



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

SISTEMA DE CONSULTA E VISUALIZAÇÃO DAS PROJEÇÕES DOS MODELOS CLIMÁTICOS GLOBAIS DO IPCC AR4 PARA O BRASIL

Renan **Geraldo**¹; Agriton Silva **Cunha**²; Elias Gomes de **Almeida**³; José Tadeu de Oliveira **Lana**⁴;
Emília **Hamada**⁵

Nº 14408

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema de consulta e visualização das projeções para as variáveis climáticas dos modelos do IPCC AR4 para o Brasil, contribuindo para o aumento de informações referentes às mudanças climáticas. O software foi desenvolvido em linguagem C# (Sharp) da Microsoft e os dados foram armazenados em um banco de dados relacional, utilizando o Firebird como sistema gerenciador de banco de dados e a ferramenta IBExpert para interação com o banco. O usuário pode escolher diferentes projeções para as médias mensais de temperatura média, temperatura mínima, temperatura máxima, precipitação, umidade relativa e duração de período de molhamento foliar para os períodos de referência (1961-1990) e do futuro (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) que possui os cenários A2 e B1. O sistema permite aos usuários buscar por parâmetros dos modelos climáticos globais, variáveis climáticas, período e mês. Os resultados são mostrados na forma de grade com a opção de exportar estes dados em arquivo texto (txt). Este sistema permite buscar os dados do IPCC AR4, de maneira simples e consistente com várias opções.

Palavras-chaves: aplicativo, mudanças climáticas, clima.

1-Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Ciência da Computação, FAJ, Jaguariúna-SP; renan_geraldo@yahoo.com.br

2-Colaborador, graduando em Análise e Desenvolvimento de Sistema, UNIFIA, Amparo

3-Colaborador, Analista Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP

4-Colaborador, Analista Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP

5-Orientador: Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, emilia.hamada@embrapa.br



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

ABSTRACT - *The aim of this study was to develop a system for searching and data visualization of the projections for the climate variables of the models from the IPCC AR4 for Brazil, contributing to the increase of information about the climate change. The software was developed in C# (Sharp) language from Microsoft and the data were stored in a relational database, using Firebird as the database management system and the IBExpert tool for interaction with the database. The user can choose different projections for the monthly average of mean temperature, minimum temperature, maximum temperature, precipitation, relative humidity, and leaf wetness duration for the reference period (1961-1990) and the future periods (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100), A2 and B1 scenarios. The system permits the users to search for parameters of the global climate models, climatic variables, period, and month. The results are showed in a grid structure with the option of exporting this data in a txt (text) file. This system allows searching for the IPCC AR4 data, in a consistent and simple way, with a lot of options.*

Key-words: application, climate change, climate.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas e seus efeitos têm se tornado um assunto cada vez mais debatido e analisado por especialistas de diversas áreas. Segundo o Quinto Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2013), é extremamente provável (95% a 100% de probabilidade) que a influência antrópica seja a causa dominante do aquecimento observado desde meados do Século 20, tendo os gases de efeito estufa (GEE) concorrido para o provável (66% a 100% de probabilidade) aquecimento médio da superfície global, de 0,5°C a 1,3°C, no período de 1951 a 2010, com a contribuição de outras forçantes antrópicas.

No Brasil, conforme a região do País, são previstas mudanças profundas e variáveis no clima, sendo esperado que essas mudanças afetem os ecossistemas aquáticos e terrestres brasileiros, de acordo com o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2013).

A adaptação da sociedade aos efeitos ocasionados pelas mudanças climáticas globais e a mitigação dos impactos decorrentes têm sido enfoque de estudos no Brasil, objetivando principalmente diminuir a vulnerabilidade do País em relação aos efeitos adversos destas alterações (MUDANÇA..., 2005). Reforçando a importância desses estudos no Brasil, foi instituída a “Política Nacional sobre Mudança do Clima”, Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, em seu



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

artigo 12, que assume o compromisso nacional voluntário de redução de GEE entre 36,1% e 38,9% de suas emissões projetadas até o ano de 2020, por ações de mitigação (BRASIL, 2009).

O objetivo deste trabalho é desenvolver um aplicativo de consulta e visualização dos dados do Quarto Relatório do IPCC, que possui projeções de variáveis de modelos climáticos globais, tomando como base dois cenários de emissão de GEE, A2 e B1. Trata-se da continuidade do trabalho de Cunha et al. (2013) e esta sequência implementa novo banco de dados e promove novas funcionalidades na visualização do aplicativo e padronização das tabelas dos bancos de dados.

MATERIAL E MÉTODOS

No desenvolvimento do aplicativo as informações climáticas relacionadas ao Quarto Relatório do IPCC foram armazenadas em um banco de dados relacional, empregando o Firebird como Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Para interação com o banco de dados de forma simples foi utilizado o IBExpert e a linguagem de programação foi o C# (Sharp) da Microsoft.

Foram utilizadas seis classes para estruturação do aplicativo, cujo diagrama está apresentado na Figura 1. A classe ClassSelect faz a conexão com o banco de dados. A Classe ClassExportarTXT possibilita a exportação das tabelas para arquivo-texto. A classe ClassDadosModelos contém as informações relacionadas aos modelos e a ClassComboBox implementa procedimentos de habilitação de controles, conforme o modelo selecionado. A FrmPrincipal é a classe base da interface gráfica.

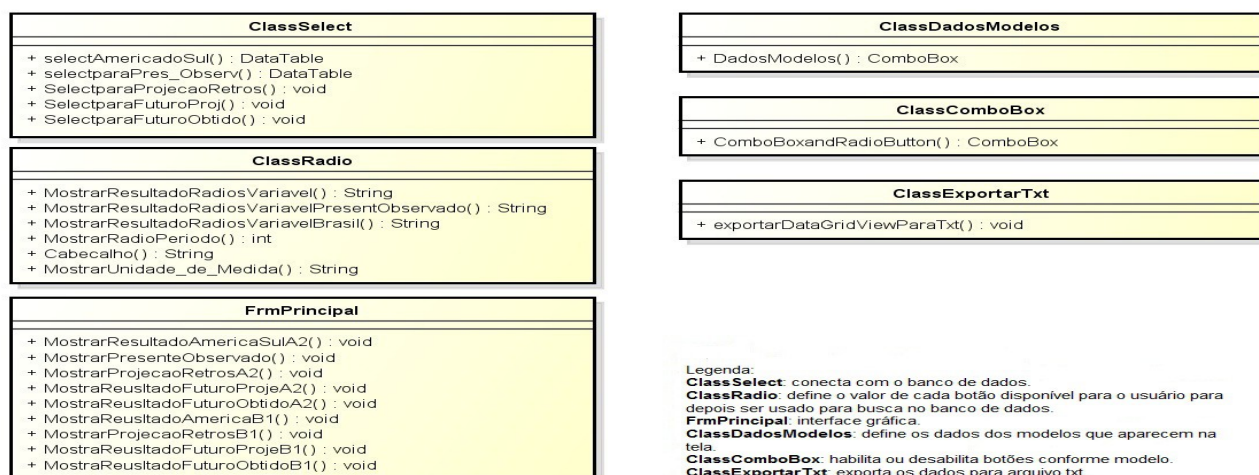


Figura 1. Diagrama de classes do aplicativo.

Os filtros que podem ser usados como parâmetros para busca no banco de dados estão apresentados na Figura 2. No aplicativo estão disponibilizados o Presente Observado e as projeções dos modelos climáticos globais utilizando dois cenários A2 e B1. O Presente observado possui valores para o Brasil e possibilita a consulta por dois parâmetros: variável climática e mês. Nas projeções dos modelos que tem valores para o Brasil e América do Sul, o Cenário A2 toma como base uma projeção “pessimista”, ou seja, haveria continuação dos padrões de emissões de GEE e o Cenário B1 uma projeção “otimista”, ou seja, supõe-se um futuro tendendo à estabilização de emissão de GEE (GHINI et al., 2011). Cada cenário possuía três tipos de projeções para o Brasil: Projeção Retrospectiva, Futuro Projetado e Futuro Obtido Por Correção De Viés, sendo que o Futuro Projetado e o Futuro Projetado por Correção de Viés possuem três períodos (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) como parâmetro. Para América do Sul são apresentados os valores brutos do Futuro Projetado. As variáveis climáticas contempladas são: temperatura média, precipitação pluvial, umidade relativa, duração de período de molhamento foliar, temperatura mínima e temperatura máxima, com opção de escolha do mês, e do modelo climático global.

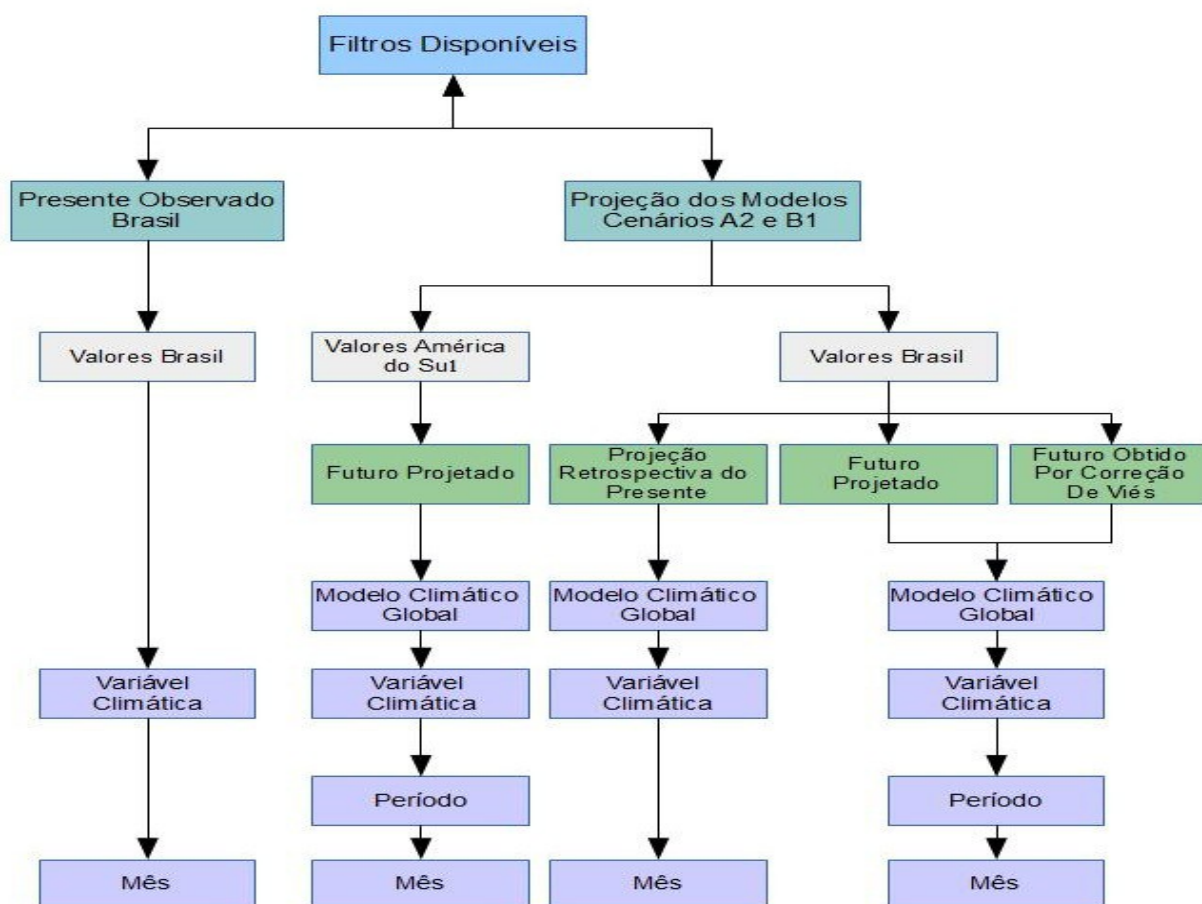


Figura 2. Filtros usadas como parâmetros para busca no banco de dados.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

O diagrama de povoamento do banco de dados pode ser visto conforme Figura 3. A Tab_Coordenadas é a que têm os valores de longitude, latitude, Futuro Projetado e Futuro Obtido por Correção de Viés e também parâmetros de tabelas auxiliares: Tab_Modelo, Tab_Pres.Sim, Tab_Pres.Obs, Tab_Data, Tab_Variavel. A Tab_Modelo armazena modelos, a Tab_Pres.Sim possui os valores da projeção retrospectiva, a Tab_Pres.Obs tem os valores do presente observado, a Tab_Data contém os meses e tri-década e a Tab_Variável armazena todas as variáveis climáticas. A Sp_Dados_Estatísticos é uma stored procedure que efetua cálculos estatísticos dos valores do Futuro Projetado e do Futuro Obtido por Correção de Viés. Os resultados destes cálculos são armazenados na tabela Tab_Estatistica, que também utiliza parâmetros de uma tabela auxiliar, chamada Tab_Regioes que tem números referentes a regiões do Brasil. Esta metodologia de povoamento foi padrão nos bancos de dados tanto do Cenário A2 quanto do Cenário B1.

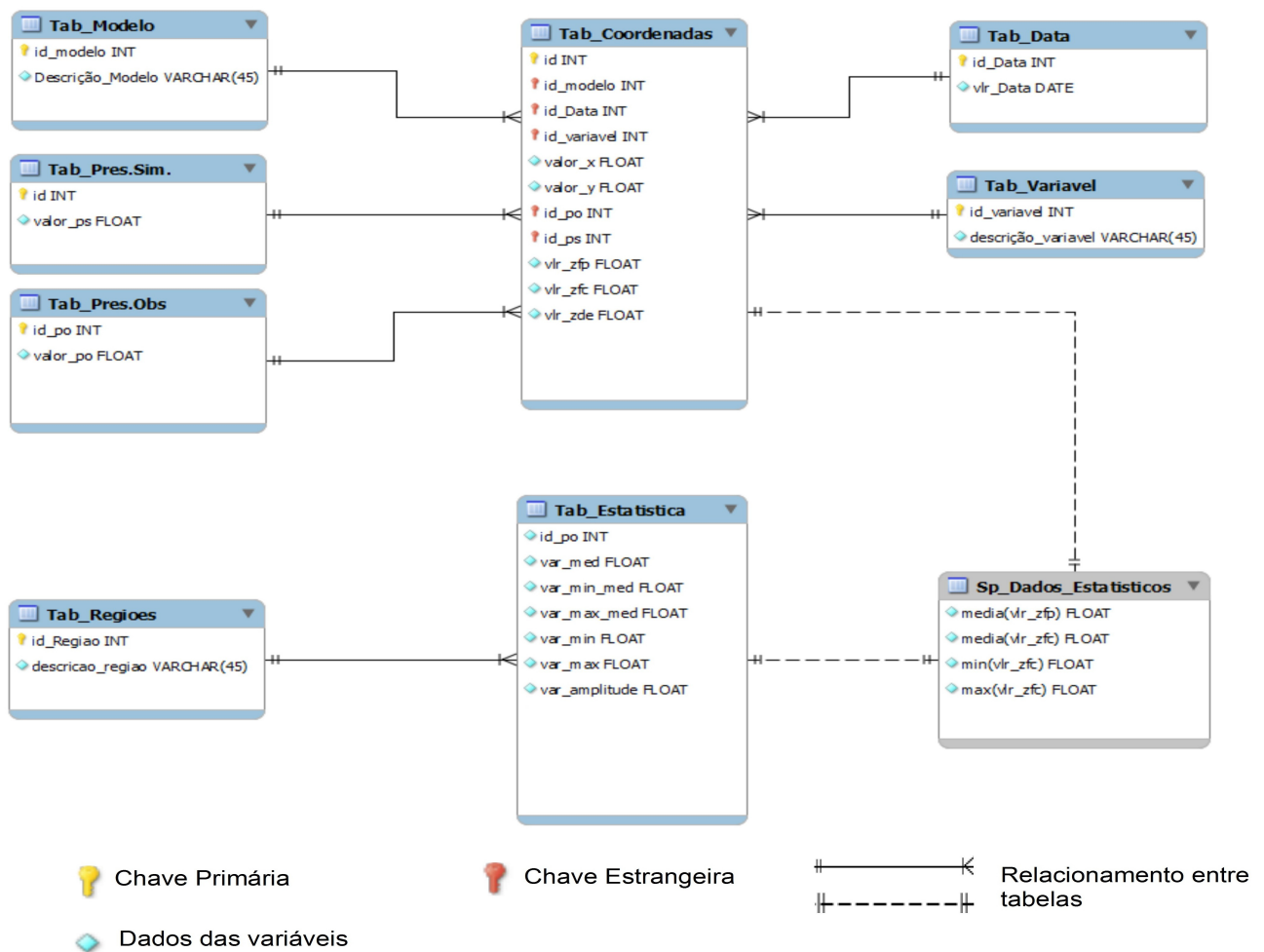


Figura 3. Diagrama de povoamento do banco de dados.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estrutura da interface gráfica pode ser vista na Figura 4. A navegação no aplicativo ocorre por meio de abas, e sub abas. Das opções disponíveis para criação da parte gráfica, a navegação por abas foi a de melhor desempenho para o usuário final. O sistema possibilita a visualização das informações em forma de grade com os valores de longitude, latitude e variável climática, que sempre são atualizados automaticamente conforme mudança de parâmetro. Quando um modelo é escolhido todas as informações referentes a ele serão mostradas na tela, além do sistema contar com um controle para que o usuário não clique em variável climática que o modelo não disponibiliza, tornando o aplicativo mais consistente e menos suscetível a erros. O sistema inclui também a opção de exportar os dados para arquivo txt (texto) e os dados exportados para arquivo texto serão mostrados conforme Figura 5.

Sistema de Consulta e Visualização Interativa de Dados das Projeções do IPCC AR4 para o Brasil

Presente Observado | Cenário A2 | **Cenário B1**

Valores para América do Sul | **Valores para Brasil**

Projeção Retrospectiva | **Futuro Projetado** | Futuro Obtido por Correção de Viés

FUTURO PROJETADO - CENÁRIO B1

Modelo: **BCCR-BCM2.0**

Dados dos Modelos
Nome: BCCR-BCM2.0 | País: Noruega
Instituição: Bjerknes Centre for Climate Research
Resolução: Longitude = 0,5° x Latitude = 0,5°
N° Pixels: 2884 | Unidade da Variável: °C

Variável

- Temperatura Média
- Precipitação Pluvial
- UR (Umidade Relativa)
- DPM (Duração do Período de molhamento foliar)
- Temperatura Mínima
- Temperatura Máxima

Período

- 2011 - 2040
- 2071 - 2100
- 2041 - 2070

Mês: **Janeiro**

GRAVAR TXT

Longitude	Latitude	Temperatura Média (°C)
-60,2979546	5,10394859	22,4229984
-60,7938538	4,60658026	22,1049824
-60,2979546	4,60658026	22,6570988
-64,26517	4,109212	18,9237556
-62,28156	4,109212	20,70529
-61,78566	4,109212	21,19469
-61,2897568	4,109212	21,75174
-60,7938538	4,109212	22,3269386
-60,2979546	4,109212	22,9017
-59,80205	4,109212	23,4629269
-51,3717232	4,109212	24,83565
-63,7692642	3,61184335	19,572554
-63,273365	3,61184335	20,979071
-62,777462	3,61184335	20,5110626
-62,28156	3,61184335	20,9666214
-61,78566	3,61184335	21,46639
-61,2897568	3,61184335	22,0160179
-60,7938538	3,61184335	22,5772057
-60,2979546	3,61184335	23,1383648

Bem Vindo ao Sistema Hora Atual: 11:25 27/06/2014

Figura 4. Navegação por abas, visualização em grade, dados dos modelos, controles das variáveis e opção de gravar em arquivo texto.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

Arquivo	Editar	Formatar	Exibir	Ajuda
-60,29795	5,103949	22,423		
-60,79385	4,60658	22,10498		
-60,29795	4,60658	22,6571		
-64,26517	4,109212	18,92376		
-62,28156	4,109212	20,70529		
-61,78566	4,109212	21,19469		
-61,28976	4,109212	21,75174		
-60,79385	4,109212	22,32694		
-60,29795	4,109212	22,9017		
-59,80205	4,109212	23,46293		
-51,37172	4,109212	24,83565		
-63,76926	3,611843	19,67255		
-63,27337	3,611843	20,07907		
-62,77746	3,611843	20,51106		
-62,28156	3,611843	20,96662		
-61,78566	3,611843	21,46639		
-61,28976	3,611843	22,01602		
-60,79385	3,611843	22,57721		
-60,29795	3,611843	23,13836		
-51,86763	3,611843	24,85808		
-51,37172	3,611843	25,00236		
-63,76926	3,114475	20,17003		
-63,27337	3,114475	20,49833		
-62,77746	3,114475	20,88135		
-62,28156	3,114475	21,30537		
-61,78566	3,114475	21,78677		
-61,28976	3,114475	22,31178		
-60,79385	3,114475	22,85307		
-60,29795	3,114475	23,38105		
-51,86763	3,114475	25,04024		
-51,37172	3,114475	25,21877		
-63,76926	2,617106	20,73106		
-63,27337	2,617106	20,98259		
-62,77746	2,617106	21,30906		
-62,28156	2,617106	21,69352		
-61,78566	2,617106	22,13189		
-61,28976	2,617106	22,62218		
-60,79385	2,617106	23,1377		
-60,29795	2,617106	23,64511		
-52,36353	2,617106	25,0181		

Figura 5. Dados em arquivo texto.

O sistema desenvolvido tem uma alta eficiência na busca das informações mesmo com o grande número de dados, disponibilizando uma grande quantidade de filtros, com valores para a América do Sul e para o Brasil. Há também disponível um campo que contém informações sobre o aplicativo e a autoria e outro campo que oferece ajuda, explicando como se usa o aplicativo.

CONCLUSÃO

O sistema desenvolvido disponibiliza ao usuário a consulta e visualização das projeções dos modelos climáticos globais do Quarto Relatório do IPCC para o Brasil, de forma eficiente, com uma alta gama de opções, interface gráfica de fácil navegação e controles para se evitar erros, sendo assim de fácil acesso para os usuários finais.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – PIBIC pela bolsa concedida e a Embrapa Meio Ambiente, pela oportunidade de estágio e aprendizado.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>. Acesso em: 10 jun 2014.

CUNHA, A. S.; ALMEIDA, E. G.; HAMADA, E. Desenvolvimento de sistema de consulta e visualização interativa de dados das projeções do IPCC AR4 para o Brasil. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 2013, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), 2013. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/ciiciac/resumo2013/RE13401.pdf>>. Acesso em: 17 jun 2014.

GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. (Ed.) **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguaríuna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. 356 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Summary for policymakers. In: IPCC. **Climate Change 2013: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. 29 p. Disponível em: <http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf>. Acesso em 15 jun 2014.

MUDANÇA do clima: volume II: mercado de carbono. Brasília, DF: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2005. 500p. (Cadernos NAE, 4).

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS – **Base científica das mudanças climáticas**: contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas: sumário executivo. Rio de Janeiro, 2013. 24 p. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/MCTI_PBMC_Sumario%20Executivo%204_Finalizado.pdf> . Acesso em: 10 jun 2014.