



**ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -
 EXPERIMENTOS RCP 4.5 E RCP 6.0**

**ANALYSIS OF PRECIPITATION PROJECTIONS IN THE SEMIARID REGION OF RIO GRANDE DO
 NORTE - EXPERIMENTS RCP 4.5 AND RCP 6.0**

**ANÁLISIS DE PROYECCIONES DE PRECIPITACIÓN EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA DE RIO
 GRANDE DO NORTE - EXPERIMENTOS RCP 4.5 Y RCP 6.0**

Matheus Henrique Bezerra de Melo¹, Tiago Bentes Mandú², Daniel Milano Costa de Lima³, Albert Smith Feitosa Suassuna Martins⁴, Yonara Claudia dos Santos⁵, Bárbara Silva Souza⁶, Everton Felipe de Souza Pinheiro⁷, Daniel Felipe da Silva⁸

e442964

<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i4.2964>

PUBLICADO: 04/2023

RESUMO

As mudanças climáticas estão cada vez mais acentuadas, com isso, foram analisadas as projeções das precipitações, o coeficiente de variação e o desvio padrão sobre o semiárido do rio grande do Norte pelos cenários de precipitação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), por dois experimentos, o experimento historial Via de Concentração Representativa (RCP) 4.5 e RCP 6.0 do quinto relatório de mudanças climáticas para os anos de 1976 a 2020. A pesquisa aplicada inferiu o quão as projeções desses experimentos podem ser usadas como ferramenta para análise da precipitação no semiárido do Rio Grande do Norte. Na metodologia foi utilizado o *software* RSTUDIO e o Excel Microsoft 2017. Nota-se variabilidade bem definida de chuvas projetadas pelo modelo, indo de acordo com as precipitações observadas.

PALAVRAS-CHAVE: Projeções. Semiáridos. Modelos.

ABSTRACT

Climate change is increasingly accentuated, therefore, the precipitation projections, the coefficient of variation and the standard deviation over the semi-arid region of Rio Grande do Norte were analyzed by the precipitation scenarios of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), by two experiments, the historic experiment Representative Concentration Pathway (RCP) 4.5 and RCP 6.0 of the fifth climate change report for the years 1976 to 2020. Semi-arid region of Rio Grande do Norte. The RSTUDIO software and Microsoft Excel 2017 were used in the methodology. A well-defined variability of rainfall projected by the model is noted, going according to the observed rainfall.

KEYWORDS: Projections. Semiarid. Models.

RESUMEN

El cambio climático se acentúa cada vez más, con esto, las proyecciones de precipitación, el coeficiente de variación y la desviación estándar sobre la región semiárida de Rio Grande do Norte fueron analizados por los escenarios de precipitación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), por dos experimentos, el experimento histórico Via de Concentração Representativa (RCP) 4.5 y RCP 6.0 del quinto informe de cambio climático para los años 1976 a 2020. La investigación aplicada dedujo cómo las proyecciones de estos experimentos pueden ser utilizadas como una herramienta para el análisis de precipitación en la región semiárida de Rio Grande do Norte. En la metodología, se utilizó

¹ Mestrando em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande.

² Doutorando em Meteorologia pelo INPE.

³ Doutorando em Meteorologia pela UFCG.

⁴ Mestrando em Meteorologia pela UFRN.

⁵ Doutoranda em Estudos Urbanos e Regionais pela UFRN.

⁶ Mestranda em Meteorologia pela UFCG.

⁷ Mestrando em Meteorologia pela UFRN.

⁸ Doutorando em Meteorologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -EXPERIMENTOS RCP 4.5 E RCP 6.0
Matheus Henrique Bezerra de Melo, Tiago Bentes Mandú, Daniel Milano Costa de Lima, Albert Smith Feitosa Suassuna Martins,
Yonara Claudia dos Santos, Bárbara Silva Souza, Everton Felipe de Souza Pinheiro, Daniel Felipe da Silva

el software RSTUDIO y Microsoft Excel 2017. Existe una variabilidad bien definida de las precipitaciones proyectadas por el modelo, yendo de acuerdo con las precipitaciones observadas.

PALABRAS CLAVE: *Proyecciones. Semiárido. Plantillas.*

INTRODUÇÃO

A Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nos oceanos Tropicais Pacífico e Atlântico é a principal variável física influenciadora das condições climáticas em diversas áreas do globo. No Pacífico Tropical a presença de eventos quentes (frios) denominados de El Niño (La Niña), com anomalias positivas (negativas) de TSM, causam fenômenos climáticos diferenciados em toda a esfera global.

A partir da classificação de Koppen-Geiger (SAMPAIO *et al.*, 2011), tem-se que regiões semiáridas apresentam precipitação entre 250 mm a 750 mm ao ano. Outras observações são analisadas no que se diz respeito aos baixos níveis de umidade, escassez de chuvas, irregularidade no ritmo da precipitação ao longo dos anos, prolongados períodos de deficiência hídrica e ausência de rios perenes. Nesses termos, grande parte da região Nordeste do Brasil (NEB) é considerada de clima semiárido, com variações temporal ou espacial da precipitação, e elevadas temperaturas ao longo do ano. O SANEB (Semiárido do Nordeste do Brasil) apresenta uma variabilidade na precipitação média anual com valores registrados entre 400 e 800 mm/ano, evapotranspiração acima de 2000 mm/ano e temperaturas médias mensais superiores a 23°C.

A região Semiárida do Rio Grande do Norte (RN) é a área de estudo do presente trabalho e está contida no sertão nordestino. A quadra chuvosa da região do semiárido do RN concentra-se entre os meses de fevereiro a maio e o trimestre mais seco ocorre entre agosto e outubro. No entanto, a baixa disponibilidade hídrica e os recorrentes cenários de secas históricas, caracterizam o Semiárido brasileiro, assim como no recorte norte-rio-grandense, como uma região marcada por vulnerabilidades que se sobrepõem, sobretudo, em seus aspectos ambiental, econômico e social (DIAS, 2020). Isso porque, além dos aspectos naturais e climáticos, característicos da região, há ainda a acentuada degradação ambiental, advinda de ações antrópicas. Quanto a isso, o principal objetivo deste artigo é avaliar as projeções de TSM sobre o Atlântico Tropical e a precipitação sobre o Semiárido do Rio Grande do Norte. Para isso, o presente artigo segue estruturado em quatro partes, além desta introdutória. A primeira refere-se aos aspectos teóricos utilizados como base para o desenvolvimento e discussão da análise. A segunda parte contempla os materiais e métodos, que se dividem em caracterização da área de estudo, e procedimentos metodológicos da pesquisa. A terceira parte apresenta a análise e discussão dos resultados, enquanto a quarta, e última parte, refere-se às conclusões obtidas a partir da análise realizada.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -EXPERIMENTOS RCP 4.5 E RCP 6.0
Matheus Henrique Bezerra de Melo, Tiago Bentes Mandú, Daniel Milano Costa de Lima, Albert Smith Feitosa Suassuna Martins,
Yonara Claudia dos Santos, Bárbara Silva Souza, Everton Felipe de Souza Pinheiro, Daniel Felipe da Silva

1 EMBASAMENTO TEÓRICO

1.1 A mudança climática global sob a ótica do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

O *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC, na sigla em inglês) foi criado em 1988, pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) juntamente com a Organização Mundial de Meteorologia (OMM), no intuito de divulgar resultados de pesquisas na área do clima, por meio de relatórios que apontam projeções e cenários futuros do aquecimento global, decorrente da emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera (SILVEIRA *et al.*, 2016; IPCC, 2023), bem como os principais impactos decorrentes dessas emissões, sobre os sistemas naturais e humanos.

Já consolidado na comunidade científica, o IPCC é o principal órgão científico-político no âmbito internacional, para fornecer, dentre outros aspectos, avaliações técnico-científicas sobre as mudanças climáticas globais e seu o impacto socioeconômico, alinhado a possíveis estratégias de resposta, mediante medidas de mitigação e adaptação (IPCC, 2023). As pesquisas do IPCC culminaram em seis relatórios de avaliação, até o presente momento, sendo o último divulgado em 2021 e 2022, com a afirmativa de que é inequívoco o aumento acelerado da temperatura na atmosfera, nos oceanos e na terra, sob influência humana (IPCC, 2021).

Nesse sentido, em termos de definições a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), em seu artigo 1º, conceitua a mudança climática atribuindo-a ao ser humano, de forma direta ou indireta, sendo uma atividade que “altera a composição da atmosfera global e que é um acréscimo à variabilidade climática natural observada em períodos comparáveis períodos de tempo” (IPCC, 2014, p. 9). À luz do IPCC, mudança climática refere-se a:

uma mudança no estado do clima que pode ser identificado (por exemplo, usando testes estatísticos) por mudanças na média e/ou na variabilidade de suas propriedades, e que persiste por um período prolongado, geralmente décadas ou mais. A mudança do clima pode ser devido a processos internos, naturais ou forças externas, como modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas e alterações antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra (Anexo I: Glossário, Acrônimos e Símbolos Químicos. (IPCC, 2014, p. 9).

Ao considerar que as mudanças climáticas podem influenciar diretamente nos níveis de precipitação e disponibilidade hídrica, tomou-se como base para a concretização das análises realizadas neste artigo, o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5). O AR5 já apresenta dados alarmantes sobre a realidade do aquecimento global, cujo diagnóstico aponta para um aumento de 0,9°C na temperatura média global, desde o ano de 1850 (MARENGO, 2014). Esse aumento de temperatura foi percebido em toda a América do Sul, o que inclui o Brasil, com variação entre 0,7°C e 1°C em um intervalo de 40 anos, desde 1970 (MARENGO, 2014).

Embora os modelos climáticos possam apresentar certo grau de incertezas quanto aos cenários futuros das mudanças climáticas, visto que alguns modelos sugerem aumento dos níveis de precipitação no NEB, enquanto outros apontam para a redução das chuvas, pode-se afirmar, no entanto, que o aumento da temperatura projetado para toda a América do Sul atinja com maior



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -EXPERIMENTOS RCP 4.5 E RCP 6.0
Matheus Henrique Bezerra de Melo, Tiago Bentes Mandú, Daniel Milano Costa de Lima, Albert Smith Feitosa Suassuna Martins,
Yonara Claudia dos Santos, Bárbara Silva Souza, Everton Felipe de Souza Pinheiro, Daniel Felipe da Silva

intensidade as áreas mais vulneráveis, dentre elas o Nordeste brasileiro (MARENGO, 2014). Nesse sentido, as “vulnerabilidades associadas às mudanças climáticas no semiárido nordestino poderiam afetar, sobretudo, a disponibilidade de água, a subsistência regional e a saúde da população” (MARENGO, 2014, p. 30).

Como foco deste artigo, o tópico a seguir retrata os principais aspectos metodológicos utilizados para a realização das análises de projeções das precipitações no Semiárido do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

O clima Semiárido corresponde a uma área de mais de 85% dos estados inseridos no Nordeste brasileiro, além de parte do Norte do estado de Minas Gerais, na região Sudeste do Brasil, conforme aponta a classificação atual da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), que aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios à relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107, de 27 de julho de 2017 (BRASIL, 2017). No entanto, cabe ressaltar que esse recorte de abrangência está em contexto de atualização, com a finalidade de ampliação do número de municípios do estado de Minas Gerais e a integração de municípios pertencentes ao estado do Espírito Santo¹ (BRASIL, 2022).

Caracterizado pelos longos períodos de baixa pluviosidade, temperaturas médias mais elevadas e altos índices de evaporação e evapotranspiração (SANTOS *et al.*, 2010), o SANEB mantém ainda intensa variabilidade climática, no que tange às irregularidades das chuvas, bem como os períodos de estiagens mais longos (MARENGO *et al.*, 2011).

No contexto do Semiárido no RN (Figura 1), cuja abrangência cobre aproximadamente 93% do recorte territorial do Estado, evidencia-se o sistema meteorológico Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

¹ Ver Resolução Condel/Sudene nº 150, de 13 de dezembro de 2021, a qual aprova a Proposição nº 151/2021, que apresenta os resultados da revisão da delimitação do Semiárido 2021.

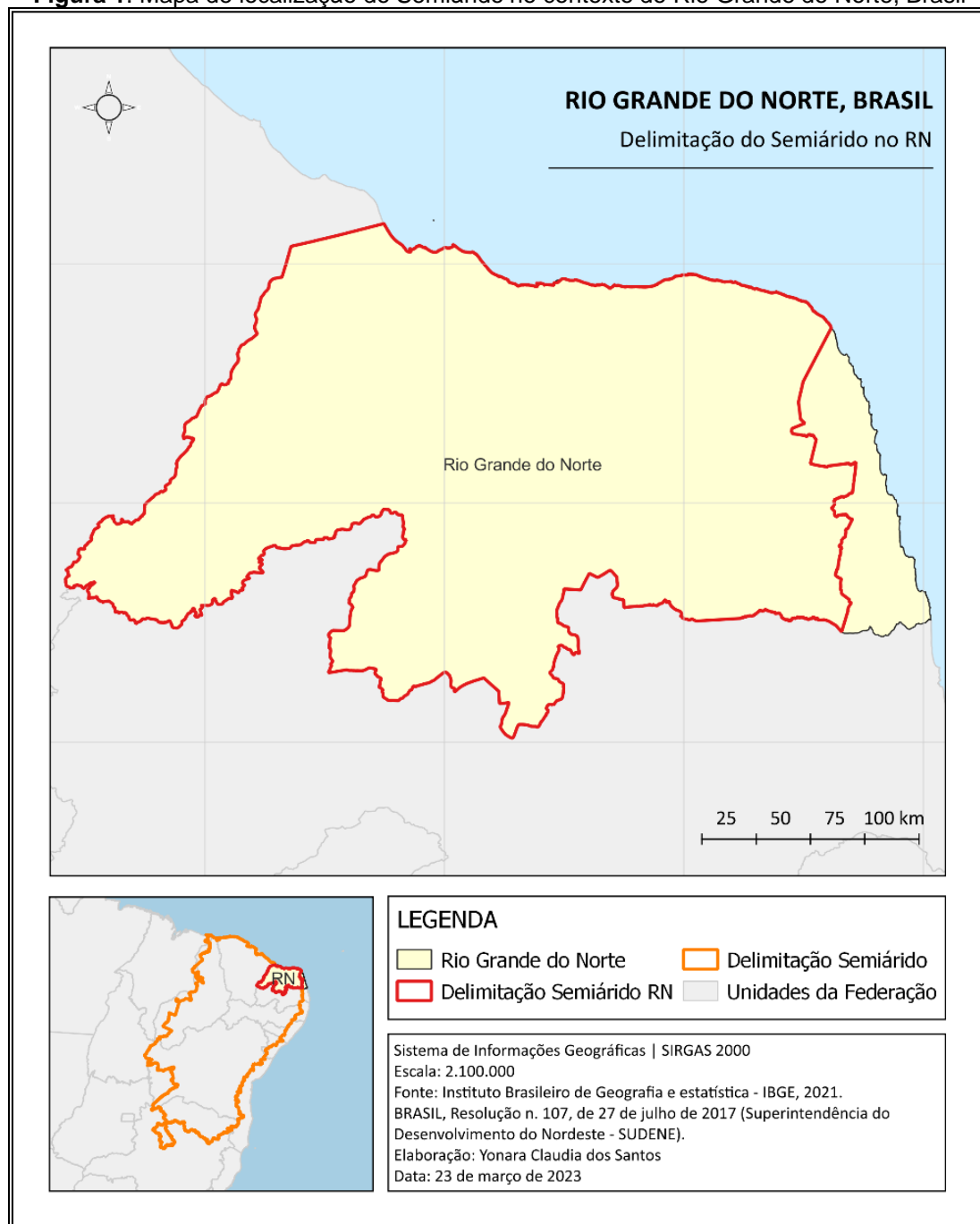


RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -EXPERIMENTOS RCP 4.5 E RCP 6.0
 Matheus Henrique Bezerra de Melo, Tiago Bentes Mandú, Daniel Milano Costa de Lima, Albert Smith Feitosa Suassuna Martins,
 Yonara Claudia dos Santos, Bárbara Silva Souza, Everton Felipe de Souza Pinheiro, Daniel Felipe da Silva

Figura 1. Mapa de localização do Semiárido no contexto do Rio Grande do Norte, Brasil



Fonte: Os autores (2023)



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -EXPERIMENTOS RCP 4.5 E RCP 6.0
Matheus Henrique Bezerra de Melo, Tiago Bentes Mandú, Daniel Milano Costa de Lima, Albert Smith Feitosa Suassuna Martins,
Yonara Claudia dos Santos, Bárbara Silva Souza, Everton Felipe de Souza Pinheiro, Daniel Felipe da Silva

2.2 Procedimentos Metodológicos

Com a finalidade de alcançar o objetivo proposto neste artigo, a abordagem metodológica empregada apresenta teor quantitativo, visto que integra procedimentos estruturados com representação de padrões formais de coleta de dados, de modo que a análise ocorre mediante utilização de método estatístico (POLIT; BECK; HUNGLER, 2004).

Para isso, foram analisadas as relações entre essas duas variáveis no experimento RCP 6.0 do AR5/IPCC, referente aos anos de 2006 a 2019, bem como do modelo e do experimento RCP 4.5 ESM2G, para os anos de 2006 a 2020. E ainda como o modelo historial, ESM2G, para os anos de 1976 a 2005. Dessa forma pode inferir o quanto as projeções desses experimentos do IPCC podem ser usadas como ferramentas de análise do estado futuro da TSM, sobre o Atlântico tropical e sobre a precipitação no semiárido do RN. São usados os experimentos Historical, RCP60 e RCP45 do modelo ESM2G e do RCP 4.5 ESM2G do *Geophysical Fluid Dynamics Laboratory*. Foi realizada a análise desta variável determinando as médias mensais e anuais, desvio padrão e coeficiente de variação com o uso do RStudio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Precipitação observada nos modelos experimentais 4.5 e 6.5 do AR5

O período chuvoso no semiárido do Rio Grande do Norte no experimento RCP 60 ESM2G (Figura 2) ocorre em janeiro (333,88 mm), fevereiro (279,63 mm), março (311,90 mm), abril (318,16), maio (145,52) e dezembro (156,06 mm). Com período seco em junho (31,75 mm), julho (20,26 mm), agosto (18,28mm), setembro (14,52 mm), outubro (12,25 mm) e novembro (10,21 mm).

No experimento RCP 45 ESM2G (Figura 3), o período chuvoso no semiárido do estado ocorre em janeiro (254,64 mm), fevereiro (304,04 mm), março (351,28mm), abril (250,61 mm) e maio (123,04 mm). Com período seco em junho (35,33 mm), julho (24,13 mm), agosto (16,89 mm), setembro (9,46 mm), outubro (7,22 mm), novembro (5,88 mm) e dezembro (48,84 mm).

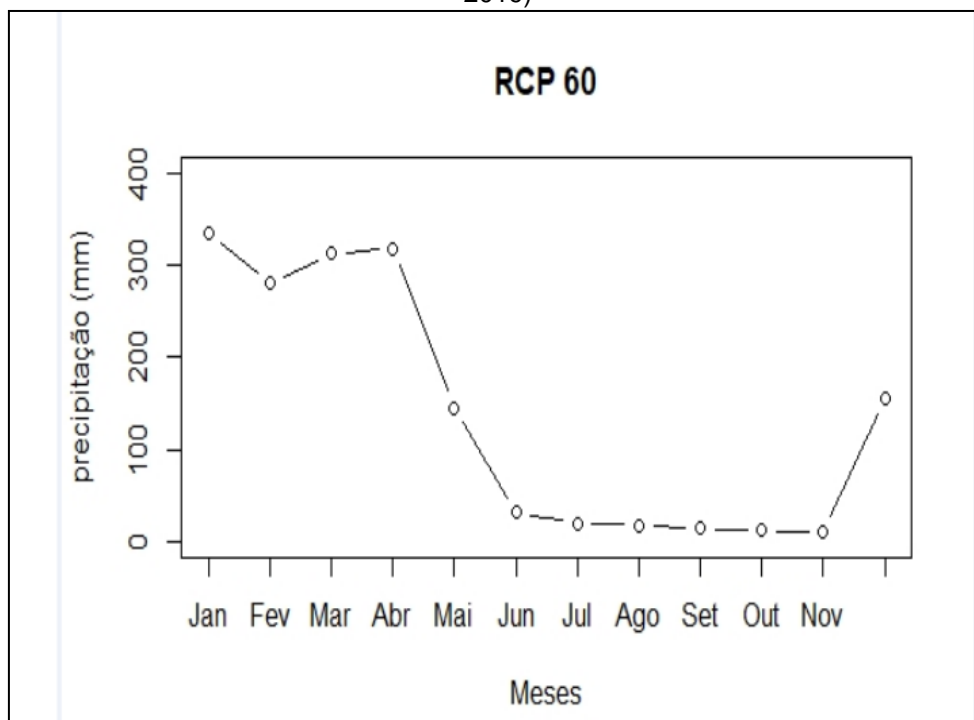
Já na simulação Historial (Figura 4) a ocorrência de chuva se dá nos meses de janeiro (330,77 mm), fevereiro (275,72 mm), março (325,83 mm), abril (360,32), maio (158,86) e dezembro (103,55mm), com período de seca entre junho (36,31 mm), julho (23,13 mm), agosto (18,68 mm), setembro (14,49 mm), outubro (12,08 mm) e novembro (9,66 mm).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

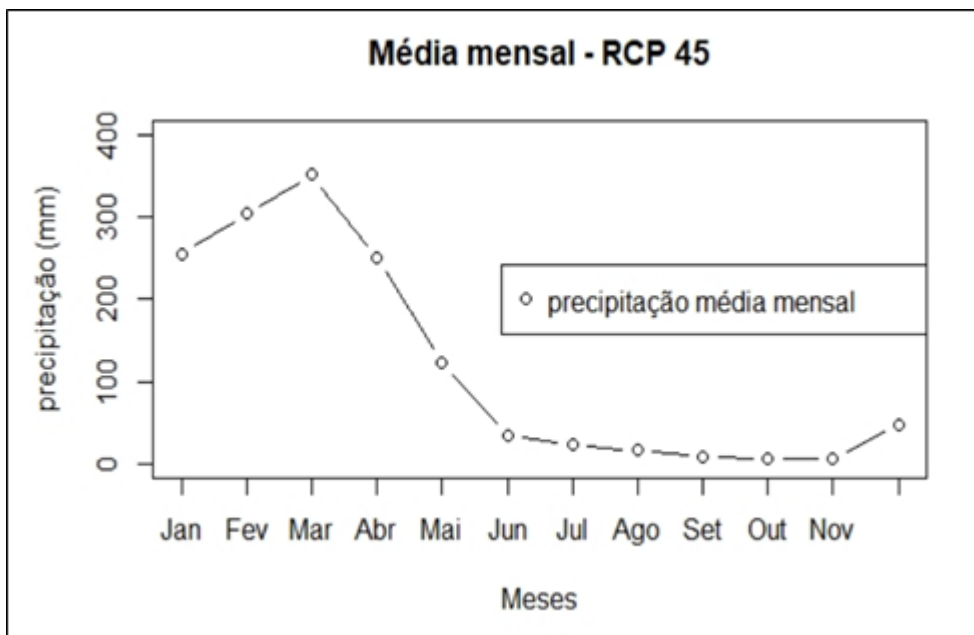
ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -EXPERIMENTOS RCP 4.5 E RCP 6.0
Matheus Henrique Bezerra de Melo, Tiago Bentes Mandú, Daniel Milano Costa de Lima, Albert Smith Feitosa Suassuna Martins,
Yonara Claudia dos Santos, Bárbara Silva Souza, Everton Felipe de Souza Pinheiro, Daniel Felipe da Silva

Figura 2. Média mensal de precipitação (mm) para o modelo experimental RCP 60 ESM2G (2006-2019)



Fonte: Os autores (2023)

Figura 3. Média mensal de precipitação para o modelo experimental RCP 4.5 ESM2G (2006-2020)



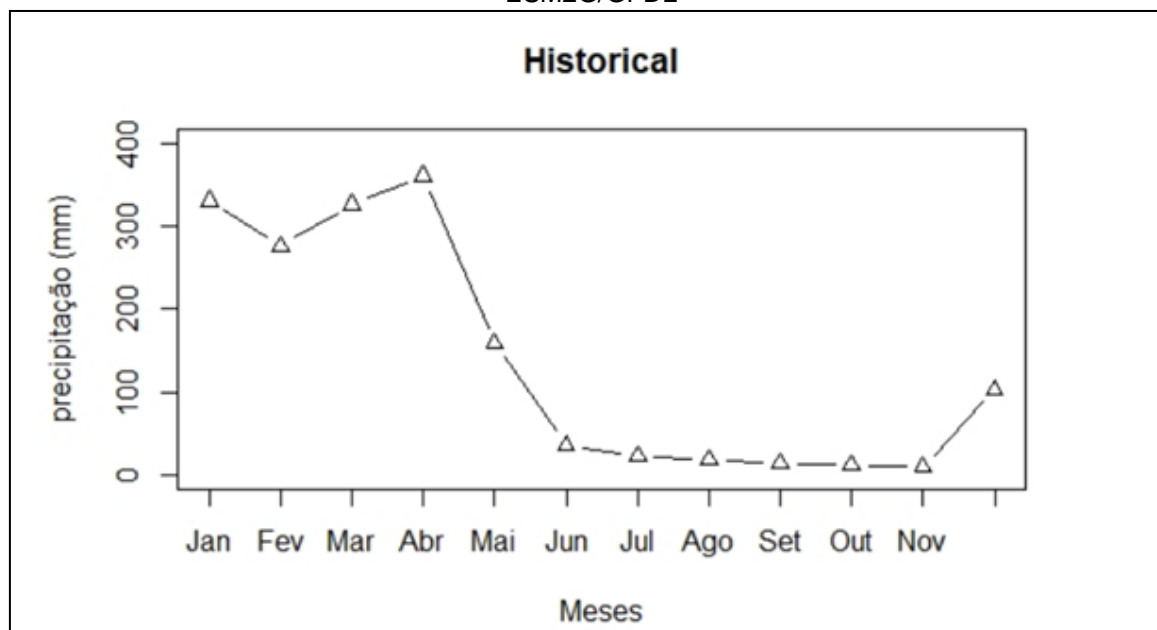
Fonte: Os autores (2023)



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -EXPERIMENTOS RCP 4.5 E RCP 6.0
Matheus Henrique Bezerra de Melo, Tiago Bentes Mandú, Daniel Milano Costa de Lima, Albert Smith Feitosa Suassuna Martins,
Yonara Claudia dos Santos, Bárbara Silva Souza, Everton Felipe de Souza Pinheiro, Daniel Felipe da Silva

Figura 4. Precipitação média mensal (mm/mês) da simulação Historical (1976-2005) do modelo ESM2G/GFDL



Fonte: Autores

Nota-se similaridades em relação às precipitações mensais no período seco em relação aos três modelos, assim como no período chuvoso, com evidência de mudanças observadas em dezembro, no experimento RCP 45 ESM2G, cujo mês aparece no período seco com 48,84 mm. Já em relação ao período seco, o mês de novembro é o mais seco nos três cenários.

A cidade de Currais Novos-RN, região semiárida do Rio Grande do Norte, exemplifica uma área da Borborema de clima semiárido com oito meses secos e curta estação chuvosa de fevereiro a maio, com trimestre mais chuvoso de fevereiro a abril, ou seja, com chuvas de verão-outono. Essa é a principal característica desse tipo climático que ocupa grande área do Nordeste Setentrional e a maior parte do RN, outra cidade que exemplifica esse clima, é a cidade de Caicó, no Sertão do Seridó tem clima semiárido com sete meses secos, sendo o trimestre mais chuvoso de fevereiro a abril, obtendo chuvas de verão-outono (DINIZ; PEREIRA, 2015).

Tabela 1 – Precipitação mensal (mm) nos experimentos RCP 6.0 do modelo ESM2G e do modelo Historical, e a diferença entre os dois modelos

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
RCP 6.0 (ESM2G)	333,9	279,6	311,9	318,2	145,5	31,7	20,3	18,3	14,5	12,2	10,2	156,1
Historical SM2G)	330,8	275,7	325,8	360,3	158,9	36,3	23,1	18,7	14,5	12,1	9,7	103,5
Historical (ESM2G) – RCP 6.0 (ESM2G)	3,1	3,9	13,9	42,1	13,4	4,6	2,8	0,4	0	0,1	0,5	52,4

Fonte: Os autores (2023)
Historical (1976-2005) e RCP 6.0 (2006-2019)



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -EXPERIMENTOS RCP 4.5 E RCP 6.0
Matheus Henrique Bezerra de Melo, Tiago Bentes Mandú, Daniel Milano Costa de Lima, Albert Smith Feitosa Suassuna Martins,
Yonara Claudia dos Santos, Bárbara Silva Souza, Everton Felipe de Souza Pinheiro, Daniel Felipe da Silva

4 Variabilidade de precipitação de acordo com o coeficiente de variação e o desvio padrão de acordo com o quinto cenário do painel intergovernamental de mudanças climáticas

A maior variabilidade da precipitação nos períodos chuvosos é percebida no coeficiente de variabilidade (CV) do que nos períodos secos, com os CV mais altos associados aos maiores valores de precipitação. No experimento RCP 4.5 ESM2G (Tabela 2) a média do CV do período chuvoso (39,54%) é menor do que a do período seco (20,90%), em aproximadamente 17%. O mês de dezembro apresenta o maior CV (90,02%) com uma alta de dispersão e o mês de julho obteve o menor CV registrando 12,83% associado a uma baixa dispersão dos valores de precipitação.

Tabela 2. Coeficiente de variação (CV; %) e valores do desvio padrão (σ , mm) dos totais mensais dos experimentos RCP 4.5 (2006-2020) do modelo ESM2G/GFDL

Experimento		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
RCP 4.5 (ESM2G)	CV	24,2	23,3	25,3	24,6	50,2	37,5	12,8	18,1	25,7	16,3	14,7	90
	σ	61,7	70,8	88,9	61,8	61,8	13,2	3	3	2,4	1,1	0,8	43,9

Fonte: Os autores (2023)

No experimento ESM2G RCP 6.0 (Tabela 3) a média de variabilidade também é maior no período chuvoso, com valor médio de aproximadamente 18%, com maior CV em maio (58.72%) e a menor no mês de agosto (17.55%) decorrendo uma média dispersão dos dados.

Tabela 3. Coeficiente de variação (CV; %) e valores do desvio padrão (σ , mm) dos totais mensais dos experimentos RCP 6.0 do modelo ESM2G/GFDL (2006-2019)

Experimento		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
RCP 6.0 (ESM2G)	CV	32,3	26,7	37,5	27,9	58,7	32,8	18,3	17,6	18,8	19,1	25,9	57,1
	σ	107,8	74,7	116,9	88,6	85,5	10,4	3,7	3,2	2,7	2,3	2,7	89,2

Fonte: Os autores (2023)

Já no modelo Historical ESM2G a maior variabilidade da precipitação nos períodos chuvosos é percebida no coeficiente de variabilidade (CV) do que nos períodos secos, com os CV mais altos associados aos maiores valores de precipitação (Tabela 4).

Tabela 4 Coeficiente de variação (CV; %) e valores do desvio padrão (σ , mm) dos totais mensais da simulação Historical ESM2G (2006-2019)

Experimento		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Historical (ESM2G)	CV	29,4	34,9	30,7	45,9	53	33,5	20,3	12,9	22,9	15,9	16,7	73,7
	σ	96,1	96,4	100,1	165,5	84,3	12,2	4,7	2,4	3,3	1,9	1,6	76,2

Fonte: Os autores (2023)

No experimento Historical ESM2G, a média do CV do período chuvoso (44,58%) é maior do que a do período seco (20,36%), em aproximadamente 24%. O mês de dezembro apresenta o maior CV com uma alta de dispersão (73,55%) e mês de agosto obteve o menor CV registrando 12,96% associado a uma baixa dispersão dos valores de precipitação.

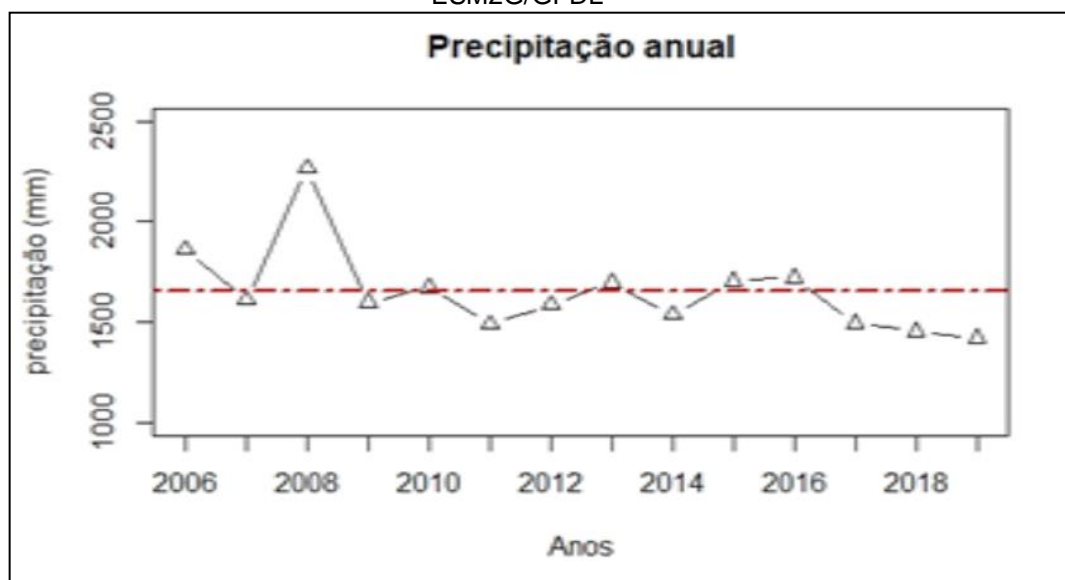


RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -EXPERIMENTOS RCP 4.5 E RCP 6.0
Matheus Henrique Bezerra de Melo, Tiago Bentes Mandú, Daniel Milano Costa de Lima, Albert Smith Feitosa Suassuna Martins,
Yonara Claudia dos Santos, Bárbara Silva Souza, Everton Felipe de Souza Pinheiro, Daniel Felipe da Silva

A média da precipitação anual (2006-2019) para o semiárido do RN, no experimento RCP 45 ESM2G/GFDL foi de 1431,35 mm. A série apresenta as maiores variações de precipitação acima e abaixo da média nos anos de 2015 (1704,10 mm) e 2017 (1279,42 mm), respectivamente (Figura 5). Com predominância de valores acima da média nos períodos de 2007, 2012, 2014, 2016, 2017, 2019 e 2020 e valores abaixo da média entre os anos de 2006, 2008, 2009, 2010, 2011, 2013, 2015 e 2018.

Figura 5. Precipitação anual (mm/ano) do experimento RCP 6.0 (2006-2019) do modelo ESM2G/GFDL



Fonte: Os autores (2023)

No modelo RCP 60 ESM2G/GFDL, a média da precipitação anual foi de 1652,43 mm, um pouco menor do que a do modelo histórico. Entretanto, os valores estão mais próximos da média acumulada, indicando menor variabilidade da precipitação que a observada no modelo histórico (1976-2005). Dando ênfase aos anos de 2006 (1863,48 mm) e 2008 (2268,84 mm), os quais se destacaram pelo maior valor de precipitação anual.

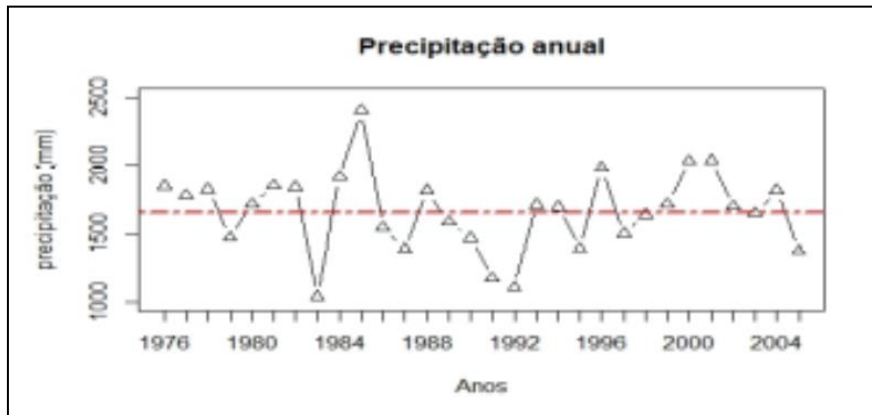
Já no modelo Histórico ESM2G/GFDL, a média da precipitação anual (1976-2005) no semiárido do RN na simulação Histórico ESM2G/GFDL foi de 1669,32 mm. A série apresenta as maiores variações de precipitação acima e abaixo da média nos anos de 1985 (2403,36 mm) e 1983 (1042,68 mm), respectivamente (Figura 6). Com predominância de valores acima da média nos períodos de 1976 a 1985 e 1993 a 2006 e valores abaixo da média entre os anos de 1986 a 1992.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -EXPERIMENTOS RCP 4.5 E RCP 6.0
Matheus Henrique Bezerra de Melo, Tiago Bentes Mandú, Daniel Milano Costa de Lima, Albert Smith Feitosa Suassuna Martins,
Yonara Claudia dos Santos, Bárbara Silva Souza, Everton Felipe de Souza Pinheiro, Daniel Felipe da Silva

Figura 6. Precipitação anual (mm/ano) da simulação histórica (1976-2005) do modelo ESM2G/GFDL



Fonte: Os autores (2023)

5 CONSIDERAÇÕES

O presente artigo foi desenvolvido no intuito de avaliar as projeções de TSM sobre o Atlântico Tropical e a precipitação sobre o Semiárido do Rio Grande do Norte. A partir da análise realizada, constatou-se que os modelos do AR5, o modelo da simulação Historical e o RCP4.5 e 6.0 apresentam comportamento semelhante, no que tange ao regime de chuvas. Os períodos de secas também apresentaram convergências nos três modelos, assim como nos períodos chuvosos. No entanto, foi possível perceber que o comportamento não está dentro da Normal climatológica da região, cujos resultados superestimaram as Normais, como observado nas figuras 2, 3 e 4 dos resultados do referido trabalho.

REFERÊNCIAS

BECKER, S.; KUNZE, C.; VANCEA, M. Community energy and social entrepreneurship: Addressing purpose, organisation and embeddedness of renewable energy projects. **Journal of Cleaner Production**, v. 147, p. 25–36, 2017.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é -o eu não é**. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013. p.107.

BRASIL. MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional. **Resolução Condel/Sudene nº 150, de 13 de dezembro de 2021**. Aprova a Proposição nº 151/2021, que trata do Relatório técnico que apresenta os resultados da revisão da delimitação do Semiárido 2021. Brasília: Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/hierarquia/resolucoes-condel/resolucao-condel-sudene-no-150-de-13-de-dezembro-de-2021>. Acesso em: 09 jan. 2023.

BRASIL. MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional. SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Resolução nº 115 de 2017**. Aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107, de 27 de julho de 2017. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 05 dez. 2017. Disponível em: www.sudene.gov.br. Acesso em: 28 maio 2019.

DIAS, E. M. S. **Mudanças climáticas e recursos hídricos**: percepções sobre riscos climáticos e capacidade adaptativa na região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. 2020. 137 f. Dissertação



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -EXPERIMENTOS RCP 4.5 E RCP 6.0
Matheus Henrique Bezerra de Melo, Tiago Bentes Mandú, Daniel Milano Costa de Lima, Albert Smith Feitosa Suassuna Martins,
Yonara Claudia dos Santos, Bárbara Silva Souza, Everton Felipe de Souza Pinheiro, Daniel Felipe da Silva

(Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

FERREIRA, L. C. **Sustentabilidade**: uma abordagem histórica da sustentabilidade. *In*: BRASIL. **Encontros e Caminhos: Formação de Educadoras (es) Ambientais e Coletivos Educadores**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/31_cons%20teor%20bacha.pdf. Acesso em: 14 nov. 2020.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **ABOUT History of the IPCC**. [S. l.]: IPCC, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/about/history/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014. 151 p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. *In*: **Climate Change 2021**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY: Cambridge University Press, 2021. p. 3–32. doi:10.1017/9781009157896.001.

IPIRANGA, Ana Silva Rocha; GODOY, Arilda Schmidt. Relatório Brundtland. **RAM, Rev. Adm. Mackenzie (Online)**, São Paulo, v. 12, n. 3, jun. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-69712011000300002&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 14 nov. 2020.

MARENGO, J. A. *et al.* Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Instituto Nacional do Semiárido**, Campina Grande, PB, v. 1, p. 383-422, 2011.

MARENGO, J. A. O futuro clima do Brasil. **Revista USP**, n. 103, p. 25-32, 2014. doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i103p25-32>.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem**: métodos, avaliação e utilização. Tradução: de Ana Thorell. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ROCHA, Thelma; GOLDSCHMIDT, ANDREA (Coords). **Gestão dos Stakeholders**: como gerenciar o relacionamento e a comunicação entre as empresas e seus públicos de interesse. São Paulo: Saraiva, 2010. p. 1.

SAMPAIO, M. S.; ALVES, M. C.; CARVALHO, L. G.; SANCHES, L. Uso de Sistema de Informação Geográfica para comparar a classificação climática de Köppen-Geiger e de Thornthwaite. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Curitiba, abril/maio de 2011, p. 8857-8864.

SANTOS, D. N. *et al.* Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 5, p. 492-500., 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000500006>. Acesso em: 16 mar. 2023.

SANTOS, F. M. A positive theory of social entrepreneurship. **Journal of Business Ethics**, v. 111, p. 335–351, 2012.

SILVEIRA, C. I. S. *et al.* Mudanças climáticas na bacia do rio São Francisco: Uma análise para precipitação e temperatura. **RBRH**, v. 21, p. 416-428, 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v21n2.p416-428>