



GERAÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA SUBSIDIAR ESTUDOS EM PLANEJAMENTO DE INVESTIMENTOS PARA INFRAESTRUTURAS A PARTIR DOS DADOS DE PROJEÇÕES DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Relatório 2/8 - Relatório demonstrado a disponibilização dos dados gerados
no produto 1 via plataforma PROJETA

Nicole Ferreira

Elaborado por: **Nicole Costa Resende Ferreira** - nicole.resende@yahoo.com.br

Essa publicação foi realizada por uma equipe formada por consultores independentes sob a coordenação da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio do projeto Ampliação dos Serviços Climáticos para Investimentos em Infraestrutura (CSI).

Este projeto foi pactuado no âmbito da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da parceria entre o Ministério do Meio Ambiente do Brasil e a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ), no âmbito da Iniciativa Internacional para o Clima (IKI, sigla em alemão), do Ministério Federal do Meio Ambiente, Proteção da Natureza e Segurança Nuclear (BMU, sigla em alemão).

Participaram desse processo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Empresa Eletrosul/ Eletrobrás e a Defesa Civil de Santa Catarina.

Todas as opiniões aqui expressas são de inteira responsabilidade dos autores, não refletindo necessariamente a posição da GIZ e do MMA. Este documento não foi submetido à revisão editorial.

EQUIPE TÉCNICA - MMA

Hugo do Valle Mendes (coordenação)
Adriana Brito da Silva
Jaqueline Leal Madruga

EQUIPE TÉCNICA - GIZ

Ana Carolina Câmara (coordenação)
Eduarda Silva Rodrigues de Freitas
Pablo Borges de Amorim

EQUIPE TÉCNICA - DEFESA CIVIL/ SANTA CATARINA

Flavio Rene Brea Victoria
Frederico Moraes Rudorff

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Chou Sin Chan

Ministério do Meio Ambiente

Esplanada dos Ministérios, Bloco B, Brasília/DF, CEP
70068-901
Telefone: + 55
61 2028-1206

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sede da GIZ: Bonn e Eschborn
GIZ Agência Brasília
SCN Quadra 01 Bloco C Sala 1501
Ed. Brasília Trade Center - 70.711-902 Brasília/DF
T + 55-61-2101-2170
E giz-brasilien@giz.de
www.giz.de/brasil

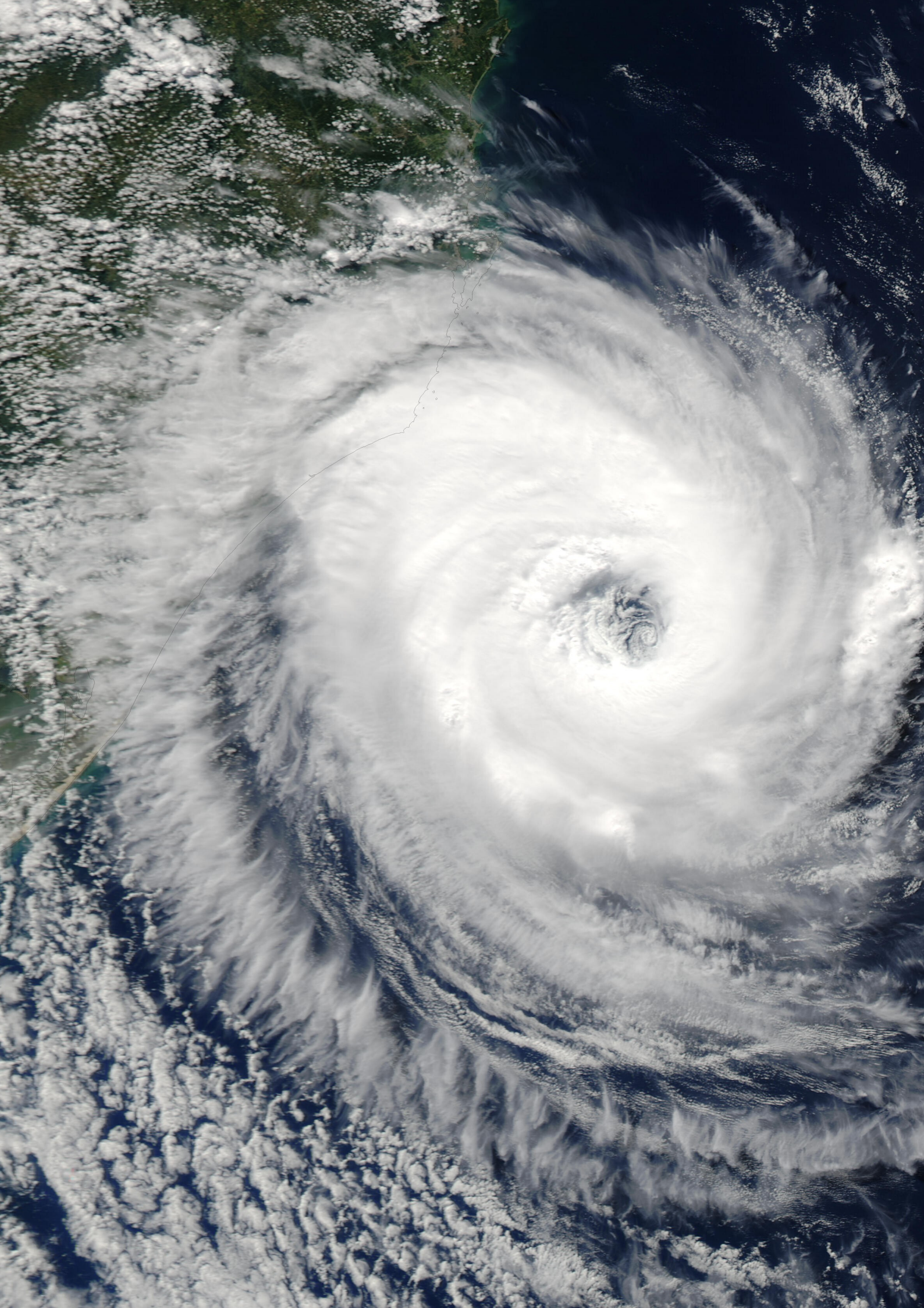
A encargo de:

Ministério Federal do Ambiente, Proteção da Natureza e Segurança Nuclear (BMU) da Alemanha

BMU Bonn:
Robert-Schuman-Platz 3
53175 Bonn, Alemanha
T +49 (0) 228 99 305-0

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



Sumário

Lista de Figuras	iv
Lista de Tabelas	v
1.0 Introdução	1
1.1 <i>Objetivo</i>	3
2.0 Armazenamento no banco de dados	3
3.0 Próximas etapas	10
Referências Bibliográficas	11

Lista de Figuras

Figura 1. 1. Níveis de risco associados às mudanças climáticas. IPCC AR5 – Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Fonte: adaptado de IPCC (2014) e Dias (2014).	2
Figura 2. 1. Resultado da consulta do banco de dados do PROJETA na tabela raster_data_28.	6
Figura 2. 2. Resultado da consulta do banco de dados do PROJETA na tabela raster_data_32.	7
Figura 2. 3. Resultado da consulta do banco de dados do PROJETA na tabela raster_data_36.	8
Figura 2. 4. Print da página da plataforma PROJETA mostrando a disponibilização dos índices de extremos climáticos com correção de viés.	9

Lista de Tabelas

Tabela 2. 1 Lista dos índices de extremos climáticos de chuva e temperatura calculados a partir das saídas do modelo EtaHadGEM2-ES com correção de viés..... 3

Tabela 2. 2. Tabelas do banco de dados. 4

1.0 Introdução

Nos últimos anos, a variabilidade do clima e dos eventos extremos tem afetado fortemente o Brasil. Alguns estudos identificaram um grande aumento na frequência e intensidade dos eventos de precipitação intensa, desde os anos de 1950, além de aumento da frequência de seca (Groisman et al., 2005; Zeng et al., 2008; Marengo et al., 2010; Marengo et al., 2013; Espinoza et al., 2014). Dias e noites frias, além de eventos de geadas tem se tornado cada vez menos frequentes, enquanto dias quentes, noites quentes, e ondas de calor tem aumentado a frequência de ocorrências (Marengo et al. 2010). Tais eventos produzem severos impactos socioeconômicos nas atividades humanas tais como na agricultura, infraestrutura e gerenciamento de recursos hídricos e energia.

Vale conceituar que os “eventos extremos” são aqueles que se distanciam das condições habituais de uma série histórica e que conseqüentemente geram interesse e preocupação na sociedade, devido ao potencial que apresentam em desestruturar o ambiente físico e as atividades de determinado lugar ou região, causando prejuízos às comunidades afetadas e ao poder público. Espera-se que as mudanças climáticas modifiquem a frequência, intensidade e duração dos eventos extremos em muitas regiões. De acordo com o último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC AR5 – *Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*) as evidências já são de moderadas (alta confiança) a alta que 1°C adicional na temperatura global contribua para o aumento dos riscos relacionados aos eventos climáticos extremos, tais como ondas de calor, precipitação extrema e inundações costeiras (IPCC, 2014), vide Figura 1.1. Além do aumento dos riscos dos eventos extremos, aumenta também o risco de eventos singulares de grande escala, ou seja, eventos ainda não experimentados (Figura 1.1). A menção a eventos extremos denota tanto eventos chuvosos e secos, como quentes e frios. Isto é, uma variabilidade maior do que a conhecida nos dias atuais com eventos adversos

ocorrendo sucessivamente. Essa perspectiva assinala a necessidade de um planejamento e adequação das infraestruturas, principalmente aquelas associadas aos recursos hídricos (Dias, 2014).

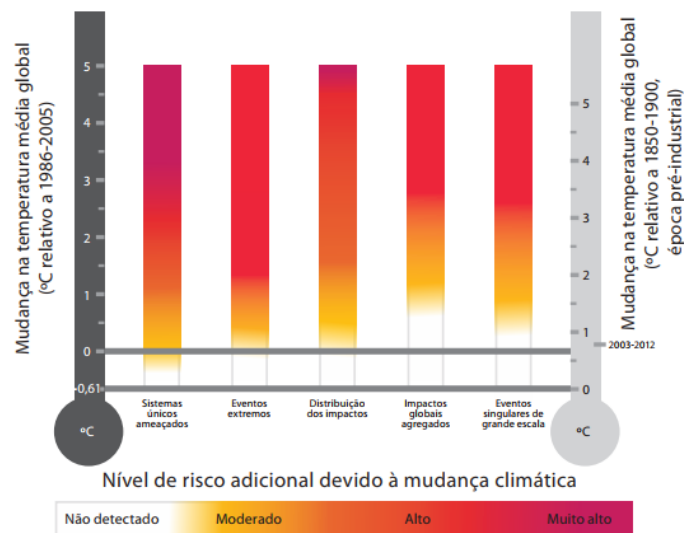


Figura 1. 1. Níveis de risco associados às mudanças climáticas. IPCC AR5 – Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Fonte: adaptado de IPCC (2014) e Dias (2014).

Sendo assim, o uso e aplicação de projeções de modelos climáticos, com intuito de entender as mudanças na probabilidade dos extremos sob diferentes cenários de mudanças climáticas, podem contribuir para dar suporte ao planejamento em diversos setores socioeconômicos/ambientais. Projeções climáticas regionalizadas dos cenários de concentração dos gases do efeito estufa e suas forçantes radiativas no clima – IPCC AR5 - foram realizadas por Chou et. al (2014a e 2014b) através do modelo Eta. Essas projeções foram utilizadas para elaborar a Terceira Comunicação Nacional do Brasil (MCTI, 2016) e têm sido usadas para apoiar diversos estudos de impactos. Portanto, as estimativas dos extremos climáticos com correção de viés podem contribuir para estudos de impactos e planejamento em setores chave do Brasil.

1.1 Objetivo

Cumprir o segundo produto do Projeto CSI – Ampliação dos Serviços Climáticos em investimentos de Infraestruturas /PN: 16.9025.4-003.00, termo de referência: Geração de informações, a partir dos dados de projeções de mudanças climáticas, para subsidiar estudos em planejamento de investimentos para infraestruturas. O produto consiste de um relatório demonstrando a disponibilização dos dados gerados no produto 1 via plataforma PROJETA.

2.0 Armazenamento no banco de dados

Foram armazenadas no banco de dados 26 Índices de extremos climáticos corrigidos, conforme descrição apresentada no Produto 1 – Relatório contendo o cálculo dos indicadores de extremos climáticos a partir das variáveis de temperatura e chuva com correção de viés utilizando o modelo Eta 20 km-HadGEM2-ES, baseline, RCP4.5 e RCP8.5. A descrição e a unidade dos 26 índices de extremos climáticos seguem na Tabela 2.1.

Tabela 2. 1 Lista dos índices de extremos climáticos de chuva e temperatura calculados a partir das saídas do modelo EtaHadGEM2-ES com correção de viés.

Índice	Descrição	Unidade
CDD	Número de dias consecutivos secos	Dias
CSDI	Duração das ondas de frio	Dias
CWD	Número de dias consecutivos úmidos	Dias
DTR	Amplitude anual média da temperatura diurna	°C
FD	Número de dias com geadas	Dias
ID	Número de dias muito frio	Dias
PRCPTOT	Precipitação total anual	mm
R10mm	Número de dias no ano com chuva acima de 10 mm	Dias
R20mm	Número de dias no ano com chuva acima de 20 mm	Dias
R25mm	Número de dias no ano com chuva acima de 25 mm	Dias
R95p	Precipitação de intensidade moderada a extrema	mm
R99p	Precipitação de intensidade muito extrema	mm
RX1day	Máxima precipitação anual em 1 dia	mm
RX5day	Máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos	mm
SDII	Intensidade média da precipitação anual	mm/dia
SU25	Dias de verão	Dias

TN10p	Porcentagem anual de noites frias	%
TN90p	Porcentagem anual de noites quentes	%
TNn	Menor temperatura mínima anual	°C
TNx	Maior temperatura mínima anual	°C
TR	Noites Tropicais calculadas	Dias
TX10p	Porcentagem anual de dias frios	%
TX90p	Porcentagem anual de dias quentes	%
TXn	Menor temperatura máxima	°C
TXx	Maior temperatura máxima anual	°C
WSDI	Duração das ondas de calor	°C

Os índices foram carregados no formato padrão da plataforma PROJETA (<https://projeta.cptec.inpe.br/>) que consistem de arquivos no formato GEOTIFF em frequência anual do período de 1961 a 2099. As tabelas de armazenamento do banco de dados foram criadas considerando-se 4 atributos, que são: modelo, cenário, frequência temporal e resolução espacial, conforme padrão da plataforma. A Tabela 2.2 lista as tabelas geradas para o armazenamento das informações. As colunas de 1 a 4 mostram os conteúdos dos atributos e a coluna 5 o nome da tabela de acesso aos dados armazenados.

Tabela 2. 2. Tabelas do banco de dados.

MODELO	CENÁRIO	INTERVALO	RESOLUÇÃO	TABELA
HadGEM2-ES	RCP4.5	ANUAL	20KM	RASTER_DATA_28
HadGEM2-ES	RCP8.5	ANUAL	20KM	RASTER_DATA_32
HadGEM2-ES	HISTÓRICO	ANUAL	20KM	RASTER_DATA_36

Para a verificação e consolidação do carregamento do banco de dados, foram feitas consultas SQL (*Structured Query Language*) listando os índices corrigidos do modelo Eta-HadGEM2-ES - raster_data 28, 32 e 36. As consultas foram feitas para um ponto na cidade de São Paulo (latitude: 23.53°S/ longitude: 46.625°W), com o objetivo de checar se os índices foram corretamente armazenados no banco. Os resultados das consultas seguem nas Figura 2.1, 2.2 e 2.3.

Devido à presença na plataforma de índices de extremos climáticos calculados a partir de saídas diretas do modelo, ou seja, sem

correção de viés, foram agregados ao nome do índice a letra “c” para diferenciar dos demais (vide Figura 2.4). Os índices de extremos já podem ser acessados e baixados pelos usuários no formato e domínio requerido, conforme disponibilização padrão da plataforma.

```

cptec=# select model_coupled,scenario,interval,variable,st_value(rast, st_setsrid(st_makepoint (-46.625, -23.533), 4236)) from raster_data_28 where date=
'20980101' and (variable='CDDc' or variable='CSDIc' or variable='CWDc' or variable='DTRc' or variable='FDc' or variable='IDc' or variable='PRCPTOTc
' or variable='R10mmc' or variable='R20mmc' or variable='R25mmc' or variable='R95pc' or variable='R99pc' or variable='RX1dayc' or variable='RX5dayc
' or variable='SDIIc' or variable='SU25c' or variable='TN10pc' or variable='TN90pc' or variable='TNnc' or variable='TNxc' or variable='TRc' or va
riable='TX10pc' or variable='TX90pc' or variable='TXnc' or variable='TXxc' or variable='WSDIc');

```

model_coupled	scenario	interval	variable	st_value
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	CDDc	21
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	CSDIc	0
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	CWDc	10
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	DTRc	12.43999995803833
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	FDc	0
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	IDc	0
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	PRCPTOTc	956.700012207031
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	R10mmc	30
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	R20mmc	9
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	R25mmc	4
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	R95pc	162.3999993896484
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	R99pc	63.2999992370605
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	RX1dayc	63.2999992370605
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	RX5dayc	140.8999993896484
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	SDIIc	8.30000019073486
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	SU25c	289
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	TN10pc	1.10000002384186
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	TN90pc	43.5
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	TNnc	5.40000009536743
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	TNxc	25.8999996185303
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	TRc	49
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	TX10pc	1.20000004768372
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	TX90pc	58.0999984741211
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	TXnc	12.1999998092651
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	TXxc	38.0999984741211
HadGEM2-ES	RCP4.5	annually	WSDIc	136

(26 rows)

Figura 2. 1. Resultado da consulta do banco de dados do PROJETA na tabela raster_data_28.

```

cptec=# select model_coupled,scenario,interval,variable,st_value(rast, st_setsrid(st_makepoint (-46.625, -23.533), 4236)) from raster_data_32 where date=
'20980101' and (variable='CDDc' or variable='CSDIc' or variable='CWDc' or variable='DTRc' or variable='FDc' or variable='IDc' or variable='PRCPTOTc
' or variable='R10mmc' or variable='R20mmc' or variable='R25mmc' or variable='R95pc' or variable='R99pc' or variable='RX1dayc' or variable='RX5dayc
' or variable='SDIIc' or variable='SU25c' or variable='TN10pc' or variable='TN90pc' or variable='TNnc' or variable='TNxc' or variable='TRc' or va
riable='TX10pc' or variable='TX90pc' or variable='TXnc' or variable='TXxc' or variable='WSDIc');
 model_coupled | scenario | interval | variable | st_value
-----
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | CDDc | 28
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | CSDIc | 0
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | CWDc | 9
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | DTRc | 13.3599996566772
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | FDc | 0
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | IDc | 0
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | PRCPTOTc | 885.099975585938
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | R10mmc | 30
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | R20mmc | 7
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | R25mmc | 6
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | R95pc | 59.5
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | R99pc | 59.5
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | RX1dayc | 59.5
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | RX5dayc | 96.3000030517578
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | SDIIc | 7.80000019073486
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | SU25c | 324
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | TN10pc | 0
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | TN90pc | 84.1999969482422
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | TNnc | 9.5
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | TNxc | 29.5
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | TRc | 163
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | TX10pc | 0
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | TX90pc | 81.1999969482422
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | TXnc | 17.1000003814697
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | TXxc | 43.0999984741211
HadGEM2-ES | RCP8.5 | annually | WSDIc | 267
(26 rows)

```

Figura 2. 2. Resultado da consulta do banco de dados do PROJETA na tabela raster_data_32.

```

cptec=# select model_coupled,scenario,interval,variable,st_value(rast, st_setsrid(st_makepoint (-46.625, -23.533), 4236)) from raster_data_36 where date=
'20050101' and (variable='CDDc' or variable='CSDIc' or variable='CWDc' or variable='DTRc' or variable='FDc' or variable='IDc' or variable='PRCPTOTc
' or variable='R10mmc' or variable='R20mmc' or variable='R25mmc' or variable='R95pc' or variable='R99pc' or variable='RX1dayc' or variable='RX5dayc
' or variable='SDIIc' or variable='SU25c' or variable='TN10pc' or variable='TN90pc' or variable='TNnc' or variable='TNxc' or variable='TRc' or va
riable='TX10pc' or variable='TX90pc' or variable='TXnc' or variable='TXxc' or variable='WSDIc');

```

model_coupled	scenario	interval	variable	st_value
HadGEM2-ES	Historical	annually	CDDc	20
HadGEM2-ES	Historical	annually	CSDIc	7
HadGEM2-ES	Historical	annually	CWDc	13
HadGEM2-ES	Historical	annually	DTRc	10.4499998092651
HadGEM2-ES	Historical	annually	FDc	1
HadGEM2-ES	Historical	annually	IDc	0
HadGEM2-ES	Historical	annually	PRCPTOTc	1177.80004882812
HadGEM2-ES	Historical	annually	R10mmc	42
HadGEM2-ES	Historical	annually	R20mmc	13
HadGEM2-ES	Historical	annually	R25mmc	6
HadGEM2-ES	Historical	annually	R95pc	167.399993896484
HadGEM2-ES	Historical	annually	R99pc	53.2999992370605
HadGEM2-ES	Historical	annually	RX1dayc	53.2999992370605
HadGEM2-ES	Historical	annually	RX5dayc	151
HadGEM2-ES	Historical	annually	SDIIc	9.89999961853027
HadGEM2-ES	Historical	annually	SU25c	131
HadGEM2-ES	Historical	annually	TN10pc	15.6000003814697
HadGEM2-ES	Historical	annually	TN90pc	8.39999961853027
HadGEM2-ES	Historical	annually	TNnc	-1
HadGEM2-ES	Historical	annually	TNxc	21.1000003814697
HadGEM2-ES	Historical	annually	TRc	4
HadGEM2-ES	Historical	annually	TX10pc	14.1999998092651
HadGEM2-ES	Historical	annually	TX90pc	3.70000004768372
HadGEM2-ES	Historical	annually	TXnc	10.1999998092651
HadGEM2-ES	Historical	annually	TXxc	31.7999992370605
HadGEM2-ES	Historical	annually	WSDIc	0

(26 rows)

Figura 2. 3. Resultado da consulta do banco de dados do PROJETA na tabela raster_data_36.

projeta.cptec.inpe.br

PROJETA - Projeções de mudança do clima para a América do Sul regionalizadas pelo Modelo Eta

PROJETA

Projeções de mudança do clima para a América do Sul regionalizadas pelo Modelo Eta

MENU PRINCIPAL

- Requisições
- API
- Referências
- Uso interno
- Contato
- Sobre

Home > Dashboard

1º Passo
Escolha dos dados

2º Passo
Visualização de amostra do dado.

3º Passo
Dados pessoais do usuário

4º Passo
Concluir requisição

Escolha o cenário climático, frequência e demais dados necessários

Cenário Climático: 20 km, RCP4.5, continental, HADGEM2-ES.

Frequência: ANUAL

Localização: Por ponto

Formato do arquivo dos dados: CSV

Variável

- CDD - Número máximo de dias consecutivos sem chuva no ano
- CSDI - Número máximo de dias consecutivos no ano com temperatura mínima diária menor que percentil 1
- CWD - Número máximo de dias consecutivos com chuva no ano
- DTR - Amplitude anual média da temperatura diurna
- FD - Total de dias com temperatura abaixo de 0°C
- ID - Total de dias com temperatura máxima abaixo de 0°C
- PRCPTOT - Precipitação total anual
- R10mm - Número de dias no ano com chuva acima de 10 mm

Os dados disponibilizados por esta plataforma não podem ser utilizados para fins comerciais. Em nenhum caso, o CPTEC/INPE pode ser responsabilizado por danos decorrentes do uso destes dados.

UPF, CGPDI, giz, Ministério do Meio Ambiente, CNPq, ANA, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Figura 2. 4. Print da página da plataforma PROJETA mostrando a disponibilização dos índices de extremos climáticos com correção de viés.

3.0 Próximas etapas

Na próxima etapa será apresentado o relatório contendo o cálculo dos indicadores de extremos climáticos a partir das variáveis de vento, pressão e radiação com correção de viés utilizando o modelo Eta 20 km-HadGEM2-ES, baseline, RCP4.5 e RCP8.5.

Referências Bibliográficas

CHOU, S. C.; LYRA, A. A.; MOURÃO, C.; DEREZYNSKI, C.; PILOTTO, I.; GOMES, J.; et al. Assessment of climate change over South America under RCP 4.5 and 8.5 downscaling scenarios. **American Journal of Climate Change**, v. 3, p. 512-527, 2014a. DOI: 10.4236/ajcc.2014.35043

CHOU, S. C.; LYRA, A.; MOURÃO, C.; DEREZYNSKI, C.; PILOTTO, I.; GOMES, J.; BUSTAMANTE, J. F.; TAVARES, P. S.; SILVA, A.; RODRIGUES, D.; CAMPOS, D.; CHAGAS, D.; SUEIRO, G.; SIQUEIRA, G.; NOBRE, P.; MARENGO, J. Evaluation of the Eta simulations nested in three global climate models. **American Journal of Climate Change**, v. 3, n. 05, p. 438, 2014b. doi: 10.4236/ajcc.2014.35039

DIAS, M. A. F. S. Eventos climáticos extremos. **Revista USP**, n. 103, p. 33-40, 2014. DOI: 10.11606/issn.2316-9036.v0i103p33-40

ESPINOZA, J. C.; MARENGO, J. A.; RONCHAIL, J., CARPIO, J. M., FLORES, L. N.; GUYOT, J. L. The extreme 2014 flood in south-western Amazon basin: the role of tropical-subtropical South Atlantic SST gradient. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 12, p. 124007, 2014. DOI:10.1088/1748-9326/9/12/124007.

GROISMAN, P. Y.; KNIGHT, R. W.; EASTERLING, D. R.; KARL, T. R.; HEGERL, G. C.; RAZUVAEV, V. N. Trends in intense precipitation in the climate record. **Journal of Climate**, V. 18, n. 9, p. 1326-1350, 2005. DOI: 10.1175/JCLI3339.1.

IPCC, 2014: **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp

MARENGO, J. A.; RUSTICUCCI, M.; PENALBA, O.; RENOM, M. An intercomparison of observed and simulated extreme rainfall and temperature events during the last half of the twentieth century: part 2: historical trends. **Climatic Change**, v. 98, n. 3-4, p. 509-529, 2010. DOI 10.1007/s10584-009-9743-7.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; SOARES, W. R.; RODRIGUEZ, D. A.; CAMARGO, H.; RIVEROS, M. P.; PABLÓ, A. D. Two contrasting severe seasonal extremes in tropical South America in 2012: flood in Amazonia and drought in northeast Brazil. **Journal of climate**, v. 26, n. 22, p. 9137-9154, 2013. DOI: 10.1175/JCLI-D-12-00642.1.

MCTI. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil para a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas** – Volume II. Brasília, Brasil, 2016.

ZENG, N.; YOON, J. H.; MARENGO, J. A.; SUBRAMANIAM, A.; NOBRE, C. A.; MARIOTTI, A.; NEELIN, J. D. Causes and impacts of the 2005 Amazon drought. **Environmental Research Letters**, v. 3, n. 1, p. 014002, 2008. DOI:10.1088/1748-9326/3/1/014002.