

Mudanças climáticas e produção de hortaliças: situação atual, projeções e tecnologias de adaptação.

Carlos Eduardo Pacheco Lima – Eng. Ambiental, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas.

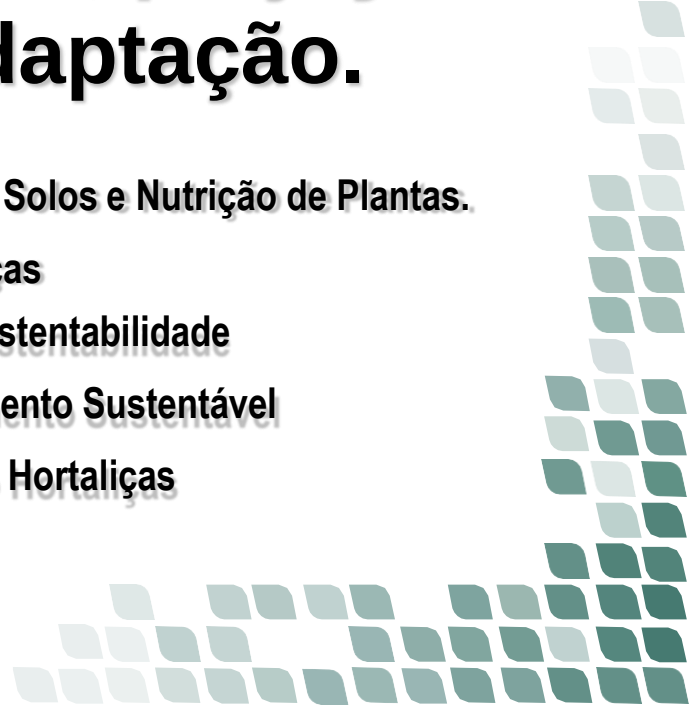
Pesquisador da Embrapa Hortaliças

Secretário-Executivo do Comitê Local de Sustentabilidade

Ponto Focal da Rede Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Presidente do Comitê Gestor do Portfólio Hortaliças

01/10/2021



A Agenda 2030 e seus ODS



Fonte: <http://www.agenda2030.org.br>

A Agenda 2030 e seus ODS

Evolução do entendimento do conceito de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: <http://www.agenda2030.org.br>

Algumas considerações sobre o VI AR Report IPCC

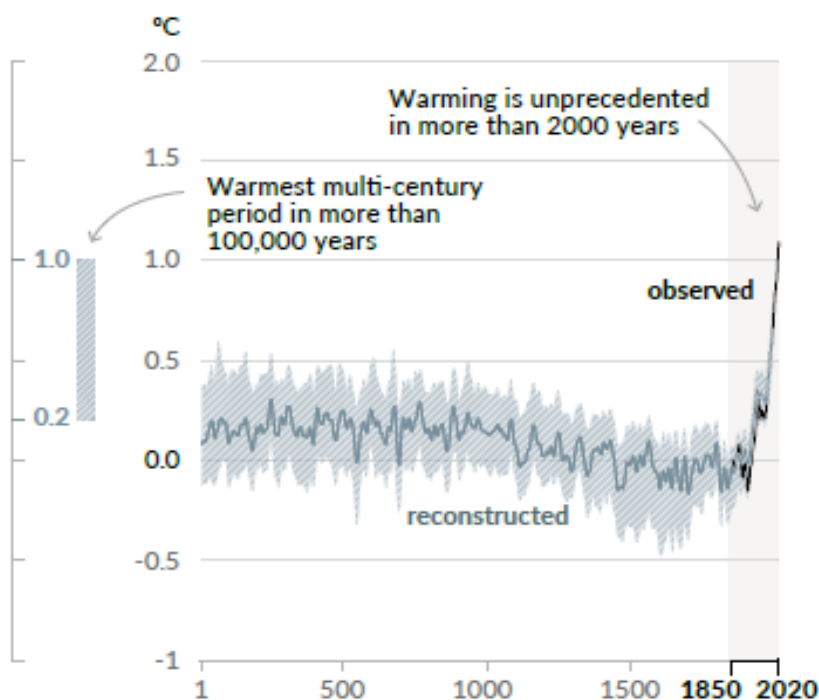
- É inequívoco que as atividades humanas têm aquecido a atmosfera, os oceanos e as terras;
- O incremento de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera a partir de 1750 são indubitavelmente causados pelas atividades humanas;
- Desde o AR5 as concentrações atmosféricas de GEEs continuaram crescendo, alcançando 410 ppm para dióxido de carbono (CO_2), 1866 ppb para metano (CH_4) e 332 ppb para óxido nitroso (N_2O). Já a absorção nos oceanos e em solos tem se mantido constante nas últimas seis décadas, gerando um saldo positivo que resulta no aumento da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera;
- Cada uma das quatro últimas décadas foi sucessivamente mais quentes que qualquer década precedente desde 1850. A temperatura superficial global nas duas primeiras décadas do século XXI foi 0,99 °C mais alta que a média entre 1850-1900. Já na década 2011 – 2020 foi observado aumento de 1,09 °C em média comparado com o período entre 1850-1900, com maior aumento sendo observado nos continentes (1,59 °C) que nos oceanos (0,88 °C);



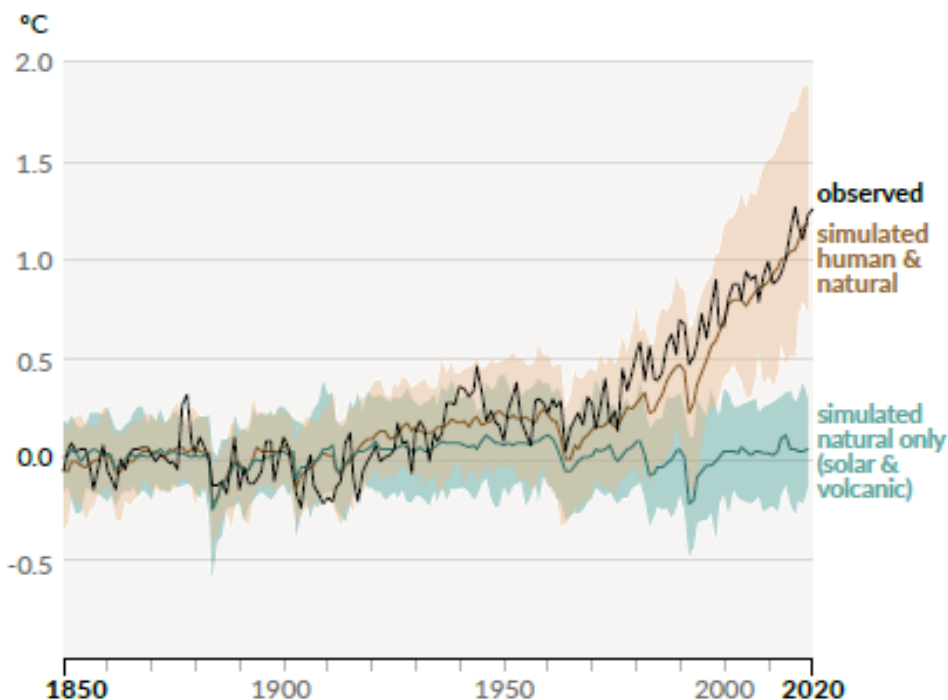
Human influence has warmed the climate at a rate that is unprecedented in at least the last 2000 years

Changes in global surface temperature relative to 1850-1900

a) Change in global surface temperature (decadal average) as reconstructed (1-2000) and observed (1850-2020)



b) Change in global surface temperature (annual average) as observed and simulated using human & natural and only natural factors (both 1850-2020)

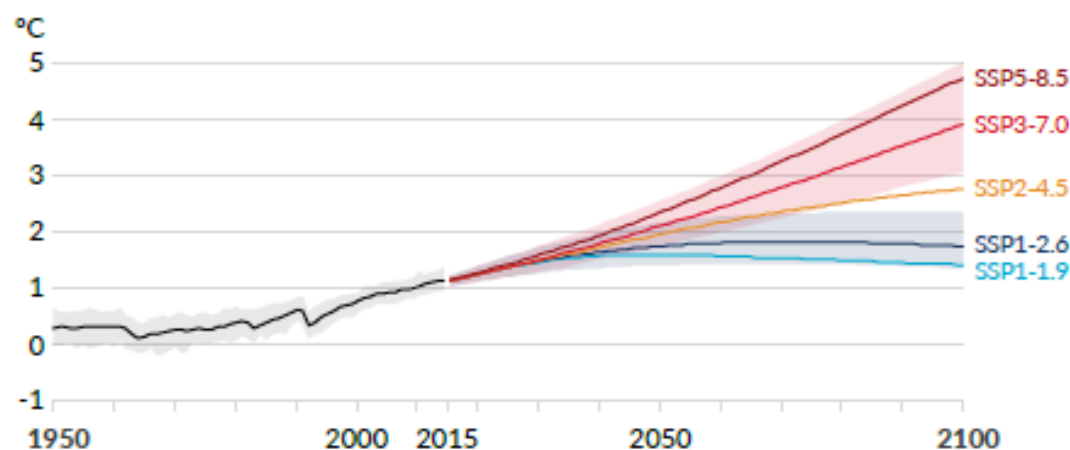


Fonte: IPCC (2021)

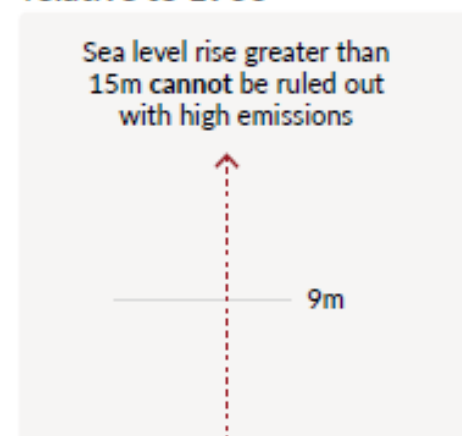


Human activities affect all the major climate system components, with some responding over decades and others over centuries

a) Global surface temperature change relative to 1850-1900



e) Global mean sea level change in 2300 relative to 1900



Fonte: IPCC (2021)



Projeções de aumento de temperatura em curto, médio e longo prazo em decorrência do aumento das emissões de GEEs. Dados comparativos a 1850-1900.

	Near term, 2021–2040		Mid-term, 2041–2060		Long term, 2081–2100	
Scenario	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)
SSP1-1.9	1.5	1.2 to 1.7	1.6	1.2 to 2.0	1.4	1.0 to 1.8
SSP1-2.6	1.5	1.2 to 1.8	1.7	1.3 to 2.2	1.8	1.3 to 2.4
SSP2-4.5	1.5	1.2 to 1.8	2.0	1.6 to 2.5	2.7	2.1 to 3.5
SSP3-7.0	1.5	1.2 to 1.8	2.1	1.7 to 2.6	3.6	2.8 to 4.6
SSP5-8.5	1.6	1.3 to 1.9	2.4	1.9 to 3.0	4.4	3.3 to 5.7

Fonte: IPCC (2021)



Algumas considerações sobre o VI AR Report IPCC

- Mudanças na biosfera terrestre desde 1970 são consistentes com o aquecimento global: houve um deslocamento das zonas climáticas dos pólos em ambos os hemisférios, e a estação de crescimento se alongou em média em até dois dias por década;
- Em 2019, as concentrações atmosféricas de CO₂ foram maiores que em qualquer outro momento nos últimos 2 milhões de anos e as concentrações de CH₄ e N₂O foram maiores que em qualquer outro momento nos últimos 800 mil anos;
- A temperatura superficial global cresceu mais rapidamente entre 1970 - 2020 do que qualquer outro período de 50 anos nos últimos 2000 anos. Ainda, na última década foi observado o período mais quente dos últimos 125 mil anos;
- As mudanças climáticas induzidas por atividades antropogênicas já estão afetando diversos extremos climáticos em todo o globo. Existem evidências que associam a ocorrência de ondas de calor, precipitações pluviométricas intensas, secas e ciclones tropicais às mudanças climáticas antropogênicas que se tornaram mais fortes do que aquelas observadas no AR 5.



Algumas considerações sobre o VI AR Report IPCC

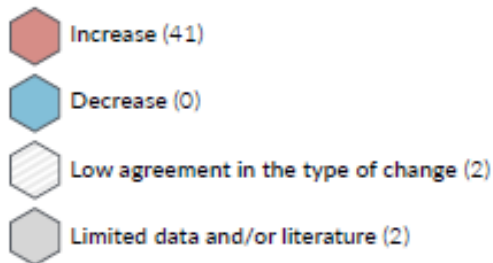
- A frequência e a intensidade de eventos de precipitação extremas tem crescido desde os anos 1950 na maior parte das áreas continentais. As mudanças climáticas antropogênicas têm se mostrado o principal motive para tal. Essas mudanças também têm contribuído para o aumento das secas que afetam a produção agrícola e os ecossistemas naturais devido ao aumento da evapotranspiração nos continentes;
- A influência humana tem provavelmente aumentado a chance de ocorrência de eventos climáticos extremos compostos, desde 1950. Isso inclui aumento na frequência de ondas de calor consorciadas com secas em escala global, ocorrência de incêndios até mesmo em continents inabitados e inundações a depender da região e da época do ano.



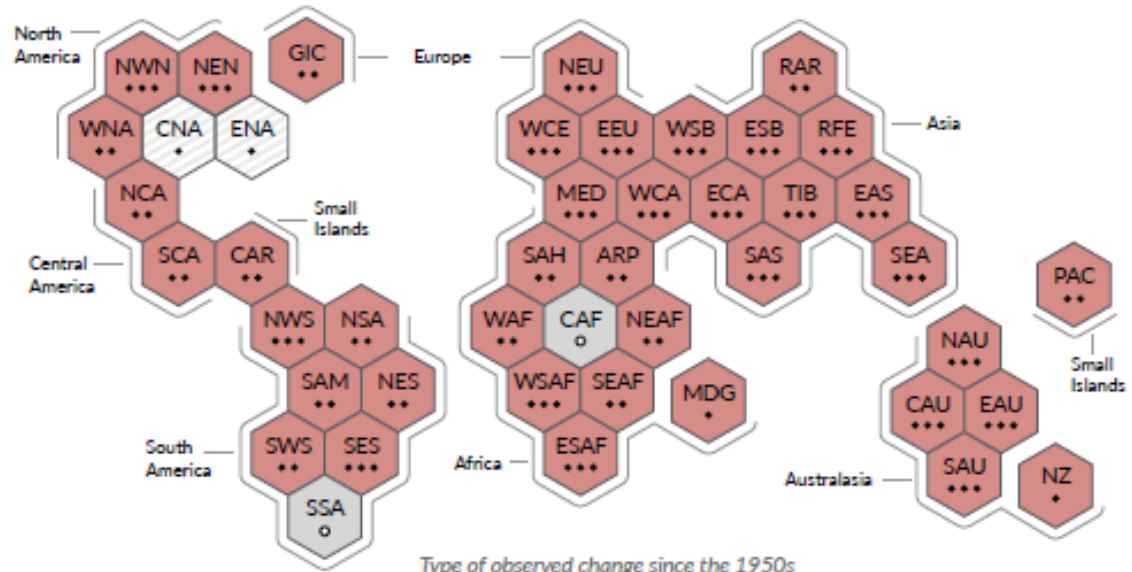
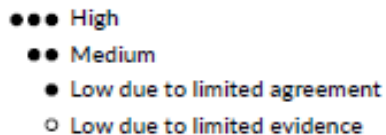
Climate change is already affecting every inhabited region across the globe with human influence contributing to many observed changes in weather and climate extremes

a) Synthesis of assessment of observed change in hot extremes and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions

Type of observed change in hot extremes



Confidence in human contribution to the observed change



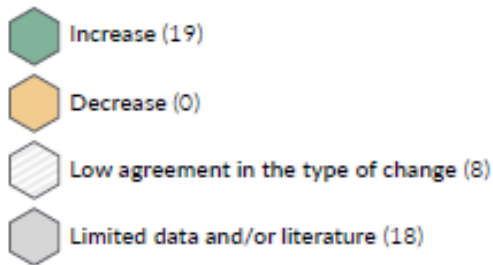
Type of observed change since the 1950s

Fonte: IPCC (2021)

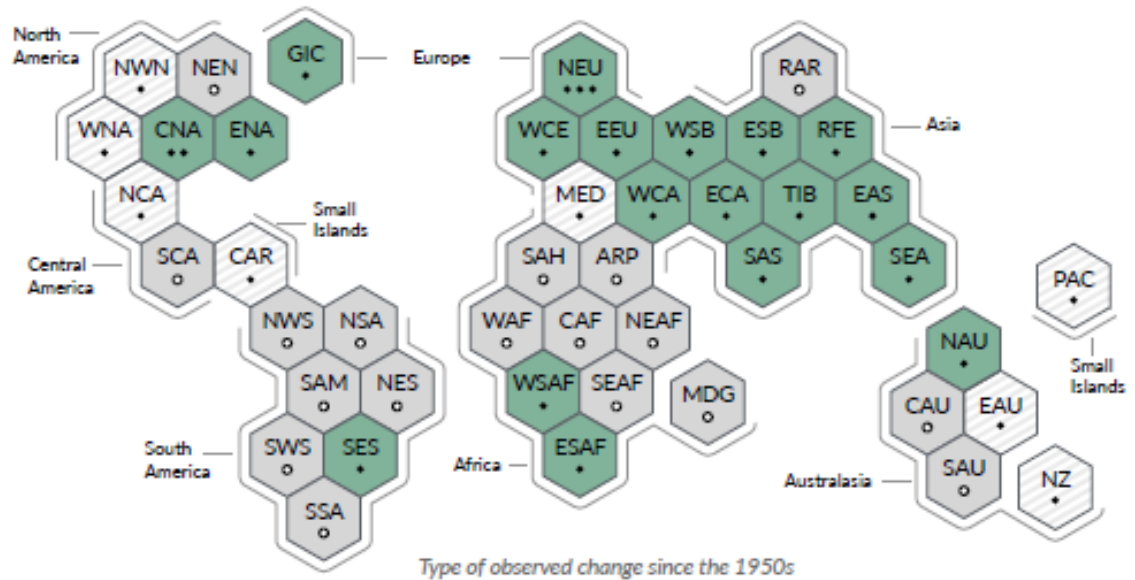
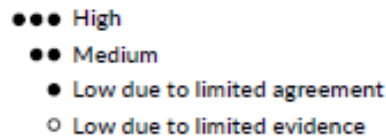


b) Synthesis of assessment of observed change in heavy precipitation and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions

Type of observed change
in heavy precipitation



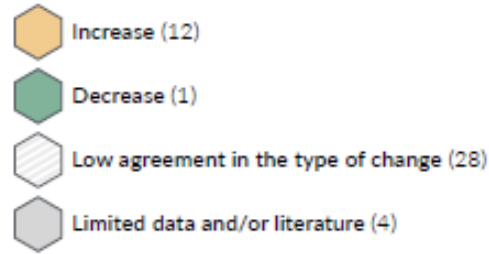
Confidence in human contribution
to the observed change



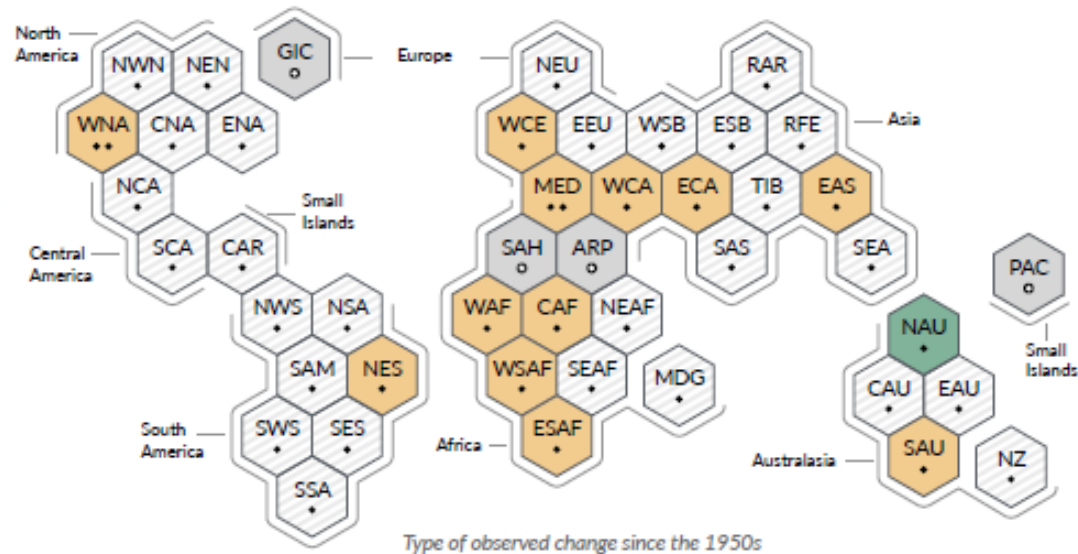
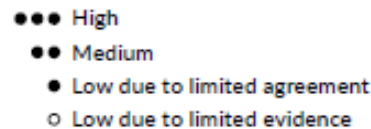
Fonte: IPCC (2021)

c) Synthesis of assessment of observed change in agricultural and ecological drought and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions

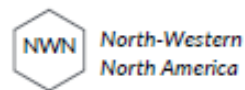
Type of observed change
in agricultural and ecological drought



Confidence in human contribution
to the observed change



Each hexagon corresponds
to one of the IPCC AR6
WGI reference regions



IPCC AR6 WGI reference regions: **North America:** NWN (North-Western North America), NEN (North-Eastern North America), WNA (Western North America), CNA (Central North America), ENA (Eastern North America), **Central America:** NCA (Northern Central America), SCA (Southern Central America), CAR (Caribbean), **South America:** NWS (North-Western South America), NSA (Northern South America), NES (North-Eastern South America), SAM (South American Monsoon), SWS (South-Western South America), SES (South-Eastern South America), SSA (Southern South America), **Europe:** GIC (Greenland/Iceland), NEU (Northern Europe), WCE (Western and Central Europe), EEU (Eastern Europe), MED (Mediterranean), **Africa:** MED (Mediterranean), SAH (Sahara), WAF (Western Africa), CAF (Central Africa), NEAF (North Eastern Africa), SEAF (South Eastern Africa), WSAF (West Southern Africa), ESAF (East Southern Africa), MDG (Madagascar), **Asia:** RAR (Russian Arctic), WSB (West Siberia), ESB (East Siberia), RFE (Russian Far East), WCA (West Central Asia), ECA (East Central Asia), TIB (Tibetan Plateau), EAS (East Asia), ARP (Arabian Peninsula), SAS (South Asia), SEA (South East Asia), **Australasia:** NAU (Northern Australia), CAU (Central Australia), EAU (Eastern Australia), SAU (Southern Australia), NZ (New Zealand), **Small Islands:** CAR (Caribbean), PAC (Pacific Small Islands)

Fonte: IPCC (2021)



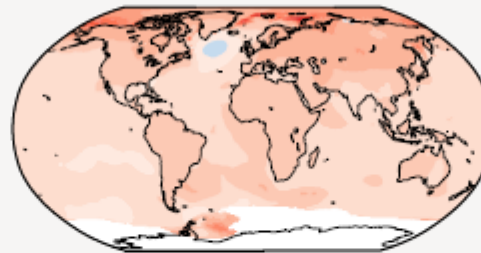
Projeções de aumento regional de temperatura em diferentes cenários. Dados comparativos a 1850-1900.

With every increment of global warming, changes get larger in regional mean temperature, precipitation and soil moisture

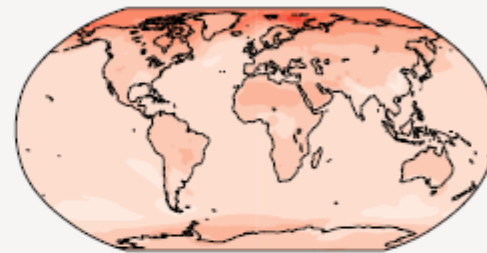
**a) Annual mean temperature change (°C)
at 1 °C global warming**

Warming at 1 °C affects all continents and is generally larger over land than over the oceans in both observations and models. Across most regions, observed and simulated patterns are consistent.

Observed change per 1 °C global warming



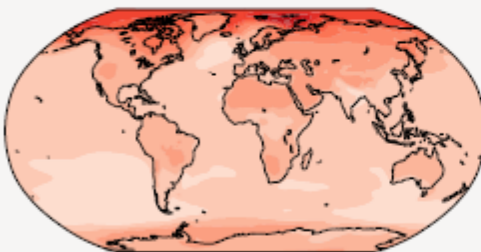
Simulated change at 1 °C global warming



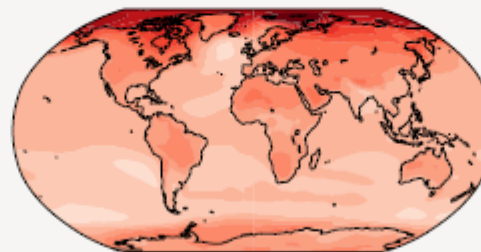
**b) Annual mean temperature change (°C)
relative to 1850-1900**

Across warming levels, land areas warm more than oceans, and the Arctic and Antarctica warm more than the tropics.

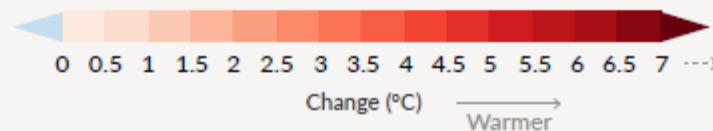
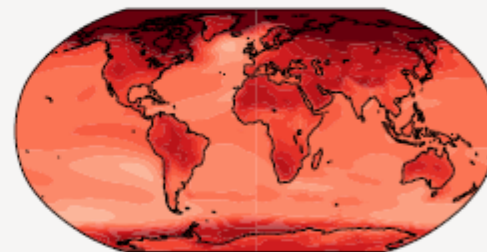
Simulated change at 1.5 °C global warming



Simulated change at 2 °C global warming



Simulated change at 4 °C global warming



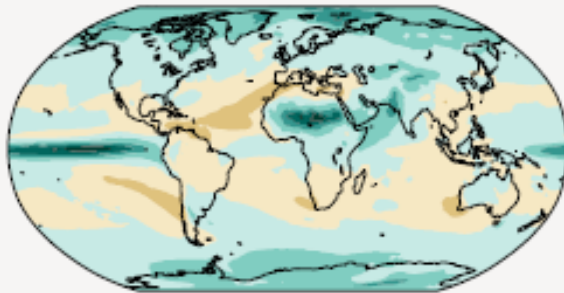
Fonte:
IPCC
(2021)

Projeções de alterações na média anual de precipitação pluviométrica. Dados comparativos a 1850-1900.

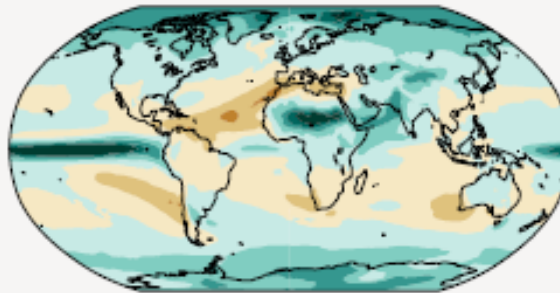
c) Annual mean precipitation change (%) relative to 1850-1900

Precipitation is projected to increase over high latitudes, the equatorial Pacific and parts of the monsoon regions, but decrease over parts of the subtropics and in limited areas of the tropics.

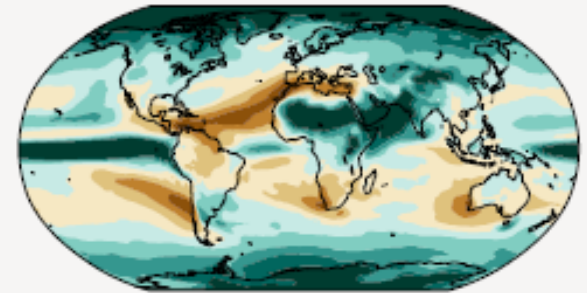
Simulated change at 1.5 °C global warming



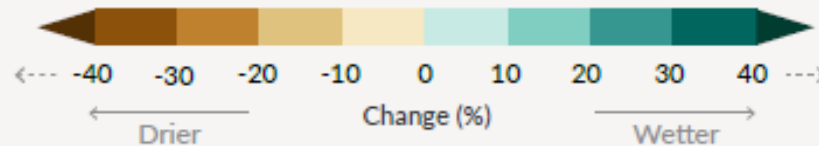
Simulated change at 2 °C global warming



Simulated change at 4 °C global warming



Relatively small absolute changes may appear as large % changes in regions with dry baseline conditions



Fonte: IPCC (2021)

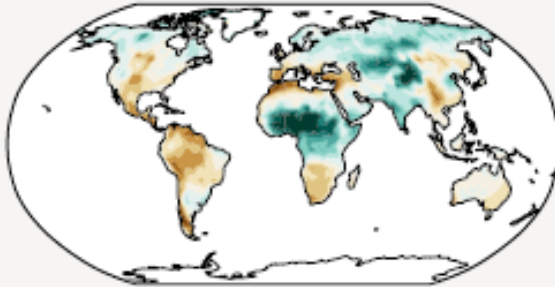


Projeções de alterações na umidade total média anual da coluna de solo. Dados comparativos a 1850-1900.

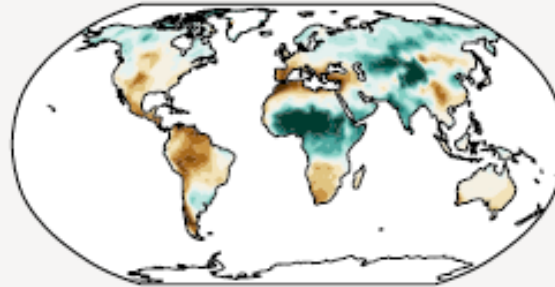
d) Annual mean total column soil moisture change (standard deviation)

Across warming levels, changes in soil moisture largely follow changes in precipitation but also show some differences due to the influence of evapotranspiration.

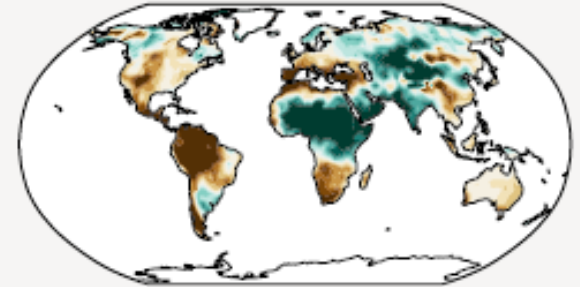
Simulated change at 1.5 °C global warming



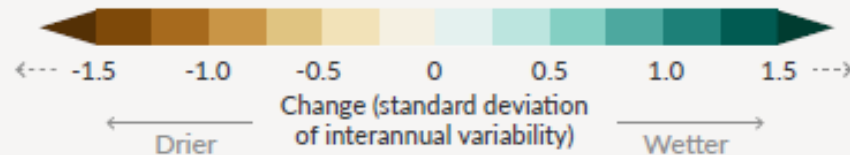
Simulated change at 2 °C global warming



Simulated change at 4 °C global warming



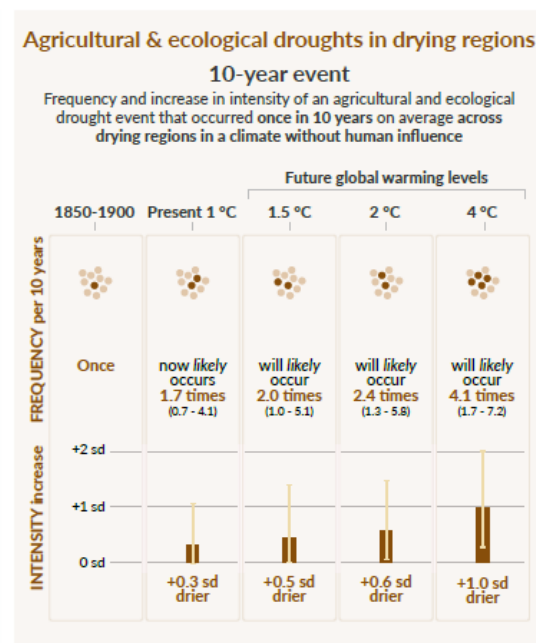
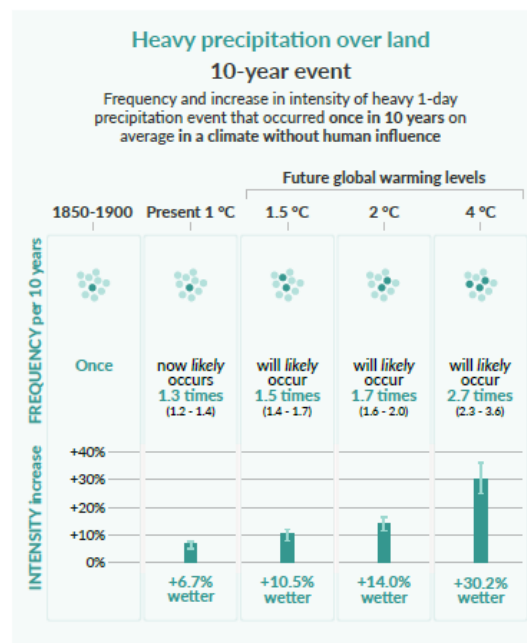
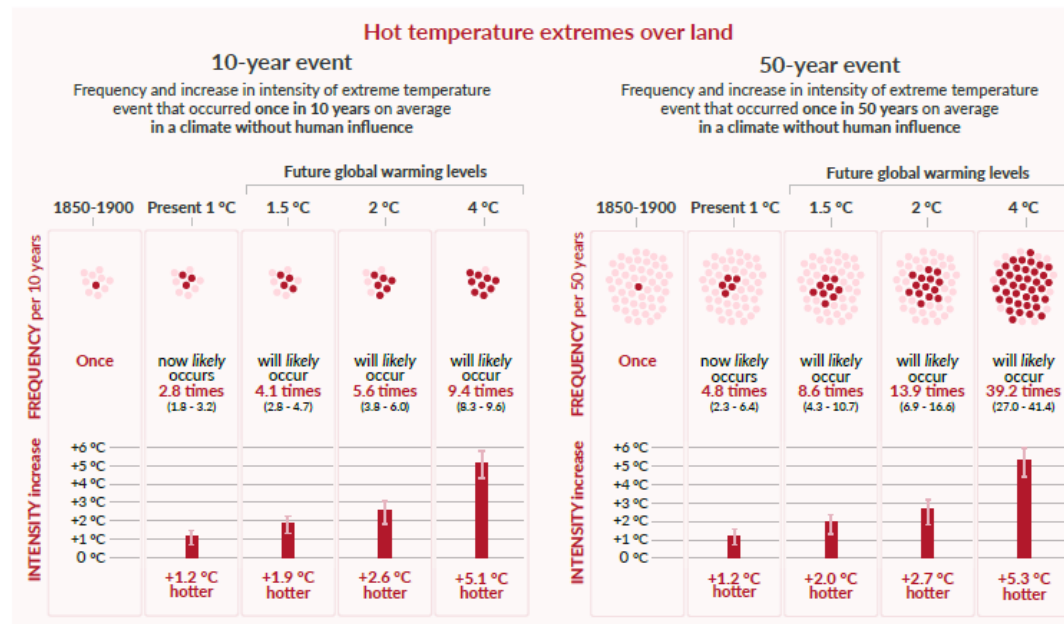
Relatively small absolute changes may appear large when expressed in units of standard deviation in dry regions with little interannual variability in baseline conditions



Fonte: IPCC (2021)



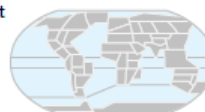
Projected changes in extremes are larger in frequency and intensity with every additional increment of global warming



Fonte: IPCC (2021)

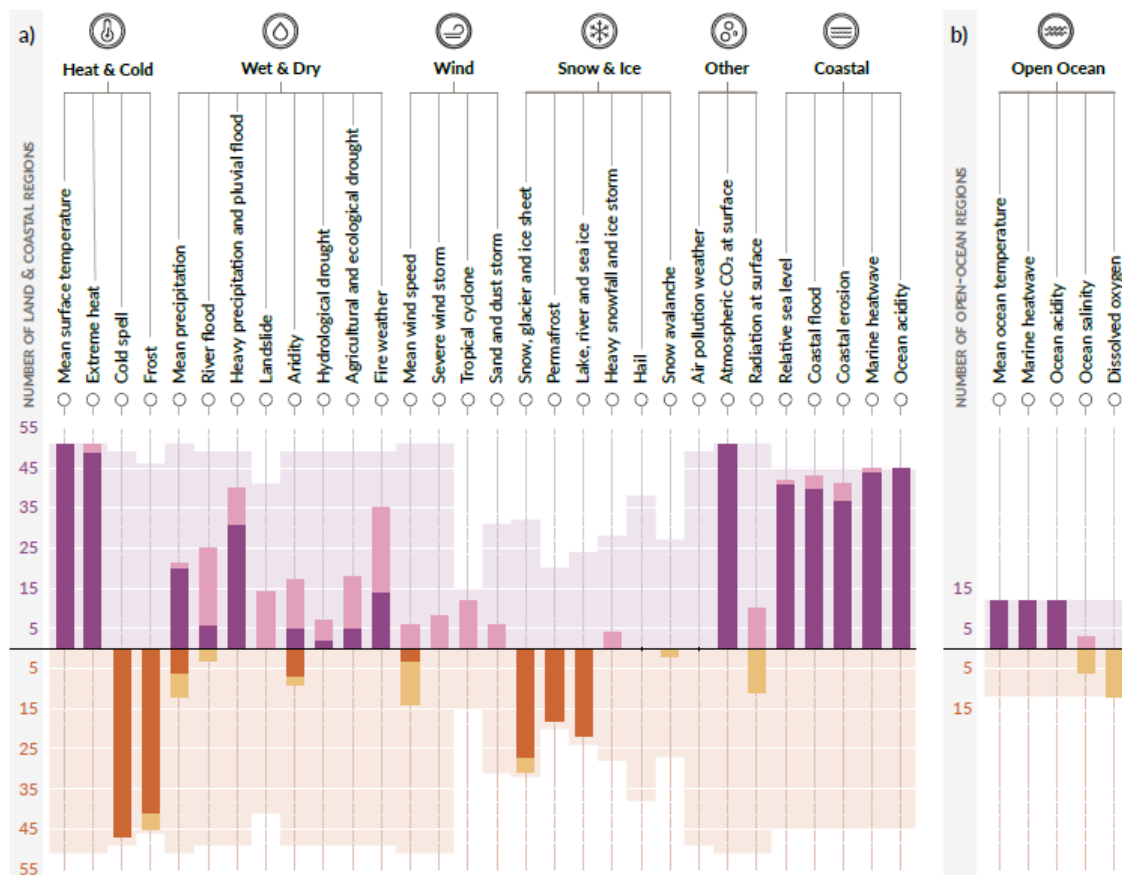
Multiple climatic impact-drivers are projected to change in all regions of the world

Climatic impact-drivers (CIDs) are physical climate system conditions (e.g., means, events, extremes) that affect an element of society or ecosystems. Depending on system tolerance, CIDs and their changes can be detrimental, beneficial, neutral, or a mixture of each across interacting system elements and regions. The CIDs are grouped into seven types, which are summarized under the icons in the figure. All regions are projected to experience changes in at least 5 CIDs. Almost all (96%) are projected to experience changes in at least 10 CIDs and half in at least 15 CIDs. For many CIDs there is wide geographical variation in where they change and so each region are projected to experience a specific set of CID changes. Each bar in the chart represents a specific geographical set of changes that can be explored in the WGI Interactive Atlas.



interactive-atlas.ipcc.ch

Number of land & coastal regions (a) and open-ocean regions (b) where each climatic impact-driver (CID) is projected to **increase** or **decrease** with **high confidence** (dark shade) or **medium confidence** (light shade)



BAR CHART LEGEND

- Regions with **high confidence** increase
- Regions with **medium confidence** increase
- Regions with **high confidence** decrease
- Regions with **medium confidence** decrease

LIGHTER-SHADED 'ENVELOPE' LEGEND

The height of the lighter shaded 'envelope' behind each bar represents the maximum number of regions for which each CID is relevant. The envelope is symmetrical about the x-axis showing the maximum possible number of relevant regions for CID increase (upper part) or decrease (lower part).

ASSESSED FUTURE CHANGES

Changes refer to a 20–30 year period centred around 2050 and/or consistent with 2°C global warming compared to a similar period within 1960–2014 or 1850–1900.

Fonte: IPCC (2021)



Cenário brasileiro



Disponibilidade hídrica no Brasil

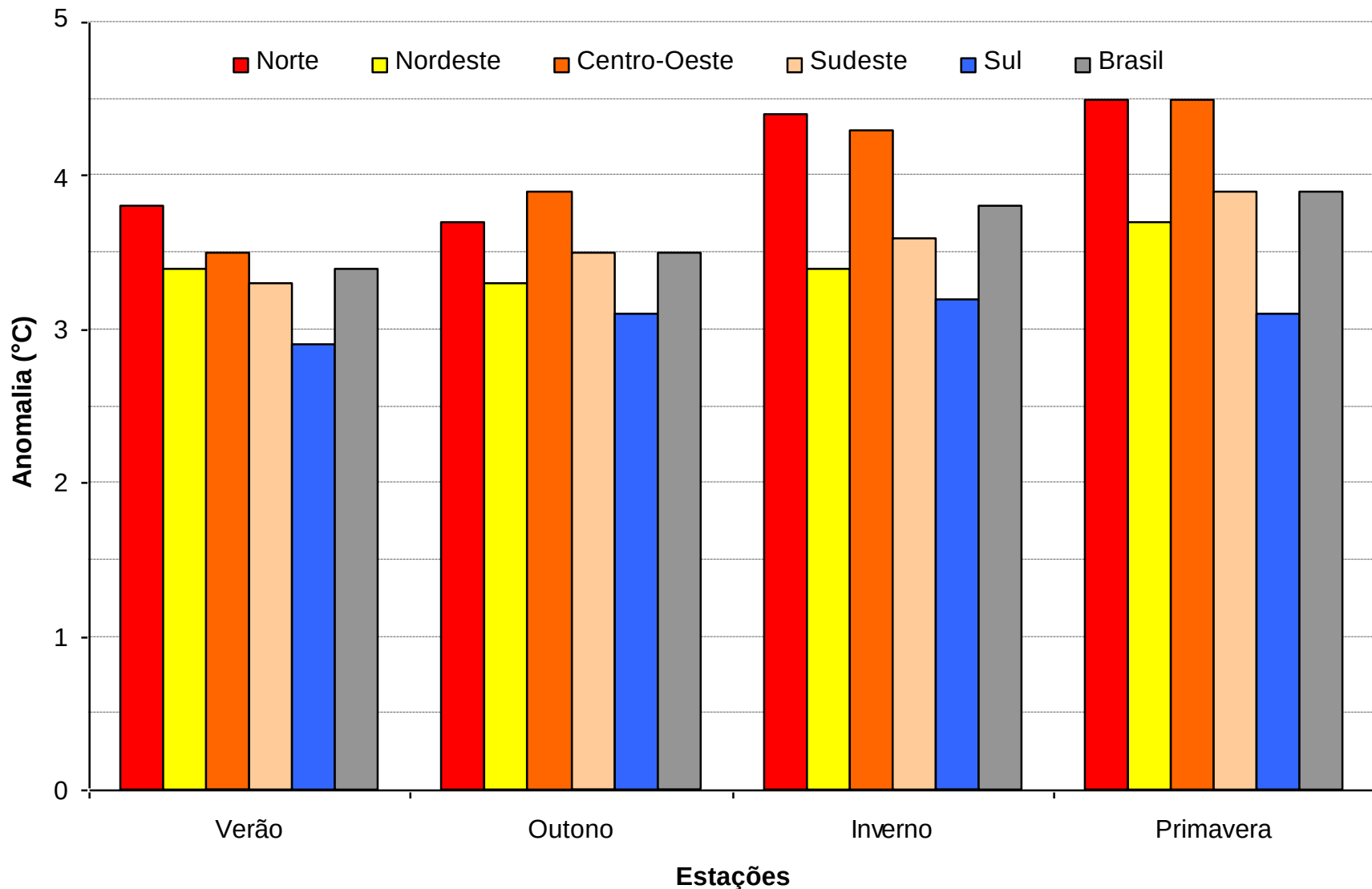
- Precipitação média anual no Brasil: 1.760 mm; Semiárido Nordestino: 500 mm; Região Amazônica: 3.000 mm;
- Escoamento de água no território brasileiro: 260 mil m³/s;
- Disponibilidade hídrica superficial: 78.6 mil m³/s (cerca de 30 % do escoamento de água no território);
- Disponibilidade hídrica superficial da região amazônica: 65.6 m³/s (cerca de 80 % do total da disponibilidade hídrica superficial do país);

Fonte: Agência Nacional de Águas (2019)

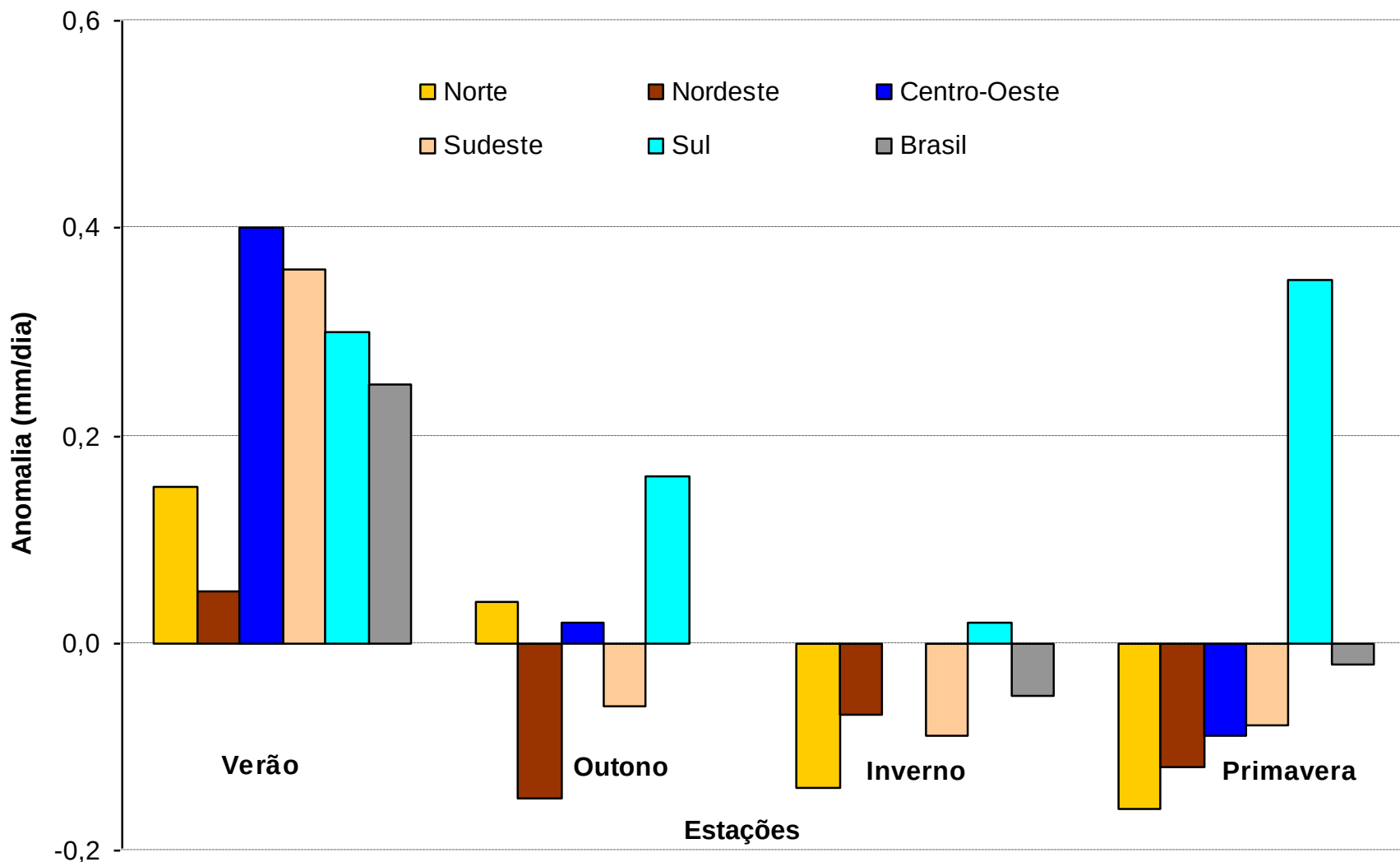


Projeções de mudanças climáticas para o território brasileiro





Anomalias de temperatura média do ar do período de 2071 a 2100, cenário A2, comparadas ao período de 1961 a 1990, para as estações do ano, nas regiões e no Brasil. Fonte: HAMADA et al. (2011).



Anomalias de precipitação pluviométrica do período de 2071 a 2100, cenário A2, comparadas ao período de 1961 a 1990, para as estações do ano, nas regiões e no Brasil. Fonte: HAMADA et al. (2011).

Projeções de mudanças climáticas para o Brasil e possíveis impactos.

Região	Temperatura	Precipitação	Possíveis impactos
Norte	Altas emissões: 4-7 °C mais quente Médias emissões: 3-5°C mais quente	Altas emissões: 20-30% de redução Médias emissões: 5-15% de redução	-Perdas nos ecossistemas e biodiversidade na Amazônia -Mais eventos extremos de chuva e secas mais severas -Condições favoráveis para mais queimadas
Centro-Oeste	Altas emissões: 3-6 °C mais quente Médias Emissões 2-4 °C mais quente	Altas e médias Emissões: Aumento da chuva na forma de chuvas intensas e irregulares	-Impactos no Pantanal e Cerrado (maior risco de fogo) -Mais eventos extremos de chuva e secas -Maior taxa de evaporação e veranicos com ondas de calor -Impactos na saúde, agricultura e geração de hidro-energia

Fonte: Soares (2015)

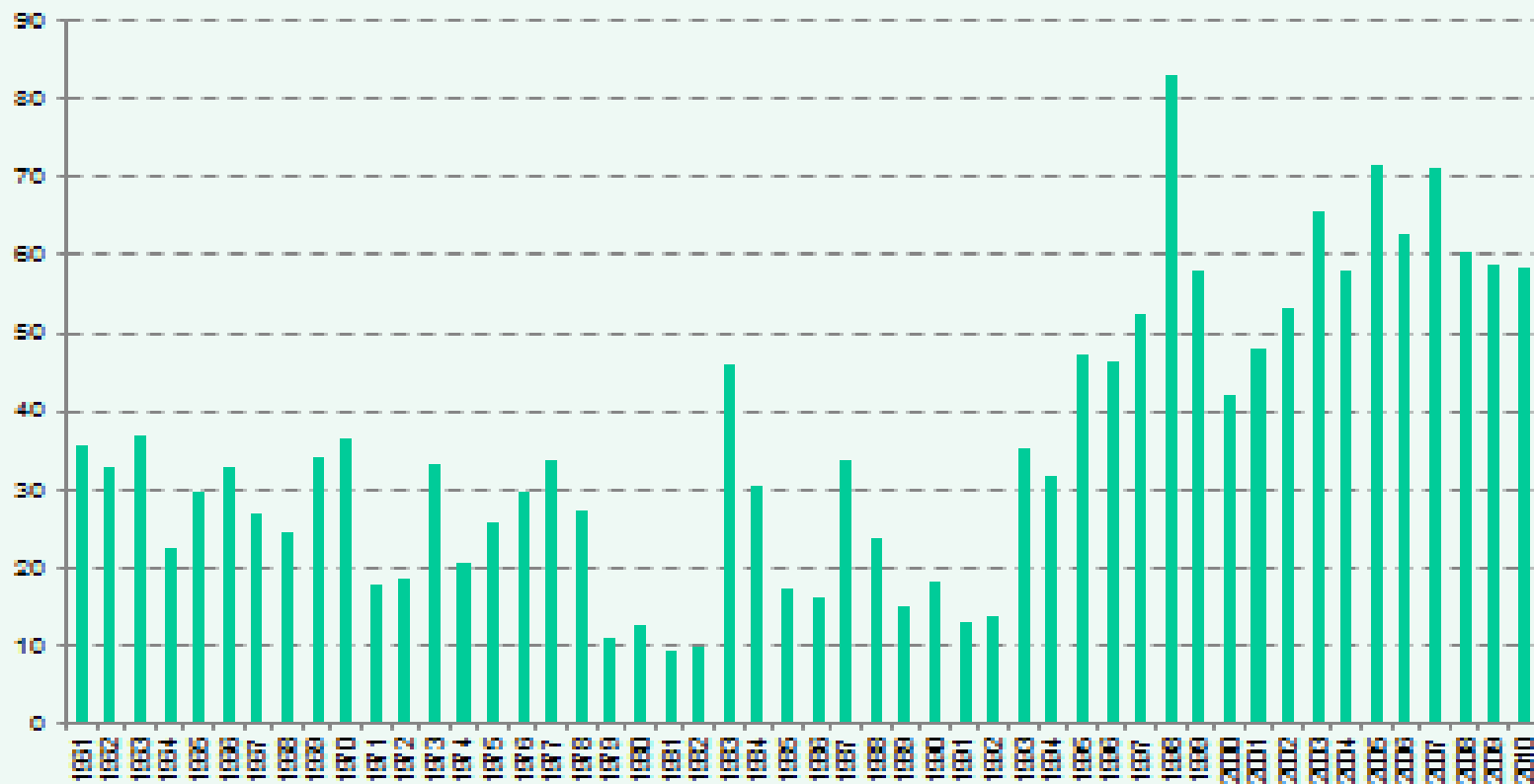


Projeções de mudanças climáticas para o Brasil e possíveis impactos.

Região	Temperatura	Precipitação	Possíveis impactos
Nordeste	Altas emissões: 2-4 °C mais quente Médias emissões: 1-3 °C mais quente	Altas emissões: 20-30% redução de chuva Médias emissões: 10-15 % redução de chuva	-Mais veranicos -Tendência para aridização -Alta taxa de evaporação afetando o nível dos açudes e agricultura de subsistência -Maior escassez de água
Sudeste	Altas emissões: 3-6 °C mais quente Médias emissões: 2-3 °C mais quente	Altas e médias Emissões: Possível aumento da chuva na forma de chuvas intensas e irregulares	-Mais eventos extremos de chuva e períodos de secas - Ondas de calor -Impactos saúde, agricultura e geração de hidro-energia -Possível elevação do Nível do Mar
Sul	Altas emissões: 2-4 °C mais quente, Médias Emissões: 1-3 °C mais quente	Altas e Médias Emissões: Aumento de 20% até 40%	-Mais eventos intensos de chuva -Aumento na frequência de noites quentes -Altas temperaturas e variabilidade de chuvas afetando a agricultura

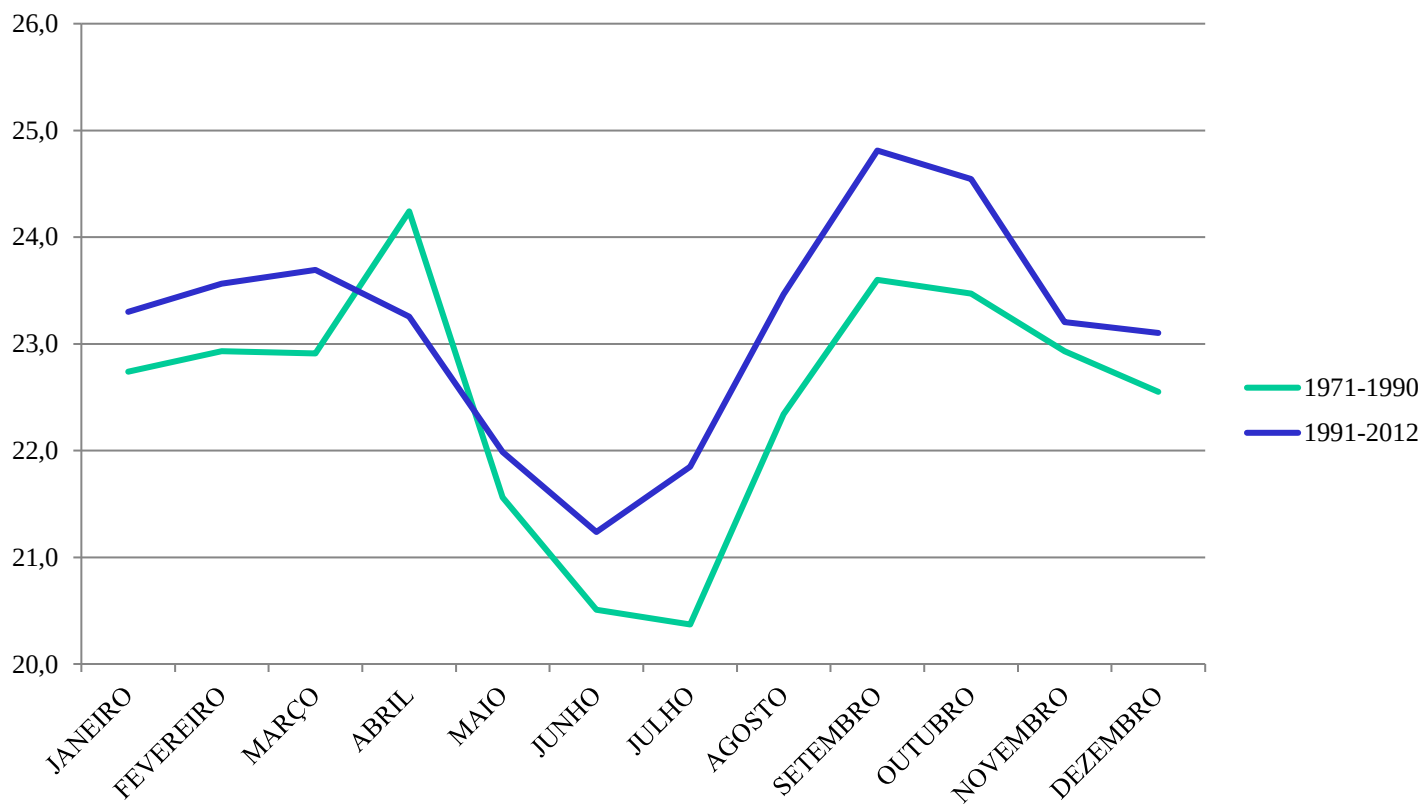
Fonte: Soares (2015)

Número de dias com temperatura máxima acima de 34°C média de 291 estações no Brasil



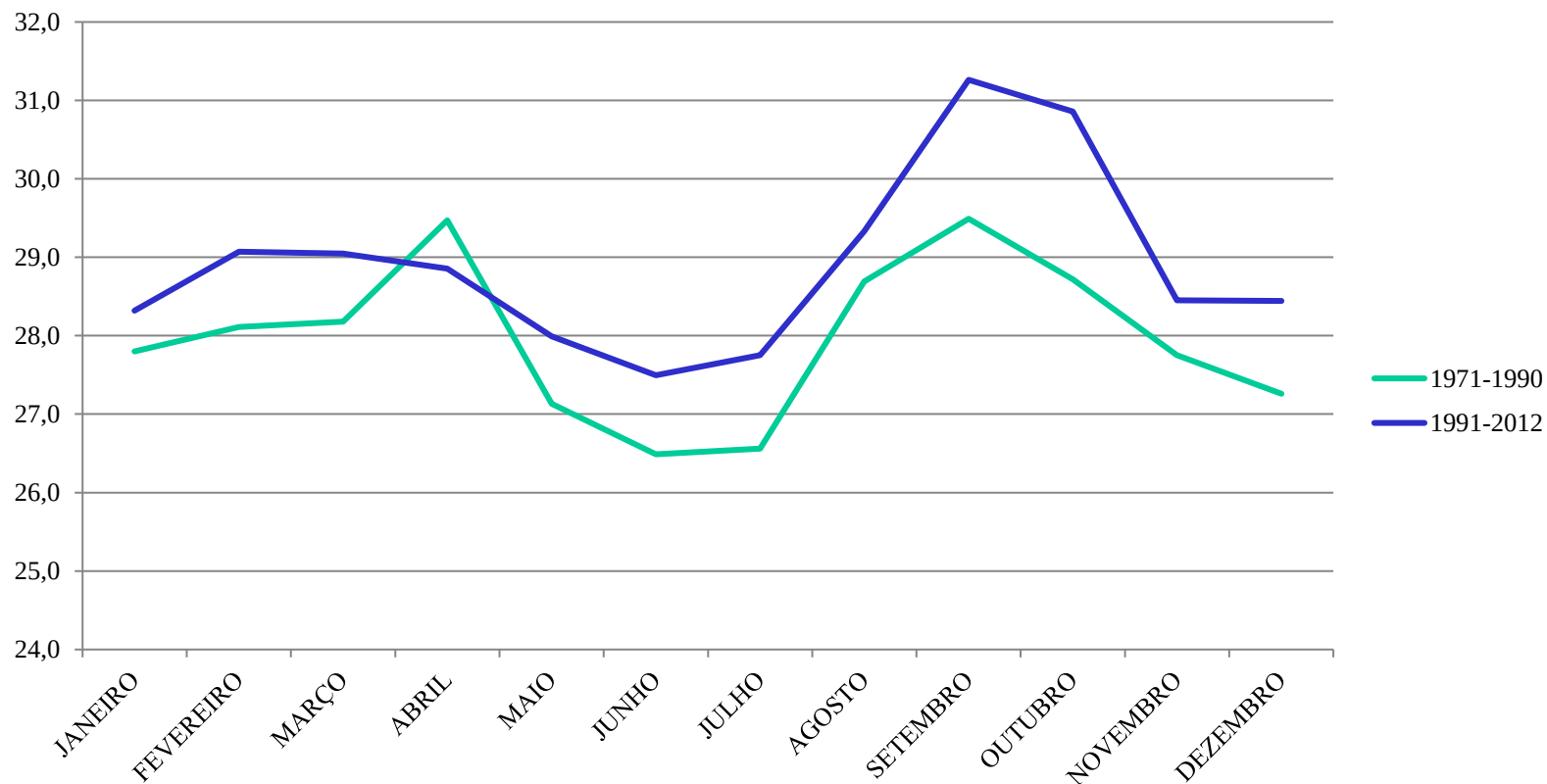
Fonte: Assad (2015)





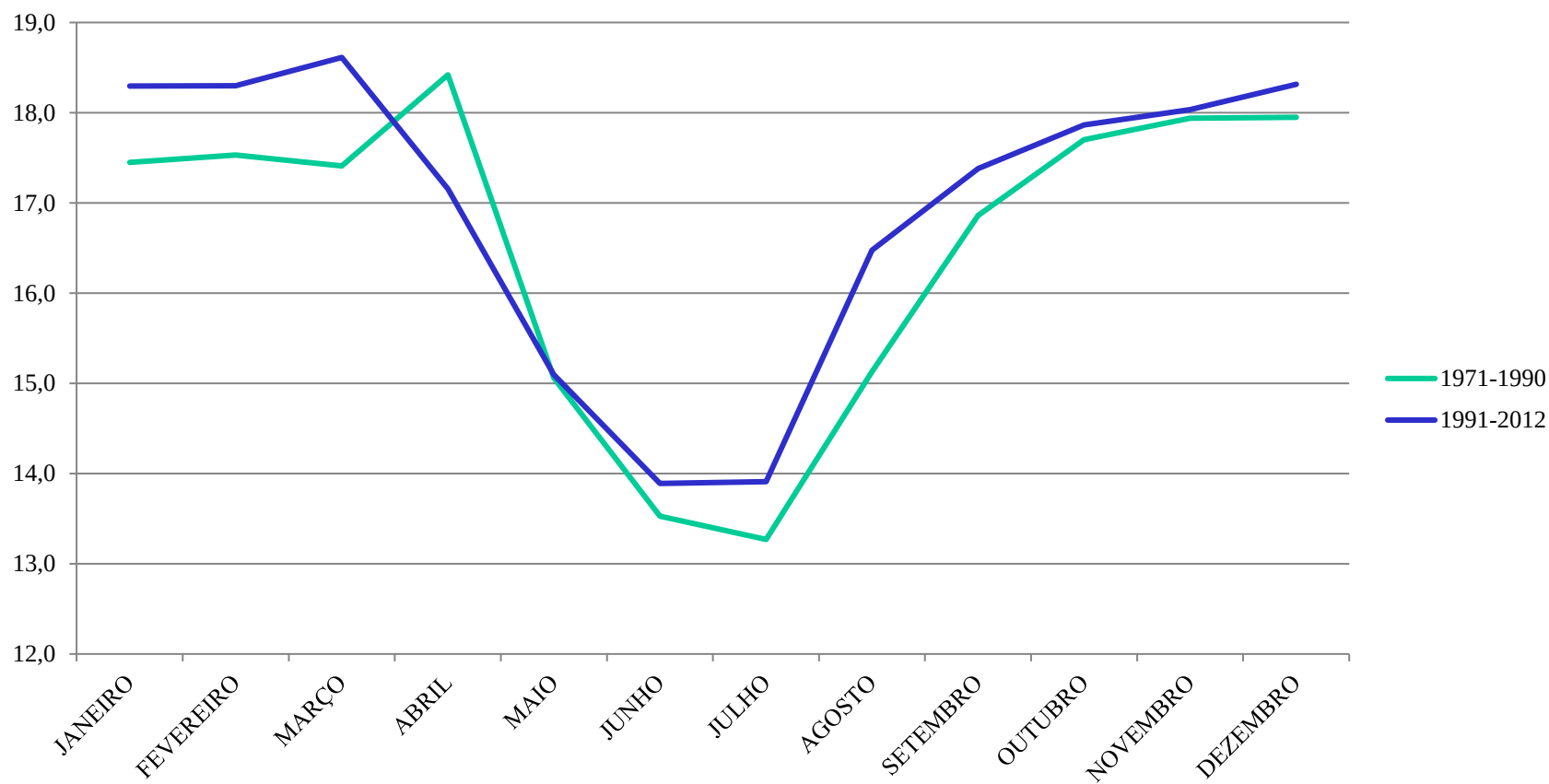
Variações da temperatura média mensal para os períodos de 1971-1990 e 1991-2012 registradas pela estação meteorológica da Embrapa Hortaliças.





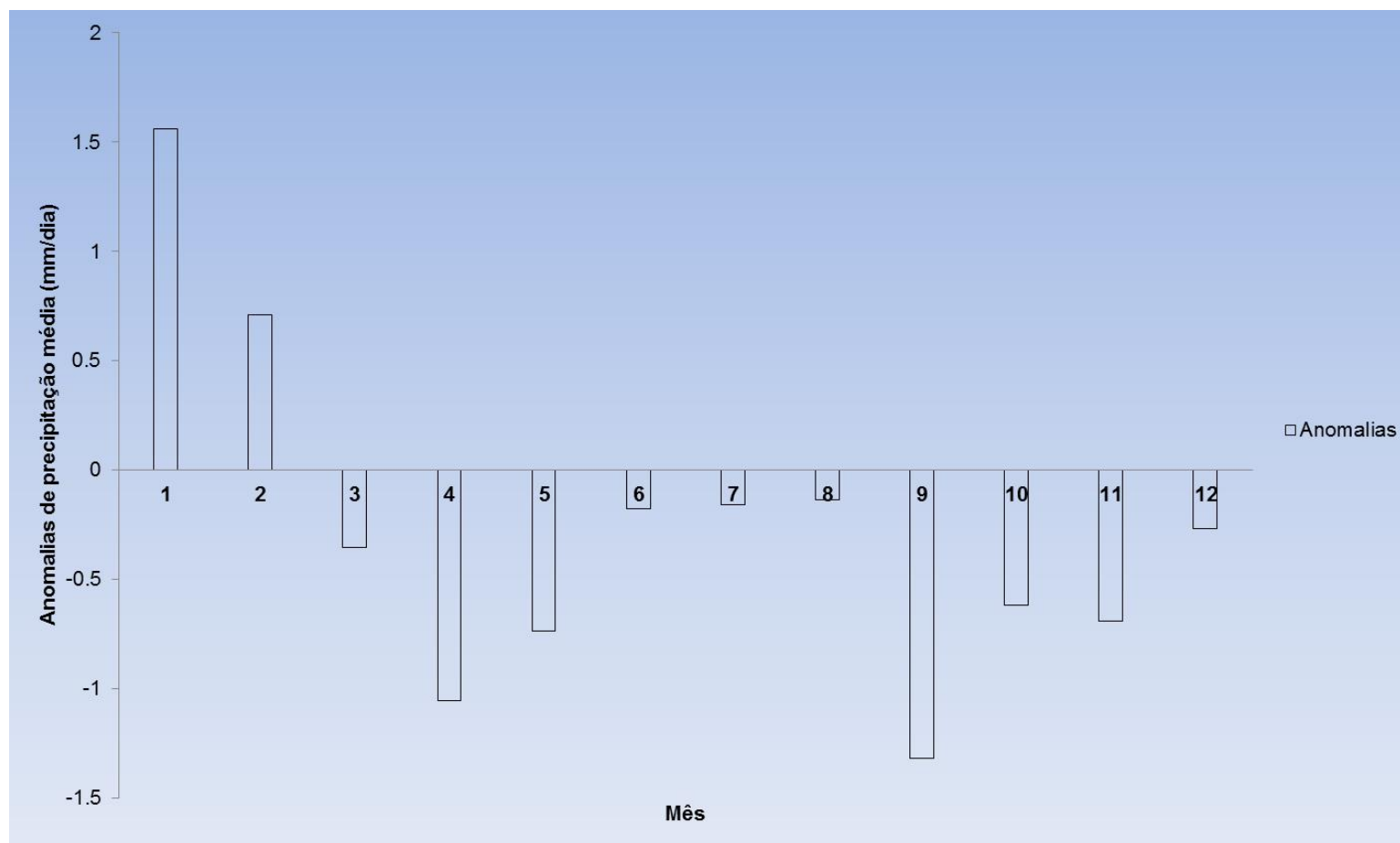
Variações da temperatura máxima média mensal para os períodos de 1971-1990 e 1991-2012 registradas pela estação meteorológica da Embrapa Hortaliças.





Variações da temperatura mínima média mensal para os períodos de 1971-1990 e 1991-2012 registradas pela estação meteorológica da Embrapa Hortaliças.

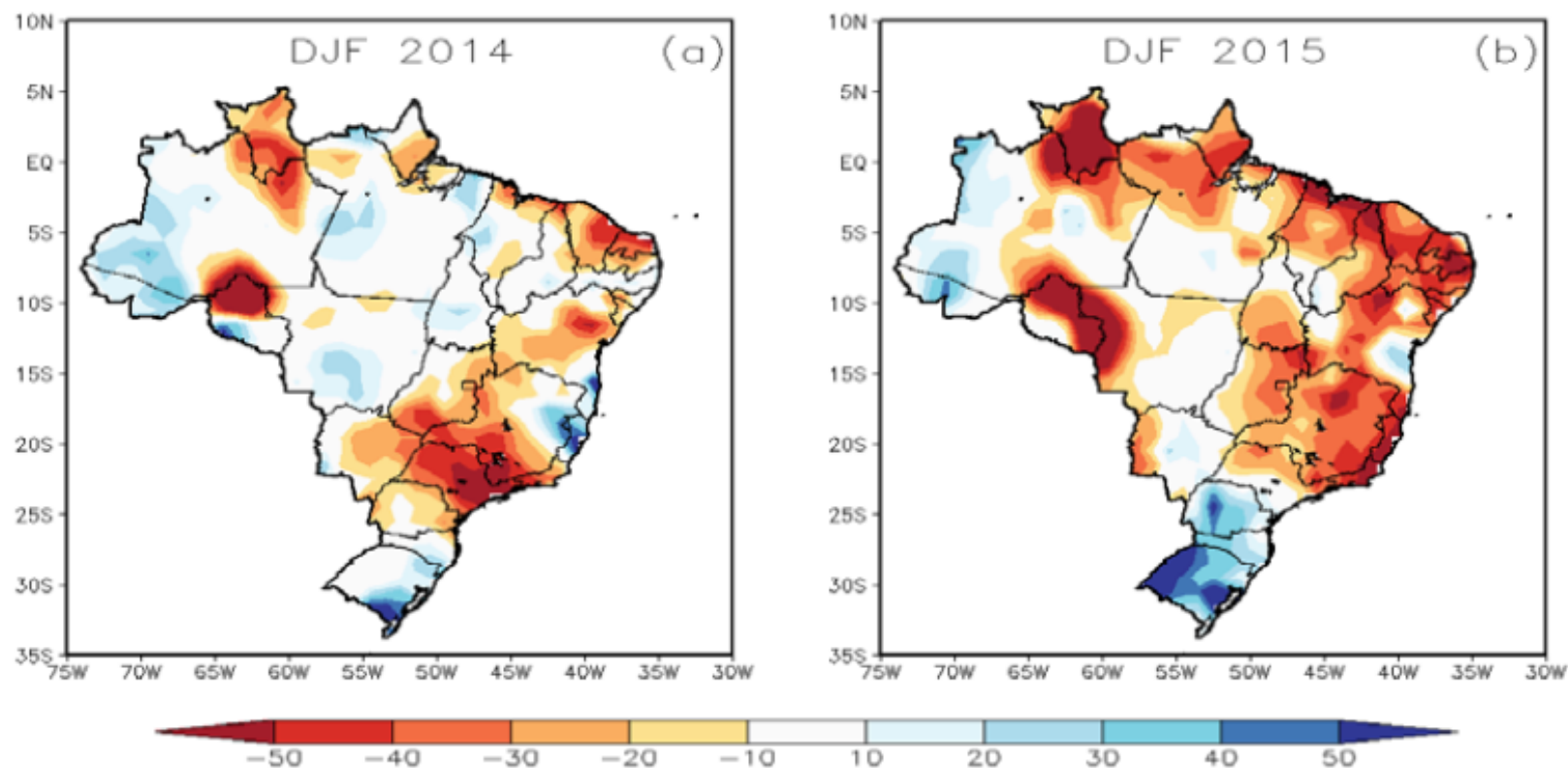




Anomalias da precipitação pluviométrica observadas no período de 1991-2012 comparativamente ao período 1971-1990 registradas pela estação meteorológica da Embrapa Hortaliças.



Figura 2 – Anomalia de precipitação (%) para os meses de verão (dezembro a fevereiro - DJF) de 2014 (a) e 2015 (b). Os dados de precipitação são provenientes do *Global Precipitation Climatology Centre - GPCC*.



Fonte: Elaboração própria

Fonte: DI GIULIO et al. (2019).

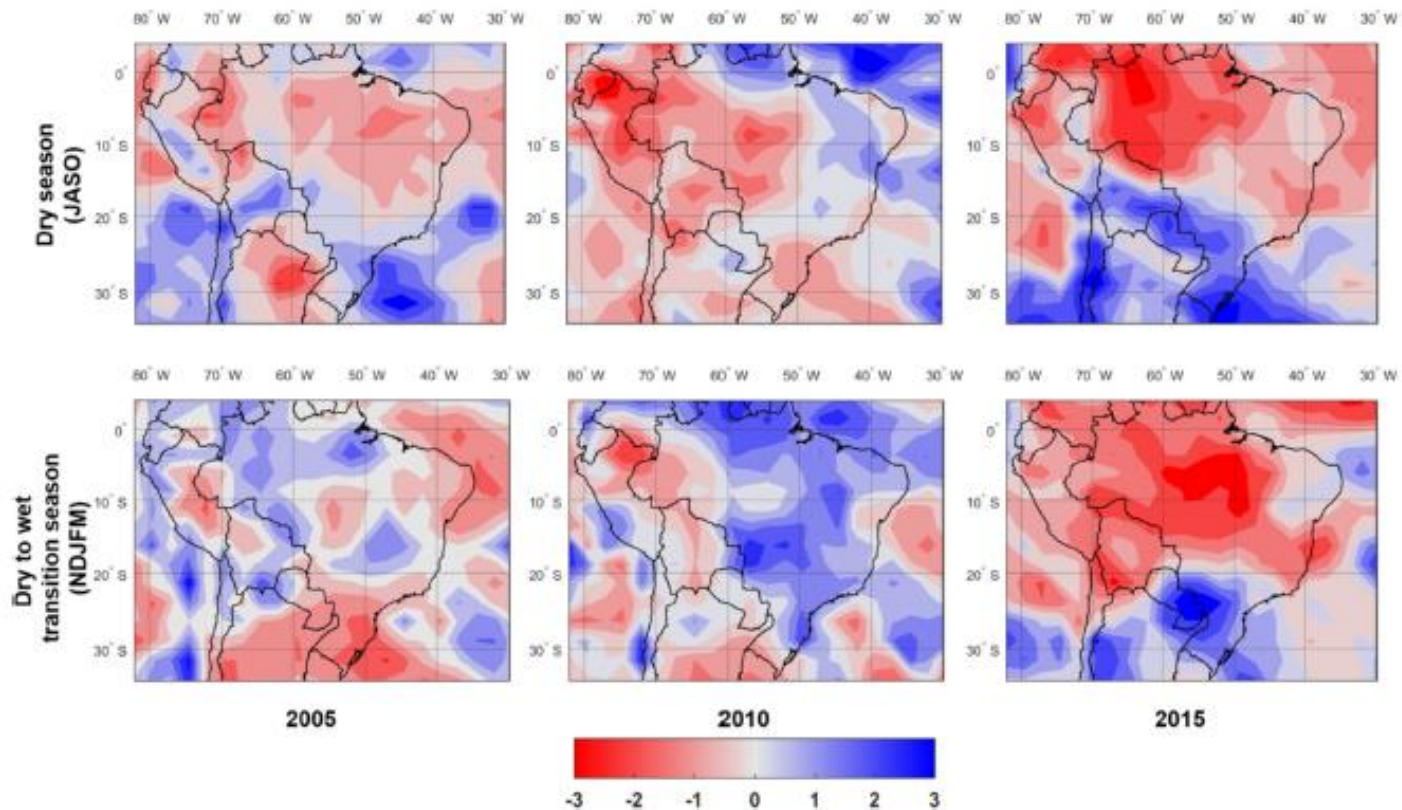


Fig. 3. Seasonal standardized anomalies of the average accumulated precipitation during the dry and dry-to-wet transition seasons of 2005, 2010 and 2015. The color bar varies from -3.0σ (red) to 3.0σ (blue).

FONTE: RIBEIRO ET AL. (2018).

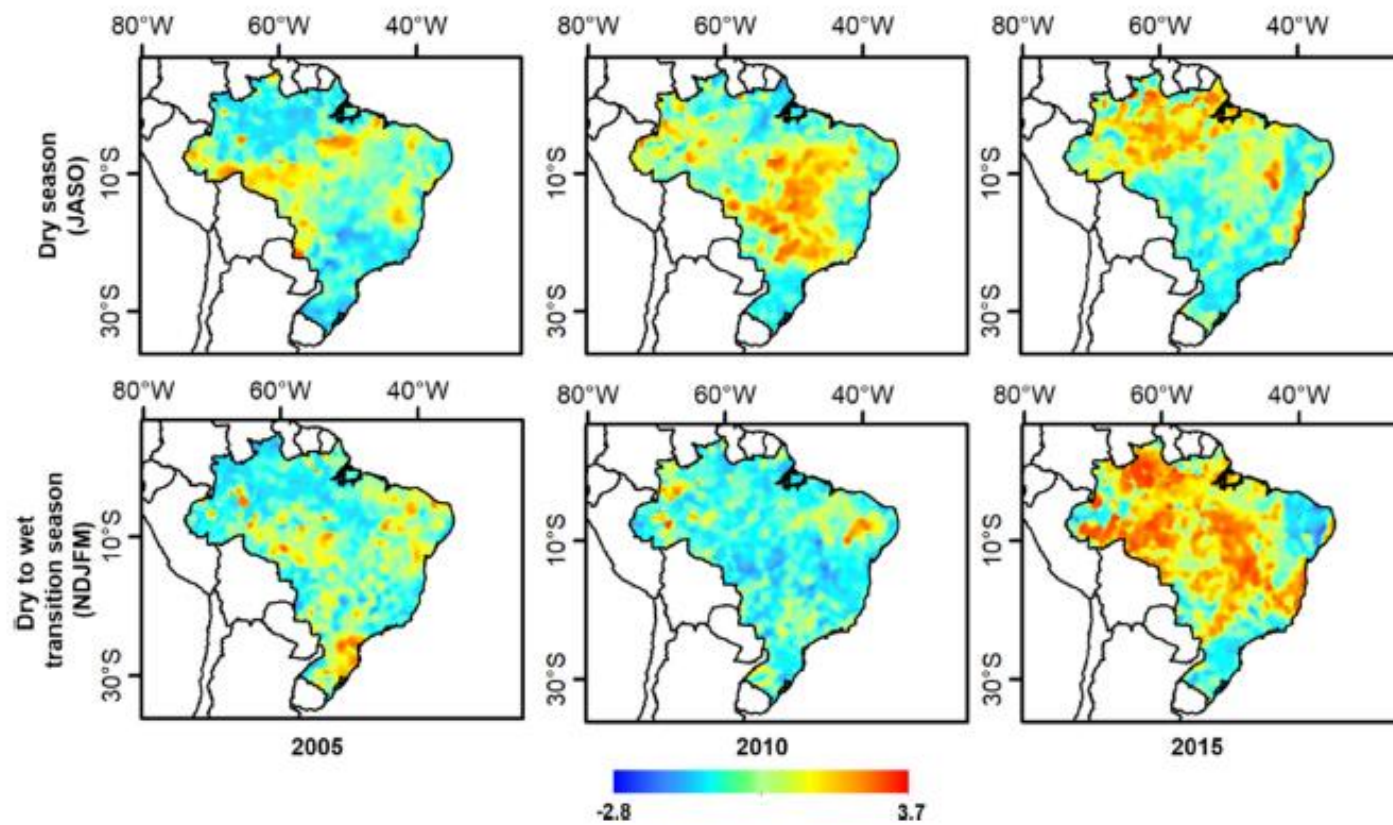


Fig. 2. Seasonal standardized anomalies of the BB outbreaks during the dry and dry-to-wet transition seasons of 2005, 2010 and 2015. The color bar varies from -2.8σ (blue) to 3.7σ (red).

Fonte: Ribeiro et al. (2018).

Temperaturas dos picos ATD exotérmicos de oxidação da MOS para oito solos do estado de Minas Gerais.

Solo	Horizonte	Temperatura °C
LVdf	A	321.14
LVdf	Bw	299.00
LVwf	A	323.13
LVwf	Bw	345.78
LVAdh	A	313.76
LVAdh	Bw	322.81
LAW	A	365.99
LAW	Bw	361.38
PVAd	A	300.48
PVAd	Bt	303.95
NVe	A	310.27
NVe	B	292.16
CXe	A	311.66
CXe	Bi	291.90
CXd	A	301.69
CXd	Bi	305.73



Fonte:
(2010)

Lima

Coeficientes de correlação de Pearson entre as temperaturas registradas para os picos de oxidação da MOS e características químicas de oito solos tropicais.

Variável	Coeficiente de correlação
Al_2O_3	0.87**
Gibbsita	0.84**
Caulinita	-0.82**
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	0.81**
pH KCl	0.78**
Ki	-0.72**
Kr	-0.72**
SiO_2	-0.71**
Fe_2O_3	0.53*
TiO_2	0.53*
Fe_d	0.52*
Silte/Argila	-0.52*
Argila	0.50*
P-rem	-0.46^
HU/AF	-0.45^
HU/(AF+AH)	-0.44^



Fonte:
(2010)

Lima

Impactos das mudanças climáticas sobre os sistemas agrícolas de produção



Impactos das mudanças climáticas sobre os sistemas agrícolas de produção.

- IPCC (2014) – Impactos negativos das mudanças climáticas devem ser mais comuns que os positivos;
- Elevação da T_{méd} superior a 4 °C, associado à aumenta da demanda por alimentos – risco à segurança alimentar;
- Pellegrino et al. (2007) – aumento superior a 3 °C deve causar perda da área cultivada de 18 % para o arroz, 11 % para o feijão, 58 % para o café e 7 % para o milho;
- Plantas C3 devem ser mais impactadas que plantas C4 – Milho e Cana-de-açúcar, por exemplo, devem ser menos impactados;
- Temperatura x Déficit hídrico;
- Zullo Júnior. et al. (2008):
 - Soja em MT – Perdas de US\$ 1,6 bi no pior cenário;
 - Soja no PR – Perdas superiores a US\$ 2 bi no pior cenário;
 - Café em MG – Perdas superiores a US\$ 2,1 bi no pior cenário;
 - Café em SP – Perdas superiores a US\$ 460 mi no pior cenário.



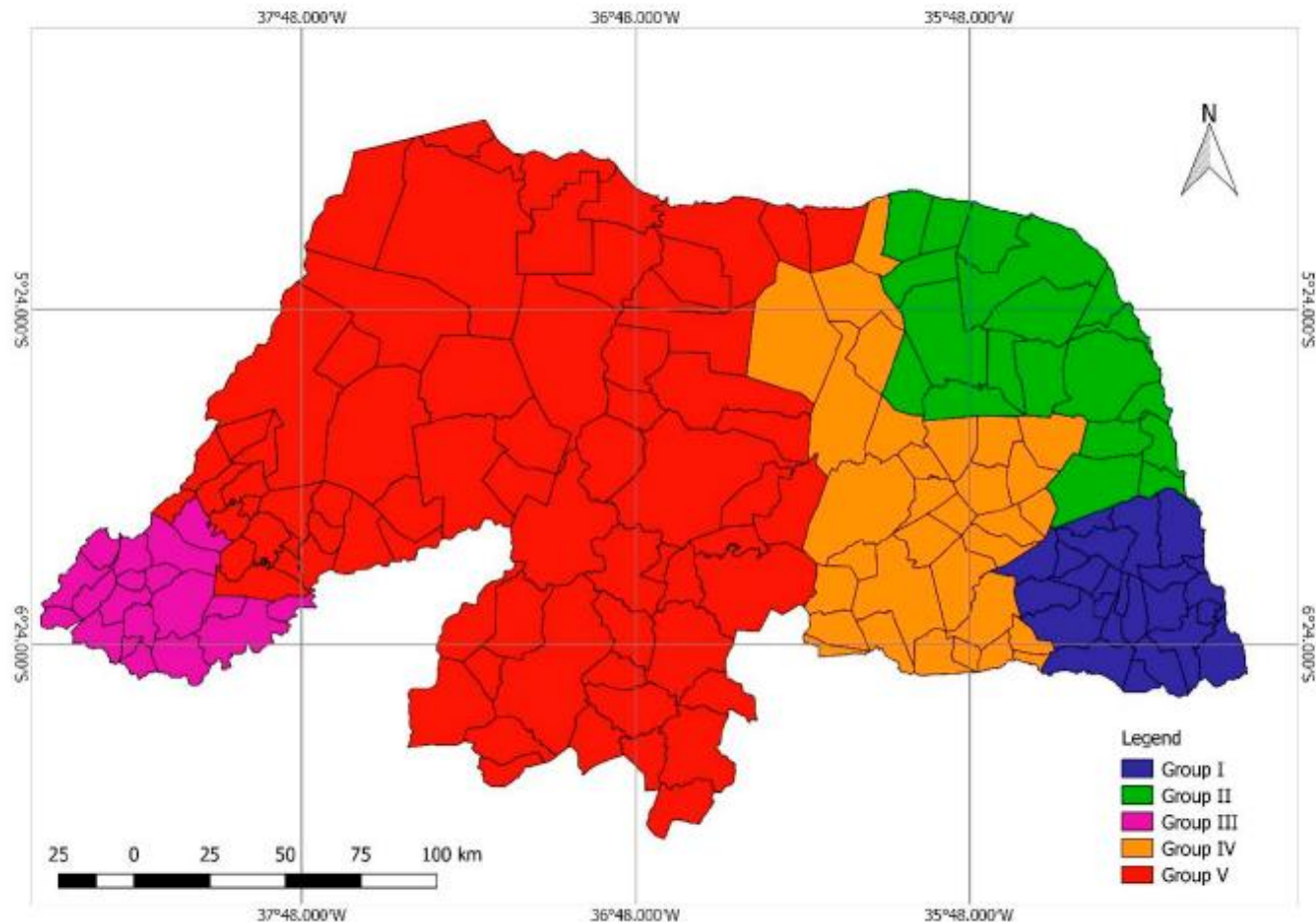
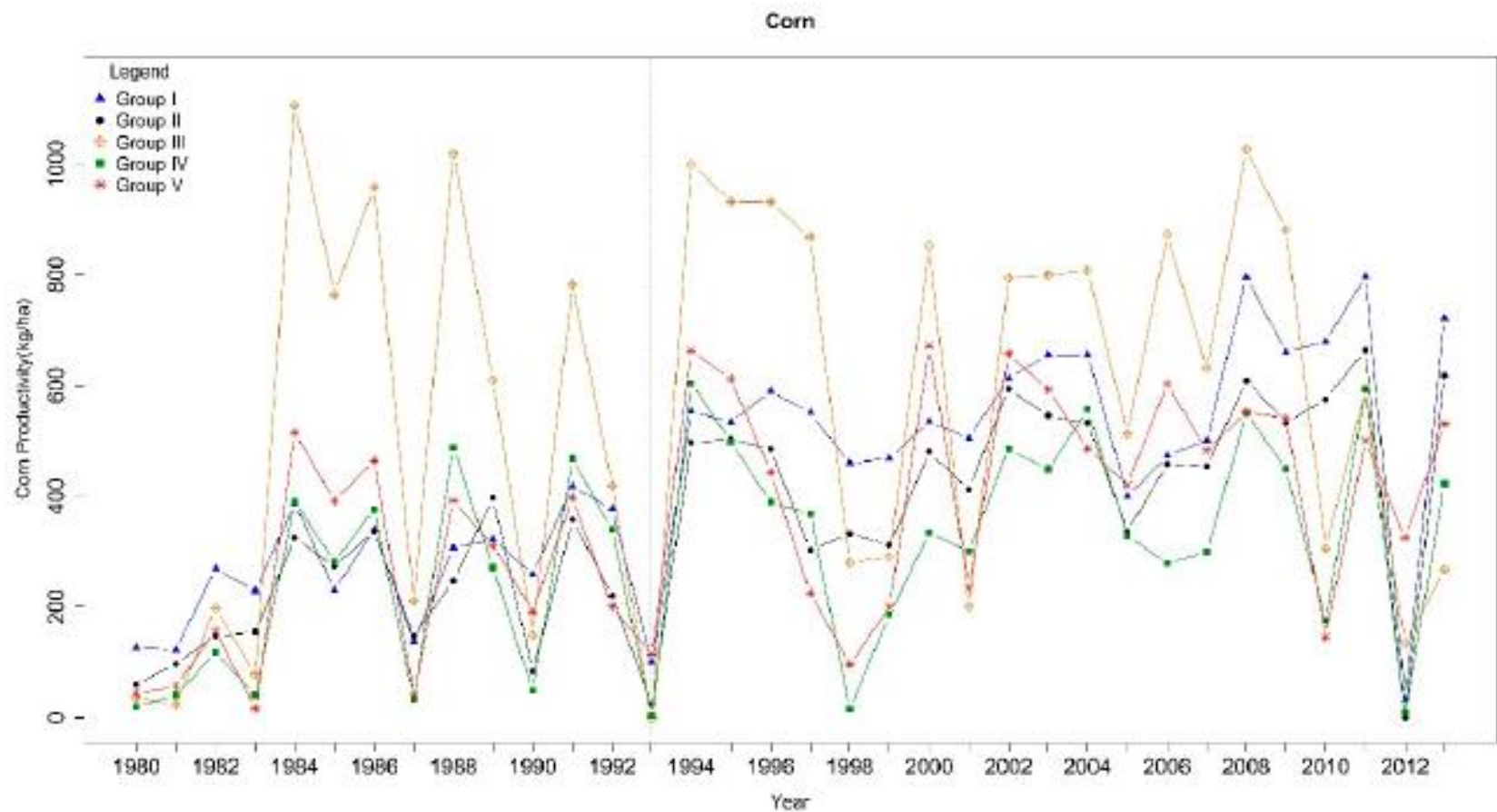


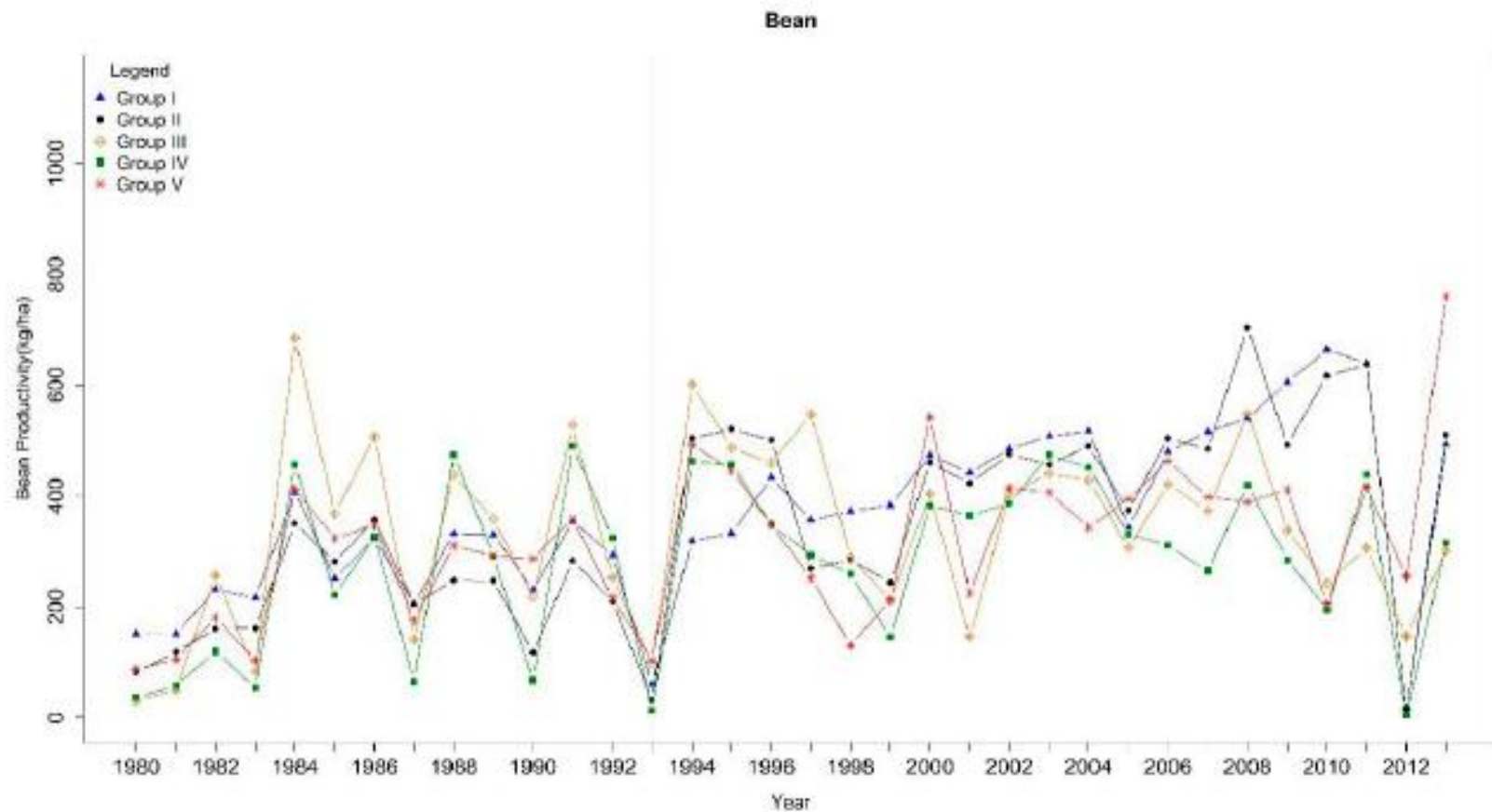
Figure 2. Municipal classification regarding clusters of occurrences of rainfall extremes based on the CDD and R95p indicators in the Rio Grande do Norte state in the period from 1980 to 2013.

Grupo I – foi caracterizado pelas menores quantidades de dias secos consecutivos com chuva abaixo de 1 mm (35 dias/ano), enquanto 5 % dos registros de chuva excederam 313,8 mm; Grupo II – apresentou média anual de 40,3 dias secos consecutivos e 5 % dos registros excedendo 287,6 mm; Grupo III - apresentou a segunda maior média de dias secos consecutivos com precipitação abaixo de 1 mm, correspondendo a 79,6 dias/ano e 5 % dos registros excedendo 190,1 mm, com tendência de crescimento; Grupo IV – apresentou média de 60 dias secos consecutivos, com tendência de crescimento e 5 % dos valores registrados excedendo 179,8 mm; Grupo V – foi caracterizado como a mais árida região do estado, com a mais alta quantidade de dias consecutivos de dias secos – 95,1 dias/ano em média – e 5 % de registros de precipitação acima de 150,9 mm. Fonte: Do Vale et al. (2020).



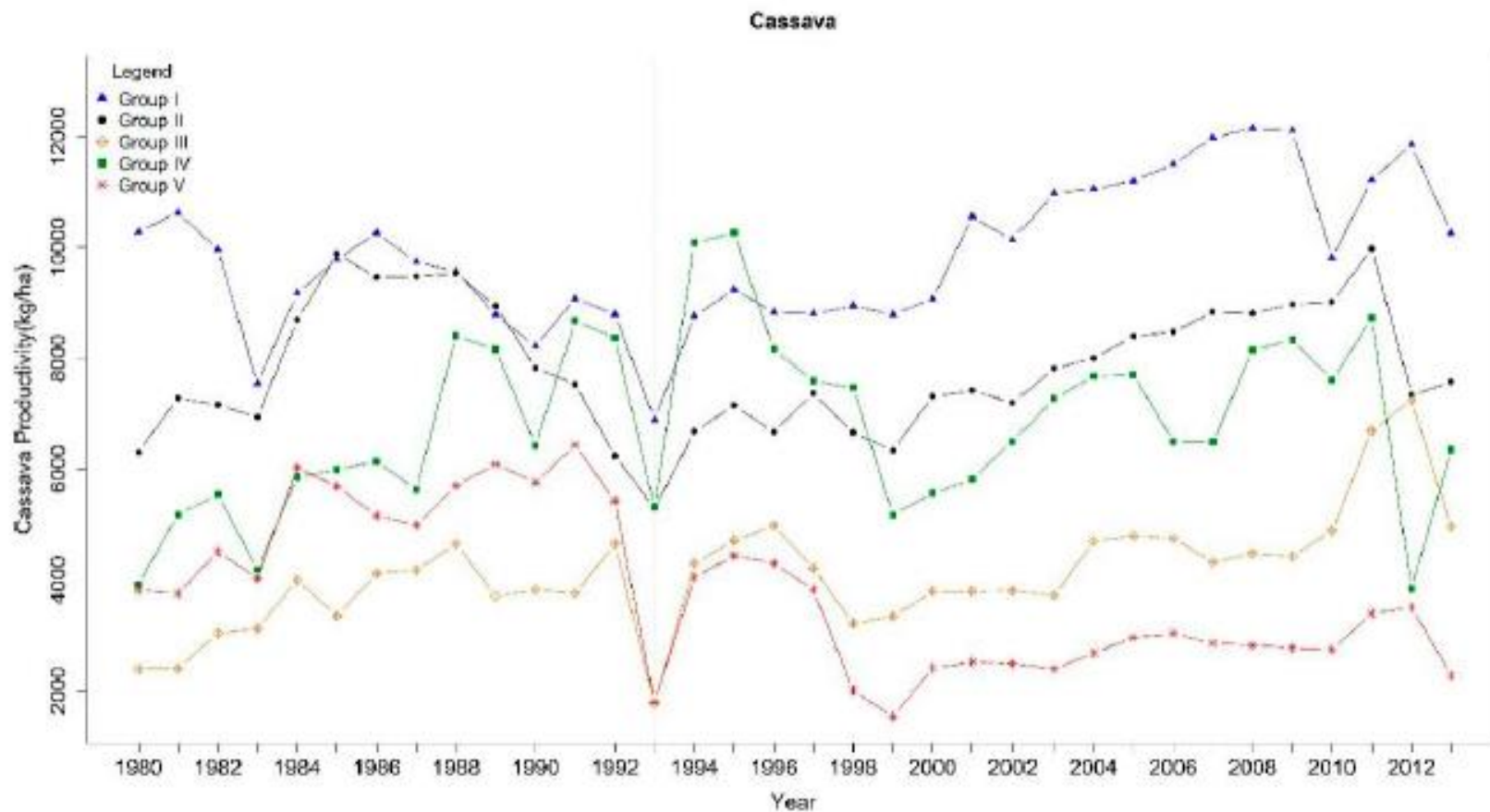
(A)

Tendência de produtividade de milho em diferentes regiões do estado do Rio Grande do Norte. Fonte: Do Vale et al. (2020).



(B)

Tendência de produtividade de feijão em diferentes regiões do estado do Rio Grande do Norte. Fonte: Do Vale et al. (2020).



(C)

Tendência de produtividade de mandioca em diferentes regiões do estado do Rio Grande do Norte. Fonte: Do Vale et al. (2020).

Impactos das mudanças climáticas sobre os sistemas agrícolas de produção.

Acúmulo de fósforo em solo sob cultivo protegido devido ao mau manejo da adubação. Fonte: Guedes & Silva (comunicação pessoal)

Estufa	Valor considerado alto por recomendação mg.dm ⁻³	Valores obtidos em análises de solos sob cultivo protegido mg.dm ⁻³
1	>18	1086
2	>18	648
3	>18	520
4	>18	68,8
5	>18	649
6	>18	419
7	>18	660
8	>18	987
9	>18	89,7
10	>18	1086



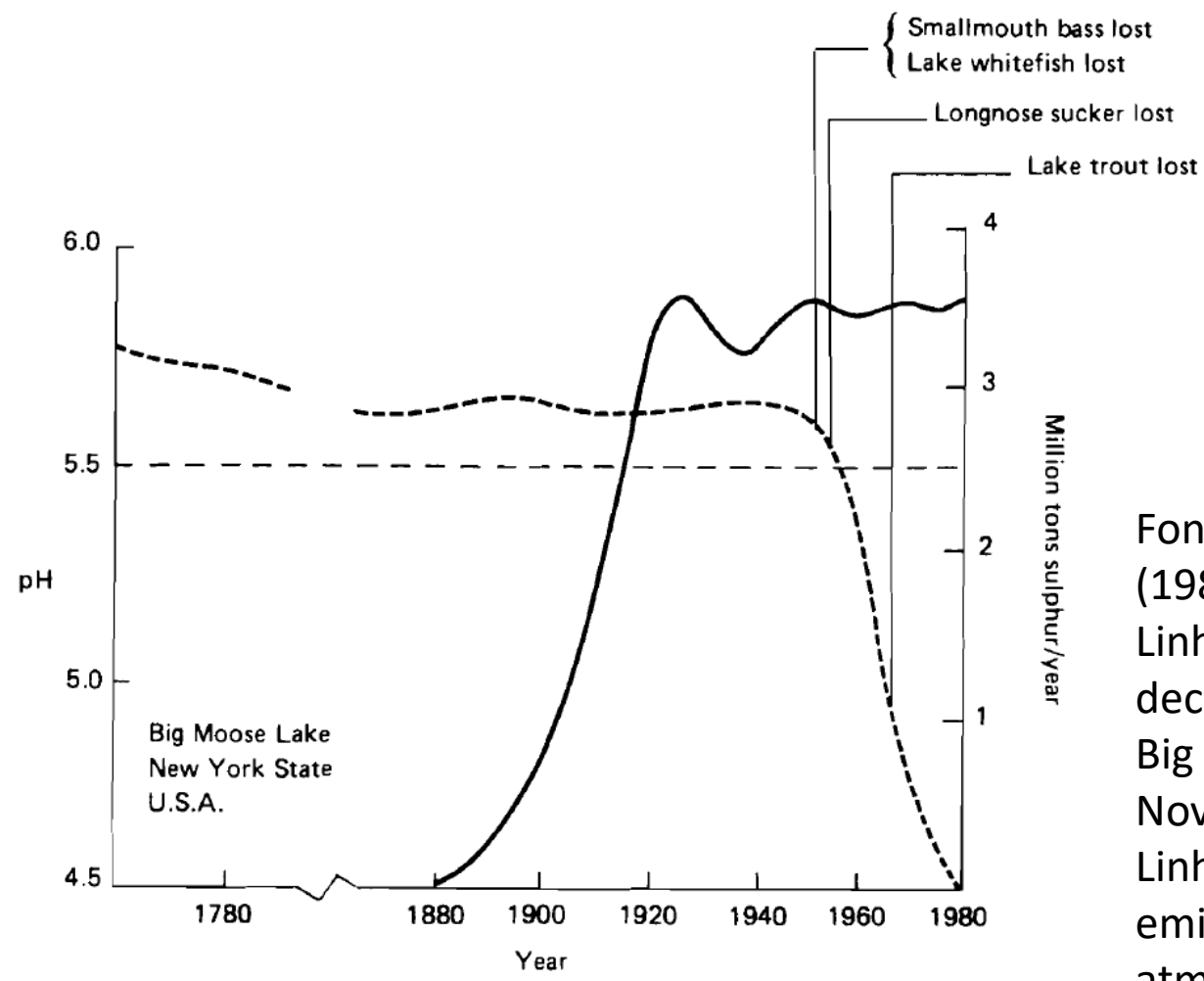
Impactos das mudanças climáticas sobre os sistemas agrícolas de produção.

Acúmulo de micronutrientes em solo sob cultivo protegido devido ao mau manejo da adubação. Fonte: Guedes & Silva (comunicação pessoal)

Elemento	Valor considerado alto por recomendação mg.dm ⁻³	Valor máximo obtido em análises de solos sob cultivo protegido mg.dm ⁻³
B	0,90	0,88
Cu	1,80	7,34
Fe	45,00	175,00
Mn	12,00	46,80
Zn	2,20	28,80



Impactos das mudanças climáticas sobre os sistemas agrícolas de produção.



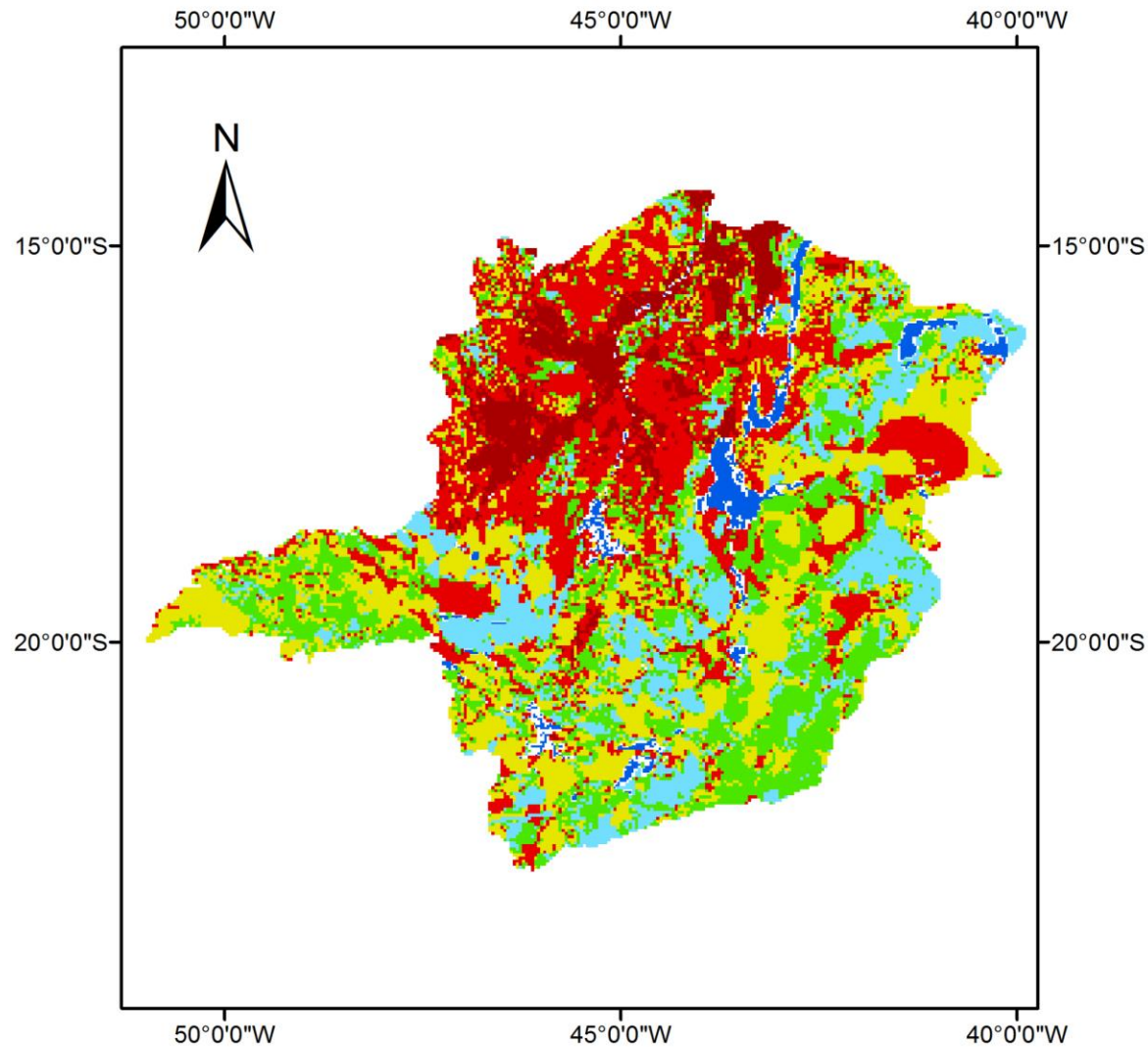
Fonte: Stigliani (1988)

Linha tracejada – declínio de pH do Big Moose Lake, Nova York.

Linha contínua – emissões atmosféricas de SO₂.



Aquifer Vulnerability to Heavy Metals Contamination



Coordinate System: GCS South American 1969
Datum: South American 1969
Units: Degree

0 75 150 300 450 600 Km



Legend

 Water Bodies and Rock Outcrops

Aquifer Vulnerability

 Very Low

 Low

 Moderate

 Moderately High

 High

Fonte:
(2007)

Lima

Impactos das mudanças climáticas sobre os sistemas produtivos de hortaliças e possíveis ações mitigadoras e adaptativas



Impactos das mudanças climáticas sobre os sistemas produtivos de hortaliças e possíveis medidas mitigadoras e adaptativas.

- De la Peña & Hughes (2007) – estresses ambientais são a maior causa de perda da agrícola no mundo;
- Processos que devem ser magnificados com as mudanças climáticas:
- Aumento da temperatura do ar;
- Limitação de água disponível para irrigação;
- Inundação de terrenos;
- Salinização de solos;
- Redução da fertilidade dos solos;
- Aumento de processos erosivos.



- Primeira vertente: Melhoramento genético
 - Genótipos tolerantes às altas temperaturas;
 - Genótipos resistentes à pragas e doenças emergentes;
 - Genótipos responsivos às altas concentrações de CO₂ atmosférico;
 - Genótipos mais eficientes no uso de água e nutrientes (especialmente os menos móveis);





Ensaio para seleção de cultivares de alface tolerantes ao calor extremo (35 graus Celsius por 24 horas).





Efeito do uso de fertilizantes orgânicos (à esquerda) e minerais (à direita) sobre o pendoamento de diferentes cultivares de alface.



- Segunda vertente: Sistemas produtivos
 - Cultivo em ambiente protegido;
 - Uso de práticas conservacionistas;
 - Uso do sistema de plantio direto;
 - Uso do sistema orgânico de produção;
 - Desenvolvimento e uso de sistemas integrados (Sistemas agroflorestais, por exemplo).



Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)











Plantio Direto de Hortalças na Palha



Implementação do experimento
e transplante de mudas

T3

T1

T2



20 dias



80 días



Plantio Direto de Hortalças na Palha



Plantio Direto de Hortalças na Palha



Plantio Direto de Hortalças na Palha



Plantio Direto de Hortalças na Palha



Reuso de águas residuárias e Sistema ReAqua



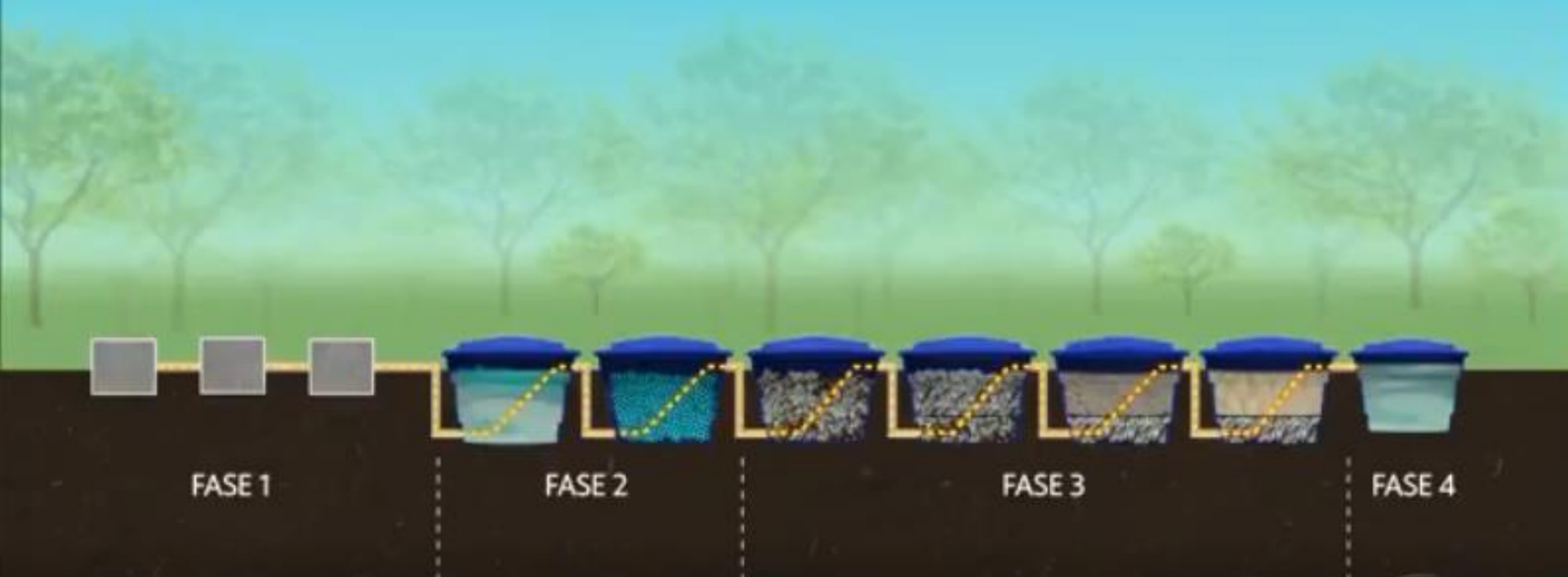
Proposta de desenvolvimento de Estações de Tratamento de Esgoto e de sistemas de produção agrícola de baixo custo para pequenas comunidades rurais e/ou isoladas (Sistema ReAqua).

Tratamento preliminar: gradeamento, caixa de gordura e desarenador;

Tratamento secundário: tanque séptico + filtro anaeróbico;

Tratamento terciário: pré-filtração em dois filtros, sendo o primeiro com brita 3 e o segundo com brita 1, seguido de filtros lentos constituídos de areia média, areia fina e manta geotêxtil, além de desinfecção por cloro.





Esquema representativo da etapa de tratamento de efluentes do Sistema ReAqua.









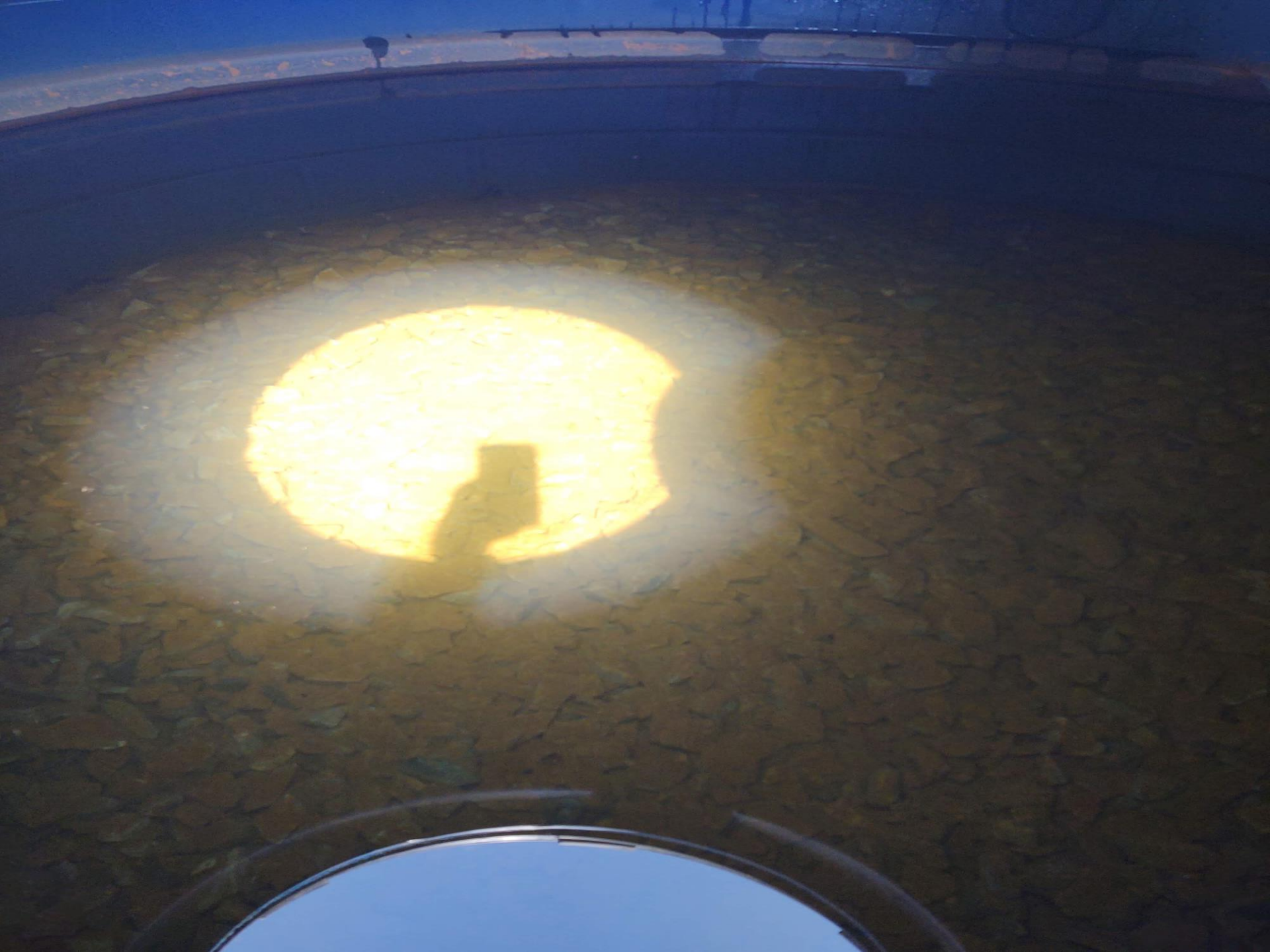












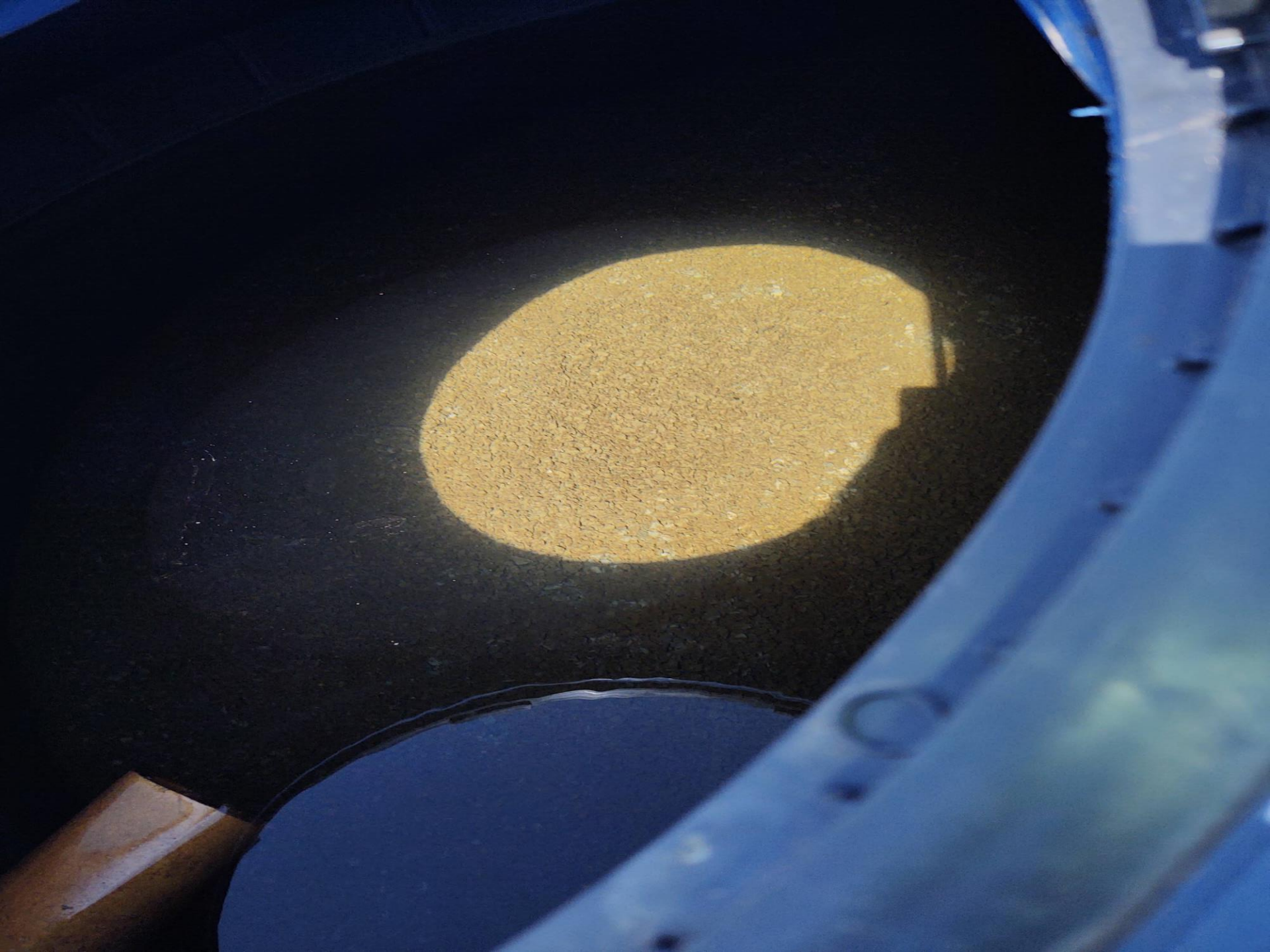












Tabela 1 – Parâmetros mensurados e eficiência do tratamento na ETE experimental da Embrapa Hortaliças ao final do primeiro trimestre de operação.

Etapa de tratamento	pH	CE	OD	DBO _{5,20}	Turbidez	Cloro Residual
		dS/m	OD	mg/L	UNT	mg/L
Entrada da ETE	8,4	1,1	2,8	290,0	177	0
Tratamento secundário	8,0	0,88	5,3	74,8	69	0
Tratamento terciário	8,1	0,85	5,6	< 3,0	7	1,8
Eficiência (%)	-	-	-	98,6	96,1	-



Tabela 2 – Coliformes totais e termotolerantes ao longo do sistema de tratamento em ETE desenvolvida para atendimento à Comunidades Isoladas.

	Caixa 1 (TS)	Caixa 2 (FB)	Caixa 3 (FBR3)	Caixa 4 (FBR1)	Caixa 5 (FARM)	Caixa 6 (FARF)	Caixa 7 (TCC)	Eficiência
	UFC/100 mL							
Coliformes totais	7,7 x 10 ⁴	1,1 x 10 ³	38	21	2	1	0	100 %
Coliformes termotolerantes	3,0 x 10 ³	1,0 x 10 ³	34	22	2	0	0	100 %

TS – Tanque séptico; FB – Filtro biológico anaeróbico; FBR3 – Filtro de brita 3; FBR1 – Filtro de brita 1; FARM – Filtro de areia média; FARF – Filtro de areia fina; TCC – Tanque de contato com o cloro.



Tabela 3 – Concentração de Amônia, Nitrito, Nitrato, Sulfato e Fosfato em ETE desenvolvida para atendimento à Comunidades Isoladas.

	NH ₃	NO ₂	NO ₃	SO ₄	PO ₄			
	mg/L							
Água residuária	0,17	0,02	51	100	2,8			
Água do ribeirão	0,00	0,00	26	60	2			

TS – Tanque séptico; FB – Filtro biológico anaeróbico; FBR3 – Filtro de brita 3; FBR1 – Filtro de brita 1; FARM – Filtro de areia média; FARF – Filtro de areia fina; TCC – Tanque de contato com o cloro.



Produtividade de alface crespa irrigada com água residuária e água proveniente do Ribeirão Capoeirinha – Ponte Alta, Gama – DF. Os resultados foram obtidos por meio da condução de experimento em parcela subdividida onde os tipos de água foram alocados nas parcelas e os tipos de coberturas do solo nas subparcelas.

	Massa	Número de plantas	Peso médio por planta
	g		g/planta
	Tipo de água		
Água residuária	23875.83 ^{ns}	43.08 ^{ns}	530.71
Corpo d'água	22378.33 ^{ns}	42.50 ^{ns}	556.35
	Cobertura do solo		
Solo nu	24401.66 ^{ns}	44.33 ^{ns}	552.99 a
Palhada de milheto	20751.66 ^{ns}	44.83 ^{ns}	462.76 b
Mulching Preto	24251.66 ^{ns}	40.50 ^{ns}	599.52 a
Mulching dupla face	23103.33 ^{ns}	41.50 ^{ns}	558.86 a

ns – não significativo quando avaliados considerando um erro experimental de 5 % pelo teste de Scott-Knott. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo mesmo teste e erro experimental.





Cobertura do solo	ET	AG	ET	AG	ET	AG
	UFC g ⁻¹					
	Coliformes totais		E. Coli		Salmonella	
Solo nu	3,1 x 10 ³	1,6 x 10 ³	0	0	0	0
Palhada de milho	4,9 x 10 ³	7,7 x 10 ¹	0	0	0	0
Mulching dupla face	4,2 x 10 ³	2,3 x 10 ³	0	0	0	0
Mulching preto	2,8 x 10 ³	5,0 x 10 ³	0	0	0	0





Considerações finais



Grato pela atenção

Contato: carlos.pacheco-lima@embrapa.br

61-33859047

61-993431586



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

