solicitações diretas. A interação com usuário tem a finalidade de: atender as solicitações, coletar comentários sobre os produtos oferecidos, identificar as necessidades e garantir a interpretação, utilidade e usabilidade dos produtos. O centro possui relação direta com a

mídia e a defesa civil, principalmente durante períodos de emergência. A fim de dar orientações, planejar novos produtos e coletar comentários, o CIRAM oferece um serviço de *Helpdesk*. Entre os produtos oferecidos, destaca-se a comunicação mensal de previsões sazonais. Dentre os serviços específicos para o usuário, coleta-se comentários dos usuários para revisar os serviços. Concebe-se o co-desenho e co-desenvolvimento de produtos. Também trabalha diretamente com equipes de pesquisa setoriais para desenvolver ferramentas e modelos aplicados. Os produtos podem ser diretamente conectados a ferramentas de suporte de decisões. Um exemplo disso é a avaliação de risco Agroclimático. Os usuários mais relevantes são: governo, autoridades locais, recursos hídricos, agricultura e resposta às emergências. O CIRAM acompanha de perto a utilização e usabilidade de seus produtos. O centro avalia a satisfação dos usuários regularmente. Identifica, informalmente, os resultados dos setores que usam seus produtos. Ainda, o centro realiza estudos para demonstra o valor agregado dos produtos aos usuários e apoia o planejamento de investimentos na agricultura (p.ex. análise custo-benefício).

4.2.6. Desenvolvimento de capacidades

CPTEC-INPE

O desenvolvimento de capacidades é fundamental para garantir a qualidade dos produtos oferecidos pelo grupo. Existe uma política interna de desenvolvimento de capacidades dos colaboradores. Além disso, outros programas focam no treinamento de usuários externos de modelos (p.ex., WorkEta). Frequentemente, os benefícios dos serviços climáticos não são claros para os usuários, fato que abre espaço para a necessidade de sensibilizá-los para tais benefícios. O grupo aponta uma demanda para desenvolver capacidades nas áreas de: gestão de dados, desenvolvimento de produtos, interação com usuário e atividades de pesquisa (p.ex., pesquisa e desenvolvimento – P&D).

CCST-INPE

Possui uma política interna de desenvolvimento de capacidades dos colaboradores (p.ex., participação em cursos, conferências, workshops, *e-learning*). No entanto, não existem programas de treinamento da comunidade

de usuários. A principal limitação apontada é falta de recursos financeiros para esse fim. O centro aponta para a necessidade de desenvolvimento de capacidades nas áreas de: desenvolvimento de produtos customizados, interação com usuário e atividades de pesquisa orientadas à fins comerciais (p.ex., P&D).

EPAGRI-CIRAM

O centro possui política para capacitação de recursos humanos. Os colaboradores participam de conferências, recebem bolsa de estudos e participam de cursos ofertados por instituições como o INPE e Defesa Civil. Os colaboradores também fazem uso de ensino a distância (EaD), porém informalmente. A EPAGRI oferece treinamento para usuários através do programa de extensão rural. Muitas famílias de pequenos produtores e cooperativas se beneficiam desse programa. A produção e oferta de melhores serviços são limitados pelos recursos e infraestrutura disponíveis. As principais barreiras dizem respeito a equipamentos de computação e rede e licenças de softwares. As maiores necessidades em relação a recursos humanos são de pessoal adicional e treinamento especial em customização de serviços para setores específicos.

4.3. Uso de informações climáticas no setor de linhas de transmissão

4.3.1. Os agentes do setor de linhas de transmissão

A estrutura atual do setor elétrico brasileiro é bastante complexa e envolve diversos agentes. A figura 1 ilustra os principais agentes e as relações entre eles no segmento de transmissão de energia. Segundo FURST (2012), o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) é o órgão de assessoramento da presidência da República para a formulação de diretrizes e políticas nacionais. É responsabilidade do CNPE, entres outras, sugerir a adoção de medidas necessárias para garantir o atendimento à demanda nacional considerando o planejamento de longo prazo.

O MME é o órgão do poder executivo responsável pelo planejamento do setor elétrico. Sob a coordenação do MME, o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) tem a função de acompanhar e avaliar a continuidade e a

segurança do suprimento eletro-energético no território nacional. Compete ao CMSE, entre outros, identificar desafios de caráter ambiental que possam afetar a segurança energética do país, bem como elaborar recomendações de ações preventivas para estes desafios. Também vinculada ao MME, a EPE tem por finalidade desenvolver estudos e pesquisas destinados ao planejamento do setor elétrico, com destaque para o plano de expansão da transmissão de energia elétrica de longo prazo e os estudos de viabilidade técnico- econômica.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é uma autarquia vinculada ao MME com a finalidade de regular e fiscalizar os serviços de transmissão de energia elétrica, entre outros. A ANEEL visa proporcionar condições favoráveis para o equilíbrio do mercado de energia elétrica. Entre suas atividades, destaca-se a expedição de atos para o cumprimento das normas estabelecidas pela legislação em vigor.

O ONS é responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de transmissão de energia elétrica integrantes do Sistema Interligado Nacional (SIN). Entre suas atribuições, destaca-se a proposição de regras para, e a programação da operação do sistema de transmissão de energia.

A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) visa viabilizar a comercialização de energia elétrica no SIN, administrando os contratos firmados entre geradores, distribuidores, comercializadores e consumidores. Os agentes de transmissão (Agentes T, figura 1) são as instituições detentoras de concessão para transmissão de energia elétrica, por exemplo a Eletrosul Centrais Elétricas SA. Os contratos de concessão têm prazo de vigência de 30 anos e são celebrados por intermédio da ANEEL através de um processo licitatório. Os Usuários T, são todos e qualquer agente conectado ao SIN.

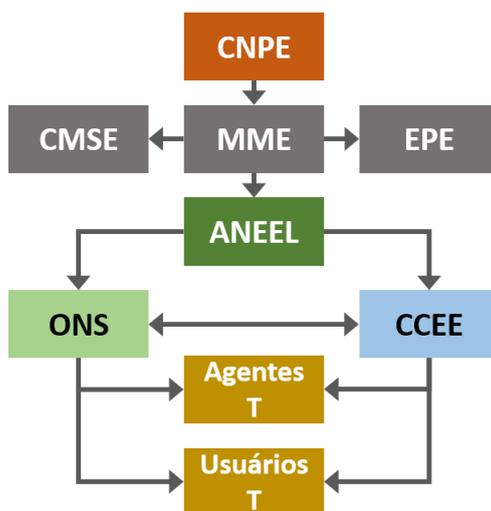


Figura 1 – Principais entidades do setor elétrico, agentes e associações vinculadas com os segmentos de transmissão. CNPE: Conselho Nacional de Política Energética; MME: Ministério de Minas e Energia; CMSE: Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico; EPE: Empresa de Pesquisa Energética; ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica; ONS: Operador Nacional do Sistema Elétrico; CCEE: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica; Agentes T: Agentes de Transmissão; Usuários T: Usuários de Transmissão. Adaptado de (FURST, 2012)

No contexto do projeto CSI, identificamos o MME, a EPE e a Eletrosul como os agentes mais relevantes no planejamento de investimentos em linhas de transmissão. Embora de suma importância no sistema, o CNPE, o CMSE, a ANEEL, o ONS e a CCEE não são considerados aqui devido suas atribuições de menor relevância para o planejamento de projetos de expansão de linhas de transmissão, foco principal desse estudo.

4.3.2. Os agentes e a vulnerabilidade ao clima

Ministério de Minas e Energia

A lei nº 10.683 de 2003 define como competências do MME as áreas de geologia, recursos minerais e energéticos; aproveitamento da energia hidráulica; mineração e metalurgia; e petróleo, combustível e energia elétrica, incluindo a nuclear. A estrutura do Ministério foi regulamentada pelo decreto nº 5.267, de 9 de dezembro de 2004, que criou, entre outras, as secretarias de Planejamento e Desenvolvimento Energético e de Energia Elétrica. O MME é o

representante executivo do governo responsável pelo aperfeiçoamento do planejamento do setor elétrico. O ministério solicita o PDE (BRASIL, 2018) e o PNE (BRASIL, 2013) à EPE; enquanto o ONS, é responsável pelo Plano de Ampliações e Reforços nas Instalações de Transmissão (ONS, 2019). Os planos são delineados a partir de informações básicas, inclusive informações climáticas, consideradas relevantes no processo de planejamento.

Segundo o MME, o setor tem sofrido danos e prejuízos provenientes de ameaças climáticas praticamente em todas as áreas. O setor é dividido em duas áreas majoritárias: demanda e oferta. No que diz respeito à demanda, a temperatura é a variável mais relevante. Quanto maior a temperatura, maior a demanda de energia para sistemas de resfriamento. A oferta é dividida em duas: geração e transmissão. Na geração, existem diversas fontes, sendo elas: hidrelétrica, térmica (carvão, diesel e biomassa), eólica e solar. Para cada uma delas existe um conjunto de variáveis climáticas relevantes. A produção hidrelétrica é a mais vulnerável à variabilidade climática devido à irregularidade de chuvas e ao aumento da evaporação devido ao aumento de temperatura. No que diz respeito à transmissão, os vendavais e chuvas extremas que acarretam deslizamentos e quedas de torres são bastante relevantes, bem como as descargas elétricas.

Existe uma percepção de aumento da ocorrência das ameaças climáticas. Porém, ainda não existe um estudo sistemático e abrangente sobre os atuais impactos da mudança do clima no setor. É necessário um estudo para entender as ameaças e a vulnerabilidades, e assim identificar linhas de ação.

Tendo em vista a enorme abrangência do setor elétrico e as diferentes realidades e necessidades de cada área, as informações que seguem possuem enfoque nas linhas de transmissão.

Empresa de Pesquisa Energética

A EPE é uma empresa pública federal responsável por prestar serviços ao MME na área de estudos e pesquisas como subsídio para o planejamento do setor energético brasileiro. Diante dos impactos observados no setor energético brasileiro, a empresa tem se sensibilizado quanto à importância de incluir em seus estudos informações climáticas mais detalhadas. Em oficina realizada em janeiro de 2018 (MMA; GIZ, 2018), foram levantados aspectos relevantes dos

impactos da variabilidade climática no setor energético. De forma geral, a EPE reportou que as linhas de transmissão sofrem: desligamentos por superaquecimento; danos à infraestrutura, devido a vendavais e incêndios; comprometimento do isolamento da linha de transmissão, devido à poeira ocasionada por longos períodos de estiagem; e comprometimento da capacidade da linha, devido ao aumento da temperatura e mudança na densidade do ar.

Eletrosul Centrais Elétricas SA

A Eletrosul Centrais Elétricas SA é uma empresa pública de geração, transmissão e comercialização de energia elétrica e subsidiária do grupo Eletrobras. Sua visão é estar entre as três maiores empresas globais de energia limpa e entre as dez maiores do mundo em energia elétrica, com rentabilidade comparável às melhores do setor e sendo reconhecida por todos os seus públicos de interesse. A Eletrosul é um agente detentor de concessão para transmissão de energia elétrica. O agente participa de processos licitatórios (Leilões de Energia), conduzido pela ANEEL, para construir, operar e manter as instalações de transmissão. Os contratos de prestação de serviço público de transmissão têm vigência de 30 anos. Esses contratos são celebrados com o ONS e têm a finalidade de estabelecer as condições técnicas e comerciais para disponibilização das infraestruturas (FURST, 2012).

Os ativos de transmissão da Eletrosul têm sofrido danos e prejuízos provenientes de eventos climáticos extremos. Os principais impactos e consequências são as de ordem estrutural, ou seja, as ocorrências que ocasionam quedas de torres e cabos, que são causados, em sua maioria, por vendavais de grande magnitude e em alguns casos por deslizamentos de terra, devido a chuvas persistentes.

Além disso, impactos de ordem operacional provocados por desligamentos acima de 1 minuto de duração permitem uma penalização da receita anual permitida (RAP) pelo agente regulador/operador denominada parcela variável. Esses desligamentos podem ocorrer pela ultrapassagem da distância cabo-solo normalizada (associado à capacidade de transmissão - ampacidade) ou ainda por descargas atmosféricas. Também de ordem operacional, o desempenho frente às descargas atmosféricas necessita estar

em patamares abaixo dos regulamentados pelos Procedimentos de Rede do ONS.

Nesse tocante, a empresa realiza atividades de coordenação e operação em tempo real de seu sistema elétrico, através do COSE (Centro de Operação do Sistema Eletrosul), contando com equipe de operadores capacitados que conta com o suporte de um sistema supervisorio de monitoramento em tempo real do sistema elétrico da Eletrosul. Este supervisorio possibilita a visualização de diversas variáveis do sistema elétrico, dentre elas, a identificação de um desligamento de algum componente, como por exemplo, uma linha de transmissão.

Percebe-se uma grande concentração das causas desses desligamentos associados às variáveis climáticas e principalmente às suas intempéries. Assim, observam-se as ocorrências de desligamentos devido às descargas atmosféricas, o que representa maior necessidade de manutenção nos cabos, sistema de aterramento ou isoladores danificados. A variável climática mais importante que determina a taxa de desligamento por descargas atmosférica é a densidade de descargas atmosféricas para a terra que pode ser obtida através de sensores adequados.

Ainda do ponto de vista da operação, outra análise que auxiliaria muito a tomada de decisão sobre a capacidade operacional de uma determinada linha de transmissão seria se houvessem informações acerca das variáveis climáticas que impactam na capacidade da linha de transmissão, que são a radiação solar, temperatura ambiente, velocidade e direção do vento. Assim, cenários onde se tem ventos suaves (abaixo de 1m/s), radiação solar alta (1000 W/m² ou superior) e alta temperatura ambiente, essas variáveis agindo de maneira simultânea, são indicadores de ocorrência de alto risco térmico associado e conseqüente possibilidade de desligamentos por conta da diminuição da distância de segurança cabo-solo normativa. Esse tipo de desligamento, caso repetitivo, prevê uma necessidade de manutenção nos vãos afetados, como a limpeza da faixa de passagem ou até mesmo em último caso aumento da altura das torres.

4.3.3. Estrutura legal e regulatória

O setor elétrico considera, de alguma forma, em sua estrutura legal o uso de informações climáticas. As instituições que definem as orientações e diretrizes são as instituições responsáveis pela elaboração dos planos (p.ex., EPE e ONS). Para implantação de linhas de transmissão, existem normas de construção que adotam informações climáticas, no caso, informações provenientes de dados observados. No entanto, não existem leis ou regulamentos que obriguem a consideração explícita de risco climático no setor. A consideração da informação climática é pelo 'princípio de precaução' adotado através das normas, ou seja, quando ações devem ser tomadas para evitar ou diminuir as atividades humanas que podem levar a danos moralmente inaceitáveis que sejam cientificamente plausíveis, porém incertos. As instituições que definem as diretrizes para uso de informação climática são ANEEL e ONS. Os leilões são definidos pela ANEEL, a qual determina o uso, por exemplo, da norma NBR 5422/1985 (ABNT, 1985) como referência para construção das linhas de transmissão.

4.3.4. Motivação para o uso de informação climática e tomada de decisão

Ministério de Minas e Energia

O ministério considera a variabilidade climática muito relevante para o setor. As informações relacionadas ao clima são necessárias para entender as ameaças, as vulnerabilidades e assim aumentar a resiliência. Existe um acordo claro no MME sobre os objetivos e valores relacionados à mudança do clima. O ponto focal sobre o tema é a Coordenação-Geral de Sustentabilidade Ambiental do Setor Energético.

As principais causas do interesse pelo uso de informações climáticas são motivação interna e externa, além de interesses comerciais. Nos processos de tomada de decisão, a informação climática é muito relevante para o planejamento e a implementação de infraestrutura (p.ex. determinar a localização de infraestrutura, projeto de construção). Também consideram relevante para o planejamento estratégico (p.ex., políticas, investimentos) e para o desenvolvimento e implementação de planos de gestão de risco. Existe interesse no uso de informações climáticas para educação e conscientização do pessoal e dos tomadores de decisão. Também são considerados relevantes

a manutenção e planejamento organizacional da infraestrutura existente e a gestão diária das operações das infraestruturas existentes. De forma geral, o risco associado ao clima é abordado pelo setor através das normas de construção.

Atualmente a mudança climática não é considerada nos processos de tomada de decisão do setor. O uso de informações sobre *mudança do clima* ainda está sendo avaliado. Embora não seja atribuição do MME lidar diretamente com dados e informações climáticas, existe o interesse em incluir informações sobre mudança do clima nos planos. O termo de referência para elaboração do Plano Nacional de Energia 2050, contempla alterações climáticas e seus impactos na oferta de energia com um fator potencial de risco (BRASIL, 2013). O Plano Decenal de Expansão de Energia 2027 lista as mudanças climáticas como um dos principais desafios atuais da transmissão de energia no país (BRASIL, 2018).

Recentemente, o MME junto ao Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), contrataram um estudo para analisar as implicações das mudanças climáticas nas metodologias de planejamento de sistemas elétricos. Denominado "Análise dos Reflexos das Mudanças Climáticas nas Metodologias de Planejamento de Sistemas Elétricos", o estudo é parte do Projeto de Assistência Técnica do Setores de Energia e Mineral (Projeto Meta) e tem como um dos objetivos a determinação e amostragem das incertezas associadas às informações climáticas (MME; BIRD, 2018a).

São parte da estratégia atual de implementação do MME: i) a conscientização dentro do setor; ii) promoção de sistemas de alerta; iii) diretrizes de respostas aos alertas (p.ex., evacuação); iv) planejamento de recuperação. Porém existe o interesse em aprimorar o planejamento de contingência e gestão de continuidade de negócios considerando os riscos das mudanças climáticas. Também existe o interesse em aprimorar medidas de prevenção, tais como transformação ou realocação de infraestruturas.

Empresa de Pesquisa Energética

Diversos impactos já têm sido observados pela empresa, tais como uma maior ocorrência de queimadas devido às altas temperaturas, maior frequência de paralizações devido à raios e maior incidência de curto circuito nas linhas, em

função do acúmulo de poeira nos isoladores. Diante disso, a EPE vem participando no processo de elaboração da NDC brasileira e tem desenvolvido estudos sobre cálculos de emissões, dos cenários de oferta e de prospecção dos possíveis impactos nas séries de vazões de empreendimentos hidroelétricos (MMA; GIZ, 2018).

Eletrósul Centrais Elétricas SA

A informação climática é muito relevante para o planejamento estratégico e implementação de infraestrutura (p.ex. determinar a localização de infraestrutura, projeto de construção), além da gestão diária das operações das infraestruturas existentes. Estas informações entram nos processos de tomada de decisão por obrigações regulatórias que determinam os projetos de construção. As normas de projeto das linhas de transmissão consideram parâmetros climáticos, entre outros. Um exemplo é a Norma Brasileira (NBR) 5422/1985, a qual considera limiares de ventos extremos com tempo de retorno de 50 anos, e temperaturas máxima, média e mínima (ABNT, 1985).

As informações climáticas a serem consideradas são definidas nos planos (p.ex., PNE e PDE), nos relatórios de viabilidade técnico-econômica e socioambiental, e adotados no planejamento, através dos leilões conduzidos pela ANEEL, e na operação, através das previsões hidrometeorológicas do ONS. No planejamento, o horizonte temporal relevante para tomada de decisão é de 30 anos, prazo de vigência dos contratos de concessão (FURST, 2012). Também existe uma motivação interna e externa e, até um certo ponto, interesses comerciais no uso de informações climáticas. A educação e conscientização do pessoal e dos tomadores de decisão e o desenvolvimento e implementação de planos de gestão de risco também são considerados relevantes.

Ao mesmo tempo que o 'princípio da precaução', através das normas de projeto, é considerado muito relevante, ainda não existe na Eletrósul um acordo claro sobre os objetivos e valores relacionados à mudança do clima. A sensibilização é apenas a nível individual, principalmente no setor de meio ambiente. A Eletrósul tem plano de contingenciamento que contempla o risco de desastre em seus processos de tomada de decisão, no entanto não abrange a mudança do clima. No entanto, a determinação e amostragem das incertezas associadas a mudança do clima são fundamentais e a empresa

adota uma postura conservadora na interpretação de incertezas.

A empresa tem interesse em ações de prevenção, tais como transformação ou relocação de infraestrutura, planejamento de contingência considerando os riscos das mudanças climáticas, gestão de continuidade de negócios, acomodando os riscos das mudanças climáticas e sistemas de alerta de vendavais.

4.3.5. Produtos e serviços climáticos

Ministério de Minas e Energia

Segundo a definição da WMO (2018), o ministério é classificado como um *usuário final* que faz uso de informações climáticas nos processos de tomada de decisão. O MME considera muito boa a sua capacidade de formular suas necessidades em produtos de informação climática. O produto contratado recentemente, MME; BIRD (2018), foi formulado pelo MME.

Atualmente o setor elétrico faz uso de dados climáticos, produtos estatísticos sobre eventos hidrometeorológicos extremos, índices customizados, emissão de alertas e boletins de previsões de tempo. O MME não possui rede de monitoramento hidro- meteorológico própria; tampouco processa informações climáticas pois não é atribuição do ministério. Esse serviço é prestado pela EPE (planejamento) e pelo ONS (operação). A instituição não paga pelos serviços e possui parcerias, como o estudo sobre mudanças climáticas financiado pelo BIRD (MME; BIRD 2018). O estudo visa identificar o valor agregado da informação climática nos processos de planejamento do setor elétrico (p.ex., implicações sobre a incerteza das projeções climáticas). Nesse contexto, existe uma interação institucionalizada com os provedores de informações climáticas para discutir lacunas e necessidades de produtos, e para fornecer recomendações.

O MME tem a intenção de incluir: informações sobre vulnerabilidade e risco climático, projeções climáticas, dados de impacto sobre mudanças climáticas, e ferramentas de apoio a tomada de decisões. No entanto, é necessário um suporte para definir diretrizes na adoção de projeções climáticas, explicação sobre conteúdo/significado das informações sobre o clima e treinamento técnico.

Empresa de Pesquisa Energética

A EPE pode ser classificada como *intermediária* na cadeia de valores de serviços climáticos (WMO, 2018). A empresa faz uso de dados e informações climáticas na elaboração de estudos de planejamento. A empresa apresenta uma ótima capacidade de formular suas necessidades por produtos de informação climática, pois possui equipe altamente qualificada. No setor de linhas de transmissão, a empresa faz uso de dados históricos de temperatura, densidade do ar, velocidade do vento, raios e chuvas.

No PDE, a EPE faz uso de modelos integrados de planejamento de transmissão e geração (p.ex., Newave) que contemplam dados históricos de variáveis hidrometeorológicas (BRASIL, 2018). No entanto, existem limitações em considerar não-estacionaridades em séries históricas e as incertezas dos cenários de mudança do clima. A EPE também elabora estudos para o desenvolvimento dos planos de expansão da transmissão de curto, médio e longo prazos (Programa de Expansão da Transmissão/Plano de Expansão de Longo Prazo PET/PELP), além dos Relatórios Rs (p.ex., R1 - Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica e Socioambiental), os quais contemplam informações climáticas, ainda que sucintamente (GIZ, 2019).

Eletrosul Centrais Elétricas SA

A Eletrosul é classificada como *usuário final* que aplica informações climáticas em tomadas de decisão (WMO, 2018). A empresa considera boa a sua capacidade de formular suas necessidades por produtos de informação climática, pois possui equipe altamente qualificada.

A empresa faz uso de informações sobre as condições meteorológicas na operação. Interrupções na transmissão geram multas a concessionária. Caso a interrupção seja por eventos naturais, a concessionária pode justificar a interrupção para o ONS através de um laudo meteorológico. Os laudos são emitidos por instituições como EPAGRI-CIRAM, SIMEPAR e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Os produtos atendem às necessidades legais, porém não são disponibilizados gratuitamente. O orçamento para a contratação desse serviço é originário do 'custo de emergência'.

No planejamento, usa-se informações climáticas específicas para linhas de

transmissão. A NBR 5422/1985 considera o vento extremo com tempo de retorno de 50 anos, e temperaturas (máxima, média e mínima). As necessidades específicas legais são atendidas, no entanto a Eletrosul aponta para a necessidade de uma revisão da norma, uma vez que os mapas datam de 1985 (ABNT, 1985). A empresa também monitora os impactos climáticos (danos e interrupções) na transmissão de energia. Previsões meteorológicas também são usadas. O ONS faz o monitoramento hidrometeorológico e, quando cabível, determina o desligamento de linhas.

A empresa possui sua própria rede de monitoramento de vazão e chuva, nas usinas hidrelétricas, e de vento, nos parques eólicos. Também considera monitorar temperatura, descarga atmosférica, vento e chuva nas subestações. A empresa possui capacidade técnica para realizar análises simplificadas de dados. Também está previsto um projeto de P&D para desenvolvimento de pesquisa aplicada no monitoramento de ventos extremos. No caso dos laudos meteorológicos, existe uma interação com o provedor do serviço para discutir lacunas e necessidades de produtos, e para fornecer recomendações. O relacionamento é apenas por demanda, quando há falha na transmissão por intempéries e os laudos meteorológicos são demandados pelo ONS. A Eletrosul compartilha dados com outras concessionárias do grupo Eletrobras, e sugere que essas empresas também têm interesse em dados e informações climáticas semelhantes.

A Eletrosul entende que são necessários diversos produtos, tais como estatísticas sobre eventos extremos, estatísticas sobre impactos climáticos em sistemas terrestres (p.ex., erosão do solo, deslizamentos), estatísticas sobre descargas atmosféricas (densidade e intensidade), dados sobre radiação solar e ventos suaves (abaixo de 1m/s). Os impactos geomorfológicos são uma preocupação crescente da empresa, principalmente em áreas de relevo acentuado. Informações da DC-SC e do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) estão sendo pouco a pouco inserida nas análises de planejamento da empresa. Existe interesse em informações sobre vulnerabilidade e risco climático para as linhas de transmissão. As projeções de mudanças climáticas são desejadas, porém a empresa considera o acesso a informações como restrito e limitado. Além disso, o conteúdo e implicações desse tipo de informação não é totalmente compreensível. São necessárias diretrizes sobre o conteúdo e significado das informações sobre o clima, bem como na seleção

de informações relevantes. São desejados também treinamento e ferramentas para integrar as informações sobre o clima na tomada de decisões

4.3.6. Capacidades para aplicação de informações climáticas

Ministério de Minas e Energia

O ministério possui apoio e suporte externo sobre como integrar informações climáticas nos processos de tomada de decisão através de provedores de informação climática (p.ex., INPE) e do estudo “Análise dos Reflexos das Mudanças Climáticas nas Metodologias de Planejamento de Sistemas Elétricos” (MME; BIRD, 2018a). A equipe responsável pelo tema no MME tem recebido treinamento sobre risco climático e adaptação. No entanto, existe espaço para aprimoramento do conhecimento sobre o assunto.

Empresa de Pesquisa Energética

A EPE possui capacidade técnica e pessoal para processar dados e interpretar informações climáticas. No entanto, não conta com colaboradores para atuarem especificamente nessa área. A empresa já tem alguma experiência sobre mudanças climáticas e adaptação adquirida através de reuniões, oficinas e interesse dos colaboradores, principalmente do setor hidrelétrico.

Eletrosul Centrais Elétricas SA

A Eletrosul possui capacidade técnica e pessoal para interpretar informações climáticas, porém não é suficiente para processar dados. A empresa tem uma demanda por funcionários que atuem nessa área. Além disso, existe espaço para aprimorar o conhecimento sobre o assunto através de treinamentos.

Até o momento, a empresa não possui apoio e suporte externo sobre como integrar informações climáticas nos processos de tomada de decisão. A empresa nunca recebeu treinamento sobre mudanças climáticas e adaptação. Possui apenas apoio técnico na operação, através dos laudos técnicos ou no planejamento através de P&Ds. Existem outras empresas do grupo Eletrobras que possuem meteorologistas dentro do quadro técnico de colaboradores. Na Eletrosul, quando há a necessidade por informações e interpretações acerca de dados climáticos, é necessário buscar esta expertise

externamente. De qualquer forma, o relacionamento com os provedores de serviços climáticos é apenas por demanda em caso de interrupções na transmissão devido intempéries.

4.3.7. Limitações no uso de informações climáticas

Ministério de Minas e Energia

Maiores razões para não usar, ou usar de forma limitada, as informações sobre a mudança do clima nas tomadas de decisões são: o conteúdo da informação não é compreensível; o produto é de qualidade limitada (p.ex., skill, precisão, acurácia). Em termos organizacionais, não há obrigação legal para usar informações sobre mudança climática. Além disso o valor agregado das informações climáticas ainda não é evidente no planejamento do setor energético, principalmente devido às incertezas associadas às projeções climáticas.

Empresa de Pesquisa Energética

Os maiores desafios do uso de informações sobre a mudança do clima nas tomadas de decisão são: a inconsistência entre as projeções dos modelos climáticos, a dificuldade de acesso aos dados e informações, e a comunicação dos cenários de impacto (MMA; GIZ, 2018). O PDE considera cenários de alteração de consumo e de restrição de disponibilidade de investimento, no entanto não considera cenários de impacto da mudança do clima. O plano atual contempla o tema "Mudanças Climáticas" (BRASIL, 2018), no entanto apenas por meio de revisão bibliográfica.

Eletrosul Centrais Elétricas SA

Até o momento a Eletrosul não tem usado informações sobre mudança do clima na tomada de decisões pois não é atribuição da empresa. Ainda, a qualidade limitada dos produtos (p.ex., incertezas) e falta de clareza no valor agregado da informação dificultam a sua inserção nos processos de planejamento. Além disso, não existe obrigação legal que exija o uso de informações climáticas. Destaca-se também limitações de capacidade técnica para lidar com informações climáticas.

6. Conclusões e Recomendações

As subseções que seguem descrevem em detalhes as principais conclusões e recomendações relacionadas (1) aos serviços climáticos em nível nacional; (2) aos serviços climáticos do INPE e do EPAGRI-CIRAM; e (3) ao uso de informações climáticas no setor de linhas de transmissão.

6.1. Serviços climáticos a nível nacional

O levantamento de dados do mapeamento contou com duas chamadas que resultaram num total de 88 participantes. A estratégia de comunicação (telefonemas e e-mails) mostrou-se eficiente, no entanto, é importante ressaltar que a colaboração de redes já estabelecidas (p.ex., ABClima e SBA) contribuiu bastante para o sucesso da pesquisa.

A maioria dos participantes são provedores primários de informações climáticas de universidades e centros de pesquisa. Os resultados sugerem que grande parte do conhecimento, e interesse, ainda se restringe à academia. O setor de interesse mais mencionado foi o da agricultura, seguido por recursos hídricos, ecossistemas e gestão de desastres. Os serviços oferecidos são, em sua maioria, sobre estudos de ameaça climática, mas também em educação e capacitação e desenvolvimento de ferramentas. As instituições que fornecem informações sobre ameaça climática oferecem uma diversidade de produtos como dados brutos, mapas e análises específicas de índices de extremos, entre outros. Os principais fornecedores de dados e informações climáticas são o INMET e o CPTEC-INPE, seguidos da ANA e do CEMADEN. As instituições também relataram que a maioria dos usuários do serviço são pesquisadores.

No entanto, as instituições também fornecem informações para o governo e tomadores de decisão. A forma mais usada para o compartilhamento de dados e informações é através de contatos pessoais. Ao mesmo tempo, nota-se o uso significativo de plataformas digitais; 22% dos participantes informaram que não há diálogo com os usuários, provavelmente devido a meios digitais de compartilhamento de dados (p.ex., plataformas) ou simplesmente por limitações da estrutura organizacional da instituição. Mais da metade dos respondentes apontam que existem oportunidades para aprimorar a comunicação com os usuários, dentre elas, através do uso de plataformas

digitais e da capacitação de recursos humanos em comunicação. Os participantes também manifestaram o interesse na formação de uma comunidade digital para a troca de dados, informações, experiências e oportunidades.

Com base nesta conclusão, várias recomendações são sugeridas a fim de melhorar a provisão de Serviços Climáticos em nível nacional. A Tabela 1 mostra as evidências e as oportunidades de aprimoramento dos serviços climáticos em nível nacional. A análise é dividida com base nos aspectos levantados na pesquisa, que vão desde 'tipo de serviços' até 'expectativas das instituições'. Para cada aspecto, identificou-se uma oportunidade de aprimoramento e em seguida sugerimos uma ação. As recomendações são classificadas de acordo os quatro níveis de desenvolvimento de capacidades sugeridos pela GIZ, (2017), sendo elas: (i) desenvolvimento de competências (nível pessoal); (ii) desenvolvimento organizacional (nível organizacional); (iii) desenvolvimento de cooperações (nível da sociedade); e (iv) desenvolvimento de condições macro (nível da sociedade).

Tabela 1. Oportunidades de aprimoramento dos Serviços Climáticos em nível nacional

Aspecto	Evidências	Sugestão de aprimoramento	Nível de desenvolvimento de capacidades
Tipo de serviço	A elaboração de 'Guias e manuais', instrumento de gestão de conhecimento , é restrito à poucas instituições (Figura 4).	Promover e fomentar capacitações em instrumentos de gestão de conhecimento e desenvolvimento de 'guias e manuais'	Competências
Produtos climáticos	Os resultados sugerem que a customização de informações climáticas apresenta potencial para melhorias (ver 'índices de extremos' na Figura 6)	Dar suporte para cursos de processamento de dados com ênfase em customização de informações climáticas	Competências
Fontes de dados primários de clima	Um terço das instituições usam dados de modelos de clima (Figura 8). A obtenção desses dados não é um procedimento trivial e está, normalmente, restrita a comunidade científica.	Promover e fomentar capacitações para aprimorar a capacidade das instituições em fornecer produtos e serviços baseados em cenários futuros de clima.	Competências
Tipos de usuários	O resultado sugere que as instituições têm conhecimento limitado a respeito de seus usuários (ver 'público em geral' na Figura 9)	Desenvolver e promover guias de boas práticas em relacionamento com usuário	Competências
Interação com o usuário	A Figura 10 indica possíveis restrições no compartilhamento livre de dados	Articular com as instancias responsáveis as razões sobre a restrição de dados.	Condições macro
Nível da comunicação	Em 22% das instituições respondentes, não há existência de diálogo com os usuários. Esse fato pode estar associado a meios digitais de compartilhamento de dados (p.ex., plataformas) ou simplesmente por limitações da estrutura organizacional da instituição.	Desenvolver e promover guias de boas práticas em relacionamento com usuário	Competências

Suficiência da comunicação	51% dos respondentes apontam que a comunicação com o usuário 'poderia ser melhor' e em 8 % não há comunicação.	Promover e fomentar capacitações e treinamentos em comunicação	Competências
Expectativas das instituições	As instituições apresentam bastante interesse em terem acesso ao banco de dados levantado. A Figura 14, mostra que grande parte dos participantes gostariam de ter acesso às informações sobre 'produtos/serviço' e 'perfil'.	Divulgar o mapeamento nacional na forma de uma plataforma de busca online. Além de fornecer as informações sobre as instituições, o banco de dados estaria aberto para o cadastramento de novas instituições. O objetivo é facilitar a relação entre provedores e potenciais usuários de serviços climáticos.	Cooperações
Expectativas das instituições	A palavra 'cooperação' foi bastante citada. Isso abre uma oportunidade para o fortalecimento da comunidade.	Promover a formação de uma comunidade digital para a troca de informações e experiências pode ser uma medida efetiva, e de baixo custo, para aprimorar os serviços climáticos à nível nacional.	Cooperações

6.2. Serviços Climáticos do INPE e do EPAGRI-CIRAM

Entrevistas foram conduzidas com integrantes do CPTEC-INPE, CCST-INPE e do EPAGRI-CIRAM. A seleção dessas instituições se deu com base nos serviços prestados para a Eletrosul no âmbito do projeto CSI. Diferente do mapeamento, as entrevistas foram conduzidas pessoalmente em com um maior nível de detalhamento. As instituições informaram que, embora possuam sua própria rede de monitoramento hidrometeorológico, o INMET é o principal órgão de monitoramento de variáveis e fenômenos climáticos no Brasil. As instituições adotam os princípios da OMM para a coleta e arquivamento de dados, além de adotarem práticas que garantem a qualidade dos dados. As instituições fornecem diversos produtos, tais como: estatísticas, tendências, índices de extremos e mapas. O INPE vai mais além, desenvolvendo e fornecendo informações dos modelos climáticos Eta e BESM. O foco do CIRAM- EPAGRI são as análises de clima atual e previsões de curto e médio prazo, principalmente para ao setor agrícola.

As informações são disseminadas através de plataformas na internet. No caso do CPTEC-INPE, os dados de projeções climáticas regionais estão disponíveis na plataforma ProjEta. O EPAGRI-CIRAM tem um longo histórico em promover a divulgação e a comunicação de seus produtos, além de ter uma ligação muito próxima com o usuário final da informação. O INPE, possui um serviço para receber e-mails de usuários, mas não atua para elaborar e co-desenhar produtos

As três instituições têm atribuição para realizar pesquisa. A Divisão de Modelagem e Desenvolvimento do CPTEC-INPE tem como foco o desenvolvimento de novos métodos e ferramenta, bem como o aprimoramento do modelo regional Eta. O CCST- INPE desenvolve e aprimora modelos do sistema terrestre e também realiza análises sociopolíticas. O centro subsidia a RedeClima e o INCT-MC, os quais constituem um pilar fundamental de apoio a pesquisa e desenvolvimento do PNA. O CIRAM-EPAGRI tem como foco o desenvolvimento de métodos e ferramentas, principalmente para os setores de agricultura e recursos hídricos. Mecanismos internos recebem a demanda dos usuários os quais dão diretrizes para o desenvolvimento de produtos customizados.

As três instituições possuem uma política interna de desenvolvimento de capacidades dos colaboradores. No entanto, apenas o EPAGRI-CIRAM oferece treinamento para usuários através do programa de extensão rural. As maiores necessidades em relação a recursos humanos são de pessoal adicional e treinamento especial em customização de serviços para setores específicos.

Com base nesta conclusão, várias recomendações são sugeridas a fim de melhorar a provisão de Serviços Climáticos do INPE e do EPAGRI-CIRAM. A Tabela 2 mostra as evidências e as oportunidades de aprimoramento dos serviços climáticos. A análise é dividida com base nos aspectos levantados na pesquisa, que vão desde 'fontes de dados' até 'desenvolvimento de capacidades'. Para cada aspecto, identificou-se uma oportunidade de aprimoramento e em seguida sugerimos uma ação. As recomendações são classificadas de acordo com os quatro níveis de desenvolvimento de capacidades sugeridos pela GIZ, (2017), sendo elas à: (i) desenvolvimento de competências (nível pessoal); (ii) desenvolvimento organizacional (nível organizacional); (iii) desenvolvimento de cooperações (nível da sociedade); e (iv) desenvolvimento de condições macro (nível da sociedade).

Tabela 2. Oportunidades de aprimoramento dos Serviços Climáticos para o INPE e o EPAGRI-CIRAM

Aspecto	Evidências	Sugestões de aprimoramento	Nível de desenvolvimento de capacidades
1. Fontes de dados, rede observacional e Gestão de dados	EPAGRI-CIRAM compartilha dados somente mediante parcerias ou comercializados	Articular com as instâncias responsáveis as razões sobre a restrição de dados.	Condições macro
	O INPE apontou que a densidade observacional e o acesso aos dados podem ser aprimorados. O EPAGRI-CIRAM assinala que a rede observacional de certas variáveis climáticas (p.ex., vento) pode ser aprimorada.	Identificar programas de fomento ao financiamento de redes observacionais.	Cooperações
	O EPAGRI-CIRAM enfrenta desafios no processamento do enorme volume de dados, ou <i>Bigdata</i>	Fomentar o estabelecimento de cooperações com instituições (p.ex., DWD) que trabalham com processamento de BigData	Cooperações
2. Portfólio de produtos e serviços climáticos	produtos de previsão sazonal e <i>climate watch</i> do EPAGRI-CIRAM podem ser aprimorados	Fomentar o estabelecimento de cooperações com instituições (p.ex., DWD) que trabalham com previsão sazonal	Cooperações
3. Disseminação, Comunicação e Divulgação	O INPE não possui recurso humano especializado e dedicado a comunicação com os usuários com foco em co-produção no tema de mudanças do clima.	Promover e fomentar capacitações e treinamentos em comunicação	Competências
	Necessidade de aumentar a divulgação e a visibilidade dos serviços oferecidos pelo INPE e EPAGRI-CIRAM	Promover e fomentar capacitações e treinamentos em comunicação	Competências
4. Pesquisa	CPTEC-INPE, EPAGRI-CIRAM possuem dificuldades na obtenção de recursos humanos especializados e acesso à infraestrutura computacional	Articular a necessidade do uso de infraestrutura computacional	Organizacional

	Os recursos financeiros do INPE para pesquisa no âmbito de serviços climáticos são limitados	Articular com instancias responsáveis a necessidade de recursos financeiros para pesquisa no âmbito de serviços climáticos	Condições macro
5. Interação com usuários	Não existe uma interface específica no INPE para lidar com os usuários, tampouco para elaborar e co-desenhar produtos	Promover e fomentar capacitações e treinamentos em comunicação	Competências
	Os usuários têm dificuldades em compreender os produtos fornecidos pelo CPTEC-INPE, sendo muitas vezes necessário capacitá-los para que façam bom uso dos produtos.	Promover e fomentar capacitações e treinamentos em comunicação	Competências
	Não há um acompanhamento do uso das informações climáticas pelo INPE, tampouco uma avaliação de satisfação dos usuários	Promover e fomentar capacitações e treinamentos em comunicação	Competências
6. Desenvolvimento de capacidades	O INPE demanda o desenvolvimento de capacidades nas áreas de: gestão de dados, desenvolvimento de produtos, interação com usuário e atividades de pesquisa orientadas com fins comerciais (p.ex., P&D).	Promover e fomentar capacitações e treinamentos em comunicação	Competências
	As principais barreiras no EPAGRI-CIRAM dizem respeito à equipamentos de computação e rede e licenças de softwares.	Articular com instâncias responsáveis a necessidade de recursos financeiros para aquisição de equipamentos	Condiçõesmacro
	As maiores necessidades em relação a recursos humanos no EPAGRI-CIRAM são de pessoal adicional e treinamento especial em customização de serviços para setores específicos.	Promover e fomentar capacitações e treinamentos em comunicação	Competências

6.3. Uso de informações climáticas no setor de linhas de transmissão

A estrutura do setor elétrico brasileiro é bastante complexa e envolve diversos agentes. O MME é o representante executivo do governo responsável pelo planejamento do setor elétrico, enquanto a EPE fornece os estudos para o planejamento e o ONS para a operação. A ANEEL é a responsável pela regulação e fiscalização dos contratos de transmissão concedidos aos agentes de transmissão, por exemplo, a Eletrosul.

Praticamente todas as áreas do setor elétrico têm sofrido danos e prejuízos provenientes de ameaças climáticas. No setor de transmissão, as maiores ameaças são vendavais, descargas elétricas, deslizamentos, causados por chuvas persistentes, e superaquecimento devido a calmaria e onda de calor. Existe uma percepção de aumento da ocorrência de eventos climáticos extremos, no entanto faltam estudos que comprovem empiricamente esse aumento.

Informações climáticas provenientes de dados observacionais são contempladas nos diversos planos desenvolvidos pela EPE e pelo ONS, os quais dão subsídio técnico ao MME na definição das diretrizes para o setor. Para a implantação de linhas de transmissão, existem normas de construção que adotam informações provenientes de dados observacionais. No entanto, não existem leis ou regulamentos que obrigam a consideração explícita de 'risco climático' no setor.

A variabilidade climática é muito relevante para o setor. Nos processos de tomada de decisão, a informação climática é relevante para o planejamento e a implementação de infraestruturas (p.ex. determinar a localização de infraestrutura, projeto de construção). Na implantação de linhas de transmissão, o horizonte temporal da tomada de decisão é de 30 anos, prazo de vigência dos contratos de concessão. Consideram-se normas de construção que adotam parâmetros climáticos na determinação da infraestrutura (p.ex., vento extremo com tempo de retorno de 50 anos, NBR 5422/1985). No entanto, as normas são da década de 80 e não consideram não-estacionariedades, fato que pode torná-las pouco representativas para a climatologia atual e futura.

Na operação, as interrupções por intempéries são justificadas pelos agentes

de transmissão através da contratação de laudos meteorológicos que comprovem que o evento climático é classificado como acima do limite estabelecido pela norma. Ao mesmo tempo, a mudança climática não é levada em conta nos processos de tomada de decisão do setor. Embora exista o interesse em incluir essas informações sobre mudança do clima nos planos, o uso destas informações ainda está sendo avaliado pelos diferentes agentes. Nesse contexto, o horizonte temporal relevante para tomada de decisão é de 30 anos, prazo de vigência dos contratos de concessão.

O ministério tem recebido apoio e suporte externo sobre como integrar informações climáticas nos processos de tomada de decisão. Por outro lado, para os agentes de transmissão (p.ex., Eletrosul), o tema ainda é insipiente. As maiores razões para o uso limitado de informações sobre a mudança do clima são: o conteúdo da informação não é acessível e tampouco compreensível, e existem dificuldades em lidar com as incertezas das projeções climáticas. De forma geral, os agentes no planejamento do setor energético têm dificuldades em inserir as informações climáticas nos seus processos de tomada de decisão.

O estudo GIZ (2019), identificou diversos pontos de entrada e ações para a inserção do risco climático no ciclo de desenvolvimento e aprovação de projetos de investimento público em linhas de transmissão. Dentre eles, destacam-se: incluir o risco climático no PNE e no PDE como critério para o planejamento da expansão da rede; avaliar o grau de exposição e sensibilidade (vulnerabilidade) das infraestruturas aos efeitos do clima e solicitar estudos mais aprofundados, incluindo ameaças climáticas para as infraestruturas mais vulneráveis (p.ex., Relatórios Rs); incluir explicitamente a consideração de riscos climáticos nas cláusulas contratuais nos editais de licitação; revisar os documentos normativos para definição dos parâmetros de projeto.

O estudo MME; BIRD (2018b), identificou diversas fragilidades do setor energético frente as alterações climáticas e propõe 16 recomendações para o setor. Dentre elas, destacam-se: o mapeamento das ameaças e vulnerabilidades do Sistema Interligado Nacional (SIN) face as mudanças climáticas; a estimativa das incertezas associadas às projeções de mudanças climáticas; capacitação em técnicas de incorporação do risco climático nos estudos de engenharia e planejamento do setor; determinação de critérios de

engenharia, planejamento e operação dos ativos e sistemas elétricos visando a adaptação às mudanças climáticas.

Diante do atual uso de serviços climáticos no setor de linhas de transmissão de energia elétrica, recomenda-se várias ações de aprimoramento (Tabela 3). A análise é dividida com base nos aspectos levantados na pesquisa, que vão desde 'experiências em clima, impactos e informação' até 'necessidades de produtos'. Para cada aspecto, identificou-se uma oportunidade de aprimoramento e em seguida sugerimos uma ação. As recomendações são classificadas de acordo os quatro níveis de desenvolvimento de capacidades sugeridos pela GIZ, (2017), sendo elas: (i) desenvolvimento de competências (nível pessoal); (ii) desenvolvimento organizacional (nível organizacional); (iii) desenvolvimento de cooperações (nível da sociedade); e (iv) desenvolvimento de condições macro (nível da sociedade).

Tabela 3. Oportunidades para o aprimoramento do uso de informações climáticas no setor de linhas de transmissão

Aspecto	Evidências	Sugestões de aprimoramento	Nível de desenvolvimento de capacidades
Experiências em clima, impactos e informação	Os agentes de transmissão monitoram os danos e prejuízos provenientes de eventos climáticos, no entanto pouco se sabe sobre os danos e prejuízos em nível nacional	Promover o levantamento dos atuais impactos da mudança do clima no setor. Um inventário nacional pode auxiliar o setor a identificar empiricamente as vulnerabilidades, as exposições e as principais ameaças climáticas.	Cooperações
	Embora os agentes do setor relatem uma percepção de aumento da frequência de ameaças climáticas, existem poucos estudos que demonstrem as mudanças em curso.	Promover o levantamento das mudanças climáticas em curso com instituições provedoras de informações climáticas. Recomenda-se análises para verificar a não-estacionariedade das ameaças climáticas usando dados observacionais. Este estudo irá fornecer um indicativo de mudanças em curso e de regiões prioritárias para ações de adaptação.	Cooperações
O papel das informações climáticas no planejamento	A sensibilização e a capacitação dos agentes é essencial para a concretização do risco climático enquanto critério decisório (GIZ, 2019).	Sensibilizar e capacitar os agentes do setor sobre os benefícios das análises de risco climático	Competências

	Os parâmetros climáticos das normas técnicas de construção são baseados em dados antigos e com densidade observacional limitada.	Fomentar estudos com base de dados atualizada para verificar a necessidade de atualização das normas. Ainda, apoiar os mecanismos e processos de revisão das normas.	Organizacional
Informação climática e tomada de decisão	Existem dificuldades em inserir as informações climáticas nos processos de tomada de decisão do setor.	Fomentar e promover práticas de avaliação de risco climático e seus efeitos na viabilidade técnico-econômica dos projetos no longo prazo. Através de revisão bibliográfica e de estudos pilotos, as práticas de avaliação de risco climático têm o potencial de demonstrar a importância dos serviços climáticos, e podem fornecer diretrizes para incorporar o risco climático nos diferentes instrumentos e processos do ciclo de desenvolvimento (p.ex., PDE), avaliação e aprovação de projetos (p.ex., Relatórios Rs), desde as etapas iniciais até a concretização dos empreendimentos.	Organizacional
Necessidades de produtos	O uso de um conjunto expressivo de projeções de modelos de clima é essencial. Embora existam incertezas, certas variáveis e regiões podem apresentar concordâncias significativas entre os modelos quanto ao sinal de mudança.	Fomentar e promover a necessidade de considerar sistematicamente as incertezas das projeções climáticas. Essa análise pode dar diretrizes robustas a respeito das possíveis alterações climáticas, principalmente quando confirmada com as mudanças climáticas em curso;	Organizacional

7. Lista de referências bibliográficas

ABNT. **NBR 5422: Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica** ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Rio de Janeiro, p. 57, 1985. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=9416>>. Acesso em: 7 maio. 2019

BRASIL. **Termo de Referência (TDR) para elaboração do Plano Nacional de Energia (PNE) 2050** Ministério de Minas e Energia (MME); colaboração Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2013. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-200/PNE%202050%20-%20Termo%20de%20Refer%C3%Aancia%20\(TDR\).pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-200/PNE%202050%20-%20Termo%20de%20Refer%C3%Aancia%20(TDR).pdf)>. Acesso em: 7 maio. 2019

BRASIL. **Plano Nacional de Adaptação a Mudança do Clima: Estratégia Geral**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2016. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/PNA_Volume%20I.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2017.

BRASIL. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2027** Ministério de Minas e Energia (MME); colaboração Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202027_aprovado_OFICIAL.pdf>. Acesso em: 7 maio. 2019

CEPED UFSC. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012: volume Brasil**. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED UFSC), 2013. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

CEPED UFSC; WORLD BANK. **Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995 - 2014**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED UFSC); Banco Mundial, 2016. Disponível em: <<http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2017/01/111703-WP-CEPEDRelatoriosdeDanoslayout-PUBLIC-PORTUGUESE-ABSTRACT-SENT.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

ENGINEERS CANADA. **PIEVC Engineering Protocol For Infrastructure Vulnerability Assessment and Adaptation to a Changing Climate. PRINCIPLES and GUIDELINES**, 2016. Disponível em: <https://pievc.ca/sites/default/files/pievc-protocol-principles-guidelines-june-2016-part_1-e.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019

FAO. **CLIMATE CHANGE AND FOOD SECURITY: A FRAMEWORK DOCUMENT** Food and Agriculture

Organization of the United Nations (FAO), 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/pdf/010/k2595e/k2595e00.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2019

FURST, R. D. O Papel dos Agentes e Instituições Vinculados ao Segmento de Transmissão. In: GOMES, R. (Ed.). . **A Gestão dos Sistema de Transmissão do Brasil**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Editora FGV, 2012. p. 43–68.

GIZ. **Gestão de Cooperações na Prática: Gerindo mudanças sociais com Capacity WORKS** Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ), Eschborn, Alemanha, 2017.

GIZ. **Avaliação da inserção do risco climático no ciclo de desenvolvimento e aprovação de projetos de investimento público em infraestrutura em setores selecionados: Investimento público e adaptação à mudança do clima na América Latina - IPACCII**. Brasília, DF: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 2019.

IRI. **Climate Services for Climate-Smart Development – a preliminary guide for investment**.

Washington, US.: International Research Institute for Climate and Society (IRI), 2012. Disponível em: <https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/Climate.Services.for_.Climate.Sm art_.Development.Guide_.for_.Investment-final.pdf>. Acesso em: 3 out. 2019.

KIRCHHOFF, C. J.; CARMEN LEMOS, M.; DESSAI, S. Actionable Knowledge for Environmental Decision Making: Broadening the Usability of Climate Science. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 38, n. 1, p. 393–414, 17 out. 2013.

MÁÑEZ, M.; ZÖLCH, T.; CORTEKAR, J. **Mapping of Climate Service Providers Theoretical Foundation and Empirical Results: A German Case Study**. Hamburg, Germany: Climate Service Center, 2014.

MITTERMEIER, R. A.; GOETTSCH MITTERMEIER, C. **Megadiversity: earth's biologically wealthiest nations**. 1st English ed ed. S.l: CEMEX, 1997.

MMA; GIZ. **Workshop - Ampliação dos serviços climáticos e planejamento do setor energético considerando os desafios da mudança do clima**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 5 fev. 2018.

MME; BIRD. **Contrato Nº 12/2018. TDR Nº 66 Análise dos reflexos das mudanças climáticas nas metodologias de planejamento de sistemas elétricos. Produto 1: PLANO DE TRABALHO EXECUTIVO**. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia (MME) e Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), jun. 2018a. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/93177977/Produto+1.pdf/>>

d29c11df-9c81-45e0-8f14-13998f3e2657>. Acesso em: 19 ago. 2019.

MME; BIRD. **Contrato Nº 12/2018. TDR Nº 66 Análise dos reflexos das mudanças climáticas nas metodologias de planejamento de sistemas elétricos. Produto 6: SUMÁRIO EXECUTIVO**. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia (MME) e Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), dez. 2018b. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/93177977/Produto+6.pdf/4076a233-9317-4680-af12-2c4e815a6a34>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

OECD. **Climate-resilient Infrastructure**. Paris, França: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2018. Disponível em: <<http://www.oecd.org/environment/cc/policy-perspectives-climate-resilient-infrastructure.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2019.

ONS. **Plano de Ampliações e Reforços nas Instalações de Transmissão do SIN. PAR Executivo 2019- 2023**. Brasília, DF: Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), 2019. Disponível em: <http://ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/PAR2019_2023_sumario_executivo.pdf>.

WMO. **Step-by-step Guidelines for Establishing a National Framework for Climate Services**. Geneva, Switzerland: [s.n.]. 2018. Disponível em: <https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4335>.