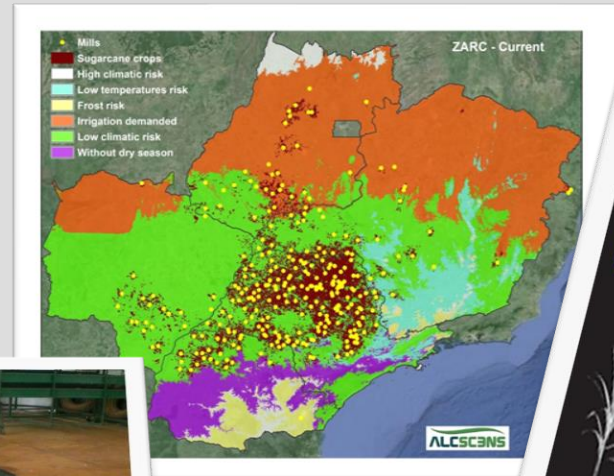
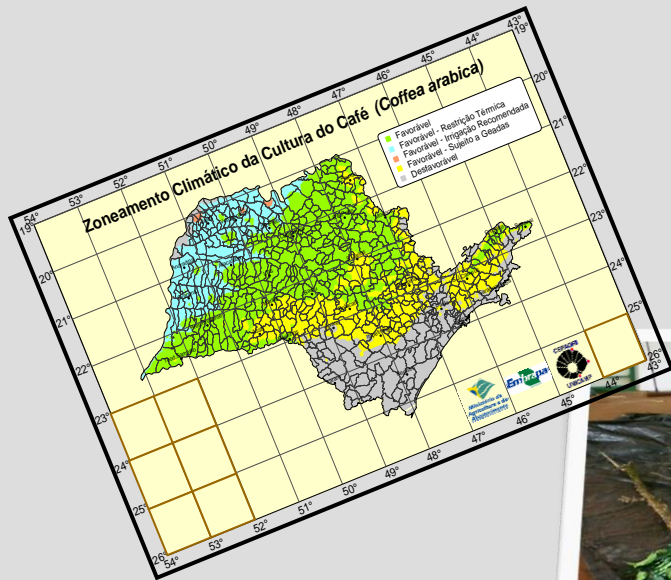


Cenários de mudanças climáticas e seus impactos nas culturas do café e da cana-de-açúcar



Jurandir Zullo Junior – jurandir@cpa.unicamp.br

Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos

https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico

gov.br Governo Federal

[Órgãos do Governo](#) [Acesso à Informação](#) [Legislação](#) [Acessibilidade](#) [Entrar](#)

[Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento](#)

Buscar no Site



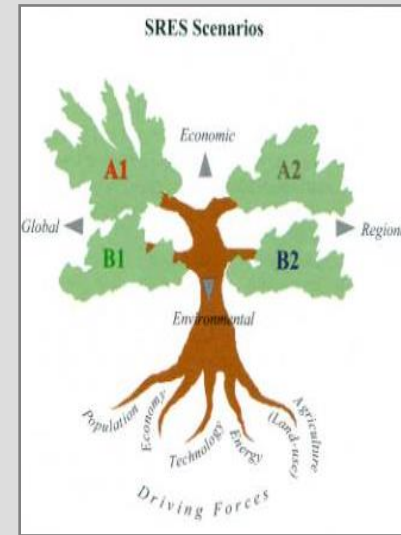
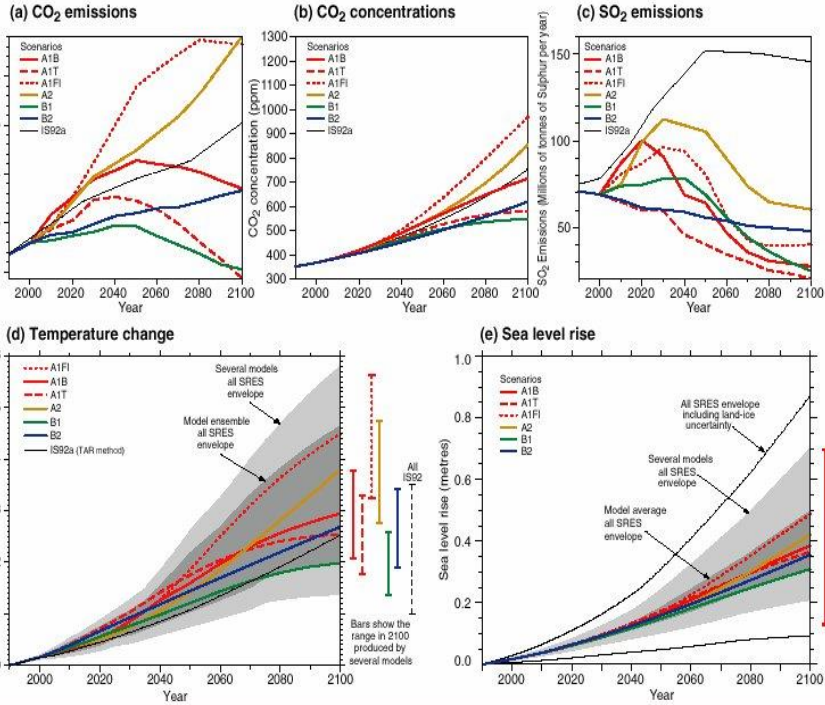
[Assuntos](#) [Gestão de Riscos](#) [Programa Nacional de Zoneamento Agrícola de Risco Climático](#)



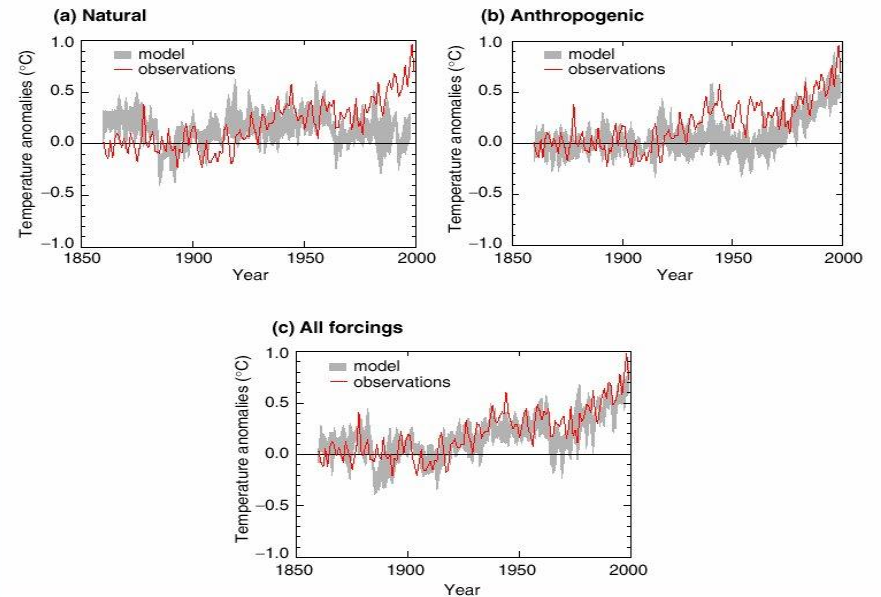
Programa Nacional de Zoneamento Agrícola de Risco Climático

O que poderá acontecer com a *Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (ZARC)* caso ocorram as mudanças climáticas na forma como têm sido anunciadas pelo *Relatório do IPCC (2001)*?

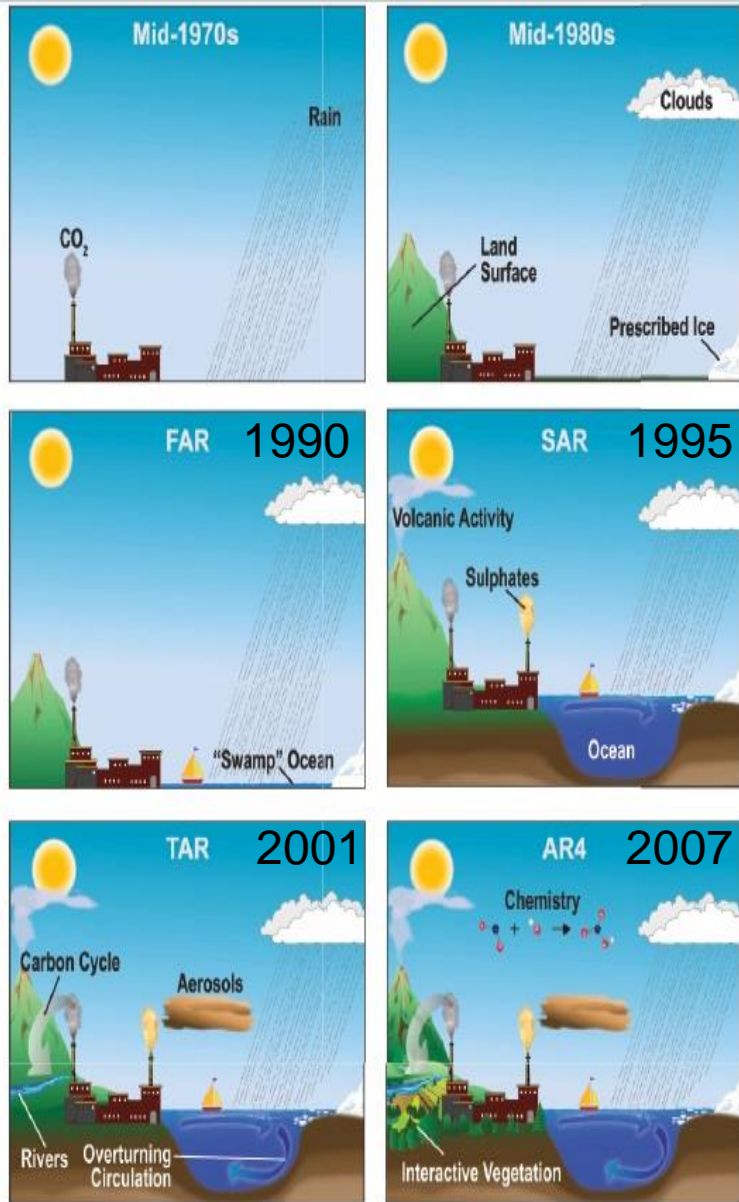
The global climate of the 21st century



Simulated annual global mean surface temperatures

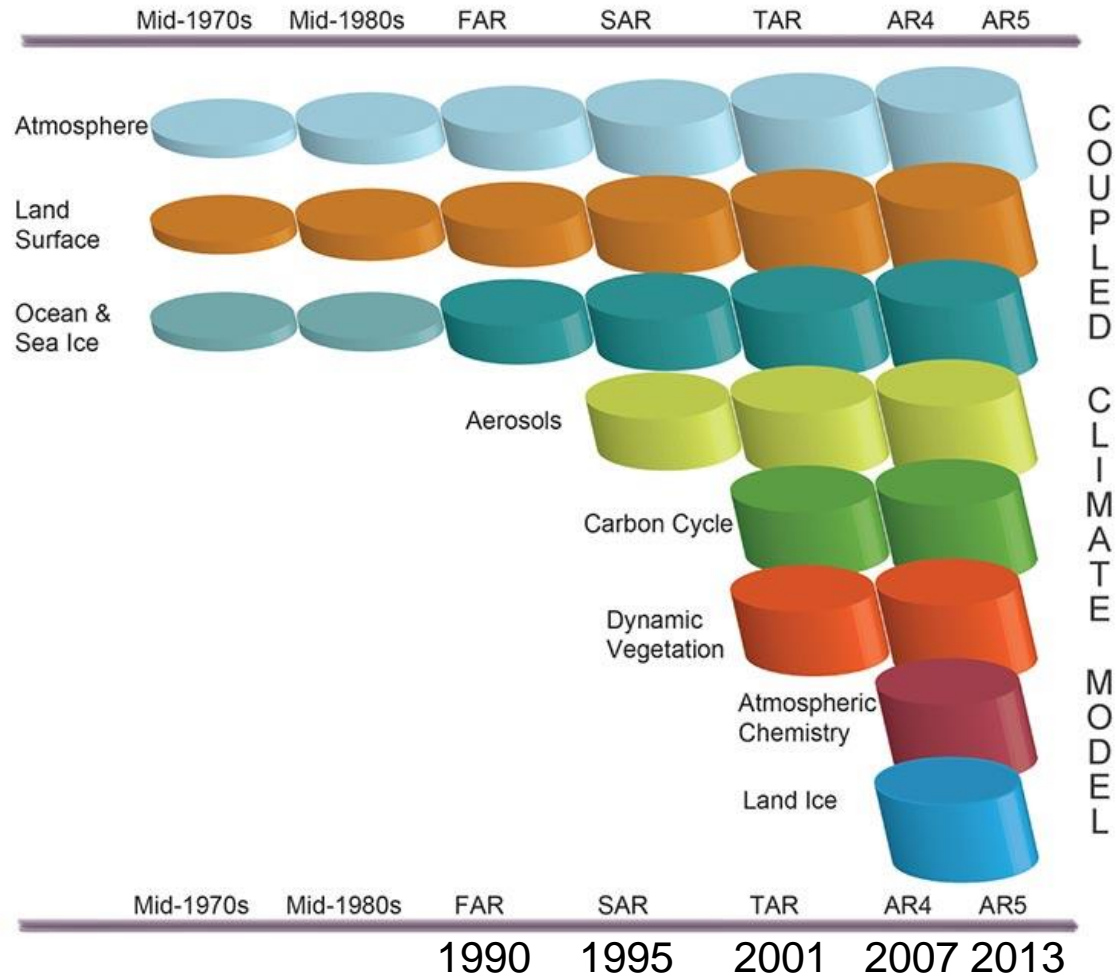


Fonte: *Climate Change 2001, IPCC-WGII-TAR, Impacts, Adaptation and Vulnerability, 2001*



Fonte: IPCC AR4 report, 2007

Increasing Climate Model Components



Fonte: <https://nca2014.globalchange.gov/report/appendices/climate-science-supplement/graphics/increasing-climate-model-components>

Mudanças Climáticas

2014 Second International Workshop on Software Engineering for High Performance Computing in Computational Science & Engineering

Climate Models: Challenges for Fortran Development Tools

Mariano Méndez

III-LIDI, Facultad de Informática
Universidad Nacional de La Plata
50 y 120, 1900, La Plata, Argentina

Fernando G. Tinetti

III-LIDI, Facultad de Informática
Universidad Nacional de La Plata
50 y 120, 1900, La Plata, Argentina
and
Comisión de Investigaciones Científicas
de la Prov. de Bs. As.

Jeffrey L. Overbey

Department of Computer Science
and Software Engineering
Auburn University, AL, USA

Table I. CLIMATE MODELS ANALYZED

Modeling Group	Model(s)	Institution
BCC	BCC-CSM1.1	Beijing Climate Center, China Meteorological Administration
CSIRO-QCCCE	CSIRO-Mk3.6.0	Commonwealth Scientific and Industrial Research Org. and Queensland Climate Change Centre of Excellence
INM	INM-CM4	Institute for Numerical Mathematics
IPSL	IPSL	Institut Pierre-Simon Laplace
MOHC	HadGEM2, HadGEM3	Met Office Hadley Centre
MPI-M	MPI-ESM-LR	Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M)
NASA GISS	ModelE, GISS	NASA Goddard Institute for Space Studies
NASA GMAO	GEOS-5	NASA Global Modeling and Assimilation Office
NCAR	CCSM3, CCSM4	National Center for Atmospheric Research
NOAA GFDL	GFDL-CM2.1	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
NSF-DOE-NCAR	CESM1	National Science Foundation, Department of Energy, National Center for Atmospheric Research
CMCC-CESM	CMCC-CESM	Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici
COLA and NCEP	CFSv2-2011	Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies and National Centers for Environmental Prediction

KLOC: total de linhas de código-fonte, em milhares

KLELOC: total de linhas lógicas executáveis de código, em milhares

KNbNcLOC: total de linhas não-brancas e sem comentários, em milhares

Table III. NUMBER OF SUBPROGRAMS

Model	Subpr.	Func.	In Mod.	Subr.	In Mod.
GISS	143	18	0	125	0
CSIRO-Mk3.6.0	299	3	0	296	0
INM-CM4	739	42	0	697	45
GFDL-CM2.1	2012	331	329	1681	1670
HadGEM2	2032	89	14	1943	319
HadGEM3	2566	222	184	2344	1219
CCSM3	2740	327	320	2414	1950
CMCC-CESM	2822	524	451	2298	1360
GEOS-5	3171	721	487	2450	1645
IPSL	3361	441	413	2920	2222
MPI-ESM-LR	3410	453	393	2957	2198
CFSv2-2011	3774	1113	818	2661	1248
BCC-CSM1.1	3784	802	781	2982	2090
ModelE	3944	619	474	3325	1697
CCSM4	6424	1150	1117	5274	4649
CESM1	9832	1852	1809	7980	7516
total	51053	8707	7590	42534	29828

Table II. LINES OF SOURCE CODE

Model	KLOC	KLELOC	KNbNcLOC
GISS	40	15	20
CSIRO-Mk3.6.0	86	35	53
INM-CM4	91	47	74
GFDL-CM2.1	288	94	146
CCSM3	361	103	186
GEOS-5	367	145	212
IPSL	375	116	181
ModelE	380	166	279
CMCC-CESM	380	150	218
BCC-CSM1.1	451	152	236
MPI-ESM-LR	478	185	283
CFSv2-2011	478	209	297
HadGEM2	634	188	344
HadGEM3	737	241	439
CCSM4	822	262	416
CESM1	1371	482	803
total	7340	2589	4186

Mudanças Climáticas – Cenários CMIP 5

CLIMACOM CULTURA CIENTÍFICA - PESQUISA, JORNALISMO E ARTE | ANO 01 - VOLUME 01

Por que devemos nos interessar por modelos climáticos?

Introdução

Nas últimas décadas, as mudanças climáticas tornaram-se um tópico de grande visibilidade pública e passaram a ocupar um espaço considerável nas agendas ambientais, políticas e sociais em todo o mundo (GUPTA, 2010; BRECHIN; BHANDARI, 2011). Nesse contexto, as ciências climáticas alcançaram enorme articulação e crescimento no entendimento sobre o clima e suas mudanças. A maior expressão desse crescimento e articulação foi a formação, em 1988, do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Os sucessivos relatórios produzidos por esse painel têm reafirmado o aumento da temperatura global devido às emissões antropogênicas de carbono e alertado para os riscos dessa mudança^[3].

Nos relatórios do IPCC e nas negociações da Convenção-Quadro

das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), é marcante o aumento da confiança no poder das pesquisas científicas estratégicas para orientar os gastos públicos e as tomadas de decisão (JASANOFF; WYNNE, 1998). Nesses processos, cientistas e formuladores de políticas têm contado com a modelagem computacional de forças causais, naturais e sociais que influenciam o clima para compreenderem as questões climáticas em uma escala global (EDWARDS, 2010; MILLER, 2004). A articulação internacional do conhecimento e das políticas sobre o clima e suas mudanças, até então alcançada, se deve ao uso desses modelos. Ou seja, contemporaneamente, a legitimidade desses modelos é tamanha que se torna quase impensável a compreensão das questões climáticas e as ações de mitigação e adaptação das mudanças climáticas sem recorrer ao recurso da modelagem (SHACKLEY e WYNNE, 1996; SHACKLEY, 1997; MILLER e EDWARDS, 2001; WYNNE, 2010).

Tamanha legitimidade alcançada é, por si, um fato digno de investigação social. Por que os modelos tornaram-se tão centrais na ciência e na tomada de decisão? E de que forma podemos refletir sobre essa centralidade a fim de

<http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/?p=1145&f=imprimir>

Modeling Center	Model	Institution	terms of use
BCC	BCC-CSM1.1 BCC-CSM1.1(m)	Beijing Climate Center, China Meteorological Administration	unrestricted
CCCma	CanAM4 CanCM4 CanESM2	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis	unrestricted
CMCC	CMCC-CESM CMCC-CM CMCC-CMS	Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici	unrestricted
CNRM-CERFACS	CNRM-CM5	Centre National de Recherches Meteorologiques / Centre Europeen de Recherche et Formation Avancees en Calcul Scientifique	unrestricted
CNRM-CERFACS	CNRM-CM5-2	Centre National de Recherches Meteorologiques / Centre Europeen de Recherche et Formation Avancees en Calcul Scientifique	unrestricted
COLA and NCEP	CFSv2-2011	Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies and National Centers for Environmental Prediction	unrestricted
CSIRO-BOM	ACCESS1.0 ACCESS1.3	CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Australia), and BOM (Bureau of Meteorology, Australia)	unrestricted
CSIRO-QCCCE	CSIRO-Mk3.6.0	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation in collaboration with the Queensland Climate Change Centre of Excellence	unrestricted
EC-EARTH	EC-EARTH	EC-EARTH consortium	unrestricted
FIO	FIO-ESM	The First Institute of Oceanography, SOA, China	unrestricted
GCESS	BNU-ESM	College of Global Change and Earth System Science, Beijing Normal University	unrestricted
INM	INM-CM4	Institute for Numerical Mathematics	unrestricted
IPSL	IPSL-CM5A-LR IPSL-CM5A-MR IPSL-CM5B-LR	Institut Pierre-Simon Laplace	unrestricted
LASG-CESS	FGOALS-g2	LASG, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences; and CESS, Tsinghua University	unrestricted
LASG-IAP	FGOALS-gl FGOALS-s2	LASG, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences	unrestricted
MIROC	MIROC4h MIROC5	Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	non-commercial only
MIROC	MIROC-ESM MIROC-ESM-CHEM	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), and National Institute for Environmental Studies	non-commercial only
MOHC (additional realizations by INPE)	HadCM3 HadCM3Q HadGEM2-A HadGEM2-CC HadGEM2-ES	Met Office Hadley Centre (additional HadGEM2-ES realizations contributed by Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)	unrestricted
MPI-M	MPI-ESM-LR MPI-ESM-MR MPI-ESM-P	Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M)	unrestricted
MRI	MRI-AGCM3.2H MRI-AGCM3.2S MRI-CGCM3 MRI-ESM1	Meteorological Research Institute	unrestricted
NASA GISS	GISS-E2-H GISS-E2-H-CC GISS-E2-R GISS-E2-R-CC	NASA Goddard Institute for Space Studies	unrestricted
NASA GMAO	GEOS-5	NASA Global Modeling and Assimilation Office	unrestricted
NCAR	CCSM4	National Center for Atmospheric Research	unrestricted
NCC	NorESM1-M NorESM1-ME	Norwegian Climate Centre	unrestricted
NICAM	NICAM.09	Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model Group	non-commercial only
NIMR/KMA	HadGEM2-AO	National Institute of Meteorological Research/Korea Meteorological Administration	unrestricted
NOAA GFDL	GFDL-CM2.1 GFDL-CM3 GFDL-ESM2G GFDL-ESM2M GFDL-HIRAM-C180 GFDL-HIRAM-C360	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	unrestricted
NSF-DOE-NCAR	CESM1(BGC) CESM1(CAM5) CESM1(CAM5.1, FV2) CESM1(FASTCHEM) CESM1(WACCM)	National Science Foundation, Department of Energy, National Center for Atmospheric Research	unrestricted

Países com sistemas de previsão numérico do tempo

Previsão Regional

- Brasil
- Canadá
- EUA
- Argentina
- Alemanha
- França
- Inglaterra
- Austrália
- Japão
- México
- Rússia
- China
- Índia
- Itália
- Espanha
- Iugoslávia
- Bulgária
- África do Sul
- Israel
- Singapura
- Escandinávia
- Malásia
- Coréia do Sul

Previsão Global

- Brasil
- Canadá
- EUA
- Alemanha
- França
- Inglaterra
- Austrália
- Japão
- Rússia
- China
- Índia

Previsão Climática Sazonal com Modelos Globais

- Brasil
- Canadá
- EUA
- Alemanha
- França
- Inglaterra
- Austrália
- Japão

Simulação Numérica de Mudanças Climáticas Futuras e Passadas

- Canadá
- EUA
- Alemanha
- França
- Inglaterra
- Austrália
- Japão
- Brasil (2003)

Modelagens climática e meteorológica



Evolução dos modelos climáticos e de previsão de tempo e clima

Gilvan Sampaio

Pedro Leite da Silva Dias

Para iniciar, é preciso definir o que é tempo (meteorológico), clima e sistema climático. Entende-se por *tempo* as condições meteorológicas instantâneas vigentes num determinado lugar e num determinado instante. *Clima* é o estado médio no tempo da atmosfera em um ponto qualquer da Terra, ou seja, o clima se refere à maneira como evolui o tempo (meteorológico) ao longo de um período de tempo. Conforme definido em 1992, na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC, na sigla em inglês), o *sistema climático* inclui a atmosfera, a hidrosfera, a criosfera, a geosfera, a biosfera e suas interações. O estado da atmosfera em um dado instante é resultado de complexas interações entre os diversos componentes do sistema físico climático. Assim, uma pergunta que sempre é feita é: seria possível prever as condições de tempo para os próximos dias? Se sim, com qual antecedência? E em relação ao clima, seria possível prever como será o próximo inverno?

Dentre os diversos avanços científicos que ocorreram no último século está a habilidade em simular complexos sistemas físicos utilizando modelos numéricos que constituem uma representação matemática aproximada da realidade. A habilidade de prever o tempo e o clima aumentou muito nas últimas décadas em função do avanço no entendimento dos processos que controlam a evolução do

estado da atmosfera e dos componentes do sistema climático, dos métodos de solução numérica das equações que representam cada parte do sistema climático e da notável evolução da capacidade de processamento dos computadores. Os modelos de circulação geral da atmosfera (MCGAs) também possibilitam prever as condições do tempo para vários dias, dependendo da região e do estado da atmosfera, com alto grau de confiança até 7 a 12 dias. Além disso, tais modelos também podem ser utilizados para prever o clima da próxima estação ou para simular características mais gerais do clima futuro, na escala de décadas ou séculos, considerando as modificações antropogênicas, como o aumento dos gases de efeito estufa, aerossóis e as mudanças no uso da terra (por exemplo, o desmatamento, a agricultura e os efeitos da urbanização).

A evolução da termodinâmica e da dinâmica de fluidos no século XIX resultou na compreensão dos princípios físicos fundamentais que governam o fluxo na atmosfera. O meteorologista Cleveland Abbe, no final do século XIX, sugeriu que “a Meteorologia é essencialmente a aplicação da hidrodinâmica e da termodinâmica na atmosfera” e,

GILVAN SAMPAIO é pesquisador do Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

PEDRO LEITE DA SILVA DIAS é diretor do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) e professor titular do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP.

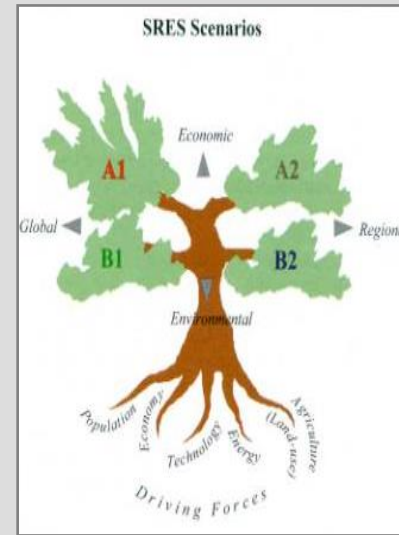
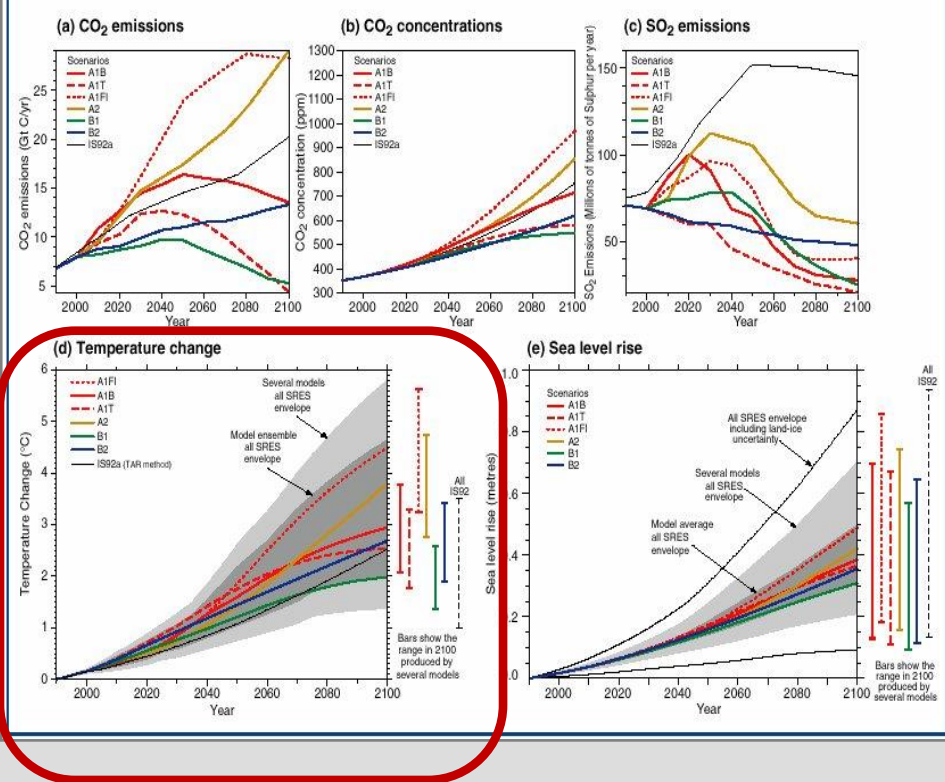
Fase I

Início das Simulações de Impactos

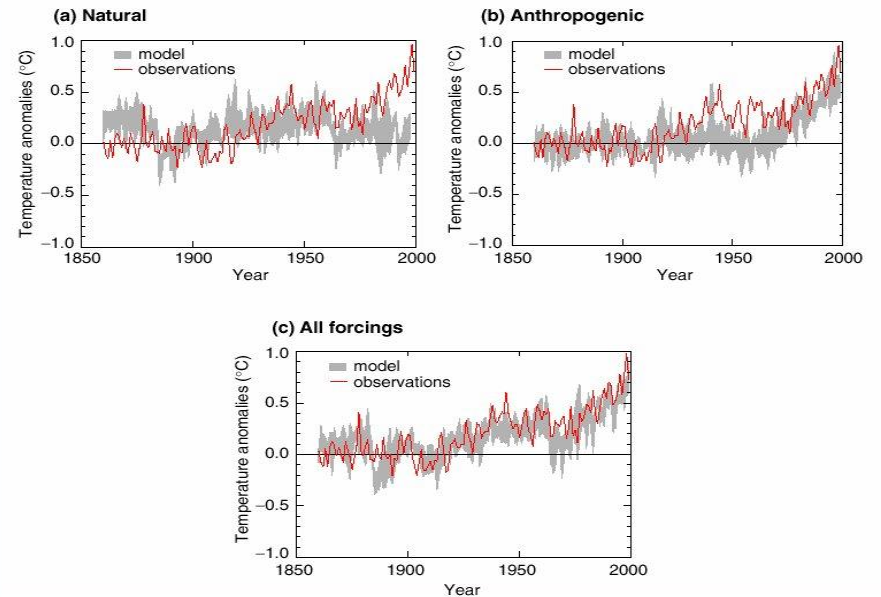
**Modelos Simples de Anomalias de
Temperatura e Chuva**

Abrangência Regional

The global climate of the 21st century

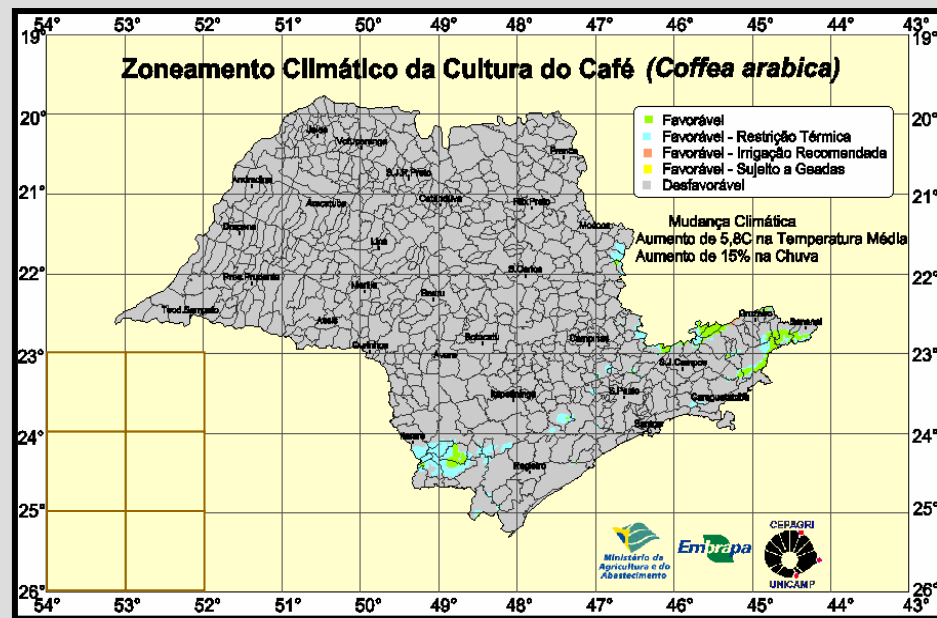
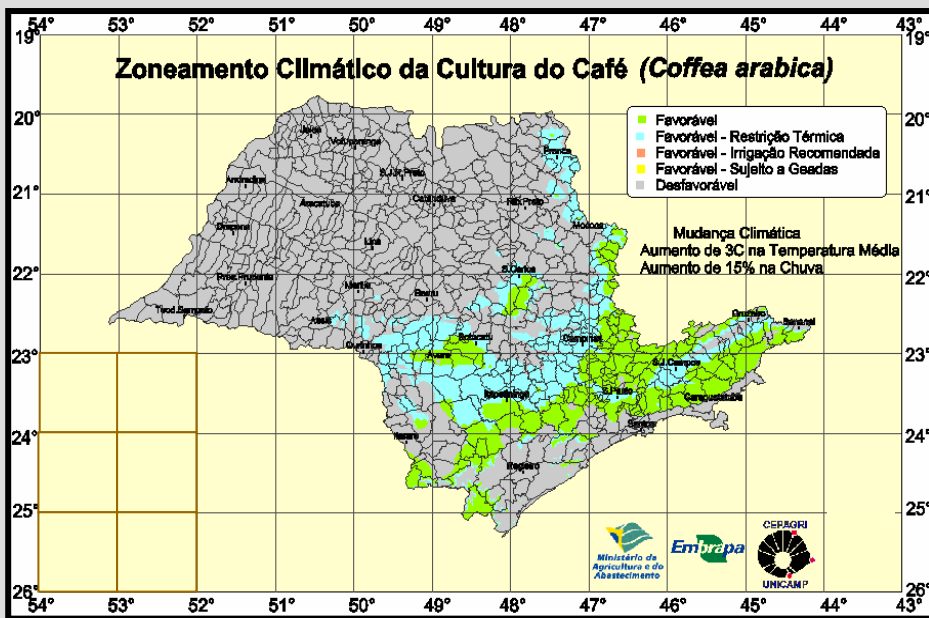
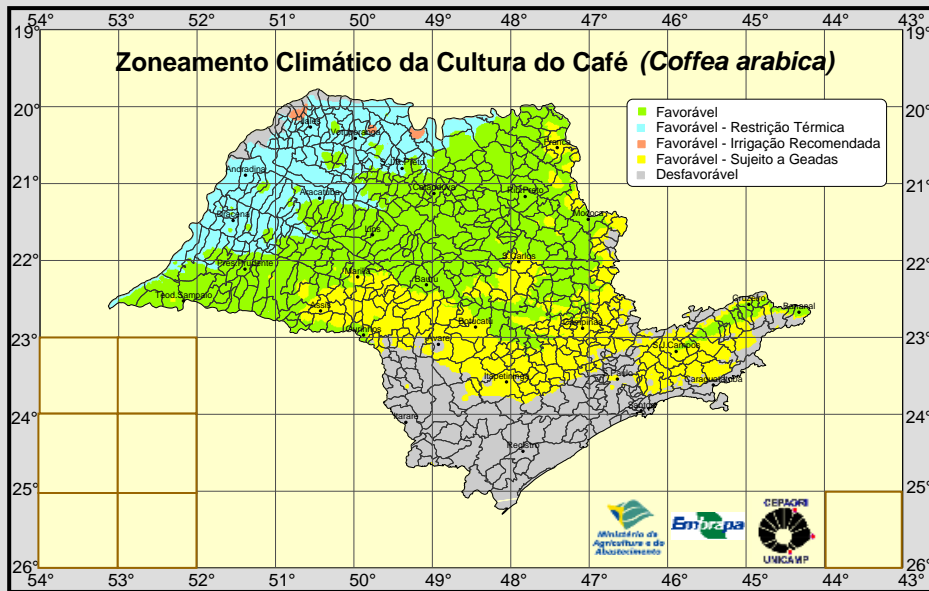


Simulated annual global mean surface temperatures



Fonte: *Climate Change 2001, IPCC-WGII-TAR, Impacts, Adaptation and Vulnerability, 2001*

Zoneamento do Café Arábica – Atual e Cenários



temperatura_CBA.pdf - Adobe Reader
Arquivo Editar Visualizar Documento Ferramentas Janela Ajuda

2 / 2
73,6%
Localizar

Impacto do aumento da temperatura no zoneamento climático do café nos Estados de São Paulo e Goiás. Avaliação dos cenários do IPCC

Hilton S. Pinto¹, Eduardo D. Assad², Jurandir Zullo Jr.¹, Orivaldo Brunini¹, Balbino A. Evangelista²

1-INTRODUÇÃO

O recente relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2001), de fevereiro de 2001, indica uma situação inquietante quanto ao aumento de temperatura no planeta. Nos modelos adotados, a temperatura deve aumentar nos próximos 100 anos, entre 1,4 °C a 5,8°C, considerando o ano de 1990 como referência. Esse cenário complementa os estudos feitos também pelo IPCC (1997), quando foi avaliado que houvesse um incremento de temperatura de 0,15°C com variação de 0,05°C por década, desde 1950, quando medições mais confiáveis começaram a ser feitas. Verificou-se também que a precipitação havia aumentado de 0,5% a 1,0% por década, até o final do século vinte, principalmente no hemisfério norte. Na região tropical, compreendida entre 10° de latitude norte até 10° de latitude sul, esse incremento na precipitação foi de 0,2% a 0,3%. Até a elaboração do último relatório IPCC(2001), havia uma discordância razoável entre as medições e os modelos adotados, no que diz respeito aos incrementos de temperatura por ações naturais (variação de radiação solar e atividades vulcânicas) e ações antropogênicas (efeito estufa, estimativa de aerossóis na atmosfera). Ao considerar os dois efeitos simultaneamente, os modelos apresentam maior concordância, indicando um aumento de temperatura de 0,5°C na superfície da terra, no período compreendido entre 1850 e 2000. IPCC(1997).

Considerando esses cenários, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito que o incremento futuro de temperatura terá sobre a cafeicultura brasileira, notadamente nos estados de São Paulo e de Goiás.

2- MATERIAL E MÉTODO

Tanto para o Estado de São Paulo, quanto para o Estado de Goiás, o processo cartográfico para espacialização da temperatura foi baseado nos dados altimétricos fornecidos pelo United States Geological Survey (USGS) no arquivo GTOPO30 em forma de uma grade regular com espaçamento de 30 s x 30 s de grau nas coordenadas geográficas. A temperatura média anual e a probabilidade de geadas foram

¹ Cepagri/Unicamp, CNPq, Cidade Universitária Zefelino Vaz, Campinas - SP.

² Embrapa Cerrados, CP 08223, Planaltina-DF, CEP 73301-970.

concluído para cada ponto da grade, utilizando equações de regressão, considerando a latitude, longitude e altitude de cada ponto, PINTO et al (1972), SILVA et al (2000). O cálculo da deficiência hídrica anual foi feito a partir da estimativa do Balanço Hídrico Climático utilizando o método de Thornthwaite & Mather (1955) considerando um armazenamento de água no solo correspondente a 125mm. Os valores de deficiência hídrica anual foram espacializados considerando a mesma grade regular utilizada no cálculo da probabilidade de geadas e temperatura média anual, ou seja, 30 s x 30 s. A aptidão climática para a cafeicultura dos dois estados foi definida a partir dos valores de deficiência hídrica anual, temperatura média anual e probabilidade de geadas para cada ponto da grade regular. Esse procedimento gerou o zoneamento de riscos utilizado atualmente. Para efeito de simulação, foram confeccionados novos mapas de temperaturas com valores incrementados de 1°C, 3°C e 5°C, procurando assim acompanhar os cenários futuros de acordo com IPCC. Esses valores foram novamente associados aos valores do balanço hídrico e espacializados as áreas aptas para café segundo os seguintes critérios adotados:

- risco de geada superior à 25% de probabilidade (temperatura inferior à 1°C)
- temperatura média anual entre 18°C e 22° graus. Com irrigação é possível atingir 23°C.
- Deficiência hídrica anual inferior à 150 mm/ano.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento de temperatura de 1°C, 3°C e 5°C, promoveu uma mudança radical nas regiões consideradas aptas para o plantio de café nos Estados de São Paulo e Goiás. Na figura 1, onde está ilustrado o zoneamento atual do café em São Paulo, existem 5 níveis de condições climáticas: favorável, favorável com restrição térmica, favorável com irrigação, favorável sujeita a geadas e inapta. Considerando um aumento de 3 graus na temperatura média anual, três níveis aparecem (figura 2); favorável, favorável com restrição térmica e inapto, reduzindo a área apta em 75%. No caso do estado de Goiás, onde o café é recomendado somente com irrigação (figura 3), considerando um aumento de temperatura de 3°C, a área apta fica reduzida em 98%, em relação ao zoneamento atual (figura 4).

Conclusão

Se mantidos os cenários atuais preconizados pelos modelos do IPCC, o cultivo do café nos estados de Goiás e São Paulo será drasticamente reduzido nos próximos 100 anos. É importante avaliar corretamente as possibilidades de acréscimo de temperatura, com a magnitude em que é apresentada nos relatórios principalmente a partir de ações antropogênicas.

Bibliografia

PINTO, H. S.; ORTOLANIA A ; ALFONSI, R.R 1972. Estimativa das temperaturas médias mensais do Estado de São Paulo em função da Altitude e Latitude. Caderno Ciências da Terra 23. Instituto de Geografia, FFCL USP, 20p. São Paulo.

SILVA, F.A.M.; SANTOS, E.R.A.; EVANGELISTA, B.; ASSAD, E.D.; PINTO, H.S.; ZULLO JR.,J.;BRUNINI,O. CORAL, G.; 2000 Delimitação das áreas aptas do ponto de vista agrolimático para o Plantio da Cultura de Café no estado de Goiás. In: I simposio de pesquisa dos Cafés do Brasil. Poços de Caldas, setembro de 2000. Resumo expandido, Anais. 123-126p

IPCC – 2001 Summary for Policymakers Climate Change 2001: Impacts, Adaptations and Vulnerability. http://www.mtgeo.gov.uk/sec5/CR_dh/ipccwq/ipccar.html

IPCC – 1997 Na introduction to simple climate models used in the IPCC Seconde Assessment Report, February 1997. ISBN 92-9169-101-1. 47 pg. OMMWMO – PNUF/UNEP

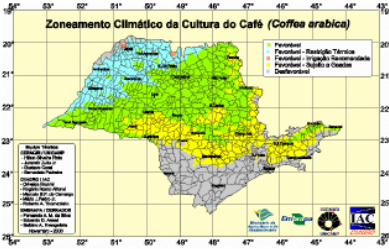


Figura 1. Zoneamento atual do Café no Estado de São Paulo




Figura 2. Zoneamento do café em S. Paulo com +3°C na temperatura.

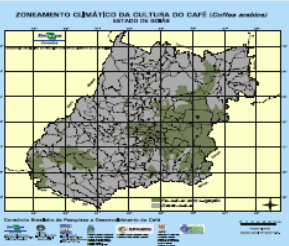


Figura 3. Zoneamento atual do café no Estado de Goiás




Figura 4. Zoneamento do Café em Goiás. Temperatura +3°C

215,9 x 279,4 mm CBAGRO2001 palestra_catedra_abr... zullojr_semeagri_04... Palestras - Windows... temperatura_CBA.p... PT 17:32

IFES

14/08/2020

39n11a01.pdf - Adobe Reader

Arquivo Editar Visualizar Documento Ferramentas Janela Ajuda

1057 (1 de 8) 86% Localizar

Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil

Eduardo Delgado Assad⁽¹⁾, Hilton Silveira Pinto⁽²⁾, Jurandir Zullo Junior⁽²⁾ e Ana Maria Helminsk Ávila⁽²⁾

⁽¹⁾Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, CEP 13086-970 Campinas, SP. E-mail: assad@cnptia.embrapa.br ⁽²⁾Universidade Estadual de Campinas, Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", CEP 13083-970 Campinas, SP. E-mail: hilton@cpa.unicamp.br, jurandir@cpa.unicamp.br, ana@cpa.unicamp.br

Resumo – A partir das indicações do último relatório do IPCC (International Panel of Climatic Change), foram feitas várias simulações e avaliados os impactos que um aumento na temperatura média do ar de 1°C, 3°C e 5,8°C e um incremento de 15% na precipitação pluvial teriam na potencialidade da cafeicultura brasileira, definida pelo atual zoneamento agroclimático do café (*Coffea arabica* L.) nos Estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná. Os resultados indicaram uma redução de área apta para a cultura superior a 95% em Goiás, Minas Gerais e São Paulo, e de 75% no Paraná, no caso de um aumento na temperatura de 5,8°C. Esses resultados são válidos se mantidas as atuais características genéticas e fisiológicas das cultivares de café arábica utilizadas no Brasil, que têm como limite de tolerância temperaturas médias anuais entre 18°C e 23°C.

Termos para indexação: *Coffea arabica*, zoneamento agrícola, aumento de temperatura.

Climatic changes impact in agroclimatic zoning of coffee in Brazil

Abstract – According to the last report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the global temperature is supposed to increase 1°C to 5.8°C and the rainfall 15% in the Tropical area. This paper analyses the effect that these possible scenarios would have in the agroclimatic zoning of the arabic coffee (*Coffea arabica* L.) main plantation areas in Brazil. The results indicated a reduction of suitable areas greater than 95% in Goiás, Minas Gerais and São Paulo and about 75% for Paraná in the case of a temperature increase of 5.8°C. These results presume that all the physiological characteristics of the crop will be the same for the varieties analyzed and that the ideal climatic condition for economic development is mean annual temperatures between 18°C and 23°C.

Index terms: climatic change, agroclimatic zoning, *Coffea arabica*.

Introdução

A problemática das mudanças climáticas globais levou a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e a UNEP (United Nations Environment Programme) a criarem o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) em 1988. Segundo o IPCC, no século XX, houve um aumento de 0,65°C na média da temperatura global, sendo este mais pronunciado na década de 90. Quanto à precipitação, o aumento variou de 0,2% a 0,3% na região tropical, compreendida entre 10° de latitude Norte e 10° de latitude Sul. As causas dessas variações podem ser de ordem natural ou antropogênica, ou uma soma das duas (IPCC, 2004).

Por meio de modelos matemáticos baseados em dados registrados dos oceanos, biosfera e atmosfera, está previsto um aumento entre 1,4°C e 5,8°C na temperatura média global até o final do século XXI (IPCC, 2004). A magnitude de tal previsão é ainda incerta, pois pouco se sabe sobre os processos de trocas de calor, de carbono e de radiação entre os diversos setores do sistema Terra. Segundo Kalnay & Cai (2003), a temperatura poderá subir em até 0,088°C por década, chegando próximo da situação mais otimista indicada no relatório do IPCC.

Com o aquecimento global, em um futuro próximo, espera-se cenário de clima mais extremo com secas, inundações e ondas de calor mais frequentes (Salati et al., 2004). A elevação na temperatura aumenta a capacidade do ar em reter vapor d'água e, conseqüentemente, há maior demanda hídrica. Em resposta a essas alterações, os ecossistemas de plantas poderão aumentar sua biodiversidade ou sofrer influências negativas.

Pesq. agropec. bras., Brasília, v.39, n.11, p.1057-1064, nov. 2004

Pab2005 palestra_catedra_... zullojr_semeagri... Palestras - Windo... temperatura_CBA... 39n11a01.pdf - A... PT < 17:38

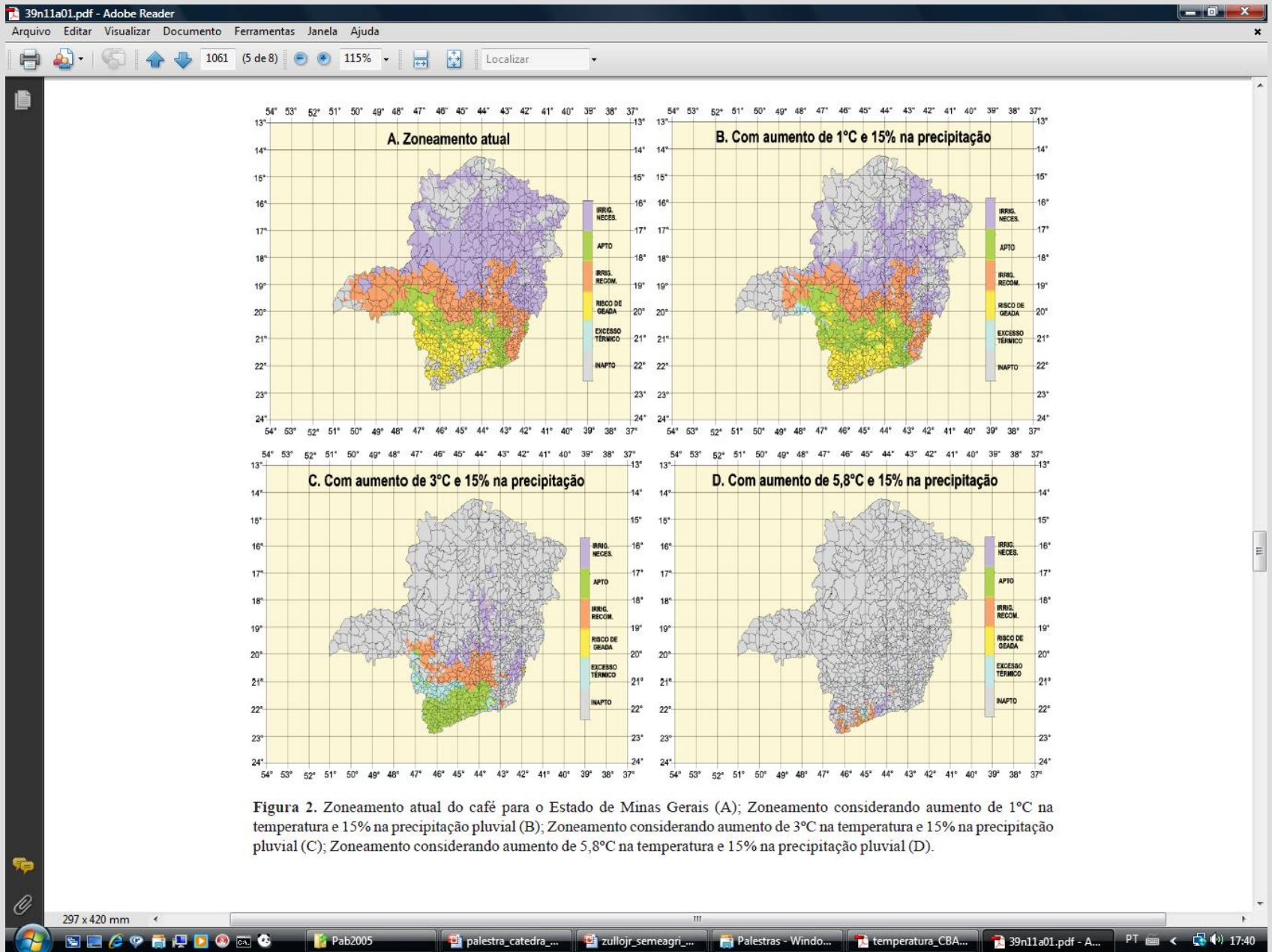
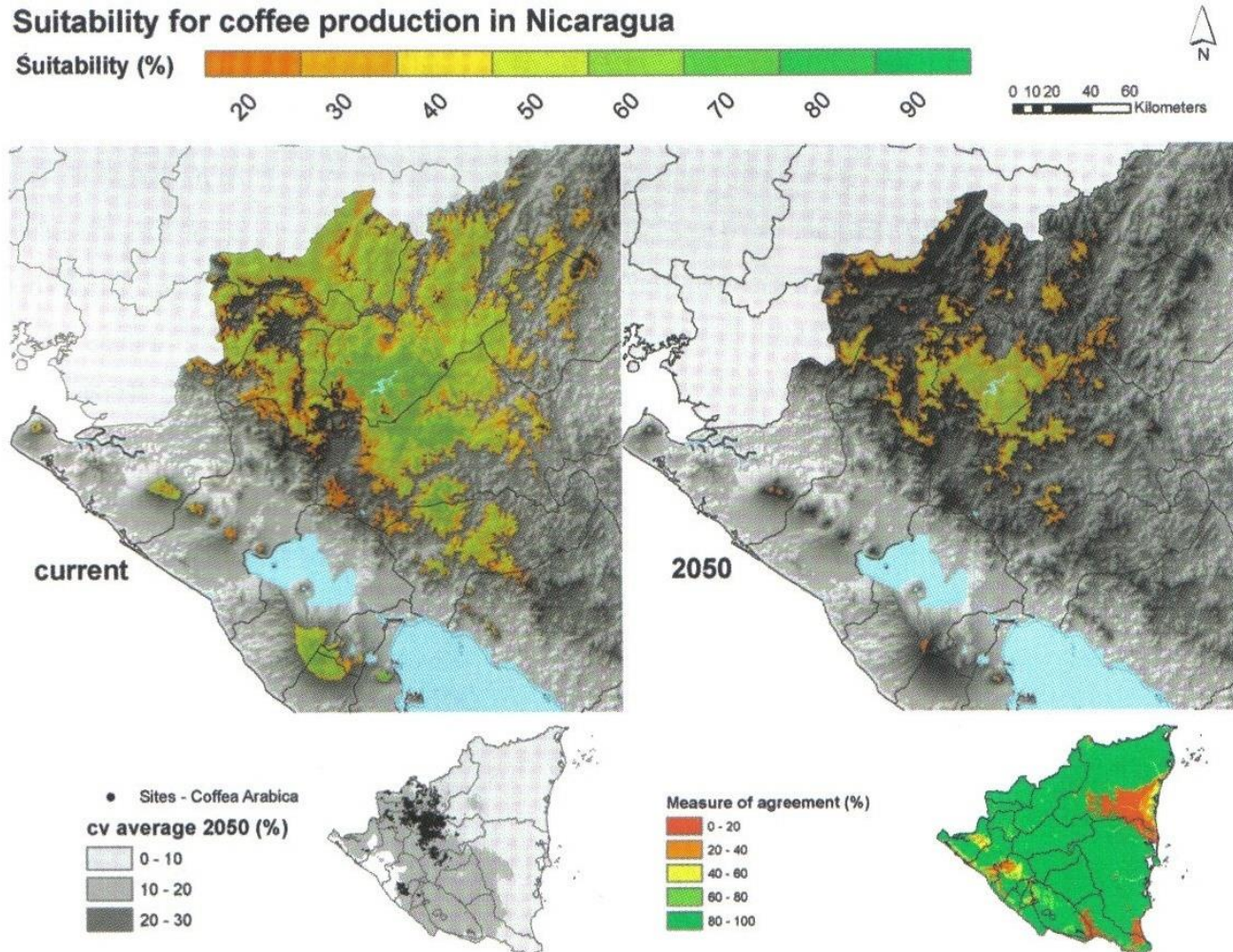


Figura 2. Zoneamento atual do café para o Estado de Minas Gerais (A); Zoneamento considerando aumento de 1°C na temperatura e 15% na precipitação pluvial (B); Zoneamento considerando aumento de 3°C na temperatura e 15% na precipitação pluvial (C); Zoneamento considerando aumento de 5,8°C na temperatura e 15% na precipitação pluvial (D).

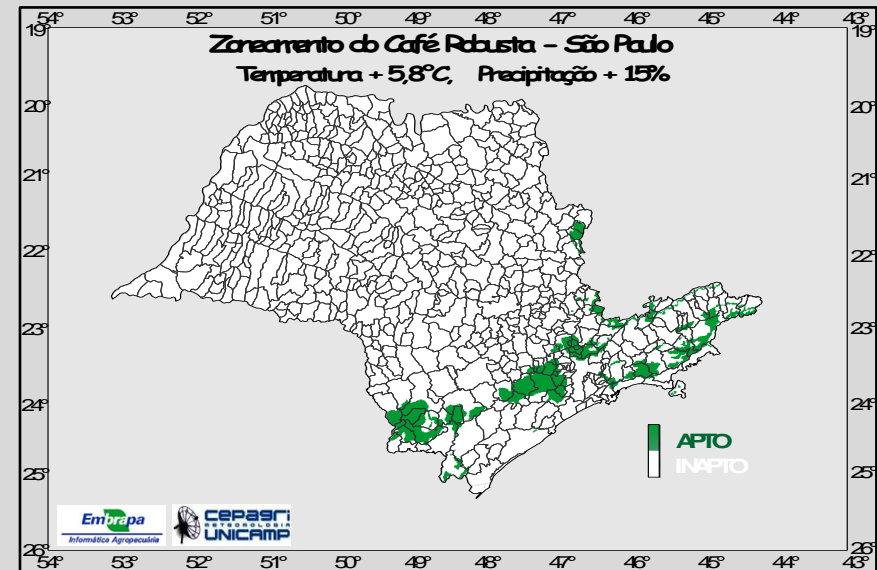
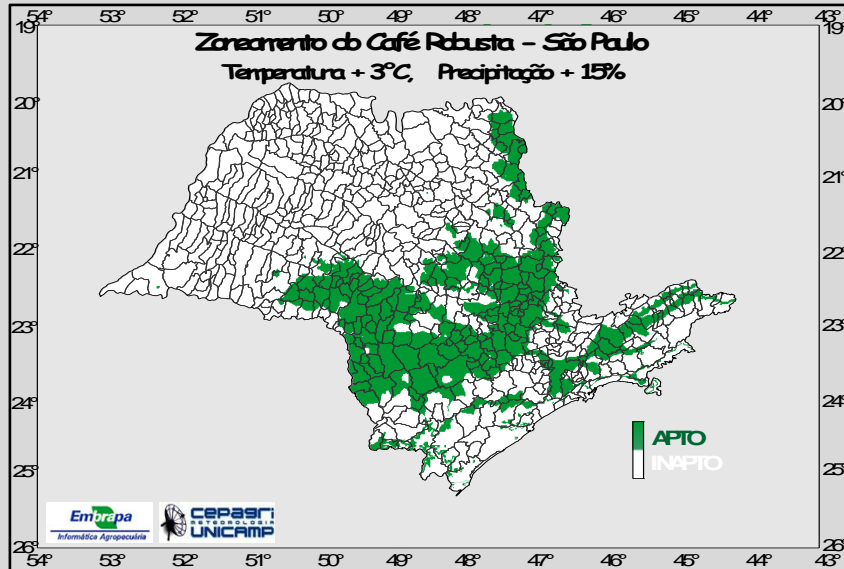
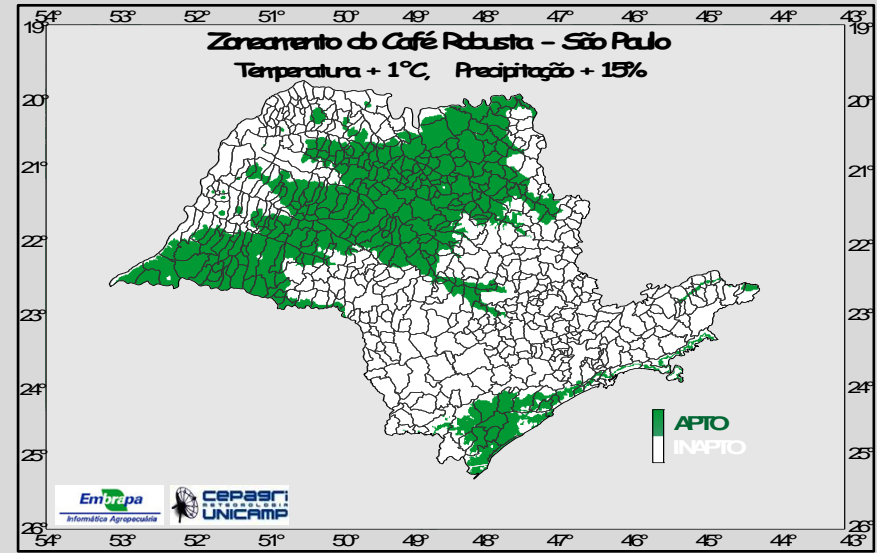
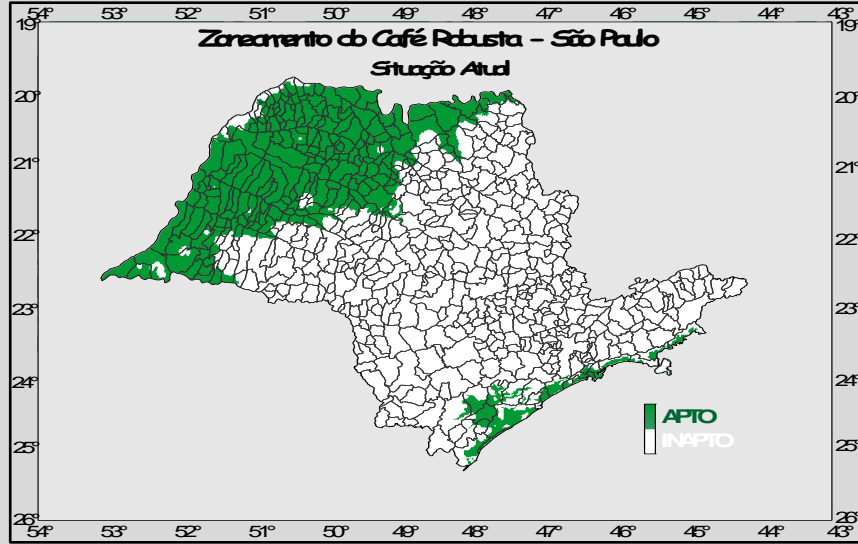
Café - Nicarágua

Figure 1 - Predicted suitability for coffee production (Coffea Arabica) in Nicaragua for current and 2050 conditions (large maps). The coefficient of variation (CV) and measurement of agreement indicate high confidence in the prediction (small maps).



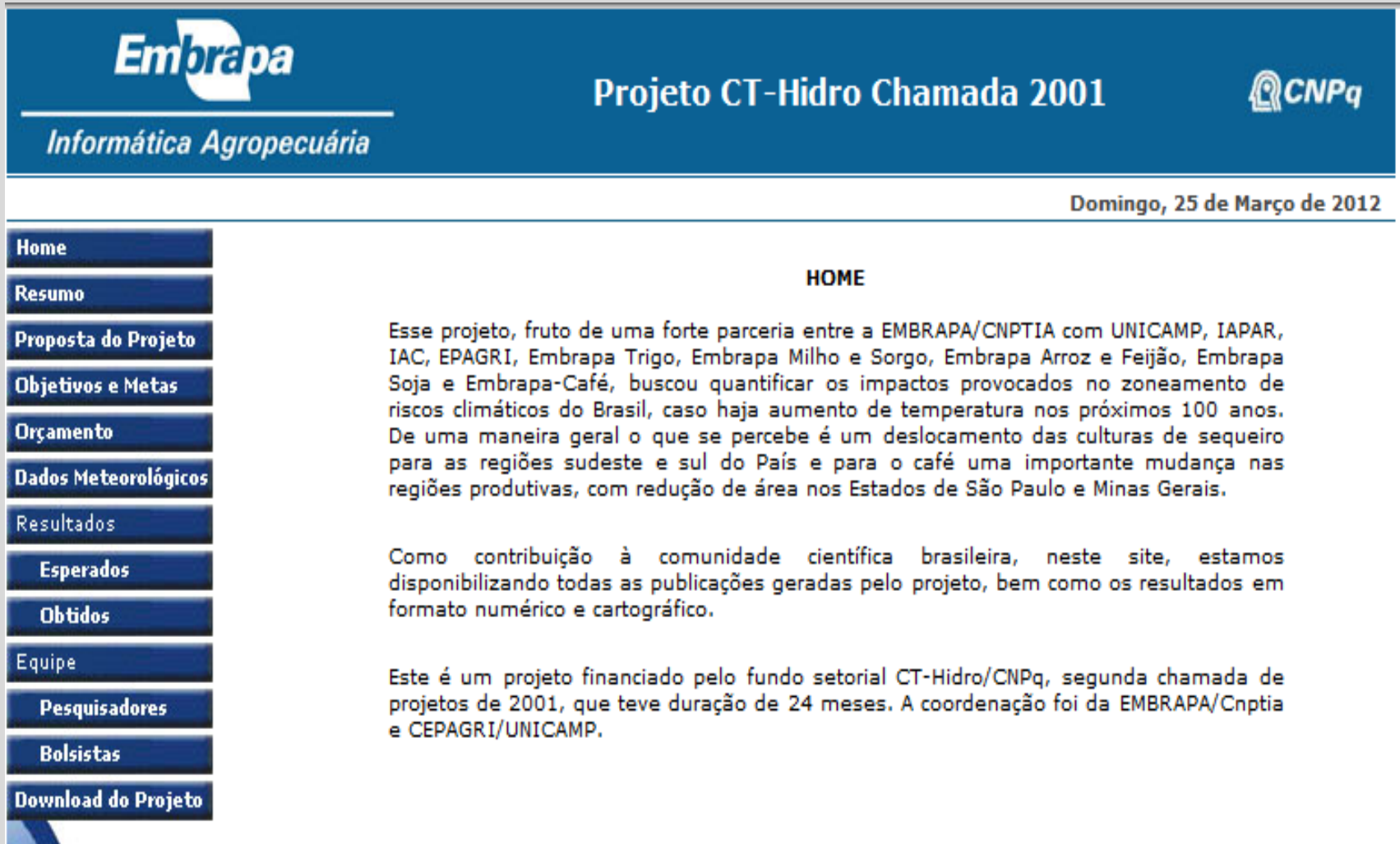
Fonte: Coffee&cocoa development 01/2010 - CIAT

Impactos do Aumento da Temperatura e Chuva - Café Robusta – SP



Fase II

Abrangência Nacional



Embrapa
Informática Agropecuária

Projeto CT-Hidro Chamada 2001

CNPq

Domingo, 25 de Março de 2012

- Home
- Resumo
- Proposta do Projeto
- Objetivos e Metas
- Orçamento
- Dados Meteorológicos
- Resultados
- Esperados
- Obtidos
- Equipe
- Pesquisadores
- Bolsistas
- Download do Projeto

HOME

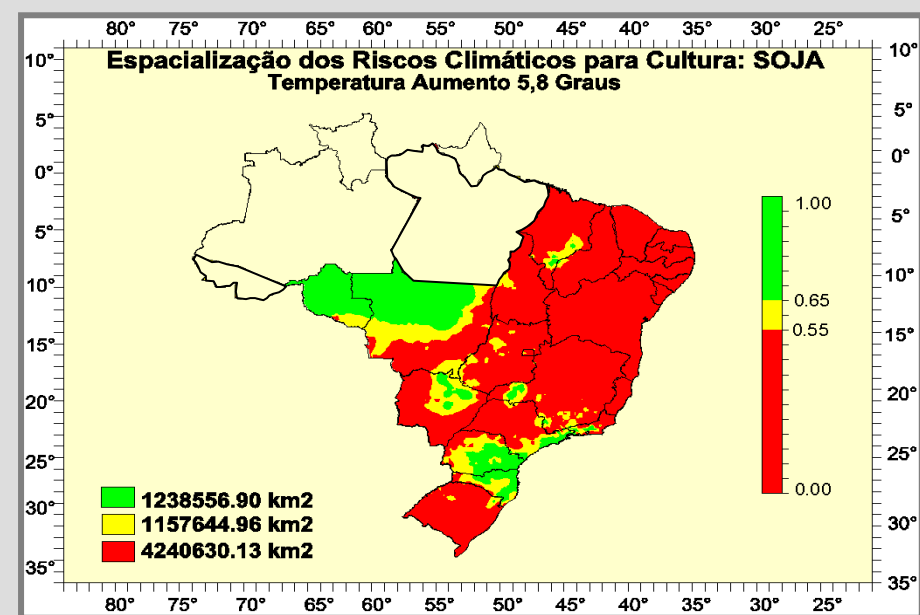
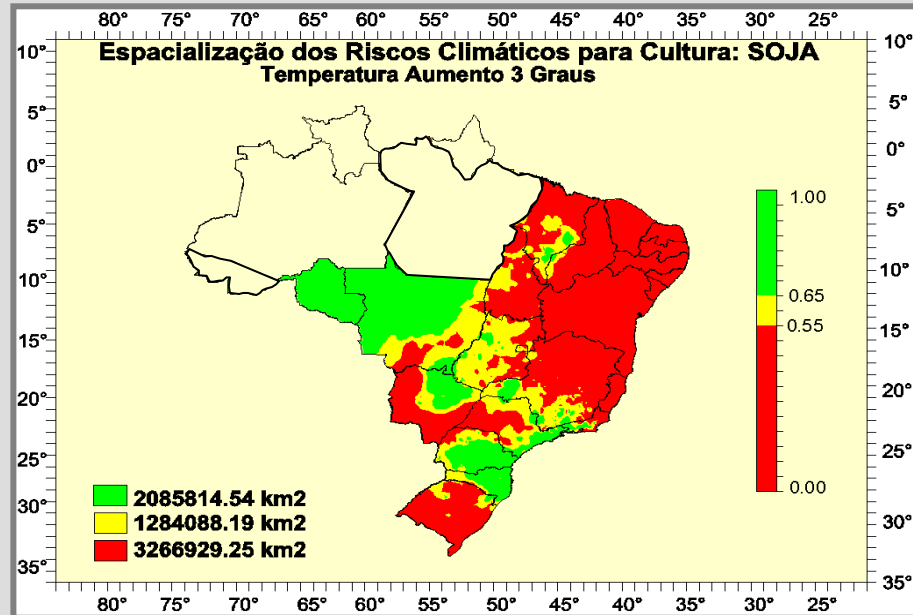
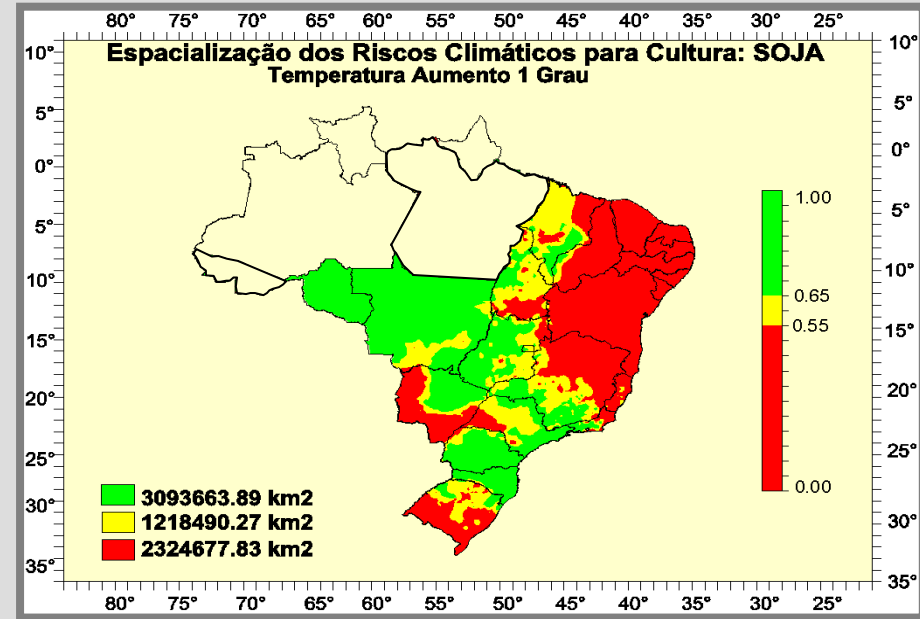
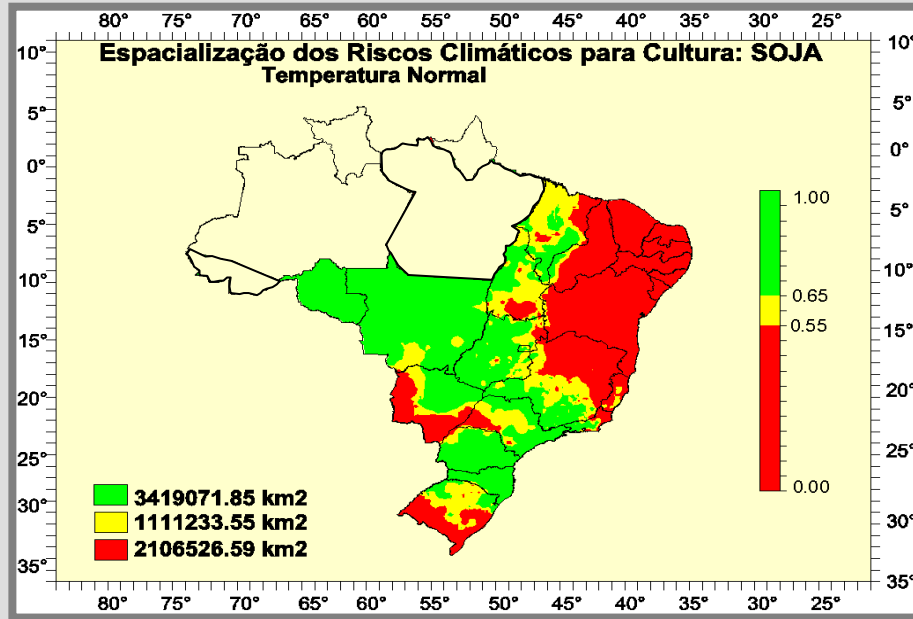
Esse projeto, fruto de uma forte parceria entre a EMBRAPA/CNPq com UNICAMP, IAPAR, IAC, EPAGRI, Embrapa Trigo, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Soja e Embrapa-Café, buscou quantificar os impactos provocados no zoneamento de riscos climáticos do Brasil, caso haja aumento de temperatura nos próximos 100 anos. De uma maneira geral o que se percebe é um deslocamento das culturas de sequeiro para as regiões sudeste e sul do País e para o café uma importante mudança nas regiões produtivas, com redução de área nos Estados de São Paulo e Minas Gerais.

Como contribuição à comunidade científica brasileira, neste site, estamos disponibilizando todas as publicações geradas pelo projeto, bem como os resultados em formato numérico e cartográfico.

Este é um projeto financiado pelo fundo setorial CT-Hidro/CNPq, segunda chamada de projetos de 2001, que teve duração de 24 meses. A coordenação foi da EMBRAPA/CNPq e CEPAGRI/UNICAMP.

Fonte: <http://www.agritempo.gov.br/cthidro>

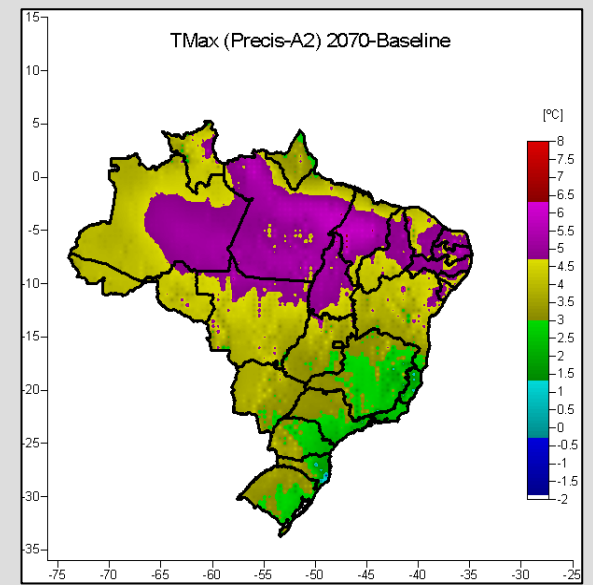
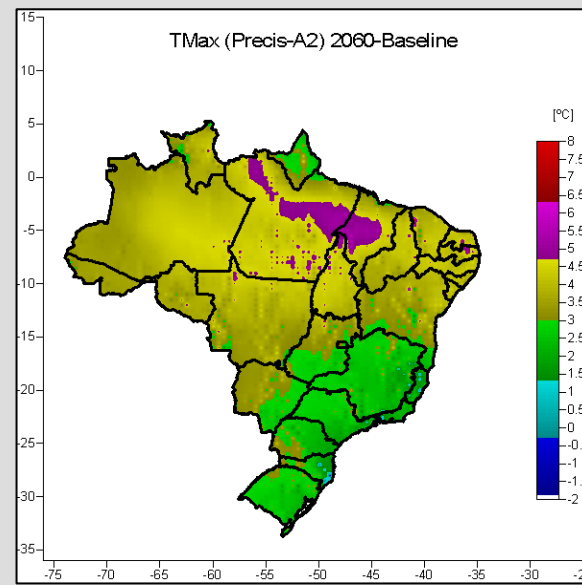
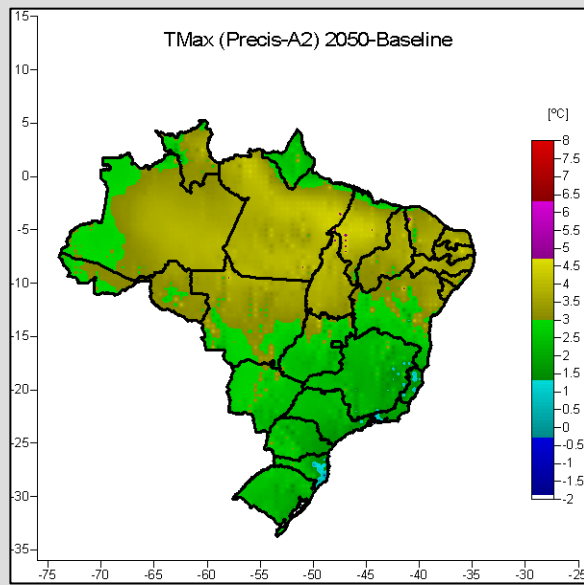
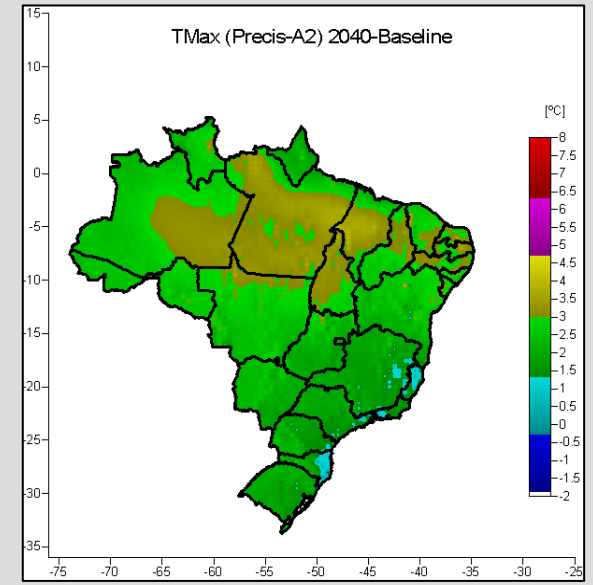
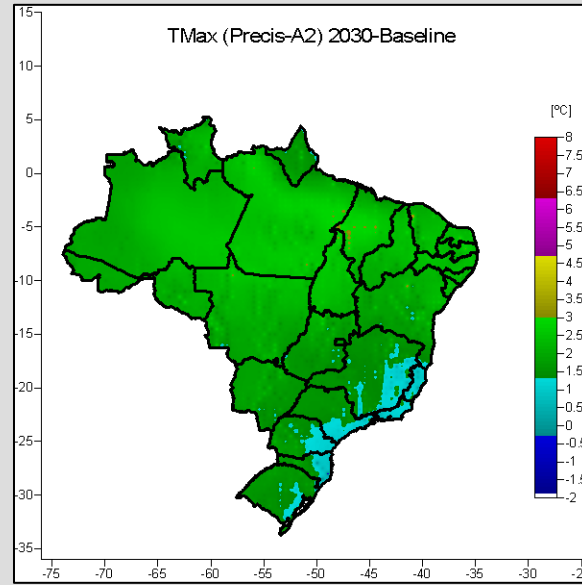
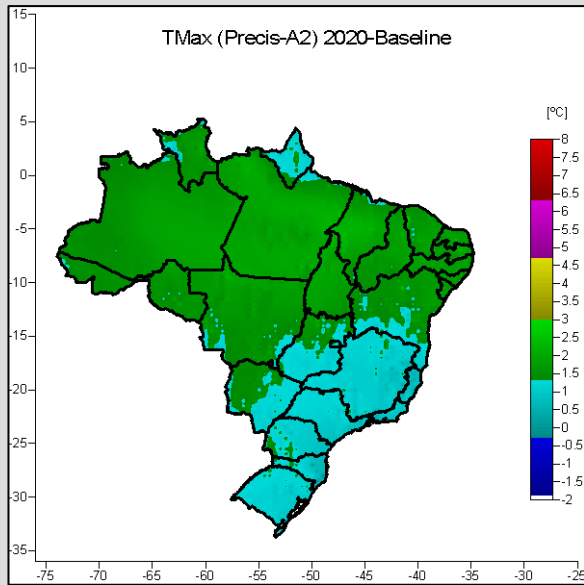
Impactos do Aumento da Temperatura e Chuva - Soja – Brasil – Solo 50 mm – 1 a 10 de novembro – Fase II



Fase III

**Modelos mais Sofisticados de
Anomalias de Temperatura**

Temperatura – Modelo Precis – Cenário A2



AQUECIMENTO GLOBAL E A NOVA GEOGRAFIA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL



REALIZAÇÃO:



APOIO:



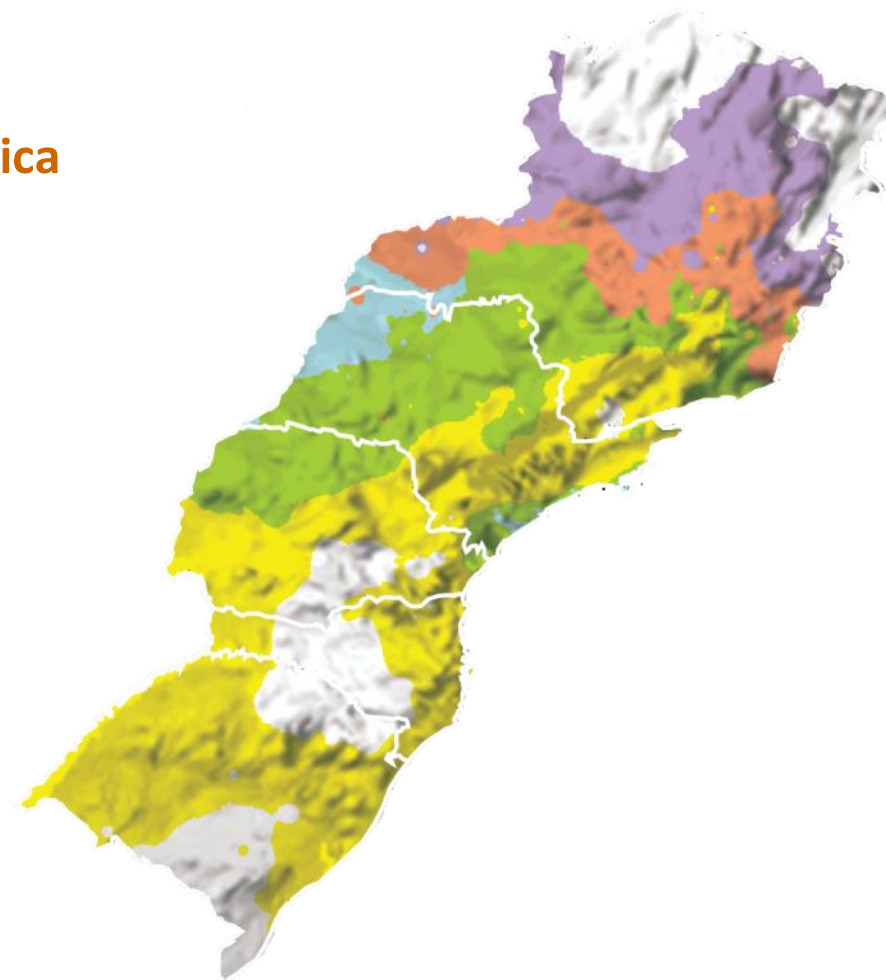
Embaixada Britânica
Brasília

A NOVA GEOGRAFIA DA PRODUÇÃO

AGRÍCO

Cultura: Café Arábica

Zoneamento Atual



- irrigação necessária
- baixo risco climático
- irrigação recomendada
- risco de geadas
- risco de temp. elevadas
- alto risco climático



A NOVA GEOGRAFIA DA PRODUÇÃO

AGRÍCOI

Cultura: **Café Arábica**

Cenário A2 - Ano - 2020

Área de baixo risco

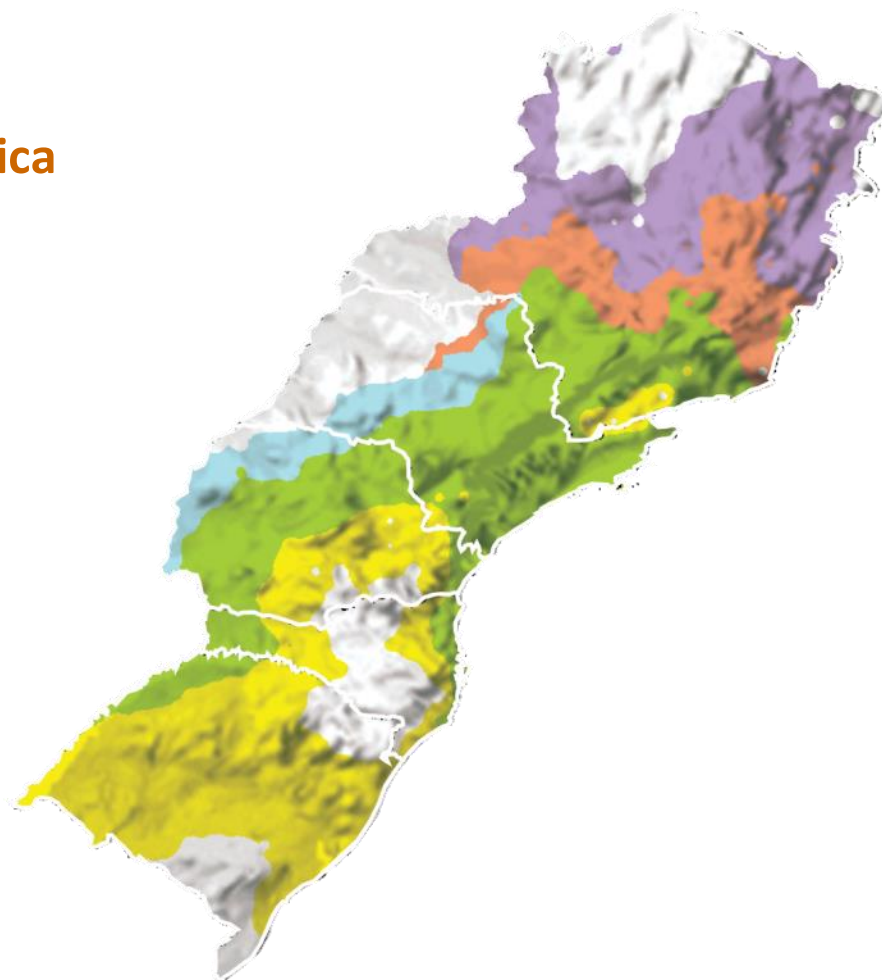


9,48%

Prejuízo em milhões



R\$ 882,6



- irrigação necessária
- baixo risco climático
- irrigação recomendada
- risco de geadas
- risco de temp. elevadas
- alto risco climático



A NOVA GEOGRAFIA DA PRODUÇÃO

AGRÍ

Cultura: Café Arábica

Cenário A2 - Ano - 2050

Área de baixo risco

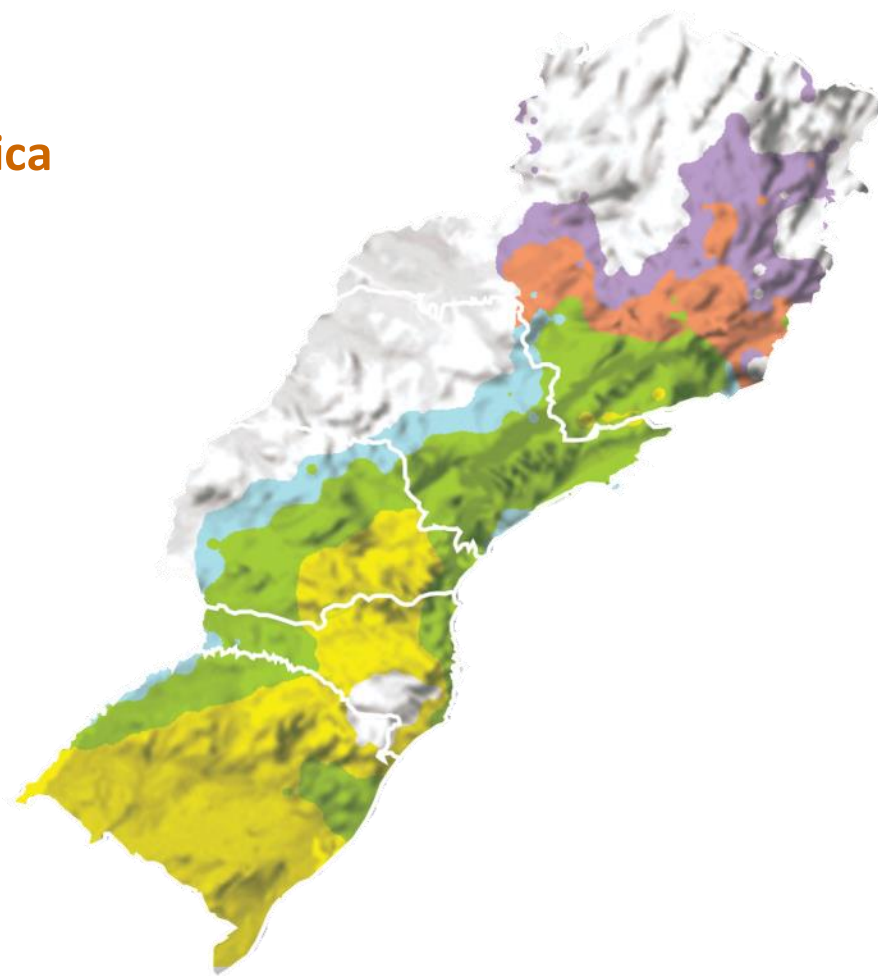








17,15%

Prejuízo em bilhões



R\$ 1,6



-  irrigação necessária
-  baixo risco climático
-  irrigação recomendada
-  risco de geadas
-  risco de temp. elevadas
-  alto risco climático



A NOVA GEOGRAFIA DA PRODUÇÃO

AGRÍCOLA

Cultura: Café Arábica

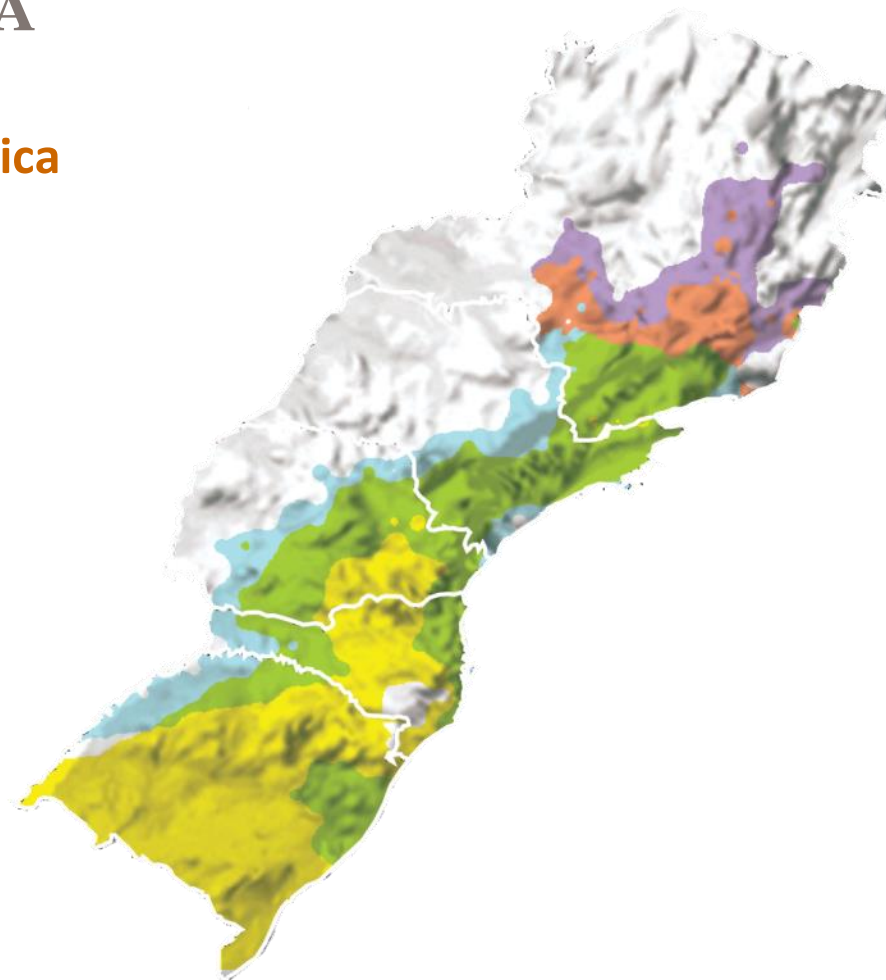
Cenário A2 - Ano - 2070







Área de baixo risco

 **33,01%**

Prejuízo em bilhões

 **R\$ 3**



-  irrigação necessária
-  baixo risco climático
-  irrigação recomendada
-  risco de geadas
-  risco de temp. elevadas
-  alto risco climático



Potential for growing Arabica coffee in the extreme south of Brazil in a warmer world

Jurandir Zullo Jr. · Hilton Silveira Pinto · Eduardo Delgado Assad · Ana Maria Heuminski de Ávila

Received: 26 May 2009 / Accepted: 14 January 2011 / Published online: 9 April 2011
© Springer Science+Business Media B.V. 2011

Abstract Agriculture appears to be one of the human activities most vulnerable to climatic changes due to its large dependence on environmental conditions. However, the diversity of Brazilian environmental conditions could be of great advantage to adapting this sector to new climatic conditions, which should be assessed as in this study on shifting Arabica coffee cultivation to the extreme south of the country. The methodology applied is the same the one used to define climatic risks in current productive regions of Brazil and their vulnerability to climatic change predicted by IPCC reports. The basic climatic parameters applied were frost probability and annual average temperature, since annual water deficit did not prove to be a restricting factor for Arabica coffee cultivation in the study area. The climatic conditions suitable for coffee production are: annual average temperature between 18°C and 22°C, annual water deficit less than 100 mm and frost probability (risk of lowest annual temperature less than 1°C) less than 25%. An area is said to have “low climatic risks” for coffee production when these three climatic conditions are met. Current climatic conditions were used and simulations of four temperature increases between 1°C and 4°C were also performed. The results indicated a substantial increase in the size of low climatic risks areas for the production of Arabica coffee in the extreme south of Brazil, mainly for mean temperature increases of 3°C in

J. Zullo Jr. (✉) · H. S. Pinto · A. M. H. de Ávila
Cepagri, Unicamp, Cidade Universitária Zeferino Vaz, 13083970, Campinas, SP, Brazil
e-mail: jurandir@cpa.unicamp.br

H. S. Pinto
e-mail: hilton@cpa.unicamp.br

A. M. H. de Ávila
e-mail: avila@cpa.unicamp.br

E. D. Assad
Informática Agropecuária, Embrapa,
Av. André Tosello, 209, 13083886, Campinas, SP, Brazil
e-mail: assad@cnptia.embrapa.br

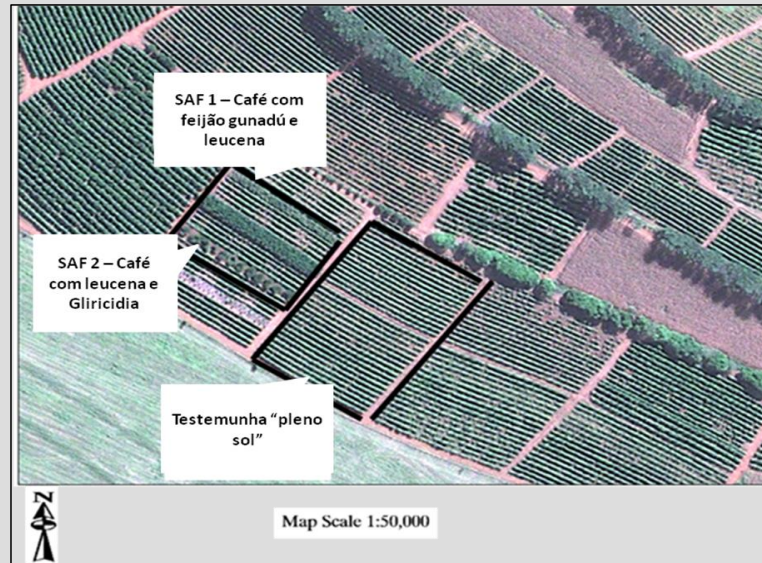
Riscos Climáticos – Agricultura Brasileira

VARIAÇÃO DO VALOR DA PRODUÇÃO NO CENÁRIO A2, EM COMPARAÇÃO COM VALORES ATUAIS DO IBGE, ANO BASE 2006

CULTURAS	PRODUÇÃO ATUAL (TONELADAS)	VALOR DA PRODUÇÃO (R\$ 1.000)	IMPACTO NO VALOR DA PRODUÇÃO A PARTIR DO MODELO PRECIS A2, 2020 (R\$ 1.000)	IMPACTO NO VALOR DA PRODUÇÃO A PARTIR DO MODELO PRECIS A2, 2050 (R\$ 1.000)	IMPACTO NO VALOR DA PRODUÇÃO A PARTIR DO MODELO PRECIS A2, 2070 (R\$ 1.000)
Algodão	2.898.721	2.831.274	-313.422	-407.730	-456.401
Arroz	11.526.685	4.305.559	-417.639	-530.445	-610.959
Café	2.573.368	9.310.493	-882.635	-1.596.750	-3.073.394
Cana	457.245.516	16.969.188	27.109.975	23.515.901	20.054.186
Feijão	3.457.744	3.557.632	-155.113	-363.118	-473.165
Girassol	—	—	—	—	—
Mandioca	26.639.013	4.373.156	-137.754	589.501	929.733
Milho	42.661.677	9.955.266	-1.192.641	-1.511.209	-1.720.270
Soja	52.454.640	18.470.711	-4.357.241	-6.307.748	-7.645.027

PINTO, H.S.; ASSAD, E.D.; ZULLO JUNIOR, J.; EVANGELISTA, S.R.M.; OTAVIAN, A.F.; ÁVILA, A.M.H. de; EVANGELISTA, B.A.; MARIN, F.R.; MACEDO JUNIOR, C.; PELLEGRINO, G.Q.; COLTRI, P.P.; CORAL, G. A nova geografia da produção agrícola no Brasil. In: DECONTO, J.G. (Coord.). Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária: Unicamp, 2008. p. 24-71. Biblioteca(s): CNPTIA (PL 551.68-DES UPC)





- O sistema de cultivo de café com macadâmia estoca, em média, duas toneladas de carbono por hectare a mais que o sistema de cultivo a pleno sol, permitindo validar a premissa que sistemas agroflorestais com café são considerados uma forma importante de mitigação dos gases de efeito estufa.
- O tratamento mais arborizado (café plantado em consórcio com macadâmia) recebeu 29,4% a menos de radiação solar e reduziu a temperatura do ar em apenas 0,6°C no microclima de cultivo, em comparação com o cultivo a pleno sol, mais utilizado no país, indicando que este sistema de plantio não será uma forma de adaptação da cultura, nos cenários mais quentes projetados pelo ETA/CPTEC .

Sugestões de Referências

COLTRI, P.P.; PINTO, H.S.; GONÇALVES, R.R.V.; ZULLO JUNIOR, J.; DUBREUIL, V. Low levels of shade and climate change adaptation of Arabica coffee in southeastern Brazil. HELIYON. , v.5, p.e01263 - , 2019.

ALFONSI, W.M.V.; COLTRI, P.P.; ZULLO JUNIOR, J.; PATRÍCIO, F.R.A.; ALFONSI, E.L. Período de incubação da ferrugem do cafeeiro. SUMMA PHYTOPATHOLOGICA (IMPRESSO), v.45, p.134 - 140, 2019.

ALFONSI, W.M.V.; COLTRI, P.P.; ZULLO JUNIOR, J.; PATRÍCIO, F.R.A.; GONÇALVES, R.R.V.; SHINJI, K.; ALFONSI, E.L. Spatio-temporal assessment of the incubation period of coffee leaf rust in climate change scenarios. PESQUISA AGROPECUARIA BRASILEIRA, v.54, p.e00273, 2019.

COLTRI, P.P.; ZULLO JUNIOR, J.; DUBREUIL, V.; RAMIREZ, G.M.; PINTO, H.S.; CORAL, G.; LAZARIM, C.G. Empirical models to predict LAI and aboveground biomass of Coffea arabica under full sun and shaded plantation: a case study of South of Minas Gerais, Brazil. Agroforestry Systems, v.89, p.621 - 636, 2015.

COLTRI, P.P.; ZULLO JUNIOR, J.; GONÇALVES, R.R.V.; ROMANI, L.A.S.; PINTO, H.S. Coffee Crop's Biomass and Carbon Stock Estimation With Usage of High Resolution Satellites Images. IEEE J-STARS, v.6, p.1786 - 1795, 2013.

Waldenilza Monteiro Vidal Alfonsi. Vulnerabilidade do cafeeiro arábica à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) em cenários de mudanças climáticas. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas.

Priscila Pereira Coltri. Mitigação de emissão de gases de efeito estufa e adaptação do café arábica a condições climáticas adversas. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas.

Gláucia Miranda Ramirez. Uso de imagens de alta e média resolução espacial no estudo de áreas cafeeiras. 2009. Tese (Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas.

Fase IV

**Modelos mais Sofisticados de
Anomalias de Chuva**

**Incorporação de outras variáveis
consideradas relevantes**

Projeto AlcScens - Fapesp



FAPESP
MUDANÇAS
CLIMÁTICAS

Pesquisadores Principais: **J.Zullo Jr,**
C.Pfeiffer, A.Furtado

Vigência: **01/12/2010 a 30/11/2014**

Instituição sede: **Unicamp**

Processo: **2008/58160-5**

**PLANEJAMENTO DA
PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR
NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS GLOBAIS**



Jurandir Zullo Junior
Claudia Casselanos Pfeiffer
Anelise Furtado
INICIAÇÃO

AlcScens

Geração de cenários de produção de álcool como apoio para a formulação de políticas públicas aplicadas à adaptação do setor sucroalcooleiro nacional às mudanças climáticas

The screenshot shows the website interface for AlcScens. At the top, there are navigation links: "IR PARA O CONTEÚDO", "IR PARA O MENU", "IR PARA A BUSCA", "IR PARA O RODAPÉ", "ALTO CONTRASTE", "ACESSIBILIDADE", "MAPA DO SITE", and "CONTATO". The main header features the "ALCSCENS" logo and the text "Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas da Unicamp". A search bar is present with the text "Pesquisar no site do Alcscens" and "e.x. mudanças climáticas". Below the search bar are social media icons for Facebook, YouTube, Twitter, Flickr, Google+, and LinkedIn. The main content area is titled "PÁGINA INICIAL" and features a "Notícias" section with the headline "Mudança climática pode agravar crise hídrica nos centros urbanos" and a corresponding image of a stream. To the right of the news section is a blue button labeled "abc CIENTÍFICO" with "Ecosistema" below it. Below the news section is a "Leia mais" button. On the left side of the page, there is a vertical menu with categories: "PROJETO" (Resumo, Problema, Justificativa, Resultados, Desafios, Cronograma, Divulgação, Impactos, Objetivos), "PESQUISADORES" (Principais, Associados, Bolsistas, Administrativo), and "PUBLICAÇÕES" (Artigos, Dissertação, ePUB, Livros & Capítulos, Tese).

Portal: www.cpa.unicamp.br/alcscens

Projeto AlcScens - Fapesp

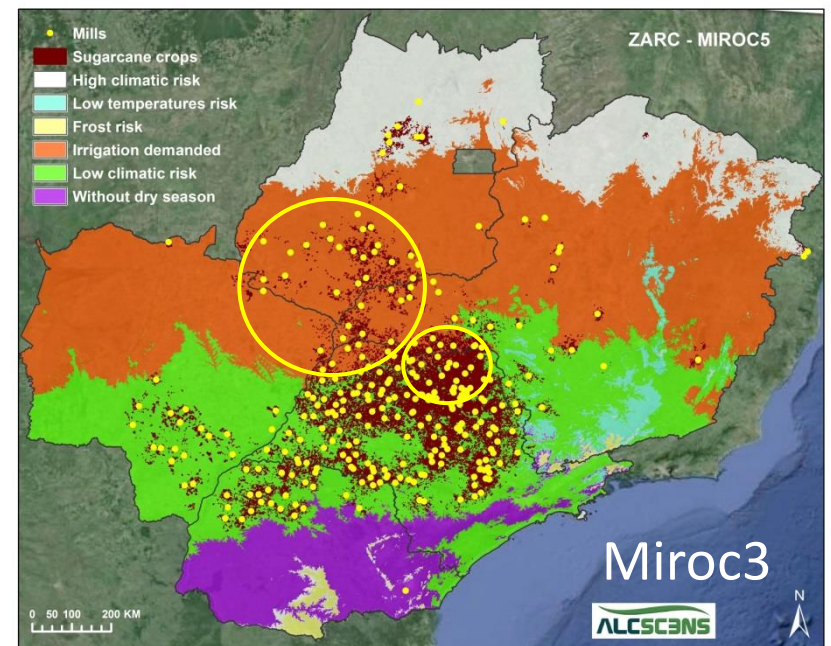
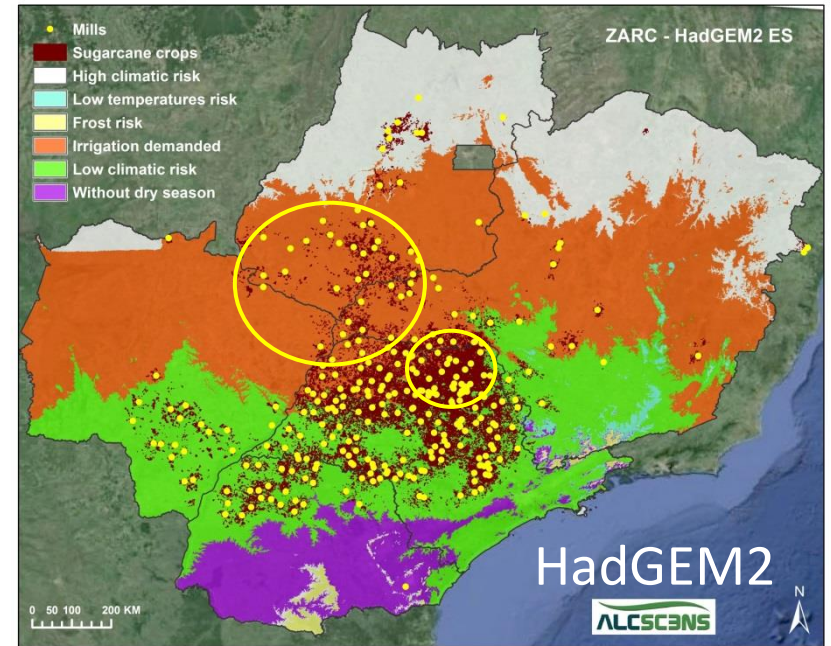
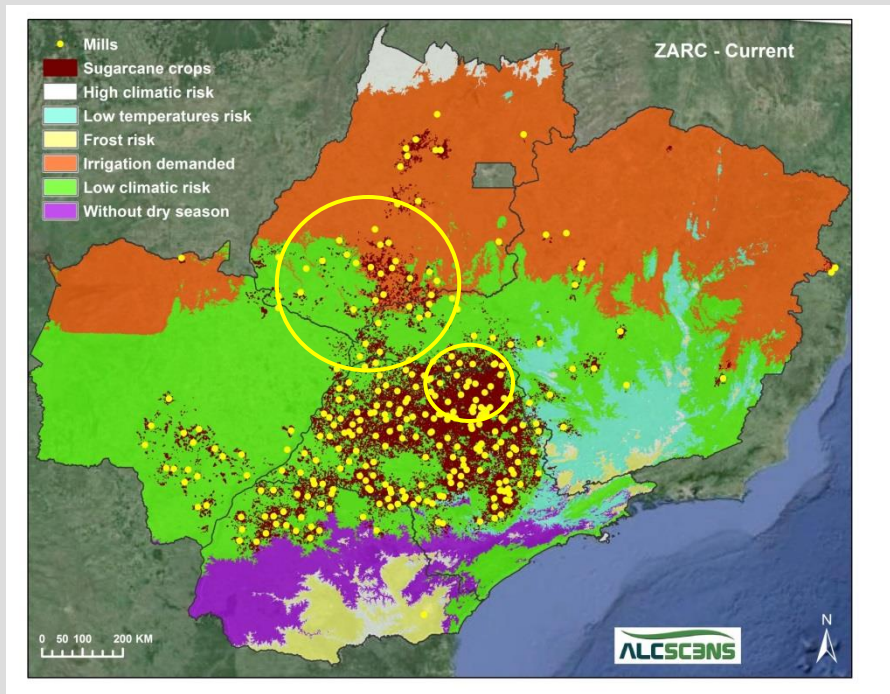
Equipe e Produção Científica



Perfil	Total
Pesquisadores Principais	3
Pesquisadores Associados	12
Técnico ou Médio	7
Iniciação Científica	7
Especialização	3
Mestrado	7
Doutorado	14
Pós-Doutorado	7
Total	60

Tipo de Produção	Total
Artigos em revistas científicas	25
Trabalhos em eventos	105
Capítulos de livros publicados	14
Livros publicados	3
Dissertações defendidas	7
Teses defendidas	6
Total	160

Resultados - Cenários





Sugar-energy sector vulnerability under CMIP5 projections in the Brazilian central-southern macro-region

Jurandir Zullo Jr.¹ · Vânia Rosa Pereira¹ ·
Andrea Koga-Vicente¹

Received: 3 March 2017 / Accepted: 4 July 2018 / Published online: 22 July 2018
© Springer Nature B.V. 2018

Abstract The Brazilian sugar-energy sector (SES) is facing an increasing challenge due to the worldwide expansion of biofuel consumption as a strategy to reduce greenhouse gas emissions, making yield improvement and land and water availability key factors in addressing this situation. Consequently, our main aim here is to identify SES vulnerability under climate change conditions, based on the methodology used by the Agricultural Zoning of Climatic Risks (ZARC) program. We assessed changes of the sugarcane ZARC in light of the current and near-future climatic conditions given by eight general circulation models (GCM) of the 5th IPCC report and under the representative concentration pathway (RCP) 8.5. We identified a conversion of the current climatic risk levels in the Brazilian central-southern macro-region for sugarcane in future climate change scenarios, but the spatial distribution of these changes is heterogeneous. The current expansion areas located mainly in southern Goiás and northwest of São Paulo are marked by an increase in areas of low water availability in the future, while the traditional production areas, east of São Paulo, do not present this same vulnerability. Sugarcane cultivation in the south of Goiás is already occurring based on a complementary irrigation (of about 50 mm per month from April to September) to reach a yield similar to traditional areas located in São Paulo state. The development of drought-resistant cultivars based on genetic engineering and the efficiency of the irrigation systems used on a large spatial scale and also in the long term are two key points of concern in the Brazilian context of greenhouse gas emission mitigation. The challenges for the traditional production regions are related to the production system's ability to regulate the capacity and idleness of sugarcane mills aiming to avoid current and future competition by same raw material.

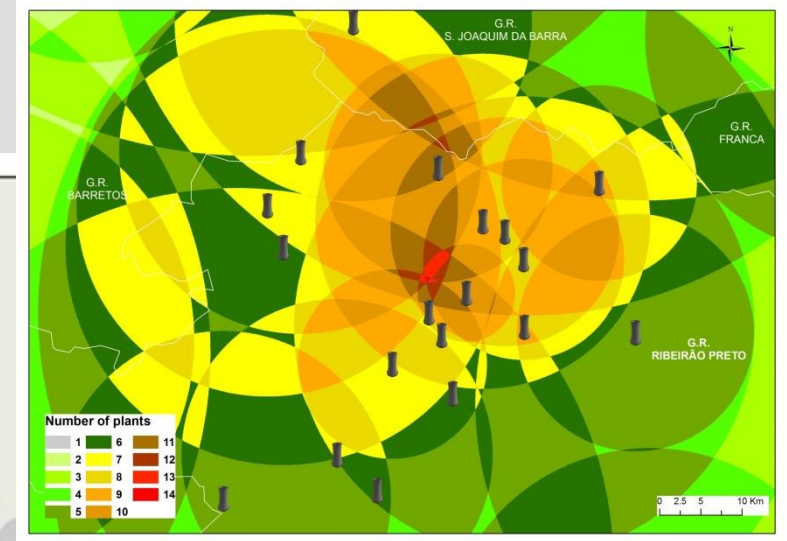
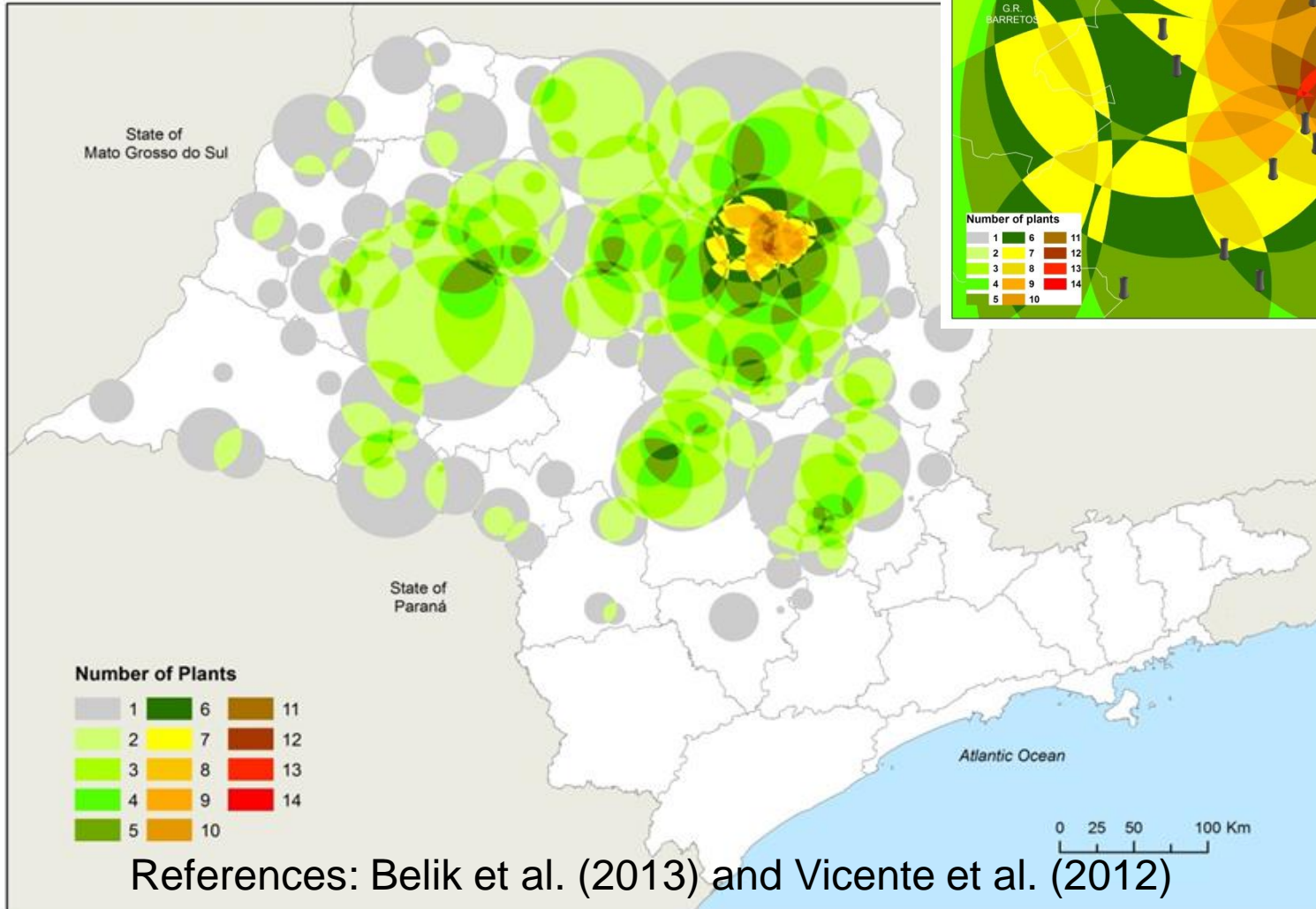
Electronic supplementary material The online version of this article (<https://doi.org/10.1007/s10584-018-2249-4>) contains supplementary material, which is available to authorized users.

✉ Jurandir Zullo, Jr
jurandir@cpa.unicamp.br

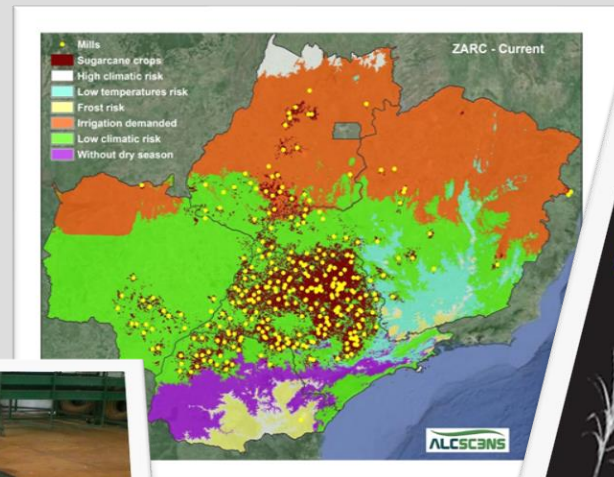
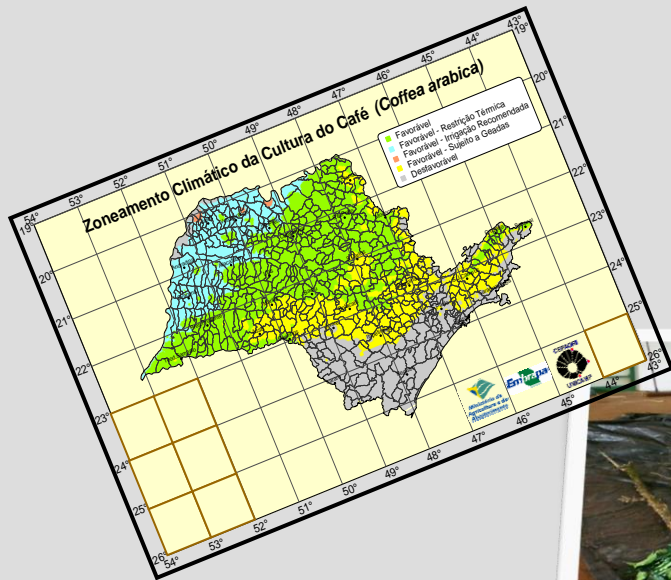
¹ Center of Meteorological and Climatic Research Applied to Agriculture, University of Campinas, Campinas, Brazil

Resultados - Cenários

Competição por cana-de-açúcar no estado de São Paulo.



Cenários de mudanças climáticas e seus impactos nas culturas do café e da cana-de-açúcar



Jurandir Zullo Junior – jurandir@cpa.unicamp.br