

# AQUECIMENTO GLOBAL E A NOVA GEOGRAFIA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL

---

AGOSTO DE 2008



**Embrapa**



UNICAMP

COORDENAÇÃO

**Jaime Gesisky Deconto**

TEXTO

**Giovana Girardi**

FOTOS

**Folhapress**

ILUSTRAÇÕES

**Joana Lira**

DESIGN

**Marco Caçado**

(Banana Biônica Design)

IMPRESSÃO

**Posigraf**

TIRAGEM

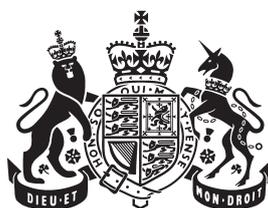
**3 mil exemplares**

Esta publicação foi produzida a partir do estudo “Aquecimento Global e Cenários Futuros da Agricultura Brasileira”, coordenado pelos pesquisadores Eduardo Assad (Embrapa Agropecuária) e Hilton Silveira Pinto (Cepagri/Unicamp). São Paulo - Agosto de 2008.

MAIS INFORMAÇÕES:

**[www.climaeagricultura.org.br](http://www.climaeagricultura.org.br)**

APOIO



Embaixada Britânica

# Sumário

**4** APRESENTAÇÃO

**6** RESUMO EXECUTIVO

**14** O PAPEL DO AGRONEGÓCIO NA ECONOMIA BRASILEIRA

**18** AGRICULTURA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

**24** A NOVA GEOGRAFIA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL

**72** MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO

**82** AUTORES

**83** BIBLIOGRAFIA





# Apresentação

O mais recente relatório do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) prevê que a produção de alimentos em todo o mundo pode sofrer um impacto dramático nas próximas décadas por conta das mudanças climáticas provocadas pelo aquecimento global. Segundo os cientistas do painel, o aumento da temperatura ameaça o cultivo de várias plantas agrícolas e pode piorar o já grave problema da fome em partes mais vulneráveis do planeta. Países pobres da África e da Ásia seriam os mais afetados, mas grandes produtores agrícolas, como o Brasil, também sentiriam os efeitos, já na próxima década.

As estimativas para o Brasil estão sendo corroboradas pelo presente trabalho, conduzido por pesquisadores da Embrapa e da Unicamp. Especialistas em Zoneamento de Riscos Climáticos, política pública que hoje norteia o financiamento agrícola do país, a equipe já estava acostumada a avaliar como o clima

atinge a agricultura no seu dia-a-dia. Secas e geadas fora de hora podem arruinar uma safra, mas com o zoneamento foi possível antever quais áreas seriam menos suscetíveis a esses problemas de modo a aproveitá-las para o plantio. Para as próximas décadas, no entanto, as mudanças do clima devem ser tão intensas a ponto de mudar a geografia da produção nacional. Municípios que hoje são grandes produtores poderiam não ser mais em 2020.

Há algum tempo, parte desses pesquisadores começou a estudar como o aquecimento global alteraria a atual configuração agrícola do país. A primeira cultura avaliada, ainda em 2001, com base no relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas divulgado naquele ano, foi o café arábica. Já ali se percebia que o aquecimento global poderia deslocar para o Sul e também reduzir a área de baixo risco para seu plantio. Agora a planta volta a ser objeto de estudo juntamente com outras oito

A cultura de soja é a que  
será mais afetada no Brasil  
com as mudanças climáticas



culturas (algodão, arroz, cana-de-açúcar, feijão, girassol, mandioca, milho e soja), além das pastagens e gado de corte, confirmando, em escala municipal, os resultados anteriores.

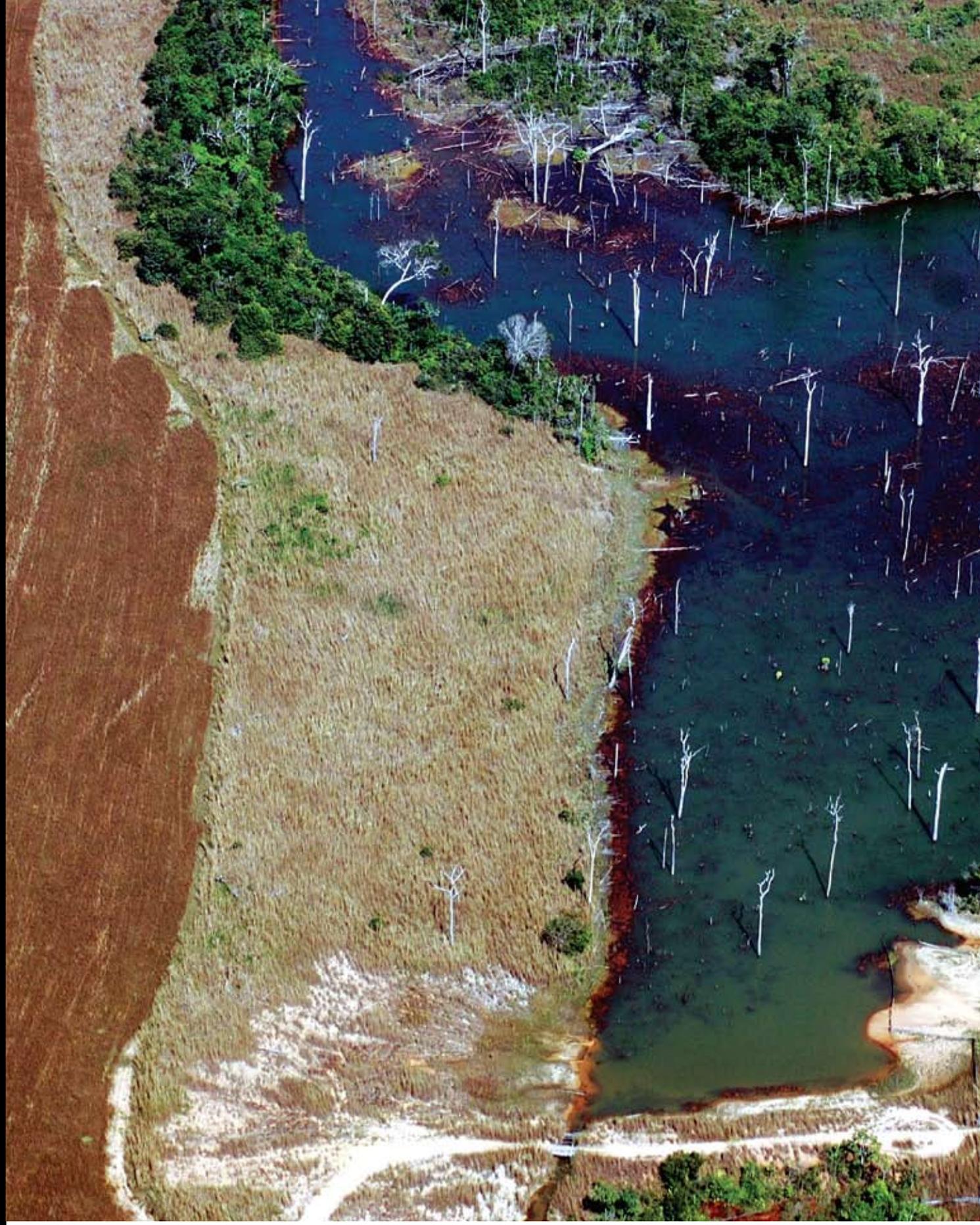
Os pesquisadores observaram que o aumento de temperatura pode provocar, de um modo geral, uma diminuição no Brasil de regiões aptas para o cultivo dos grãos. Com exceção da cana e da mandioca, todas as culturas sofreriam queda na área de baixo risco e, por consequência, no valor da produção. O assunto é polêmico, e vem provocando discussões acaloradas em todas as rodas técnicas e científicas.

Mas vale a pena lembrar que isso só ocorrerá se nada fosse feito em termos de mitigação e adaptação. Está nas mãos do agronegócio adotar formas de manejar melhor o solo para reduzir as emissões de gases de efeito estufa ou mesmo para seqüestrar da atmosfera o gás carbônico já presente em taxa elevada. É claro que novas variedades adaptadas às condições

mutantes serão criadas. Pesquisas voltadas para o setor permitiram nas últimas décadas que o país aumentasse significativamente a produtividade agrícola, colocando o Brasil em uma posição de liderança mundial. Agora o mesmo pode ser feito para combater o aquecimento global. A agricultura brasileira poderá então contribuir para reduzir o problema.

**Roberto Rodrigues** é coordenador do Centro de Agronegócios da FGV; presidente do Conselho Superior do Agronegócio da Fiesp e professor do Departamento de Economia Rural da Unesp Jaboticabal.





# Resumo Executivo

**ESTUDO AVALIOU OS IMPACTOS QUE O AQUECIMENTO GLOBAL DEVERÁ CAUSAR ÀS PRINCIPAIS CULTURAS AGRÍCOLAS DO PAÍS NAS PRÓXIMAS DÉCADAS**

Conversão da floresta em pasto e lavoura é a principal fonte de emissões de gases de efeito estufa no Brasil

**O** AUMENTO DAS TEMPERATURAS EM DECORRÊNCIA DO AQUECIMENTO GLOBAL PODE PROVOCAR PERDAS NAS SAFRAS DE GRÃOS DE R\$ 7,4 BILHÕES JÁ EM 2020 - NÚMERO QUE PODE SUBIR PARA R\$ 14 BILHÕES EM 2070 - E ALTERAR PROFUNDAMENTE A GEOGRAFIA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL. SE NADA FOR FEITO PARA MITIGAR OS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ADAPTAR AS CULTURAS PARA A NOVA SITUAÇÃO, DEVE OCORRER UMA MIGRAÇÃO DE PLANTAS PARA REGIÕES QUE HOJE NÃO SÃO DE SUA OCORRÊNCIA EM BUSCA DE CONDIÇÕES CLIMÁTICAS MELHORES. ÁREAS QUE ATUALMENTE SÃO AS MAIORES PRODUTORAS DE GRÃOS PODEM NÃO ESTAR MAIS APTAS AO PLANTIO BEM ANTES DO FINAL DO SÉCULO. A MANDIOCA PODE DESAPARECER DO SEMI-ÁRIDO, E O CAFÉ TERÁ POUCAS CONDIÇÕES DE SOBREVIVÊNCIA NO SUDESTE. POR OUTRO LADO, A REGIÃO SUL, QUE HOJE É MAIS RESTRITA ÀS CULTURAS ADAPTADAS AO CLIMA TROPICAL POR CAUSA DO ALTO RISCO DE GEADAS, DEVE EXPERIMENTAR UMA REDUÇÃO DESSE EVENTO EXTREMO, TORNANDO-SE ASSIM PROPÍCIA AO PLANTIO DE MANDIOCA, DE CAFÉ E DE CANA-DE-AÇÚCAR, MAS NÃO MAIS DE SOJA, UMA VEZ QUE A REGIÃO DEVE FICAR MAIS SUJEITA A ESTRESSES HÍDRICOS. POR OUTRO LADO, A CANA PODE SE ESPALHAR PELO PAÍS A PONTO DE DOBRAR A ÁREA DE OCORRÊNCIA.

A avaliação dos impactos das mudanças climáticas no setor foi feita com base na tecnologia de Zoneamento de Riscos Climáticos, um programa de computador desenvolvido a partir de 1996 pelos Ministérios da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário, em cooperação com Embrapa, Unicamp e outras instituições científicas. Hoje uma política pública, o zoneamento orienta toda a estrutura de crédito agrícola do Brasil, uma vez que informa qual o nível de risco de mais de 5.000 municípios brasileiros para as culturas mais comuns do país. Desse modo, é possível saber o que plantar, onde plantar e quando plantar. O programa abrange hoje cerca de 30 culturas, mas para este trabalho só foram consideradas as nove mais representativas em termos de área plantada (juntas correspondem a 86,17% do total da área plantada) – algodão, arroz, café, cana-de-açúcar, feijão, girassol, mandioca, milho e soja – além de pastagens e gado de corte. Soja, milho, cana e café também foram as culturas mais expressivas em termos de valor de safra em 2006, de acordo com o IBGE.

Partindo do zoneamento de 2007 para estas culturas, foram simulados os

**Plantação de soja no MT; cultura pode sofrer um a redução de até 40% da área apta**

- O aquecimento global pode comprometer a produção de alimentos, levando a perdas que começam com até R\$ 7,4 bilhões em 2020, podendo atingir R\$ 14 bilhões em 2070
- A soja deve ser a cultura mais afetada. No pior cenário, as perdas podem chegar a 40% em 2070, levando a um prejuízo de até R\$ 7,6 bilhões
- O café arábica deve perder até 33% da área de baixo risco em São Paulo e Minas Gerais, apesar de poder ter um aumento de produção no Sul do país
- Milho, arroz, feijão, algodão e girassol sofrerão forte redução de área de baixo risco no Nordeste, com perda significativa da produção
- A mandioca terá um ganho geral de área de baixo risco, mas deve sofrer graves perdas no Nordeste
- A cultura da cana-de-açúcar poderá dobrar nas próximas décadas

cenários agrícolas do Brasil para os anos de 2010 (representação mais próxima das condições atuais), 2020, 2050 e 2070, diante das perspectivas de aquecimento global. Para isso foram consideradas as projeções de aumento de temperatura feitas pelo IPCC. O quarto relatório de avaliação (AR4) do painel, divulgado em 2007, propôs vários cenários que podem ocorrer até 2100 – a projeção fica mais sombria quanto menos forem empregadas medidas para conter as emissões de gases de efeito estufa. Neste estudo foram adotados os cenários A2 – o mais pessimista, que estima um aumento de temperatura entre 2°C e 5,4°C até 2100 –

LUIZ CARLOS MURAUSSAS/FOLHA IMAGEM



## Todas as culturas, com exceção da cana e da mandioca, devem sofrer uma redução da área de baixo risco

e o B2, um pouco mais otimista, que prevê um aumento de temperatura entre 1,4°C e 3,8°C em 2100.

Com essas temperaturas, pesquisadores do CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos), órgão ligado ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), simularam os cenários climáticos futuros do Brasil. Ou seja, como estará o clima de cada município do país em 2020, 2050 e 2070 nos dois cenários. Os Estados da Amazônia foram excluídos das simulações por conta das restrições ambientais e por ainda não estarem contemplados no Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos.

As projeções foram feitas através do modelo climático Precis (Providing Regional Climates for Impact Studies), um programa de computador desenvolvido pelo Centro Hadley, da Inglaterra – uma das principais instituições a estudar as mudanças do clima hoje no mundo.

Este sistema foi escolhido pelo CPTEC por trabalhar com escalas de espaço mais reduzidas, o que permite verificar o impacto que o aumento das temperaturas podem ter na agricultura brasileira até o

final do século em uma resolução de 50 km x 50 km. Ele “enxerga”, desse modo, o que vai acontecer até mesmo em pequenos municípios. Projeções anteriores, feitas na escala de 250 km por 250 km, acabavam deixando-os de fora.

Os resultados obtidos coincidem com previsões anteriores, feitas pela Embrapa e pela Unicamp com dados de 2001 do IPCC, de impactos do aquecimento nas áreas com potencial de produção agrícola. Espera-se que o aumento da temperatura promova um crescimento da evapotranspiração (perda de água por evaporação do solo e transpiração das plantas) e, conseqüentemente, um aumento na deficiência hídrica, o que vai provocar um aumento de áreas com alto risco climático. Com exceção dos locais que hoje sofrem com geadas, em especial a região Sul do país e alguns pontos a sudeste e a sudoeste do Brasil – e que por isso terão vantagens com o aquecimento global – todas as demais terão uma diminuição de áreas de baixo risco para a maior parte das culturas. Entre os nove produtos analisados, somente a cana-de-açúcar e a mandioca não sofrerão redução de área. Veja a seguir o que deve ocorrer com cada cultura:

### ALGODÃO

Partindo da produção de 2,9 milhões de toneladas em 2006, com um valor de R\$ 2,8 bilhões, segundo o IBGE, espera-se um impacto negativo de R\$ 312 milhões em 2020, de R\$ 401 milhões em 2050, chegando a R\$ 444,8 milhões em 2070, no cenário B2. No cenário A2, os números não variam muito: R\$ 313 milhões, R\$ 407 milhões e R\$ 456 milhões, respectivamente. O prejuízo será um reflexo da redução de área apta ao plantio,



## Se nada for feito para mitigar o aquecimento global, a produção de alimentos no país deverá ser afetada

que começa com queda de cerca de 11% em 2020 e fica por volta de 16% em 2070 (nos dois cenários).

### ARROZ

O estudo prevê para 2020 uma redução da área de baixo risco ao plantio que vai de 8,41% no cenário B2 a 9,7% no A2. Essa perda vai para 12,5% em 2050 e para cerca de 14% em 2070 nos dois cenários avaliados. Tomando como base a produção de 11,5 milhões de toneladas, com um valor de R\$ 4,3 bilhões, segundo números de 2006 do IBGE, o aquecimento do clima trará um prejuízo em 2020 de R\$ 368 milhões (B2) a R\$ 417 milhões (A2). Em 2050 as perdas deverão estar em torno de R\$ 530 milhões e, em 2070, de pouco mais de R\$ 600 milhões, nos dois cenários.

### CAFÉ

As projeções para o café arábica confirmaram as simulações feitas anteriormente pela Unicamp e pela Embrapa, com os dados do IPCC-2001. A cultura poderá ser atingida ou por deficiência hídrica ou por excesso térmico nas regiões tradicionais. Os Estados de São Paulo e Minas Gerais deverão perder condições de plantio em boa parte da área hoje cultivada. Por outro lado, poderá haver um incremento de produção em regiões do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, apesar de este acréscimo não ser capaz de compensar as perdas gerais da cultura. Em um primeiro momento (2020), a queda de área apta pode não parecer tão brusca no cenário B2: 6,75%. Mas em 2050 o total de terrenos propícios ao café pode diminuir 18,3%, chegando a 27,39% em 2070. Tomando como base a produção de 2,5 milhões de toneladas, com um valor de produção de

R\$ 9,3 bilhões, segundo dados de 2006 do IBGE, o aquecimento global deve trazer prejuízos de pelo menos R\$ 600 milhões em 2020, R\$ 1,7 bilhão em 2050 e R\$ 2,57 bilhões em 2070 (B2). No cenário mais pessimista (A2) a queda de área de baixo risco começa com 9,48% em 2020, subindo para 17,1% em 2050 e chegando a 33% em 2070. Isso deve representar um prejuízo de, respectivamente: R\$ 882 milhões, R\$ 1,6 bilhão e R\$ 3 bilhões.

### CANA

Áreas do Sul do Brasil, hoje com restrições ao cultivo da cana, podem se transformar em regiões de potencial produtivo dentro de 10 a 20 anos. Locais do Centro-Oeste, que hoje apresentam um alto potencial produtivo, devem permanecer como áreas de baixo risco, porém serão cada vez mais dependentes de irrigação complementar no período mais seco. A expectativa é que a cultura, que hoje conta com uma área potencial de cerca de 6 milhões de hectares, possa vir a se espalhar por quase 17 milhões de hectares em 2020 no cenário B2. Com essa expansão, o valor da produção, que em 2006 era de quase R\$ 17 bilhões, poderá subir para R\$ 29 bilhões em 2020 no B2. Com o passar das décadas, e o aumento contínuo da temperatura, a cultura já não ficará mais tão confortável e precisará mais de irrigação. A área total deve então cair para 15 milhões de hectares até 2070 ainda no cenário B2, o que deve diminuir o rendimento para R\$ 24 bilhões. Já no A2, a cana atinge num primeiro momento uma área de 16 milhões de hectares, decrescendo para 13 milhões até 2070. Neste cenário, o valor da produção pode subir para R\$ 27 bilhões em 2020, regredindo para R\$ 20 bilhões em 2070.



ALFREDO NAGIB FILHO/FOLHA IMAGEM

### FEIJÃO

Tomando como base a produção de 3,45 milhões de toneladas, com um valor de R\$ 3,5 bilhões, segundo números de 2006 do IBGE, o aquecimento do clima trará um prejuízo em 2020 de cerca de R\$ 155 milhões, em decorrência de uma redução de 4,3% de área apta. Em 2050 a área favorável ao plantio da cultura deve diminuir cerca de 10%, provocando um prejuízo de R\$ 356,1 milhões. Em 2070 a perda pode chegar a R\$ 453,4 milhões, com a redução da área de baixo risco de até 13,3%. Os números valem para os dois cenários.

### GIRASSOL

Este estudo não chegou a calcular o impacto econômico que será sofrido pela cultura diante do aquecimento global porque hoje seu valor de produção ainda é pequeno no balanço agrícola geral. Com as mudanças climáticas, a oferta de área apta sofrerá uma redução de 14% em 2020, número que passa para cerca de 16,5% em 2050, chegando a 18% em 2070, nos dois cenários.

### MANDIOCA

A cultura terá um acréscimo geral da área de plantio com baixo risco no país. Esse ganho de produção ocorrerá

### Com o aumento das temperaturas, o café deve migrar do Sudeste para o Sul do país

principalmente na região Sul, devido à diminuição de locais sujeitos a geadas. A Amazônia também poderá ser beneficiada pelo crescimento da área de plantio, mas em decorrência da diminuição dos excedentes hídricos. Esse cenário de crescimento geral mascara, no entanto, as graves perdas que a cultura deve sofrer no Nordeste. O aumento de temperatura deve levar a uma forte expansão das áreas de alto risco de produção de mandioca no Semi-Árido e no Agreste nordestino, justamente onde a raiz é mais significativa para a segurança alimentar. De acordo com as simulações, em um primeiro momento (2020) o aumento da temperatura não será vantajoso para a cultura, em todo o país, já que nessa ocasião o Semi-Árido nordestino deixará de ser um local de baixo risco para a cultura e outras regiões ainda não estarão quentes o suficiente para ela.

Em 2020 as perdas de área devem variar de 2,5% a 3,1%, respectivamente nos cenários B2 e A2, com um prejuízo de R\$ 109 milhões no primeiro caso e R\$ 137 milhões no segundo, tomando como base a produção de 26 milhões de toneladas, com um valor de R\$ 4,3 bilhões, segundo

números de 2006 do IBGE. Nas décadas seguintes a situação melhora para a raiz, que encontrará áreas mais favoráveis no Sul do país, por conta da redução do risco de geada, e na Amazônia, pela diminuição do excedente hídrico. O aumento da área apta começa com 7,29% em 2050, chegando a 16,61% em 2070, no cenário B2. Nesta situação, os ganhos devem ser de R\$ 318,8 milhões e R\$ 726 milhões, respectivamente. No cenário A2, o avanço de área favorável é ainda maior: 13,48% em 2050 e 21,26% em 2070, com ganhos de R\$ 589 milhões a R\$ 929 milhões.

### MILHO

A cultura chega a 2020 com uma área favorável 12% menor nos dois cenários, número que sobe para 15% em 2050 e 17% em 2070. Tomando como base a produção de 42,6 milhões de toneladas, que teve como valor R\$ 9,9 bilhões, segundo números de 2006 do IBGE, o aquecimento global deve provocar uma queda em torno de R\$ 1,2 bilhão no valor da produção em 2020. O prejuízo pode passar a cerca de R\$ 1,5 bilhão em 2050, chegando a R\$ 1,7 bilhão em 2070.

### SOJA

Esta é a cultura que mais deve sofrer com a elevação de temperatura. As simulações mostram que as regiões ao

sul do país e as localizadas nos cerrados nordestinos serão fortemente atingidas. No pior cenário, as perdas podem chegar a 40% em 2070, em decorrência do aumento da deficiência hídrica e do possível impacto dos veranicos mais intensos. O grão, que atualmente apresenta o maior valor de produção da agricultura brasileira – R\$ 18,4 bilhões (segundo dados de 2006) – e é o principal produto agrícola exportado pelo país, pode apresentar já em 2020 uma perda de R\$ 3,9 bilhões a R\$ 4,3 bilhões (cenários B2 e A2, respectivamente), promovida por uma redução de área de baixo risco ao cultivo que vai de 21,62% a 23,59%. Em 2050, o prejuízo pode subir para algo entre R\$ 5,47 bilhões (B2) e R\$ 6,3 bilhões (A2), como reflexo de uma área apta entre 29,6% e 34,1% menor que a atual. Para 2070, no melhor cenário o prejuízo será de R\$ 6,4 bilhões (34,86% de área favorável), chegando a R\$ 7,6 bilhões (41,39%) no pior cenário. Isso equivale a metade das perdas que a agricultura brasileira deve ter nesta ocasião.

### ALIMENTOS

A produção de alimentos pode ser bastante impactada. As áreas cultivadas com milho, arroz, feijão, algodão e girassol sofrerão forte redução na região Nordeste, com perda significativa da produção. Toda a área correspondente

## VARIAÇÃO DO VALOR DA PRODUÇÃO NO CENÁRIO B2, 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 B2, 2020 (R\$ 1.000)	IMPACTO NO VALOR DA PRODUÇÃO A PARTIR DO MODELO PRECIS B2, 2050 (R\$ 1.000)	IMPACTO NO VALOR DA PRODUÇÃO A PARTIR DO MODELO PRECIS B2, 2070 (R\$ 1.000)
Algodão	2.898.721	2.831.274	-312.572	-401.191	-444.793
Arroz	11.526.685	4.305.559	-362.047	-539.486	-616.125
Café	2.573.368	9.310.493	-628.458	-1.705.682	-2.569.696
Cana	457.245.516	16.969.188	29.005.433	24.905.677	24.337.209
Feijão	3.457.744	3.557.632	-154.757	-356.119	-453.598
Girassol	—	—	—	—	—
Mandioca	26.639.013	4.373.156	-109.766	318.803	726.381
Milho	42.661.677	9.955.266	-1.211.555	-1.506.231	-1.732.216
Soja	52.454.640	18.470.711	-3.993.367	-5.478.412	-6.438.890

ao Agreste nordestino, hoje responsável pela maior parte da produção regional de milho, e a região dos cerrados nordestinos – sul do Maranhão, sul do Piauí e oeste da Bahia – serão as mais atingidas. Soja e café devem liderar as perdas.

Análises econômicas preliminares mostram que as culturas analisadas, sem contar cana-de-açúcar e mandioca, devem sofrer um prejuízo anual de produção que vai de R\$ 6,7 bilhões, em 2020, a R\$ 12,1 bilhões em 2070, no cenário B2. Já no cenário A2 (mais pessimista), o impacto negativo anual deverá ser de R\$ 7,4 bilhões no ano de 2020, chegando a R\$ 14 bilhões em 2070. O girassol foi a única cultura não avaliada do ponto de vista econômico, porque sua produção ainda é muito pequena no país. Os resultados detalhados estão apresentados abaixo.

As simulações apontam um futuro sombrio, mas ainda há tempo de evitar perdas significativas. Por um lado, a agricultura é uma das responsáveis pelo aquecimento global: as emissões do setor, somadas ao desmatamento para a conversão de terras agrícolas, representam entre 17% e 32% de todas as emissões de gases-estufa provocadas pelo ser humano no mundo, segundo cálculos independentes de Pete Smith, da Universidade de Aberdeen (Reino

Unido) e um dos autores do capítulo de agricultura do relatório do IPCC. Por outro lado, a agricultura é igualmente uma das vítimas das mudanças climáticas, como mostra este estudo.

Também cabe ao setor, contudo, trazer soluções a médio e longo prazo para minimizar o problema. A principal delas, para o Brasil, é adotar práticas que impeçam o avanço do desmatamento para a abertura de novas áreas para o plantio. Os cerca de 100 milhões de hectares de pastos degradados existentes hoje no país, se bem trabalhados, podem abrigar a expansão agrícola sem que seja preciso derrubar mais árvores. Em paralelo, é possível adotar sistemas que sejam capazes de sequestrar carbono da atmosfera. Algumas sugestões consideradas bastante viáveis são integrar em uma mesma área pecuária e lavoura, usar sistemas agroflorestais ou agrossilvopastoris, adotar cada vez mais o sistema de plantio direto e reduzir o uso de fertilizantes à base de nitrogênio. Enriquecimento orgânico das pastagens também é capaz de reduzir as emissões de metano pela pecuária. Em termos de adaptação ao problema, estão sendo estudados melhoramentos genéticos e novos transgênicos que tornem algumas plantas mais aptas às condições climáticas desfavoráveis.

#### 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	-363.234	-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

# O papel do agronegócio na economia brasileira

**SETOR CRESCEU MAIS QUE O PIB NACIONAL EM 2007 E REPRESENTOU UM TERÇO DE TUDO QUE FOI EXPORTADO NO PAÍS; SOJA LIDERA AS REMESSAS PARA O EXTERIOR E PODE LEVAR O BRASIL A SUPERAR OS EUA NO COMÉRCIO INTERNACIONAL**

O AGRONEGÓCIO REPRESENTOU EM 2007 CERCA DE 24% DA ECONOMIA BRASILEIRA. OS ALTOS PREÇOS DAS COMMODITIES E UMA SAFRA RECORDE DE 133,3 MILHÕES DE TONELADAS DE GRÃOS (CEREAIS, LEGUMINOSAS E OLEOGINOSAS), DE ACORDO COM O IBGE, FIZERAM COM QUE O SETOR COMO UM TODO CRESSESSE 7,89% EM COMPARAÇÃO COM O PERÍODO ANTERIOR, 2005/2006. O PIB DO AGRONEGÓCIO, QUE SOMA A PRODUÇÃO AGRÍCOLA, A PECUÁRIA E OS INSUMOS, ATINGIU R\$ 611,8 BILHÕES, DE ACORDO COM ESTIMATIVA DA CNA (CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL), FEITA EM PARCERIA COM O CEPEA-USP (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO).

Este crescimento foi maior até mesmo que o do PIB nacional, que subiu 5,4% em 2007 e alcançou R\$ 2,55 trilhões. E ainda compenhou o comportamento praticamente estável observado em 2006 (quando houve alta de apenas 0,45%) e a queda ocorrida em 2005 (de 4,66%).

A julgar pelo comportamento do setor no primeiro quadrimestre de 2008, o bom desempenho deve continuar. Em janeiro, fevereiro, março e abril houve um crescimento de 3,83%, em comparação com o mesmo período do ano anterior, o que fez com que a CNA projetasse para o ano um aumento nos negócios de 10% em relação a 2007. A previsão foi respaldada também pelos números da atual safra (2007/2008). Com 90% dos grãos colhidos, a Conab (Companhia Nacional de Abastecimento) estimou um novo recorde: 143,3 milhões de toneladas.

As exportações do agronegócio atingiram, em 2007, a marca de US\$ 58,4

bilhões (mais de um terço de tudo o que o Brasil exportou no ano passado). O saldo da balança comercial do agronegócio ficou positivo em 49,7 bilhões. Só nos primeiros seis meses de 2008, as remessas para o estrangeiro totalizaram US\$ 33,7 bilhões, 26,3% acima do valor obtido no mesmo período de 2007.

Vale a pena destacar o crescimento do complexo sucroalcooleiro. Por conta do aumento da demanda pelo etanol, a expectativa da Conab é que a produção de cana-de-açúcar em 2008 fique entre 558,1 milhões a 579,8 milhões de toneladas – de 11,3% a 15,6% maior que a registrada no ano passado. As exportações também vêm crescendo. De acordo com números do Ministério da Agricultura, de 2005 para 2006 as vendas externas de álcool subiram 109,6%.

## EVOLUÇÃO HISTÓRICA

A relação do Brasil com os recursos do



ANTÔNIO GAUDÉRIO / FOLHA IMAGEM

### Farelo de soja estocado no porto de Santos aguarda embarque para China

solo remonta ao início de sua história como colônia. Se inicialmente esta dependência estava ligada a uma atividade puramente extrativista, com a retirada de pau-brasil quase até a extinção, depois ela ensejou uma sucessão de projetos de monocultura. As lavouras de cana, localizadas em especial no Nordeste do país, sustentaram a economia brasileira por décadas, até que a mineração se sobrepusesse, no século 18. No século 19 ganhou espaço o café, plantado principalmente no Sudeste. A cultura rapidamente se tornou a principal moeda de exportação brasileira.

Foi somente com a explosão da urbanização do país e o desenvolvimento industrial, a partir da década de 1940, que surgiram novas áreas agrícolas no país. Nos anos 70, com a criação da Embrapa e do SNPA (Sistema Nacional de Pesquisa

Agropecuária), foram produzidas variantes genéticas mais resistentes de culturas até então propícias somente à região Sul do país. Soja e milho puderam ganhar assim o Cerrado. E a incorporação de novas tecnologias fez com que a região se tornasse responsável por mais de 40% da produção brasileira de grãos, de acordo com a Embrapa. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) considera que 60% do aumento

## 33 MILHÕES DE EMPREGOS

Até 31 de dezembro 2006, de acordo com os dados preliminares do Censo Agropecuário do IBGE, o setor empregava cerca de 16,4 milhões de pessoas. Uma estimativa feita pela Fundação Getúlio Vargas dois anos antes, mas que levava em conta também as vagas na indústria de insumos e processamento e na distribuição dos produtos, elevava o número de trabalhadores no agronegócio para cerca de 33 milhões.

## Pesquisas científicas possibilitaram um aumento de 60% da produtividade da agropecuária no país

da produtividade do setor no Brasil nos últimos anos se deveu à pesquisa. A oferta de carnes bovina e suína foi multiplicada por 4 vezes, e a de frango aumentou 18 vezes. A produção de leite aumentou de 7,9 bilhões de litros em 1975 para 25,4 bilhões de litros em 2006, e a produção brasileira de hortaliças elevou-se de 9 milhões de toneladas, em uma área de 700 mil hectares, em 1980, para 17,5 milhões de toneladas, em 771,4 mil hectares, em 2006, segundo números da Embrapa.

O explosivo aumento da produção de soja, de quase 30 vezes no transcorrer de apenas três décadas, determinou uma cadeia de mudanças sem precedentes na história do Brasil. Esse crescimento se deveu não apenas ao aumento da área plantada (de 1,3 milhão para 8,8 milhões de hectares, entre a década de 1970 e os anos 2000), mas também ao expressivo incremento da produtividade (1,14 t/ha para 1,73 t/ha), por conta das novas tecnologias disponibilizadas aos produtores pela pesquisa brasileira.

De acordo com levantamento da Assessoria de Gestão Estratégica do MAPA, a partir de dados do USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos), a produtividade atual é de 2,8 t/ha, equivalente à americana e à argentina (primeiro e terceiro lugares no ranking mundial de produção, respectivamente). Na safra 2007/8, o Brasil deve produzir 59 bilhões de toneladas de soja (contra 71,5 bilhões do Estados Unidos), segundo as projeções do

**Plantação de café no Espírito Santo, um dos principais Estados produtores da cultura**

ministério. Na safra 2008/2009, é esperado que o Brasil responda por 40% de todo o grão que for exportado, superando os EUA como o maior exportador mundial. O chamado complexo soja, que inclui, além do grão, o farelo e o óleo, é o principal produto agrícola brasileiro para exportação. Esses números constam da publicação “Projeções do Agronegócio”, lançada no começo de 2008.

O crescimento da produção e o aumento da capacidade competitiva da soja brasileira foram e continuam sendo os fatores responsáveis pela criação de uma grande tradição técnica, empresarial e comercial geradora de capital e mão-de-obra, que contribuiu para o agronegócio brasileiro em todas as dimensões. No entanto, adversidades climáticas, como pouca disponibilidade de água no solo, veranicos, distribuição irregular das chuvas ao longo do ano e temperaturas elevadas podem comprometer seu desenvolvimento, como mostra este estudo.

A expectativa é que as mudanças climáticas interfiram negativamente em um processo que, sem elas, seria de franco crescimento. Desde 2006, os Estados Unidos vêm diminuindo sua área



## A AGRICULTURA FAMILIAR

A produção agrícola brasileira pode ser dividida entre comercial e familiar, em uma proporção de cerca de 63% e 37%, respectivamente, de acordo com o censo agropecuário de 1996 (o mais recente, de 2006, ainda não teve os resultados divulgados). Enquanto os grandes produtores controlam a primeira, concentrando também as exportações, a segunda, feita por pequenos e médios produtores é responsável principalmente pelo abastecimento interno, apesar de também colaborar com o fornecimento para a indústria, especialmente de frango e leite.

Segundo dados do Ministério do Desenvolvimento Agrário, cerca de 70% dos alimentos que chegam à mesa dos brasileiros

provêm da agricultura familiar. Os principais alimentos cultivados nesse modelo são carne suína (60% da produção anual está na agricultura familiar), frangos (70%), feijão (67%), leite (56%) e mandioca (89%). Milho é produzido em parcelas quase iguais pela agricultura familiar e comercial. Já soja, cana, café e arroz são predominantemente comerciais. As frutas estão, em sua maioria, nas mãos das famílias.

Diante da crise mundial de alimentos, o governo brasileiro anunciou uma ampliação do crédito a grupos familiares. A meta é atender 1 milhão de pequenos produtores até 2010, a um custo aproximado de R\$ 25 bilhões. Além disso, o teto do crédito rural para esses agricultores deve subir dos atuais R\$ 28 mil para R\$ 100 mil.

plantada de soja, ao substituir parte dela por milho para atender a demanda por biocombustíveis. Isso, aliado à expansão da área no Brasil, aponta uma tendência de inversão do primeiro e do segundo colocados no ranking mundial. Pelas estimativas do Ministério da Agricultura, considerando as condições genéticas e climáticas atuais, o Brasil saltará dos atuais 59 milhões de toneladas para 75,35 milhões na safra de 2017/2018, respondendo, na ocasião, por 33% da produção mundial de soja, contra 30,4% dos EUA, de acordo com

os cálculos da organização internacional Fapri (Instituto de Estudos de Política Agrária e Alimentar, na sigla em inglês).

Os resultados deste estudo sugerem, no entanto, que essas estimativas podem estar otimistas demais, visto que o aquecimento global pode diminuir a área de baixo risco ao cultivo de soja no país em pelo menos 21% até 2020. Daí por que se fazem tão necessárias mais pesquisas para minimizar os impactos do aquecimento global e estabelecer estratégias de adaptação.

Algumas respostas o governo vem dando. O Ministério da Agricultura tem defendido a criação de um PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) agrícola, que diminuiria os juros para os financiamentos e traria um seguro contra catástrofes climáticas. Tal projeto ainda está em negociação, mas paralelamente o governo lançou o PAC da Embrapa, que prevê o investimento de cerca de R\$ 1 bilhão para as pesquisas na agricultura brasileira até 2010, além de mais contratações para a empresa. Parte dos recursos deve subsidiar estudos sobre formas de amenizar os efeitos das mudanças climáticas na agropecuária. O tema também deve ser incluído no Plano Nacional de Mudanças Climáticas, que está em elaboração pelo governo.



LUIZ CARLOS MURILUSKA/SFOLHA IMAGEM



# Agricultura e mudanças climáticas

ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS TÊM UMA RELAÇÃO DE CAUSA E  
CONSEQÜÊNCIA COM O AQUECIMENTO DO PLANETA; SÃO UMA  
DAS CULPADAS, MAS TAMBÉM UMA DE SUAS VÍTIMAS

**Queimada de  
cana na região de Ribeirão  
Preto (SP), uma das  
atividades emissoras de  
gases de efeito estufa**



**H**OJE NÃO HÁ DÚVIDAS DE QUE A CONCENTRAÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA ATMOSFERA AUMENTOU PERIGOSAMENTE NOS ÚLTIMOS CEM ANOS POR AÇÃO HUMANA, EM ESPECIAL PELA QUEIMA DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS. NO ENTANTO, MUITO ANTES DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL, UMA OUTRA ATIVIDADE HUMANA, IGUALMENTE REVOLUCIONÁRIA, DEU O PRIMEIRO PASSO NO PROCESSO DE LIBERAÇÃO DESSES GASES NA ATMOSFERA: A AGRICULTURA.

Estudos do cientista americano William Ruddiman, do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade da Virgínia, sugerem que a atividade promoveu uma súbita elevação na concentração de gás carbônico há cerca de 8 mil anos. Pela tendência histórica de flutuação na concentração dos gases, naquela época a quantidade de  $\text{CO}_2$  deveria estar em queda, mas mudou de direção. Cerca de 3 mil anos mais tarde, o mesmo ocorreu com o metano. Os dois gases são os principais responsáveis pela retenção do calor irradiado pela Terra.

Há 8 mil anos, agricultores da Europa e da China começaram a derrubar as florestas dos dois continentes para o plantio de trigo, cevada, ervilha e outras plantas. A queima das árvores derrubadas, ou seu simples apodrecimento, faz com que o carbono armazenado nas plantas e no solo seja oxidado, liberando gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) na atmosfera. Três mil anos depois, agricultores do sul da China começaram a inundar terras baixas nas proximidades de rios para o plantio de arroz. Terraços alagados geram metano, do mesmo modo como ocorre nos pântanos - pela decomposição da vegetação em água parada. Isso seria o motivo, segundo Ruddiman, para a súbita elevação de metano a partir daquele período.

### EMISSÕES ATUAIS

Ainda que a queima de combustíveis fósseis seja a principal responsável pela alta concentração de gases-estufa, de acordo com o IPCC, a agricultura é responsável por 13,5% das emissões anuais de gás carbônico equivalente ( $\text{CO}_2\text{-eq}$  – unidade-padrão em que todos os tipos de gases-estufa têm sua capacidade de contribuir para o aquecimento global convertida em quantidade de  $\text{CO}_2$ ). Em 2005, segundo o grupo internacional de cientistas, o setor emitiu de 5,1 a 6,6 gigatoneladas (bilhões de toneladas) de  $\text{CO}_2\text{-eq}$ . Este número leva



em conta somente as emissões diretas do setor, formadas principalmente pelo metano ( $\text{CH}_4$ ) – proveniente dos gases entéricos e das fezes do gado e dos alagados de arroz – e pelo óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), emitido sobretudo pelo uso de fertilizantes e pela queima de biomassa. O gás carbônico emitido no transporte ou no uso de energia foi contabilizado nos respectivos setores. Segundo o IPCC, as emissões de óxido nitroso pela agricultura equivalem a 2,8 bilhões de toneladas de gás carbônico, e as de metano, a 3,3 bilhões de toneladas de gás carbônico.

O relatório, porém, não inclui nas contas da agricultura as emissões de gás carbônico promovidas pela conversão de florestas em terras agrícolas e pelo uso da terra. A queima ou o apodrecimento das florestas libera no ar o carbono que estava armazenado nos troncos, folhas, raízes e solo. O IPCC destaca as florestas como um setor à parte que, como um todo (o que inclui todo tipo de desmatamento), responde por 17,4% das emissões totais.

Equipe coordenada pelo pesquisador Pete Smith, da Universidade de Aberdeen (Reino Unido), um dos autores do capítulo de agricultura do relatório do IPCC, fez



essa conta independentemente. Segundo o grupo, somando os gases emitidos pela derrubada de florestas para a agricultura, as emissões do setor ficam entre 8,5 bilhões e 16,5 bilhões de toneladas de gás carbônico equivalente. No total isso representa entre 17% e 32% de todas as emissões de gases-estufa provocadas pelo ser humano. As estimativas foram registradas na publicação “Mudanças do Clima, Mudanças no Campo”, lançada em janeiro de 2008 pela ONG Greenpeace.

É justamente a derrubada de florestas que coloca o Brasil na posição de quarto maior emissor de gás carbônico do mundo. De acordo com inventário do governo federal, o Brasil emitia em 1994 cerca de 1,48 bilhão de toneladas de  $\text{CO}_2\text{-eq}$ . Aproximadamente 75% eram resultantes de desmatamentos em todo o país e da mudança no uso da terra (o que inclui a agricultura). As emissões de metano proveniente da agropecuária eram, na época, de 10,16 milhões de toneladas, as de óxido nítrico, de 480 mil toneladas.

#### Parte do metano emitido pelo setor é proveniente da fermentação entérica e das fezes do gado

Os números, já bastante defasados, estão sendo atualizados por equipes de pesquisadores de todo o país. O Ministério da Ciência e Tecnologia prevê a divulgação dos novos dados até o final de 2008, mas é de se esperar que os números da agricultura aumentem visto que as áreas plantadas e o número de cabeças de gado têm crescido no país.

De acordo com cálculos do governo federal, cerca de 18% da Amazônia já foram desmatados. Historicamente, a derrubada da mata se deu primeiro por ação de madeireiras ilegais e depois pelo avanço da pecuária, em especial nos anos 70. Ambas as atividades continuam até hoje. A partir da década de 90, a agricultura também começou a avançar, com destaque para a soja. De acordo com dados do IBGE, a Amazônia Legal, que tem 83% de sua área coberta por florestas, responde por 36% da pecuária e 39% da soja nacionais. O

**Setor é responsável por 13,5% das emissões anuais de gás carbônico equivalente, de acordo com o IPCC**



FERNANDO DONASCI/FOLHA IMAGEM

### O desmatamento da Floresta Amazônica é a principal causa de emissões do Brasil

instituto destaca que o cultivo de grãos se dá principalmente na porção de Cerrado da Amazônia Legal (16% da região), que engloba Mato Grosso, Tocantins e sul do Maranhão, mas também em pontos que eram de Floresta Amazônica, como a região de Santarém (PA). O papel da pecuária no desmatamento é mais evidente. Ainda segundo o IBGE, 73% das 74 milhões de cabeças de gado da região ocupam áreas que foram de floresta um dia.

A conversão da mata para a colocação de pasto e agricultura também causou impactos a outros biomas. De acordo com estimativas do Ministério do Meio Ambiente, pelo menos 40% do Cerrado já foram perdidos (levantamento paralelo da ONG Conservação Internacional fala em

55%) – o avanço da agropecuária é um dos principais responsáveis, juntamente com o abastecimento de fornos das siderúrgicas e o crescimento urbano. Historicamente, os canaviais e cafezais foram responsáveis por boa parte da devastação da Mata Atlântica (restam hoje somente 7%, segundo a Fundação SOS Mata Atlântica).

### INSEGURANÇA ALIMENTAR

De uma das vilãs do aquecimento global, a agricultura pode passar à condição de vítima. Em todo o mundo, o aquecimento trará vantagem somente para a agricultura praticada nas regiões de alta latitude. O derretimento das geleiras do Himalaia, por exemplo, vai prejudicar o suprimento de água para China e Índia, comprometendo sua agricultura e provocando a fome daquelas populações. O mesmo deve ocorrer em países

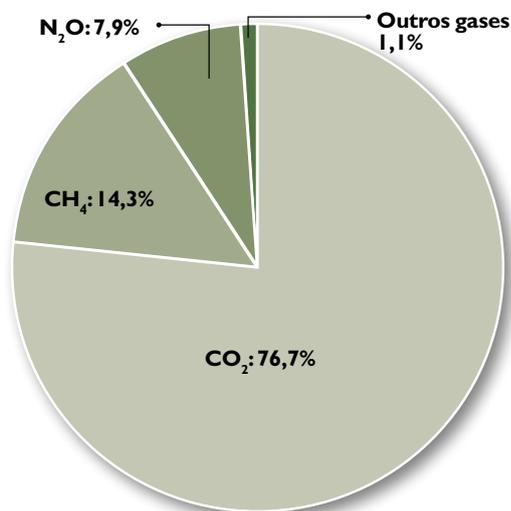
## Aquecimento deve causar redução de chuvas nos trópicos e o encolhimento das terras agriculturáveis

## O PROBLEMA DO CH<sub>4</sub> E DO N<sub>2</sub>O

O gás metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), formam, junto com o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), o trio dos principais gases de efeito estufa. Apesar de existirem na atmosfera em quantidades bem menores que o CO<sub>2</sub> – o N<sub>2</sub>O e o CH<sub>4</sub> são contabilizados em partes por bilhão e o gás carbônico, em partes por milhão –, eles são bem mais eficientes na retenção do calor. O potencial de aquecimento do metano é 21 vezes maior que o CO<sub>2</sub>, e o do óxido nitroso, 300 vezes maior. Desde a Revolução Industrial, no final do século 18, a concentração de CO<sub>2</sub> subiu de 280 ppm (partes por milhão na atmosfera) para 381 ppm em 2006, segundo a OMM (Organização Meteorológica Mundial). A de metano saltou de 715 ppb (partes por bilhão) para 1.774 ppb e a de óxido nitroso saiu de 270 ppb para 319 ppb, segundo o IPCC. Sem políticas que promovam mudanças nos modelos atuais de agricultura, o IPCC espera que as concentrações de N<sub>2</sub>O cresçam de 35% a 60% e as de CH<sub>4</sub>, por volta de 60% até 2030, em decorrência do uso crescente de fertilizantes à base de nitrogênio e do aumento de rebanhos em todo o mundo.

Veja abaixo gráfico com a participação de cada um dos gases nas emissões de atividades humanas.

EMISSIONES ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM 2004, SEGUNDO O IPCC



africanos, que dependem da agricultura irrigada pelas chuvas. No continente africano, a perda de produção agrícola pode chegar a 50% em 2020.

O IPCC estima que os trópicos terão com o aquecimento uma redução das chuvas e um encolhimento das terras agriculturáveis. Mesmo uma pequena elevação na temperatura (de 1°C a 2°C) pode reduzir a produtividade das culturas, estimou o painel, o que aumentaria o risco de fome.

O Relatório de Desenvolvimento Humano de 2007/2008 do PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) projetou um aumento de 600 milhões no número de subnutridos até 2080. Já hoje algumas mudanças vêm sendo sentidas em todo o mundo, como o maior número de quebras de safras e a morte de gado, lembra o Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial de 2008, do Banco Mundial.

Para a América Latina, o IPCC estima uma aridificação do Semi-árido e a savanização do leste da Amazônia. Para a agricultura, é prevista uma perda da

produtividade de várias culturas, o que deve trazer conseqüências para a segurança alimentar. Algumas dessas projeções foram confirmadas pelo presente estudo, como mostrado no capítulo a seguir: a maior parte das culturas brasileiras vai sofrer com a elevação da temperatura.

### PARTE DA SOLUÇÃO

Apesar dos prejuízos, a agricultura pode ser parte da solução para o problema. Um uso mais adequado do solo, com a adoção, por exemplo, de sistemas agropastoris, agrossilvopastoris e plantio direto, além de redução do uso de fertilizantes, pode evitar novos desmatamentos, aumentar a captura de gás carbônico da atmosfera e ainda recuperar o solo. Algumas técnicas novas de cultivo de arroz e criação de gado também estão sendo testadas para diminuir as emissões de metano (leia mais no capítulo “Mitigação e Adaptação”). No combate ao aquecimento global o Brasil pode ainda se beneficiar com o cultivo da cana-de-açúcar. O próprio IPCC sugeriu o uso do etanol como uma medida para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>.

# A nova geografia da produção agrícola no Brasil

**AQUECIMENTO GLOBAL DEVE ALTERAR PROFUNDAMENTE A CONFIGURAÇÃO DA AGRICULTURA NO PAÍS E PROVOCAR PERDAS DE R\$ 7 BILHÕES JÁ EM 2020**

A CONFIGURAÇÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA BRASILEIRA, DO JEITO COMO É CONHECIDA HOJE, PODE MUDAR SIGNIFICATIVAMENTE NOS PRÓXIMOS ANOS EM DECORRÊNCIA DO AQUECIMENTO GLOBAL. SE NADA FOR FEITO PARA MITIGAR OS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ADAPTAR AS CULTURAS PARA A NOVA SITUAÇÃO, REGIÕES QUE ATUALMENTE SÃO AS MAIORES PRODUTORAS DE GRÃOS PODEM NÃO ESTAR MAIS APTAS AO PLANTIO BEM ANTES DO FINAL DO SÉCULO. A MANDIOCA PODE DESAPARECER DO SEMI-ÁRIDO NORDESTE, E O CAFÉ ARÁBICA TERÁ POUCAS CONDIÇÕES DE SOBREVIVÊNCIA NO SUDESTE. POR OUTRO LADO, A REGIÃO SUL, QUE HOJE É MAIS RESTRITA ÀS CULTURAS ADAPTADAS AO CLIMA TROPICAL POR CAUSA DO ALTO RISCO DE GEADAS, DEVE EXPERIMENTAR UMA REDUÇÃO DESSE EVENTO EXTREMO, FICANDO ASSIM COM MAIS ÁREAS DE BAIXO RISCO AO PLANTIO DESSAS CULTURAS. E A CANA, APTA A ENFRENTAR TEMPERATURAS MAIS ALTAS, PODE DOBRAR SUA ÁREA DE OCORRÊNCIA. A EXPECTATIVA É QUE NAS PRÓXIMAS DÉCADAS ESSA MIGRAÇÃO DE CULTURAS FAÇA COM QUE A PRODUÇÃO AGRÍCOLA DO PAÍS GERE UMA NOVA ORDEM GEOGRÁFICA.

## O ZONEAMENTO AGRÍCOLA DE RISCOS CLIMÁTICOS

Para avaliar os impactos que as mudanças climáticas terão no setor nos próximos anos, foi usada como base uma tecnologia que hoje aponta quais áreas no Brasil apresentam baixo risco para o plantio das mais diversas culturas. O chamado Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos é um programa desenvolvido



a partir de 1996 pelos Ministérios da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário, com a coordenação da Embrapa e da Unicamp e a cooperação de outras instituições científicas do país. São estudos que orientam o crédito agrícola do Brasil, uma vez que informam – com base na análise de séries históricas de chuva e temperatura – qual o nível de risco de plantio de cerca de 30 culturas para mais de 5.000 municípios de todo o país (menos da Amazônia). Com este levantamento, é possível saber o que plantar, onde plantar e quando plantar, admitindo no máximo um risco de 20% de perdas da safra.

O zoneamento foi criado após se constatar que sem essa orientação as culturas ficam vulneráveis demais. Um estudo feito pelo IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) em 1992

indicou que 95% das perdas na agricultura brasileira eram devidas a eventos de seca ou chuva forte. O trabalho de zoneamento permitiu que se conhecesse em detalhes a geografia agrícola nacional e se distribuisse cada cultura em função da disponibilidade climática de cada região.

Uma área, em um determinado período, é considerada de baixo risco ao plantio quando a probabilidade máxima de ocorrência de seca ou excesso de chuvas é de 20%. Para definir esses riscos são considerados, além dos dados meteorológicos de chuva e temperatura, índices específicos desenvolvidos para apontar a sensibilidade das culturas a eventos extremos que possam ocorrer em fases críticas da vida planta. São consideradas a capacidade de retenção de água no solo, a profundidade das raízes das plantas cultivadas, a duração do seu ciclo, a quantidade de chuva e a variação desse conjunto de dados no período. Observa-se ainda o balanço hídrico, calculado a partir da evapotranspiração das culturas – a soma entre a transpiração das folhas e a evaporação do solo. O uso de sistemas geográficos de informações (SIG) e de imagens de satélites é fundamental ao longo de processo. Com todas essas informações, é possível mostrar as probabilidades de obter safras com produtividade econômica mínima para cada município.

### **ZONEAMENTO NO FUTURO**

O objetivo deste trabalho foi projetar como o quadro atual de zoneamento pode ser alterado nos próximos anos por força do aquecimento global. Como o aumento das temperaturas deve promover um crescimento da evapotranspiração e, conseqüentemente, um aumento da deficiência hídrica, é de se esperar que o risco climático dos municípios suba.

**Aquecimento deve acelerar a aridificação do Semi-Árido brasileiro, prejudicando o plantio de várias culturas**



MARCO FERNANDES/FOLHA. IMAGEM

## Estudo simula as condições futuras para o plantio das nove culturas mais representativas do país

Foram avaliadas as nove culturas mais representativas do país em termos de área plantada (juntas correspondem a 86,17% do total): algodão, arroz, café, cana-de-açúcar, feijão, girassol, mandioca, milho e soja, além de pastagens e gado de corte. O estudo mostra uma queda da área geral do país propícia ao plantio para quase todas, exceto cana e mandioca.

Partindo dos parâmetros usados para gerar o zoneamento de 2007 para estas culturas, foram simulados os cenários agrícolas do Brasil para os anos de 2010 (como a representação mais próxima das condições atuais), 2020, 2050 e 2070. Em linhas gerais, foram aplicadas, no modelo atual (que considera as condições climáticas e de solo), as temperaturas projetadas pelo IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) para aqueles quatro anos.

O quarto relatório do painel de cientistas de todo o mundo, divulgado em 2007, traçou cenários que podem ocorrer até 2100 – a projeção fica mais sombria quanto menos forem empregadas medidas para conter as emissões de gases de efeito estufa. O relatório indica uma variação extrema entre 1,1°C e 6,4°C até o final do século 21. Neste estudo foram adotados dois cenários, o A2, mais pessimista, e o B2, um pouco mais otimista. No A2 a variação estimada de aumento da temperatura fica entre 2°C e 5,4°C; no B2, é de 1,4°C a 3,8°C (leia mais sobre os dois cenários no quadro da página 29).

Com essas temperaturas, pesquisadores do CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos), órgão ligado ao INPE (Instituto Nacional



**Redução da área favorável para o plantio de soja pode levar a perdas de até R\$ 7 bilhões**

de Pesquisas Espaciais), simularam os cenários climáticos futuros do Brasil. Ou seja, como estará o clima de cada município do país (com exceção da Amazônia) em 2020, 2050 e 2070 nos dois cenários. Eles fizeram as projeções através do modelo climático Precis (Providing Regional Climates for Impact Studies), um programa de computador desenvolvido pelo Centro Hadley, da Inglaterra – uma das principais instituições a estudar as mudanças do clima hoje no mundo.

Este modelo foi escolhido pelo CPTEC por trabalhar com escalas de espaço regionais mais reduzidas, o que permite verificar o impacto que o aumento das temperaturas podem ter na agricultura brasileira até o final do século em uma resolução de 50 km x 50 km. Ele “enxerga”, desse modo, o que vai acontecer até



OTAVIO DIAS DE OLIVEIRA/FOLHA IMAGEM

mesmo em pequenos municípios. Projeções anteriores, feitas na escala de 250 km por 250 km, acabavam deixando-os de fora.

### IMPACTOS NA PRODUÇÃO

Os resultados obtidos coincidem com previsões anteriores de impactos do aquecimento nas áreas de potencial de produção agrícola brasileiras. O trabalho atual, na verdade, refina e atualiza estudo feito pela Embrapa e pela Unicamp com dados de 2001 do IPCC. Mantidas as condições atuais de cultivo, as perspectivas são de que a produção de alimentos esteja ameaçada já em 2020 no Brasil, com um prejuízo que pode chegar a R\$ 7 bilhões neste primeiro ano.

Este número é o melhor exemplo de que o problema das mudanças climáticas é mais imediato do que muitas pessoas pensam. Os cenários projetados pelo IPCC, e pelo CPTEC/INPE, tomaram como base a situação climática em 1990, o que faz

com que eles já estejam algo ultrapassados. E nesse período a concentração de gás carbônico na atmosfera só fez crescer, atingindo 381 ppm (partes por milhão), a maior dos últimos 650 mil anos. De modo que os danos não vão ocorrer num futuro distante, eles já são realidade.

Os impactos econômicos para cada

### RISCO À SAFRINHA

**O ponto forte da agricultura brasileira, que a torna particularmente competitiva para exportação, foi o cultivo de duas safras anuais (soja e milho principalmente) em regime de plantio direto, com a introdução alternativa do algodão quando o microclima é adequado. É essa forma intensiva de explorar o Cerrado que remunera a infra-estrutura de produção e a logística necessária para a sua comercialização. Se a redução do período favorável ao plantio impedir a frequência da segunda safra, a rentabilidade da agricultura intensiva de lavouras anuais no Cerrado vai ser reduzida. Atualmente a safra e a safrinha são praticadas nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país.**

## Redução da área de baixo risco para a agricultura deve promover fortes perdas no valor da produção

uma das culturas foram calculados com base nas prováveis alterações que as áreas potenciais de plantio vão sofrer por conta da elevação de temperatura nos cenários A2 e B2. Como a produção de uma determinada planta é diretamente proporcional à área cultivada, considerou-se que um impacto na área vai refletir na produção e, conseqüentemente, no seu valor. A comparação foi feita com dados de produção em toneladas e seu valor em reais referentes a 2006, segundo o IBGE.

### CUSTOS DO AQUECIMENTO

No geral, os resultados mostram que, com exceção da cana-de-açúcar e da mandioca, todas as culturas analisadas neste trabalho sofrerão impactos negativos, apresentando uma diminuição de produção que pode ser dramática em algumas regiões, como o Nordeste. No

A produção de milho deve ser bastante impactada no Agreste nordestino

MARCOS BERGAMASCO/FOLHA IMAGEM



**TABELA I. VARIAÇÃO DO VALOR DA PRODUÇÃO EM FUNÇÃO DOS IMPACTOS ESTIMADOS PELO MODELO PRECIS PARA O CENÁRIO B2. OS DADOS DA PRODUÇÃO ATUAL SÃO 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 B2, 2020 (R\$ 1.000)	IMPACTO NO VALOR DA PRODUÇÃO A PARTIR DO MODELO PRECIS B2, 2050 (R\$ 1.000)	IMPACTO NO VALOR DA PRODUÇÃO A PARTIR DO MODELO PRECIS B2, 2070 (R\$ 1.000)
Algodão	2.898.721	2.831.274	-312.572	-401.191	-444.793
Arroz	11.526.685	4.305.559	-362.047	-539.486	-616.125
Café	2.573.368	9.310.493	-628.458	-1.705.682	-2.569.696
Cana	457.245.516	16.969.188	29.005.433	24.905.677	24.337.209
Feijão	3.457.744	3.557.632	-154.757	-356.119	-453.598
Girassol					
Mandioca	26.639.013	4.373.156	-109.766	318.803	726.381
Milho	42.661.677	9.955.266	-1.211.555	-1.506.231	-1.732.216
Soja	52.454.640	18.470.711	-3.993.367	-5.478.412	-6.438.890

FONTE: CONAB, UNICA, SECEX AÇÚCAR, ALGODÃO, ARROZ, FEIJÃO, MILHO, COMPLEXO SOJA E COMPLEXO CARNES TEM R\$, APREÇOS DE 2003



## ENTENDA OS CENÁRIOS A2 E B2

**CENÁRIO A2** – O mais pessimista dos cenários, descreve um mundo com uma população crescendo continuamente, assim como as emissões dos gases-estufa. Em geral, o modo de fazer negócios continua como sempre foi feito. Novas tecnologias são implementadas em ritmo muito lento e de modo regionalizado, sem a adoção de novos padrões mundiais. De acordo com este cenário, a temperatura média da Terra deve aumentar entre 2°C e 5,4°C até 2100.

**CENÁRIO B2** – Mundo com ênfase em soluções locais para sustentabilidade econômica, social e ambiental. População aumenta continuamente, mas em um ritmo menor que no A2. As mudanças tecnológicas não serão muito rápidas, porém mais diversificadas, o que permitirá uma emissão menor de gases de efeito estufa. De acordo com este cenário, a temperatura deve variar entre 1,4°C e 3,8°C em 2100.

cenário B2, a perda no valor da produção deverá ser da ordem de R\$ 6,7 bilhões no ano de 2020, chegando a R\$ 12,1 bilhões em 2070. Já no cenário A2 (mais pessimista), o impacto negativo deverá ser de R\$ 7,4 bilhões no ano de 2020, chegando a R\$ 14 bilhões em 2070. O girassol foi a única cultura não avaliada do ponto de vista econômico, porque sua produção ainda é muito pequena no país. Veja esta evolução abaixo, nas tabelas 1 e 2:

**TABELA 2. VARIÇÃO DO VALOR DA PRODUÇÃO EM FUNÇÃO DOS IMPACTOS ESTIMADOS PELO MODELO PRECIS PARA O CENÁRIO A2. OS DADOS DA PRODUÇÃO ATUAL SÃO 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	-363.234	-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

### DIMINUIÇÃO DE ÁREA

Esses valores refletem a redução da área total que hoje apresenta baixo risco de produção. O aumento da temperatura vai diminuir o número de municípios com potencial agrícola nos anos de 2020, 2050 e 2070, em comparação com a situação atual, para quase todas as culturas, com exceção da cana-de-açúcar e da mandioca. Mesmo que o aumento das temperaturas reduza o risco de geadas na região Sul do país, possibilitando que áreas hoje restritas ao cultivo de plantas tropicais se tornem favoráveis a elas no futuro, isso não vai compensar os danos do clima mais quente. Na maior parte do país, a elevação da evapotranspiração, com seu conseqüente reflexo na deficiência hídrica do solo, vai promover um crescimento do risco climático.

Esta nova dinâmica climática deve causar uma migração das culturas adaptadas ao clima tropical para áreas mais ao sul do país e de altitudes maiores, para compensar a elevação de temperatura. Com um aumento próximo a 3°C (valor de aquecimento médio estimado pelo IPCC como o mais provável de ocorrer até 2100), é provável que ocorra um deslocamento das culturas de café e cana para áreas de

**TABELA 3. VARIÇÃO DAS ÁREAS COM POTENCIAL 2070, NA COMPARAÇÃO COM O MOMENTO ATUAL**

CULTURAS	ÁREA POTENCIAL ATUAL (KM <sup>2</sup> )	ÁREA POTENCIAL PELO MODELO PRECIS B2 EM 2070 (KM <sup>2</sup> )
Algodão	4.029.507	3.584.578
Arroz	4.168.806	3.812.092
Café	395.976	369.250
Cana	619.422	1.678.186
Feijão	4.137.837	3.957.983
Girassol	4.440.650	3.814.513
Mandioca	5.169.601	5.040.005
Milho	4.381.791	3.848.384
Soja	2.790.265	2.186.883

**TABELA 4. VARIÇÃO DAS ÁREAS COM POTENCIAL 2070, NA COMPARAÇÃO COM O MOMENTO ATUAL**

CULTURAS	ÁREA POTENCIAL ATUAL (KM <sup>2</sup> )	ÁREA POTENCIAL PELO MODELO PRECIS A2 EM 2070 (KM <sup>2</sup> )
Algodão	4.029.507	3.583.461
Arroz	4.168.806	3.764.488
Café	395.976	358.446
Cana	619.422	1.608.994
Feijão	4.137.837	3.957.481
Girassol	4.440.650	3.811.838
Mandioca	5.169.601	5.006.777
Milho	4.381.791	3.856.839
Soja	2.790.265	2.132.001

maiores latitudes.

Por outro lado, com o aumento das temperaturas, algumas áreas do Nordeste, do sul do Mato Grosso do

**TABELA 5. VARIÇÃO DO NÚMERO DE MUNICÍPIOS COM POTENCIAL PARA O PLANTIO DAS PRINCIPAIS CULTURAS BRASILEIRAS NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ATUAL (2006/07), EM 2020, 2050 E 2070, DE ACORDO COM AS SIMULAÇÕES DO MODELO PRECIS PARA O CENÁRIO B2 DO IPCC**

CULTURAS	Nº MUNICÍPIOS POTENCIALMENTE PRODUTORES EM ÁREA DE BAIXO RISCO (ATUAL)	Nº MUNICÍPIOS POTENCIALMENTE PRODUTORES EM ÁREA DE BAIXO RISCO PELO MODELO PRECIS B2 EM 2020	Nº MUNICÍPIOS POTENCIALMENTE PRODUTORES EM ÁREA DE BAIXO RISCO PELO MODELO PRECIS B2 EM 2050	Nº MUNICÍPIOS POTENCIALMENTE PRODUTORES EM ÁREA DE BAIXO RISCO PELO MODELO PRECIS B2 EM 2070
Algodão	3590	3093	3029	2984
Arroz	4011	3966	3638	3604
Café	1245	1132	1032	940
Cana	1374	2258	2495	2684
Feijão	4418	4038	3889	3818
Girassol	4475	3963	3883	3836
Mandioca	4042	4119	4270	4403
Milho	4365	3932	3860	3808
Soja	2525	2462	2238	2086

**PARA O PLANTIO DAS PRINCIPAIS CULTURAS BRASILEIRAS NOS ANOS DE 2020, 2050 E (2006/07), DE ACORDO COM AS SIMULAÇÕES DO MODELO PRECIS PARA O CENÁRIO B2 DO IPCC**

% DEVARIAÇÃO EM RELAÇÃO À ÁREA ATUAL	ÁREA POTENCIAL PELO MODELO PRECIS B2 EM 2050 (KM <sup>2</sup> )	% DEVARIAÇÃO EM RELAÇÃO À ÁREA ATUAL	ÁREA POTENCIAL PELO MODELO PRECIS B2 EM 2070 (KM <sup>2</sup> )	% DEVARIAÇÃO EM RELAÇÃO À ÁREA ATUAL
-11,04	3.458.710	-14,17	3.396.540	-15,71
-08,41	3.646.396	-12,53	3.572.216	-14,31
-06,75	323.421	-18,32	286.654	-27,61
170,93	1.528.561	146,77	1.507.767	143,42
-04,35	3.723.654	-10,01	3.610.276	-12,75
-14,10	3.702.276	-16,63	3.630.304	-18,25
-02,51	5.546.241	07,29	6.028.399	16,61
-12,17	3.718.978	-15,13	3.618.258	-16,98
-21,62	1.962.717	-29,66	1.817.586	-34,86

**PARA O PLANTIO DAS PRINCIPAIS CULTURAS BRASILEIRAS NOS ANOS DE 2020, 2050 E (2006/07), DE ACORDO COM AS SIMULAÇÕES DO MODELO PRECIS PARA O CENÁRIO A2 DO IPCC**

% DEVARIAÇÃO DE ÁREA	ÁREA POTENCIAL PELO MODELO PRECIS A2 EM 2050 (KM <sup>2</sup> )	% DEVARIAÇÃO DE ÁREA	ÁREA POTENCIAL PELO MODELO PRECIS A2 EM 2070 (KM <sup>2</sup> )	% DEVARIAÇÃO DE ÁREA
-11,07	3.449.349	-14,40	3.380.202	-16,12
-09,70	3.655.029	-12,32	3.577.169	-14,19
-9,48	328.071	-17,15	265.243	-33,01
159,76	1.477.816	138,58	1.351.441	118,18
-4,36	3.715.178	-10,21	3.587.569	-13,30
-14,16	3.709.223	-16,47	3.633.928	-18,17
-03,15	5.866.398	13,48	6.268.636	21,26
-11,98	3.716.684	-15,18	3.624.487	-17,28
-23,59	1.837.447	-34,15	1.635.239	-41,39

Sul, do oeste de Santa Catarina, do Paraná e do Rio Grande do Sul sofrerão um aumento da deficiência de água, deixando de ser regiões adequadas para

o plantio de algumas culturas. A soja no Rio Grande do Sul e a mandioca no Nordeste, por exemplo, devem sofrer com essas transformações.

**TABELA 6. VARIÇÃO DO NÚMERO DE MUNICÍPIOS COM POTENCIAL PARA O PLANTIO DAS PRINCIPAIS CULTURAS BRASILEIRAS NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ATUAL (2006/07), EM 2020, 2050 E 2070, DE ACORDO COM AS SIMULAÇÕES DO MODELO PRECIS PARA O CENÁRIO A2 DO IPCC**

CULTURAS	Nº MUNICÍPIOS POTENCIALMENTE PRODUTORES EM ÁREA DE BAIXO RISCO (ATUAL)	Nº MUNICÍPIOS POTENCIALMENTE PRODUTORES EM ÁREA DE BAIXO RISCO PELO MODELO PRECIS A2 EM 2020	Nº MUNICÍPIOS POTENCIALMENTE PRODUTORES EM ÁREA DE BAIXO RISCO PELO MODELO PRECIS A2 EM 2050	Nº MUNICÍPIOS POTENCIALMENTE PRODUTORES EM ÁREA DE BAIXO RISCO PELO MODELO PRECIS A2 EM 2070
Algodão	3590	3091	3017	2967
Arroz	4011	3712	3659	3609
Café	1245	1127	1058	821
Cana	1374	2225	2689	2622
Feijão	4418	4030	3864	3778
Girassol	4475	3958	3887	3831
Mandioca	4042	4252	4405	4513
Milho	4365	3932	3844	3799
Soja	2525	2391	2079	1833



## Vulnerabilidade das

Para entender como o aquecimento global vai afetar cada uma das nove culturas avaliadas neste estudo, é preciso lembrar primeiro que quaisquer eventos térmicos extremos são geralmente danosos às plantas. As geadas características das baixas temperaturas costumam ser letais às culturas, causando grandes prejuízos financeiros nas áreas de clima temperado ou subtropical. Elas queimam os tecidos das plantas,

provocando a morte imediata das folhas. No Brasil esses efeitos são comuns nas regiões ao sul do paralelo 23, atingindo Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul com maior frequência. Café, milho e culturas hortícolas e frutíferas costumam ser as mais prejudicadas entre maio e agosto. Por isso, para essas culturas, nessa região do Brasil, o aumento das temperaturas previsto para os próximos anos poderá ser, até certo ponto, benéfico.





## culturas analisadas

Por outro lado, o comportamento fisiológico das plantas é prejudicado por altas temperaturas. A fotossíntese, que pode ser beneficiada com a maior quantidade de gás carbônico disponível na atmosfera, tende a decrescer gradualmente, na maioria dos vegetais, a partir de temperaturas menores que 22°C e maiores que 40°C. Acima de 40°C, os estômatos (estrutura na superfície das folhas onde ocorre a troca de gases com

a atmosfera) se fecham, interrompendo a fotossíntese. Por causa disso, ondas de calor que geram temperaturas do ar acima de 34°C durante três ou quatro dias consecutivos acabam sendo altamente danosas às culturas agrícolas. Se esses índices térmicos ocorrem na fase de florescimento das plantas, as flores morrem. Veja a seguir como cada uma das culturas avaliadas neste trabalho se comporta diante das condições climáticas.



## Algodão

A produção nacional de algodão foi de 4 milhões de toneladas em 2007, de acordo com dados do IBGE, superando em 41,4% a de 2006 e em 7,9% a safra até então recorde de 2004 (3,7 milhões de toneladas). Esse incremento deveu-se à ampliação da área de colheita, que alcançou 1,1 milhão de ha, 19,8% maior que a de 2006. Hoje os principais Estados produtores são Mato Grosso e Bahia, seguidos de Goiás, São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. O maior município produtor em 2007 foi São Desidério, no Cerrado baiano, responsável por 12,8% da produção nacional. De acordo com o Ministério da Agricultura, o Brasil é o quarto maior exportador de algodão e o quinto maior produtor mundial.

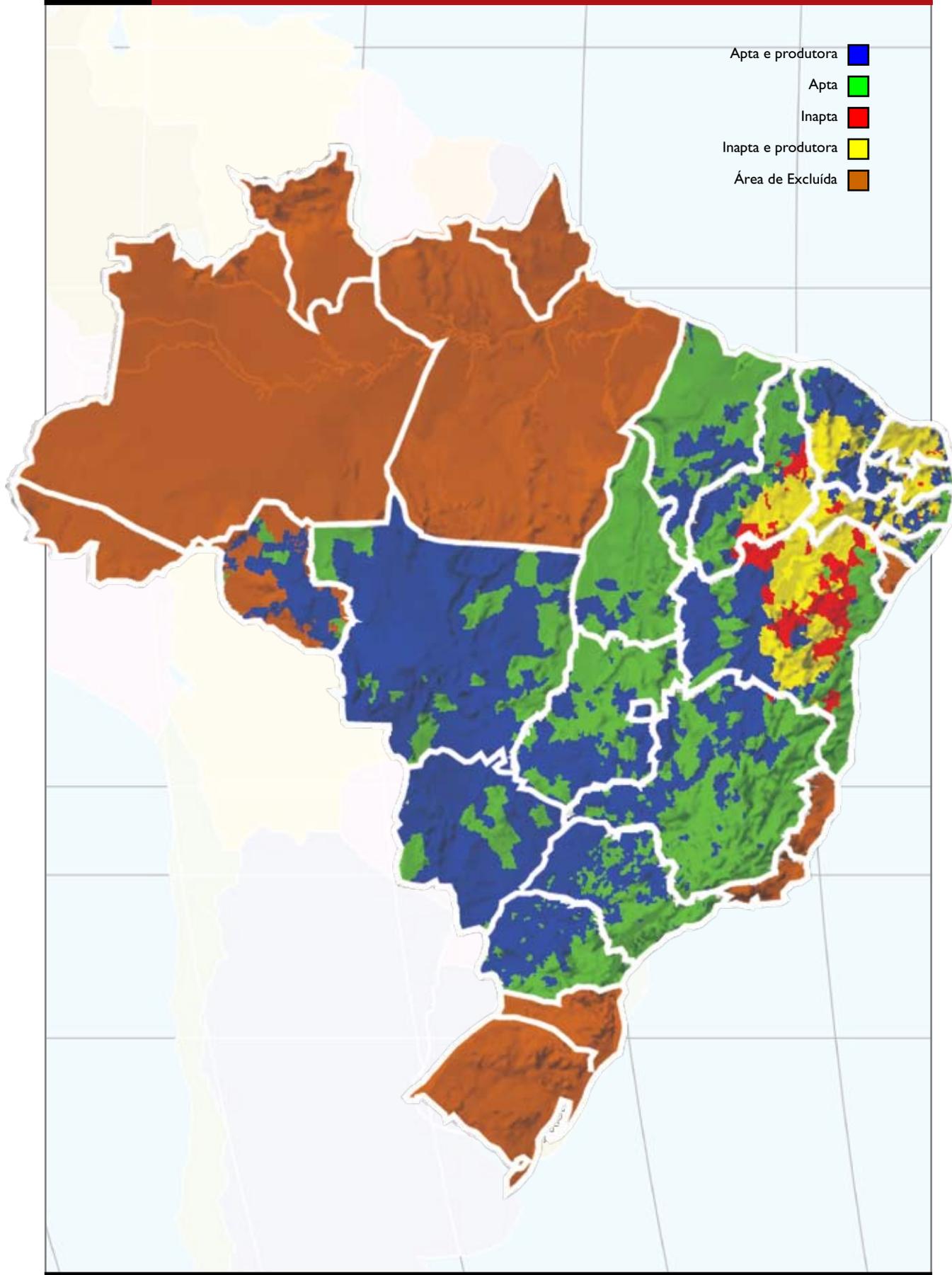
A distribuição irregular de chuvas e a ocorrência de veranicos e de temperaturas baixas em algumas épocas

do ano são os fatores climáticos que mais colocam em risco a produção do algodão. Noites frias ou temperaturas diurnas baixas restringem o crescimento das plantas, levando-as a produzir poucos ramos frutíferos. A semeadura é aconselhável em regiões ou épocas em que as temperaturas permaneçam entre 18°C e 30°C, nunca ultrapassando o limite inferior de 14°C e superior a 40°C. Ao longo de seu ciclo de vida, o algodoeiro precisa de 700 mm a 1.300 mm de chuva, sendo que a maior parte dessa água é usada durante o período de floração. A época mais crítica é entre o surgimento da primeira flor e o primeiro capulho (cápsula que envolve a algodão). O déficit hídrico ou o excesso de umidade no período que vai de 60 a 100 dias após nascer a primeira flor podem levar à queda dos frutos e comprometer toda a produção.



CENÁRIO  
ATUAL

## MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS MESES 1,2,3,4,5,9,10,11 E 12



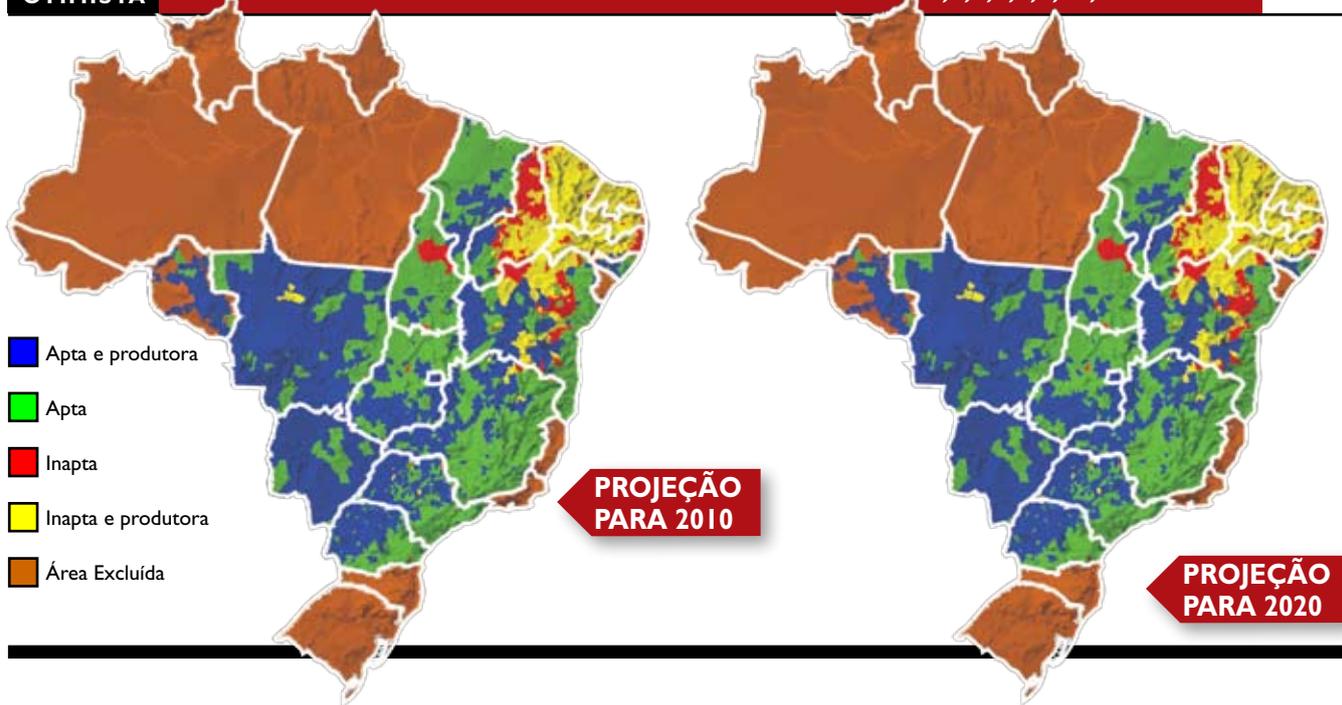
## Cenários futuros para o algodão

Com o aquecimento global, a cultura deve sofrer uma redução de áreas de baixo risco principalmente no Agreste e nas regiões de Cerrado nordestino, compreendido entre o sul do Maranhão, o sul do Piauí e o oeste da Bahia, apontam os resultados deste trabalho. Partindo da produção de 2,9 milhões de toneladas em

2006, com um valor de R\$ 2,8 bilhões, segundo o IBGE, espera-se um impacto negativo de R\$ 312 milhões em 2020, de R\$ 401 milhões em 2050, chegando a R\$ 444, 8 milhões em 2070, no cenário B2. No cenário A2, os números não variam muito: R\$ 313 milhões, R\$ 407 milhões e R\$ 456 milhões, respectivamente. O prejuízo será

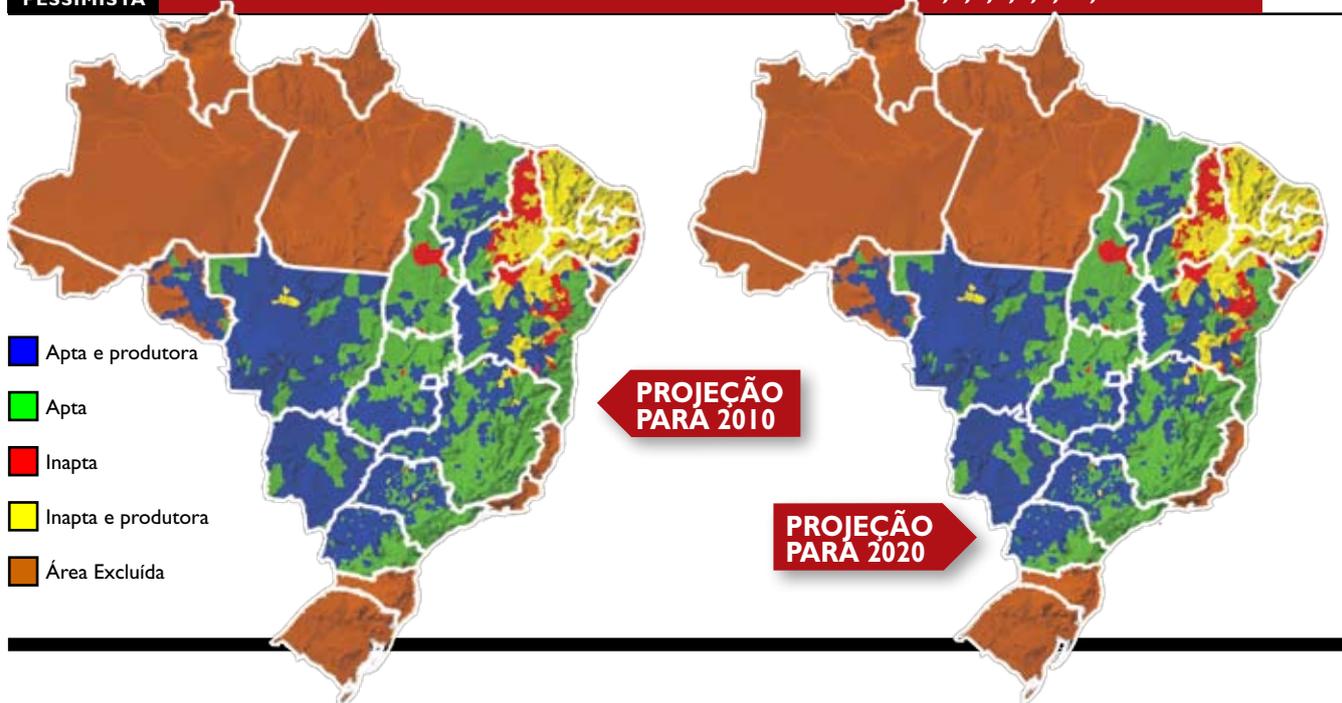
**CENÁRIO OTIMISTA**

**MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS MESES 1,2,3,4,5,9,10,11 E 12**

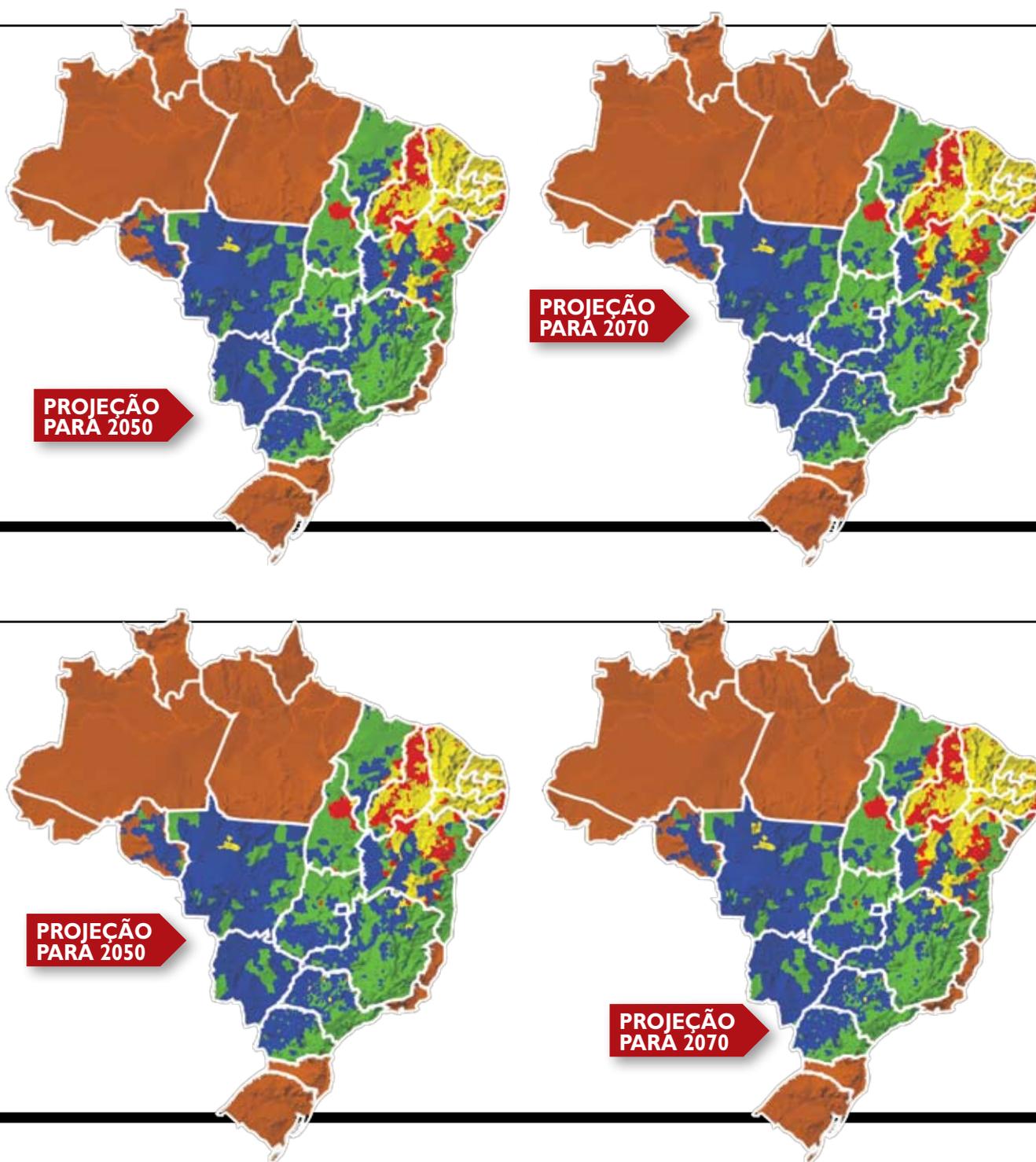


**CENÁRIO PESSIMISTA**

**MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS MESES 1,2,3,4,5,9,10,11 E 12**



um reflexo da redução de área de baixo risco ao plantio, que começa cerca de 11% menor em 2020 e fica por volta de 16% menor em 2070 (nos dois cenários). Hoje o país tem 3.590 municípios em condições de cultivar o algodão com baixo risco para a safra. Esse número pode diminuir para 2.984 em 2070, no cenário B2, e para 2.967, no A2.



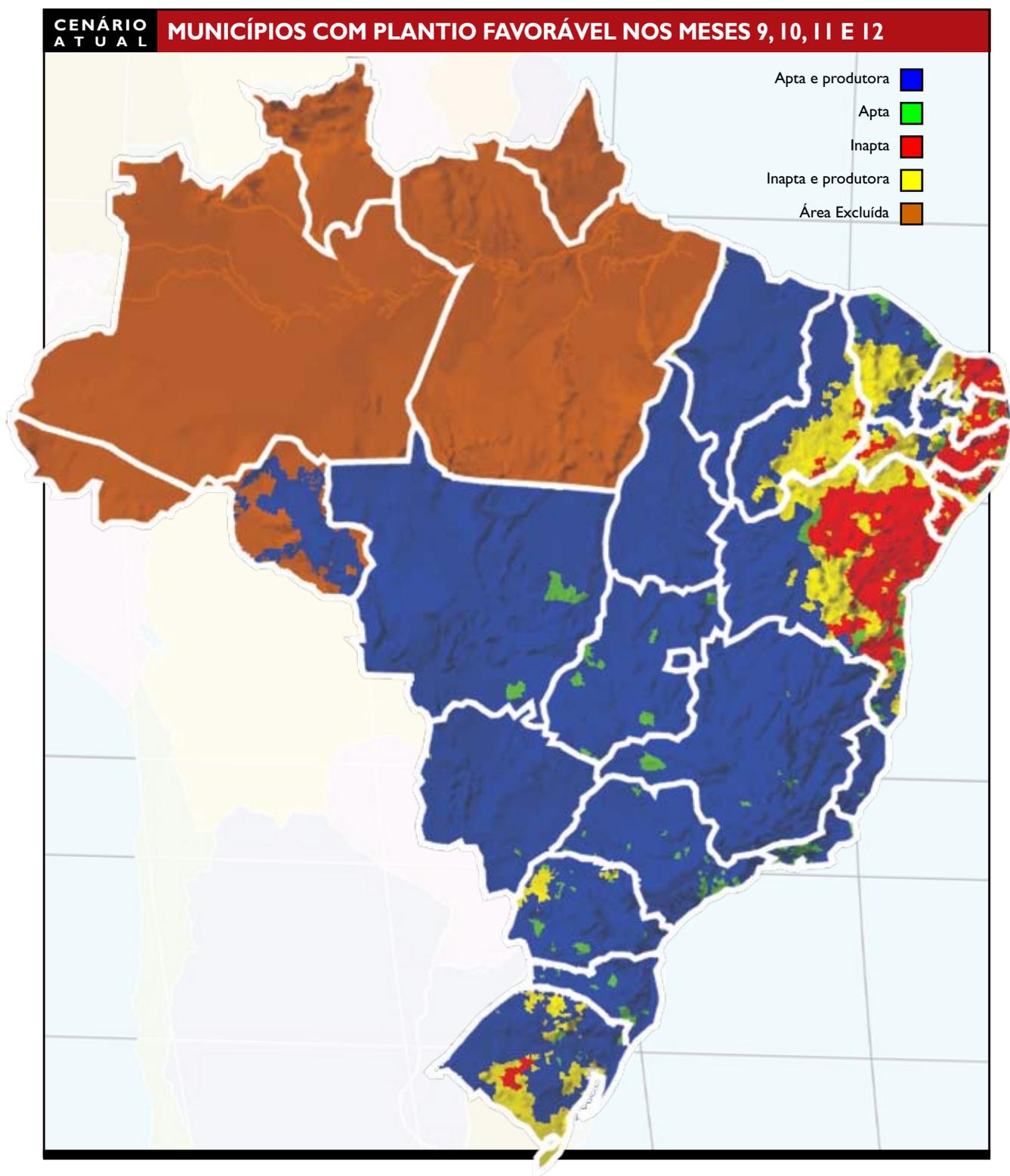
## Arroz

A cultura apresentou uma produção nacional de 11 milhões de toneladas em 2007, de acordo com dados do IBGE, 4,2% a menos que em 2006. Foram colhidos 2,8 milhões de ha. Os principais Estados produtores são Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Mato Grosso, Maranhão, Pará e Tocantins. A cidade de Uruguaiana (RS), apesar de ter sofrido uma redução de 24,7% na produção, se manteve como o maior município produtor de arroz do país. O cultivo do grão no Brasil é voltado principalmente para o abastecimento interno.

A tolerância da planta ao calor e ao frio varia bastante ao longo de seu ciclo, o que faz com que a temperatura ótima para o seu desenvolvimento fique entre 20°C e 35°C. Mais do que isso pode tornar as espiguetas estéreis. A fase mais sensível do arroz a altas temperaturas é a floração, que só ocorre com sucesso entre 30°C e 33°C. A cultura também é bastante dependente de água, principalmente no período de florescimento e

enchimento dos grãos. Para florescer, o arroz precisa de 220 a 250 mm de água. Se esta fase do ciclo de vida da planta cair em uma época de estresse hídrico, os processos de desenvolvimento reprodutivo podem ser prejudicados, resultando em esterilidade, dessecamento das espiguetas e, por fim, numa diminuição no rendimento da cultura. Esse efeito negativo pode ser minimizado se forem conhecidas as características pluviométricas de cada região e o comportamento da cultura em suas distintas fases. Isso permite que o agricultor semeie em uma determinada data que assegure que a fase de florescimento-enchimento de grãos caia em um período com baixa chance de haver pouca chuva. Ao longo de todo o ciclo, a necessidade hídrica varia entre 650 mm a 750 mm. Se essa quantidade de água não é obtida, podem-se esperar frustrações de safras, que serão proporcionais à duração e à intensidade das condições meteorológicas adversas.





## *Cenários futuros para o arroz*

Este estudo mostra que as mudanças climáticas devem provocar redução de áreas de baixo risco para a cultura principalmente no Agreste e nas regiões de Cerrado nordestino, compreendido entre o sul do Maranhão, o sul do Piauí e o oeste da Bahia. O arroz deve acentuar, nos próximos

anos, um movimento que já vem ocorrendo hoje de migração para o centro-norte do Mato Grosso em busca de condições mais favoráveis de distribuição de chuvas. O arroz só não deve sofrer um impacto maior porque atualmente seu nível de produtividade vem crescendo bastante.

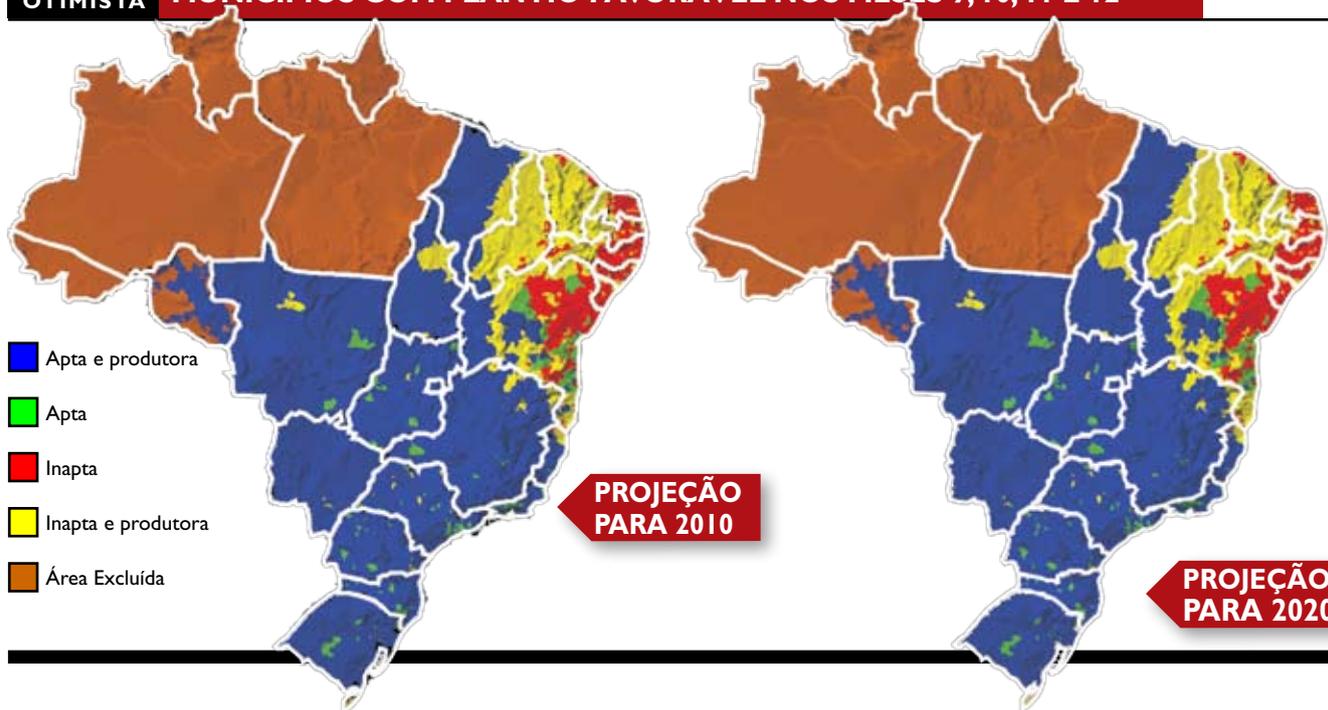
Por conta disso, estima-se que deve ser possível, mesmo com os danos provocados pelas mudanças climáticas, manter a produção estável aos níveis de hoje e concentrada nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste. Porém, em 2070, a população brasileira será maior que hoje (projeções do IBGE para 2050, as mais distantes, estimam cerca de 70 milhões

de pessoas a mais), de modo que essa quantidade de arroz já não será suficiente para atender à demanda.

Este estudo prevê para 2020 uma redução de área de baixo risco ao plantio que vai de 8,41% no cenário B2 a 9,7% no A2. Em 2050 deve haver cerca de 12,5% a menos de área favorável e, em 2070, em

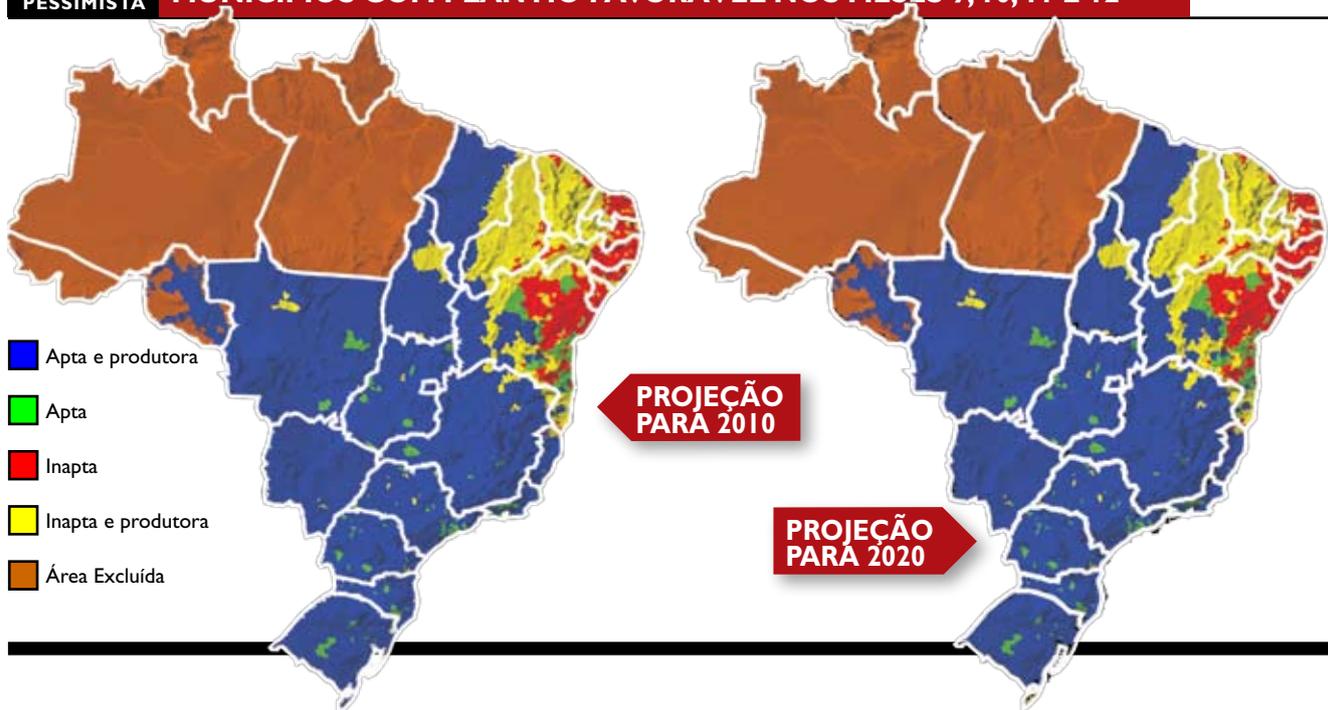
**CENÁRIO OTIMISTA**

**MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS MESES 9, 10, 11 E 12**



**CENÁRIO PESSIMISTA**

**MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS MESES 9, 10, 11 E 12**



torno de 14% a menos nos dois cenários avaliados. Tomando como base a produção de 11,5 milhões de toneladas, com um valor de R\$ 4,3 bilhões, segundo números de 2006 do IBGE, o aquecimento trará um prejuízo em 2020 de R\$ 362 milhões (B2) a R\$ 417 milhões (A2). Em 2050 as perdas deverão estar em torno de R\$ 530 milhões e em 2070, de pouco mais de R\$ 600 milhões, nos dois cenários. Hoje o país

tem 4.011 municípios em condições de cultivar arroz com baixo risco à safra. Esse número pode diminuir para cerca de 3.600 em 2070 nos dois cenários.

Apesar disso, no geral o impacto tanto sobre o arroz quanto sobre o feijão nas duas principais lavouras anuais voltadas para o abastecimento interno, será menor que o observado nas demais culturas estudadas.



## Café

A safra de café em 2006 totalizou 2,57 milhões de toneladas, colhidas em uma área de 2,3 milhões de hectares, de acordo com o IBGE. Minas Gerais é o maior produtor de café do país (51,5% da safra nacional), seguido do Espírito Santo (21,4% da safra). O valor da produção atingiu R\$ 9 bilhões, 20% superior ao ano anterior. Até a conclusão desta publicação, o IBGE não havia divulgado os números da safra de café de 2007, mas o Ministério da Agricultura previa uma redução de 16,7% na produção, em relação aos dados de 2006. O Brasil é o principal produtor e exportador mundial.

O cultivo do café arábica (*Coffea arabica*) a pleno sol (diretamente exposto) requer temperaturas médias anuais entre 18°C e 23°C. Já o café robusta (*Coffea canephora*), como o próprio nome sugere, é menos sensível às mudanças de clima. Originário de regiões equatoriais baixas, quentes e úmidas da bacia do Congo, se adapta a temperaturas bem mais elevadas, com médias anuais entre 22°C e 26°C. Já ao frio o cafeeiro, de modo geral, é pouco tolerante. Temperaturas de -3,5°C nas folhas provocam danos nos tecidos e nos troncos. Esses índices podem ser mais ou menos letais à planta de acordo com as condições topográficas da lavoura. A cultura fica mais sujeita às geadas quando está localizada em fundos de vales, onde o ar se acumula durante as noites frias. Até o paralelo 22° de latitude sul, são observadas geadas esporádicas. Entre as latitudes 22° e

25°, a frequência das geadas aumenta consideravelmente, principalmente nas regiões mais continentais de São Paulo e do Paraná, com altitudes a partir de 400 m, e nas áreas serranas paulistas. Áreas planas, espigões côncavos, terrenos de baixada ou de meia encosta com pequena declividade também são desaconselháveis para plantio. Este problema, no entanto, diminuiu ao longo do último século. O período vivenciou uma forte elevação das temperaturas mínimas e, junto com ela, uma redução gradual das geadas.

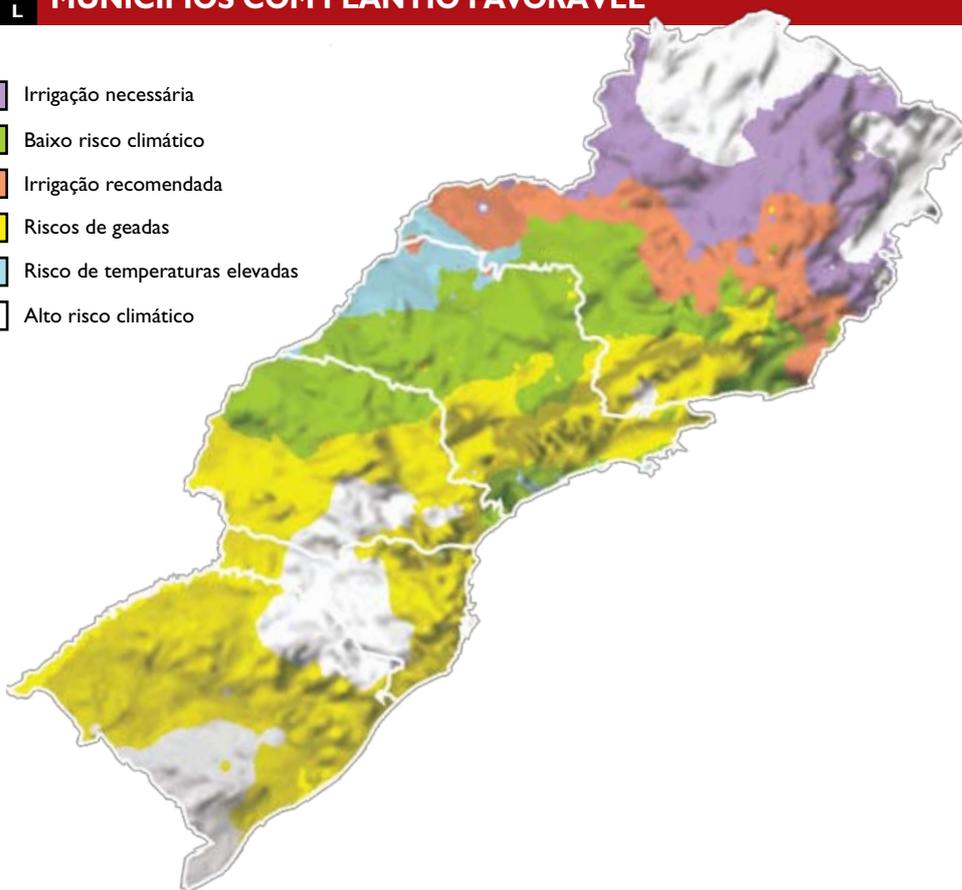
Por outro lado, nas regiões onde as temperaturas médias anuais ficam acima de 23°C, a produção do *Coffea arabica* a pleno sol é prejudicada. Calor intenso na fase do florescimento faz com que os botões florais abortem (são formadas as chamadas “estrelinhas”) e a planta não produza frutos. Regiões próximas ao Trópico de Capricórnio, com médias de temperatura anual de 23°C (o limite para a cultura), costumam apresentar vários dias com temperatura acima dos 30°C. Se eles coincidirem com a fase de florescimento, a frutificação estará prejudicada.

Quanto à necessidade hídrica, o cafezal requer solos úmidos durante o período de vegetação e frutificação, que vai de setembro/outubro a maio/junho na maioria das regiões cafeeiras brasileiras, e de solos mais secos nos períodos de maturação dos frutos e colheita, que vão de julho a setembro.



**CENÁRIO  
ATUAL**
**MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL**

- Irrigação necessária
- Baixo risco climático
- Irrigação recomendada
- Riscos de geadas
- Risco de temperaturas elevadas
- Alto risco climático


**ALTERAÇÕES DAS ÁREAS DE CULTIVO DE CAFÉ ARÁBICA NOS ESTADOS DO SUDESTE/SUL**

ESTADO	ANO	CENÁRIO ATUAL NÚMERO DE MUNICÍPIOS	CENÁRIO B2 NÚMERO DE MUNICÍPIOS	CENÁRIO A2 NÚMERO DE MUNICÍPIOS	CENÁRIO B2 ÁREA ( KM <sup>2</sup> )	CENÁRIO A2 ÁREA ( KM <sup>2</sup> )
MG	Atual	649	-	-	-	-
MG	2020		357	309	103946	93412
MG	2050		310	252	85175	68522
MG	2070		267	191	70398	54302
SP	Atual	380	-	-	-	-
SP	2020		374	351	138594	127649
SP	2050		304	257	113622	89992
SP	2070		267	192	97251	68006
PR	Atual	216	-	-	-	-
PR	2020		278	239	106084	93531
PR	2050		221	152	90281	77002
PR	2070		195	113	81793	70616
SC	Atual	0	-	-	-	-
SC	2020		96	132	16708	24173
SC	2050		128	166	23035	35111
SC	2070		134	148	26457	32384
RS	Atual	0	-	-	-	-
RS	2020		27	96	3918	19681
RS	2050		69	231	11308	57444
RS	2070		77	177	10755	39935

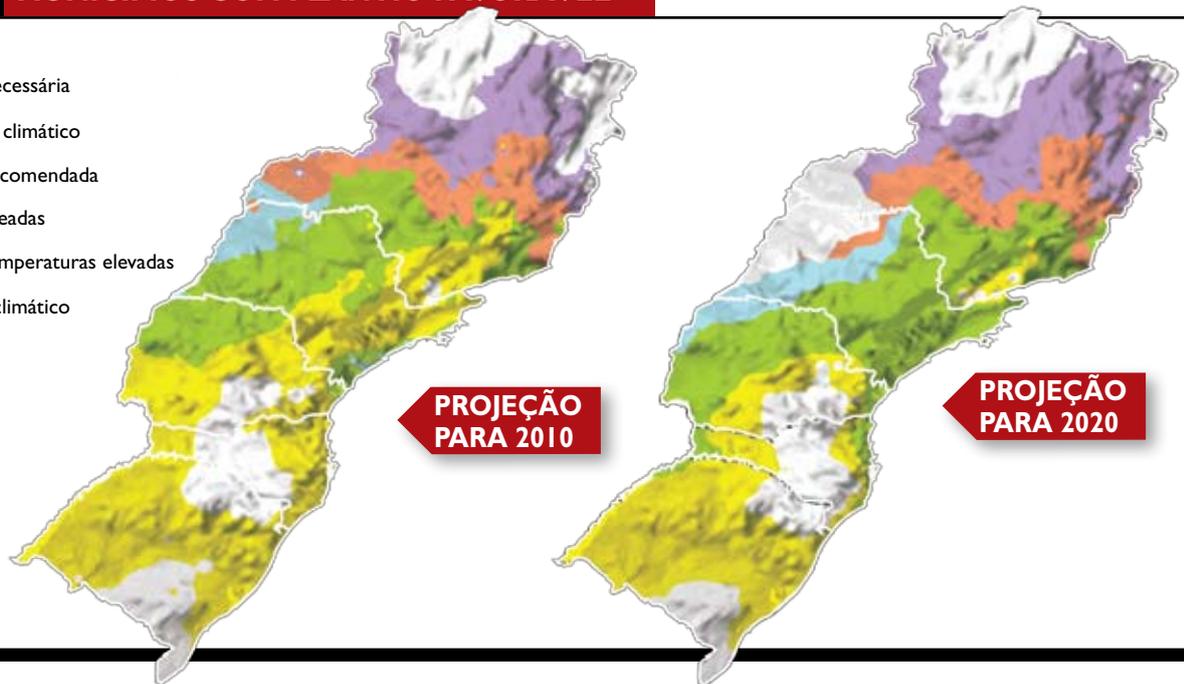
## Cenários futuros para o café

O café arábica é a cultura que mais claramente sofrerá uma reconfiguração geográfica com as mudanças climáticas. Se hoje os principais produtores são Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo, no futuro o grão pode migrar para Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul – mas mesmo nos dois últimos, que apresentarão um aumento

significativo de áreas com baixo risco para a cultura até 2050, sofrerão uma queda de área com a evolução do aumento das temperaturas em 2070 (veja mapa na página 45). As novas projeções comprovaram as simulações anteriores feitas pela Unicamp e pela Embrapa com base nos dados do terceiro relatório do IPCC, de 2001: a cultura poderá ser atingida ou por

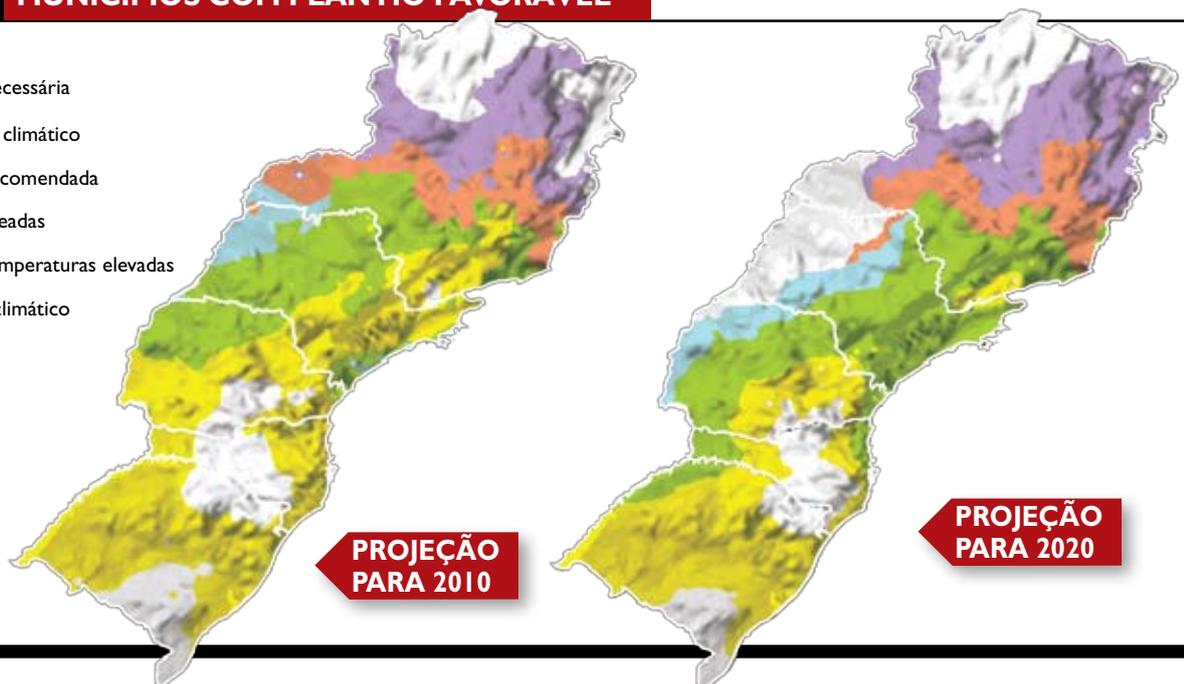
### CENÁRIO OTIMISTA MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL

-  Irrigação necessária
-  Baixo risco climático
-  Irrigação recomendada
-  Riscos de geadas
-  Risco de temperaturas elevadas
-  Alto risco climático



### CENÁRIO PESSIMISTA MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL

-  Irrigação necessária
-  Baixo risco climático
-  Irrigação recomendada
-  Riscos de geadas
-  Risco de temperaturas elevadas
-  Alto risco climático

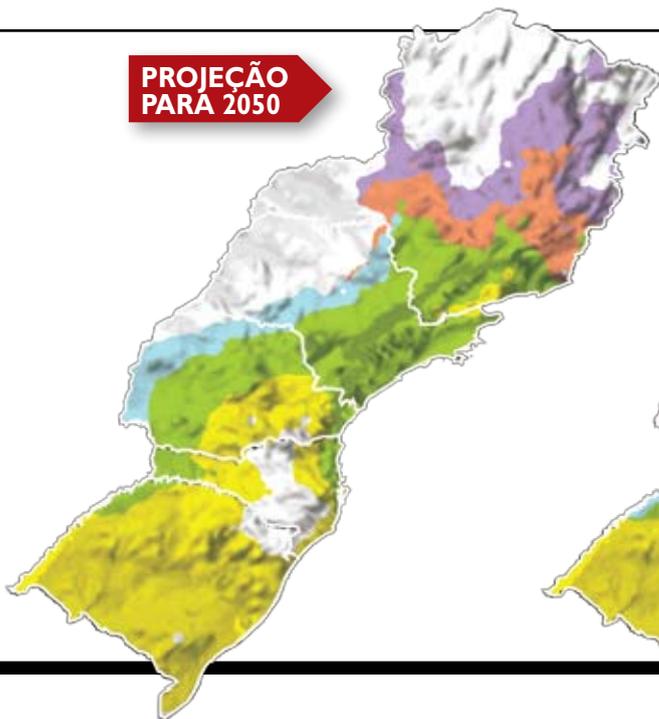


deficiência hídrica ou por temperatura alta demais nas regiões onde é cultivada tradicionalmente.

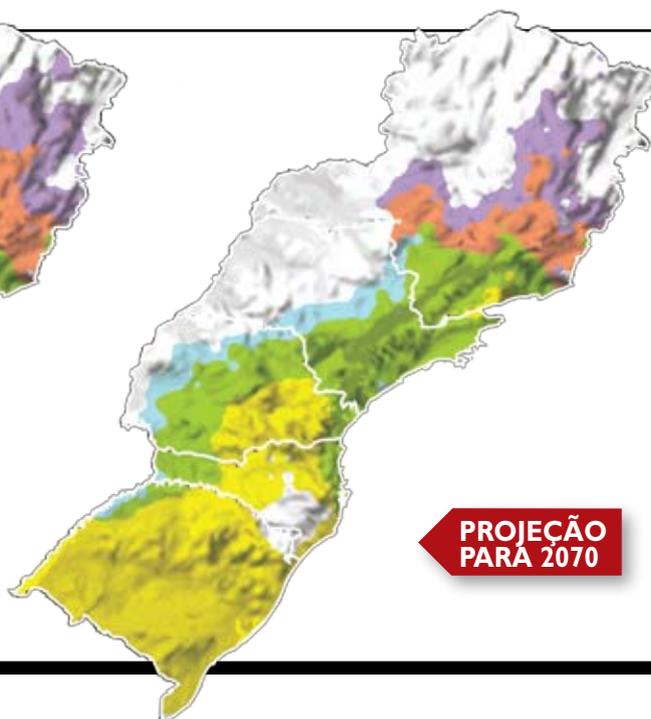
Em um primeiro momento (2020), a queda de área de baixo risco não é muito brusca no cenário B2: 6,75%. Mas em 2050 o total de terrenos favoráveis pode diminuir 18,3%, chegando a 27,6% em 2070. Tomando como base a produção de 2,5 milhões de toneladas, com um valor de produção de R\$

9,3 bilhões, segundo dados de 2006 do IBGE, o aquecimento global deve trazer prejuízos de R\$ 628,5 milhões em 2020, R\$ 1,7 bilhão em 2050 e R\$ 2,55 bilhões em 2070. No cenário A2, a queda de área de baixo risco começa com 9,48% em 2020, subindo para 17,1% em 2050 e chegando a 33% em 2070. Isso deve representar um prejuízo de, respectivamente, R\$ 882 milhões, R\$ 1,6 bilhão e R\$ 3 bilhões.

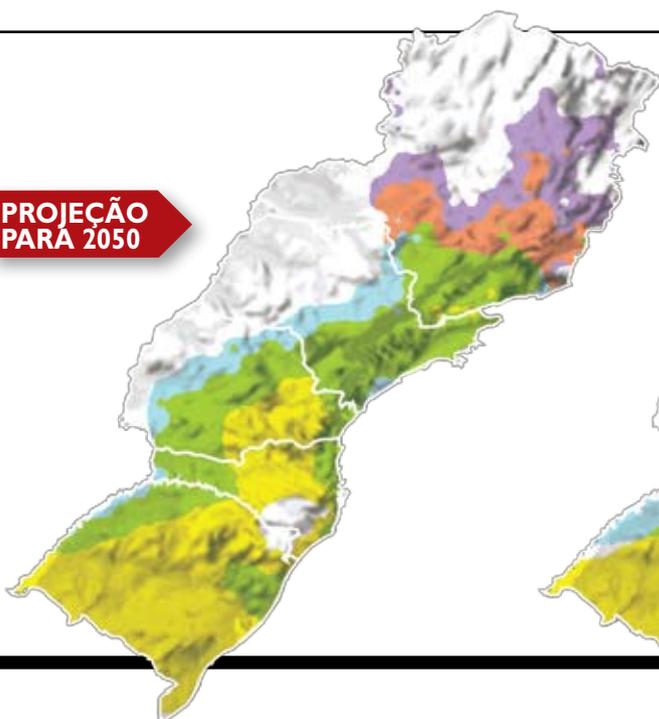
**PROJEÇÃO  
PARA 2050**



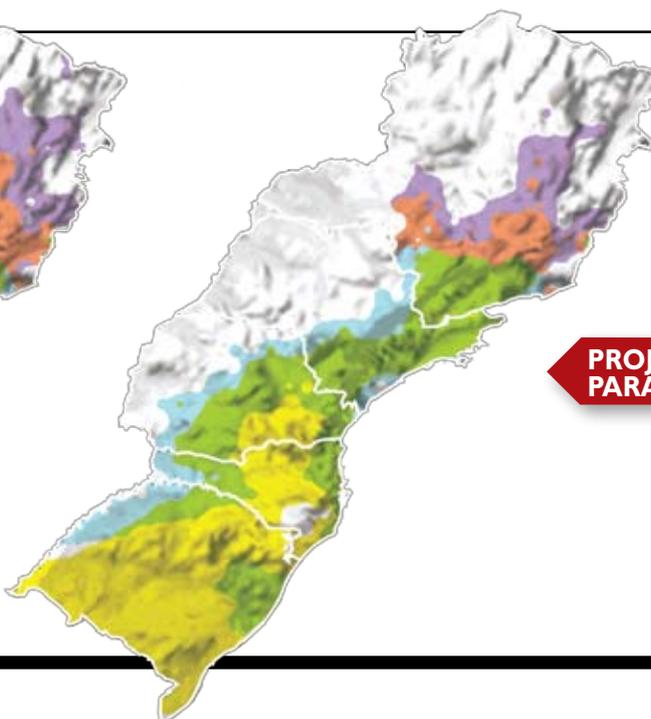
**PROJEÇÃO  
PARA 2070**



**PROJEÇÃO  
PARA 2050**



**PROJEÇÃO  
PARA 2070**



## Cana-de-açúcar

O Brasil ampliou sua produção de cana-de-açúcar em 8,1% em 2006, em relação ao ano anterior, alcançando 457 milhões de toneladas. O valor da produção subiu 29%, atingindo quase R\$ 17 bilhões, resultado do incremento da produção e da crescente demanda por álcool no mercado interno e externo.

Até a conclusão desta publicação, o IBGE não havia divulgado os números da safra de cana de 2007, mas o Ministério da Agricultura previa uma elevação de 6,25% na produção de açúcar e de 7,35% na produção de álcool. A cultura é plantada em quase todo o país, sendo o maior produtor o Estado de São Paulo, seguido de Paraná, Minas Gerais e Alagoas, de acordo com a Unica (União da Indústria de Cana-de-Açúcar).

Por apresentar um ciclo perene, a cana sofre influência das variações climáticas durante todo o ano. Esta cultura apresenta seu melhor desempenho quando ocorre um período quente e úmido, com intensa radiação solar, durante a fase de crescimento, seguido de um período seco na época de maturação e colheita. A extensão territorial do Brasil e as mais variadas condições climáticas permitem a obtenção de duas colheitas anuais: de setembro a abril, nas regiões Norte

e Nordeste, e de maio a dezembro, no centro-sul. Nos dois casos a safra é colhida nos períodos de seca. Essa disponibilidade confere ao país uma grande vantagem competitiva, tanto em termos econômicos quanto de logística.

A temperatura do ar tem efeitos pronunciados sobre o desenvolvimento da cultura. Entre 22°C e 30°C a planta apresenta taxas máximas de crescimento e acúmulo de biomassa. Acima de 38°C, esses índices tornam-se praticamente nulos. Com menos de 19°C começam a aparecer problemas de restrições térmicas e risco de geada maior do que 20%. Uma das vantagens da cana com as mudanças climáticas é que a planta se beneficia dos altos níveis de CO<sub>2</sub> na atmosfera sem se afetar muito com as altas temperaturas.

Regiões com deficiência hídrica entre 10 mm e 180 mm por ano tendem a apresentar uma estação seca moderada, ideal para a cultura; se essa deficiência ficar entre 180 mm e 400 mm por ano, a área pode ser cultivada, mas haverá necessidade de irrigação de salvamento para assegurar a rebrota dos canaviais; acima disso a área só pode receber um canavial se contar com irrigação intensiva.





## *Cenários futuros para a cana*

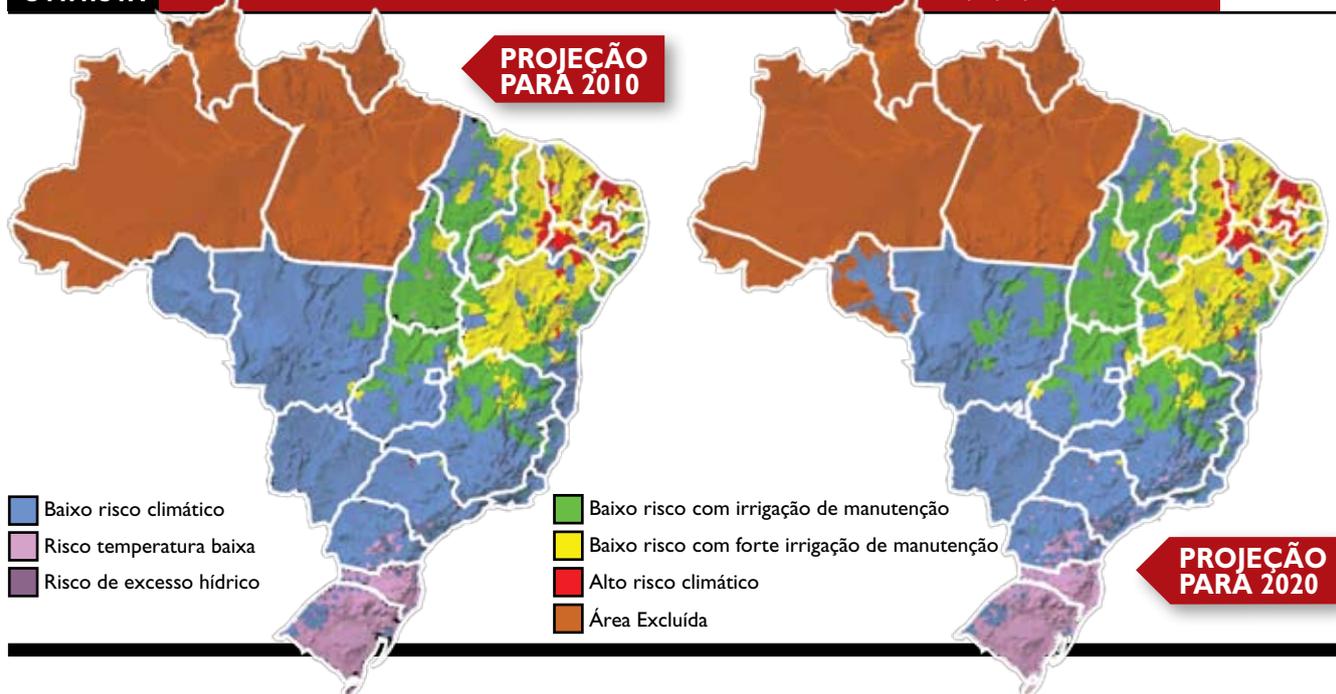
Ao contrário do que deve acontecer com as outras culturas avaliadas neste trabalho, a elevação da temperatura prevista para as próximas décadas pode ser, no geral, bem recebida pela cana. A planta gosta de calor, está no Brasil há 500 anos e se adaptou bem aos diferentes solos de quase todo o país. Com o aumento das temperaturas, a área apta ao

plantio da cultura deve dobrar. Áreas localizadas nas maiores latitudes, que hoje apresentam restrições para a cana pelo alto risco de geadas, perdem essa característica, principalmente no Rio Grande do Sul, e se transformam em regiões de potencial produtivo dentro de 10 a 20 anos. Locais do Centro-Oeste, que hoje apresentam um alto potencial produtivo,

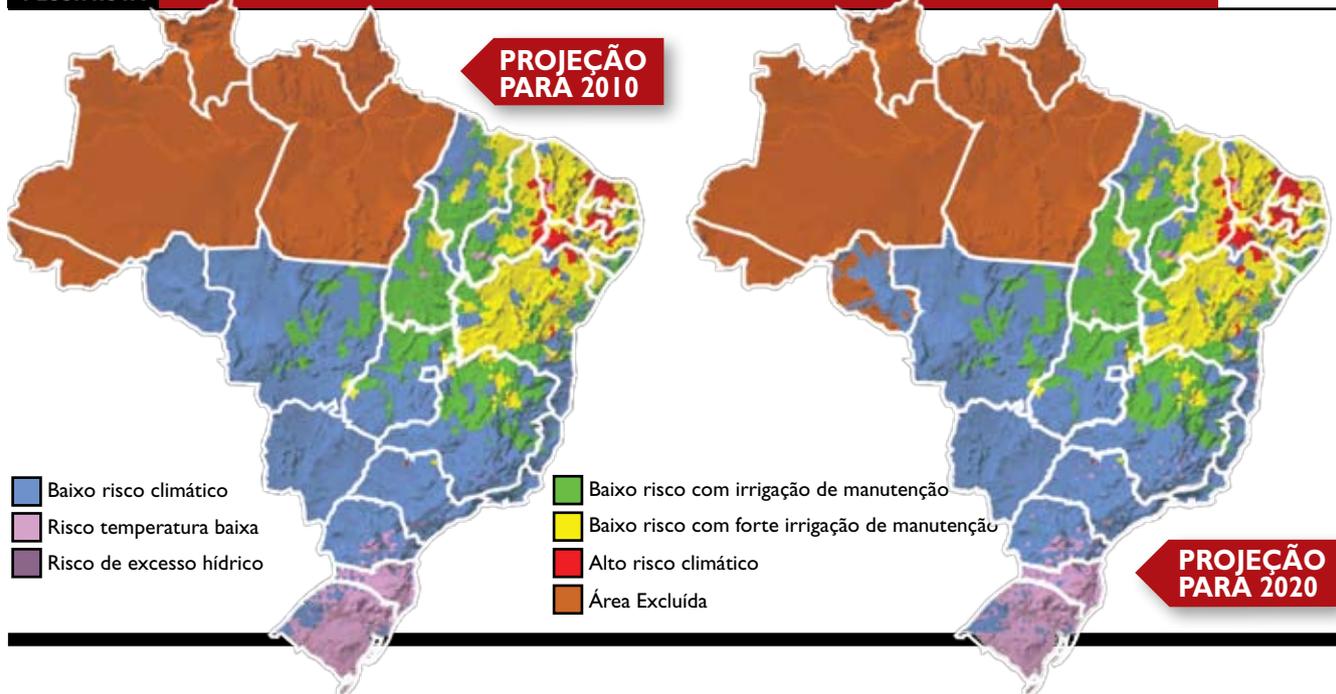
permanecerão como áreas de baixo risco, porém vão depender mais da irrigação complementar – cerca de 50 mm no período mais seco – para garantir a produtividade. A expectativa é que a cultura, que hoje conta com uma área potencial de cerca de 6 milhões de hectares, possa vir a se espalhar por quase 17 milhões de hectares em 2020 no cenário

B2. Com essa expansão, o valor da produção, que em 2006 era de quase R\$ 17 bilhões, poderá subir para R\$ 29 bilhões em 2020 no B2. Com o aumento contínuo da temperatura ao longo das décadas, a cultura já não ficará mais tão confortável e precisará mais de irrigação. A área total deve então cair para 15 milhões de ha até 2070 no cenário B2, o que deve

**CENÁRIO OTIMISTA** MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS MESES 3, 4, 5, 6, 9 E 10



**CENÁRIO PESSIMISTA** MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS MESES 3, 4, 5, 6, 9 E 10



diminuir o valor da safra para R\$ 24 bilhões. Já no A2, a cana atinge num primeiro momento uma área de 16 milhões, decrescendo para 13 milhões até 2070. Nesta configuração, o valor da produção pode subir para R\$ 27 bilhões em 2020, regredindo para R\$ 20 bilhões em 2070.

O aumento da área propícia à cultura, aliado às vantagens da planta no seqüestro de carbono

e do etanol como combustível alternativo aos combustíveis fósseis, deve consolidar a cana como fonte de energia primária. Os resultados obtidos neste trabalho sugerem que essa ampliação pode ocorrer sobre os cerca de 100 milhões de hectares de pastagens degradadas espalhadas pelo Brasil sem que seja necessário entrar em área de produção alimentícia ou protegida pela legislação ambiental.



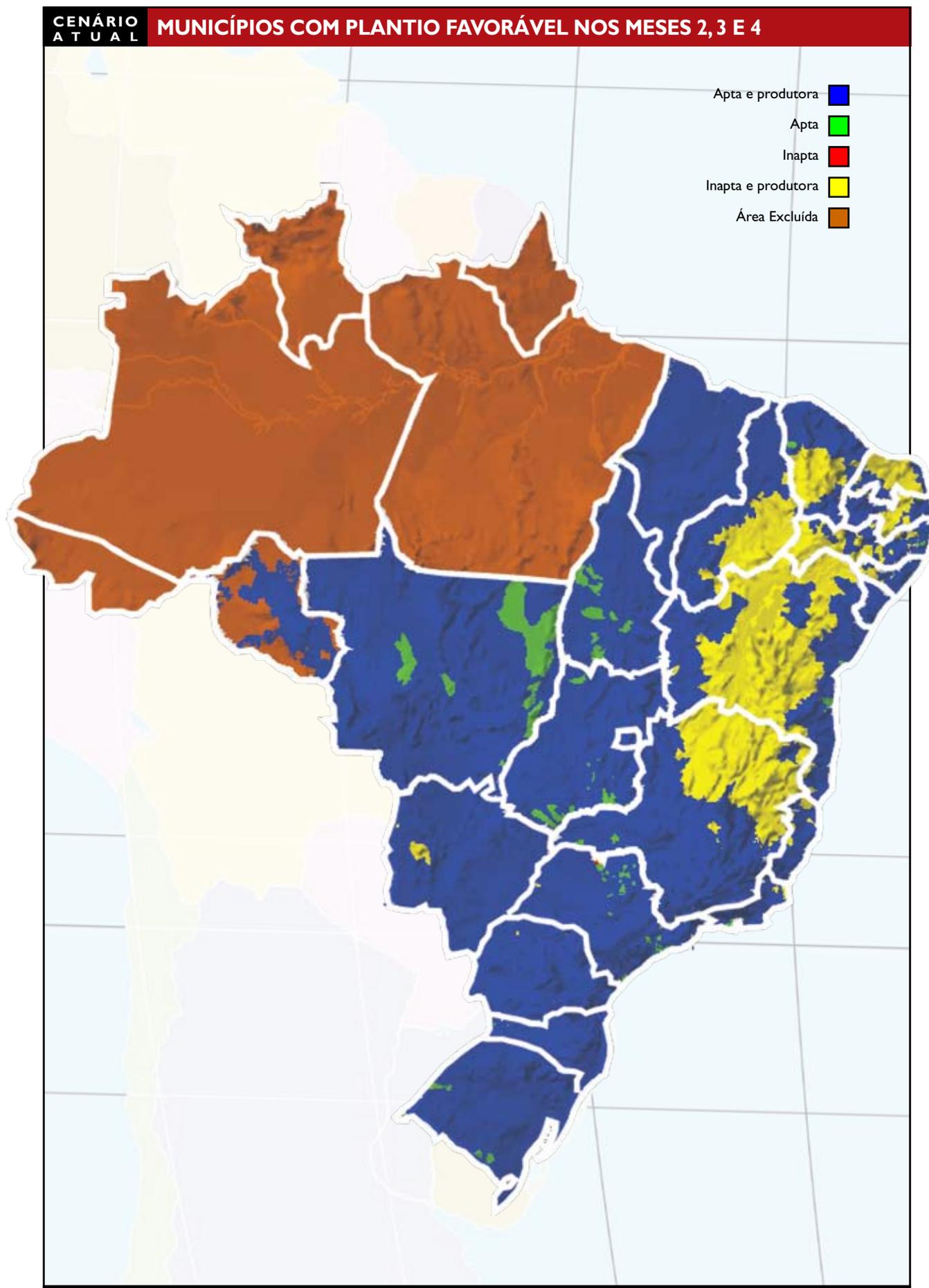
## Feijão

A produção nacional de feijão em 2007, de acordo com dados do IBGE, foi de 3,2 milhões de toneladas, 6,2% menor que em 2006. Foram colhidos 3,8 milhões de ha. O alimento é produzido em quase todo o Brasil, sendo Paraná, Minas Gerais, Bahia, São Paulo, Goiás e Santa Catarina os principais Estados produtores. Unai, em Minas, manteve a posição de maior município produtor de feijão do país, colhendo em 2007 uma safra 31,2% maior que no ano anterior. O cultivo do grão no Brasil é voltado principalmente para o abastecimento interno – 67% da produção vem da agricultura familiar.

Esta leguminosa apresenta uma ampla adaptação ao solo e ao clima, o que faz com que hoje ela possa ser cultivada durante todo o ano em quase todos os Estados brasileiros – e também tanto por pequenos produtores quanto por aqueles que contam com sistemas agrícolas intensivos e irrigados, sendo que os primeiros são mais sensíveis às condições climáticas.

A temperatura é o elemento climático que mais exerce influência sobre a formação de vagens. Acima de 24°C pode haver prejuízo para o florescimento e a frutificação do feijoeiro. Abaixo de 20°C há uma queda no rendimento da planta porque o frio intenso pode provocar abortamento de flores, o que, por sua vez pode causar falhas nos órgãos reprodutores. Temperaturas inferiores a 0°C no inverno inviabilizam o cultivo de feijão na região Sul nessa época do ano, já as condições muito quentes e muito úmidas (umidade relativa do ar maior que 80%) dos Estados da região Norte elevam o risco de ocorrência de doenças. Quanto à presença de água no solo, o feijão é mais suscetível à deficiência hídrica durante a floração e o estágio inicial de formação das vagens, quando precisa de 150 mm a 200 mm de água em 30 dias. O período mais crítico são os 15 dias antes da floração. Se faltar água nesse intervalo, formam-se menos vagens por planta, provocando queda no rendimento da produção.

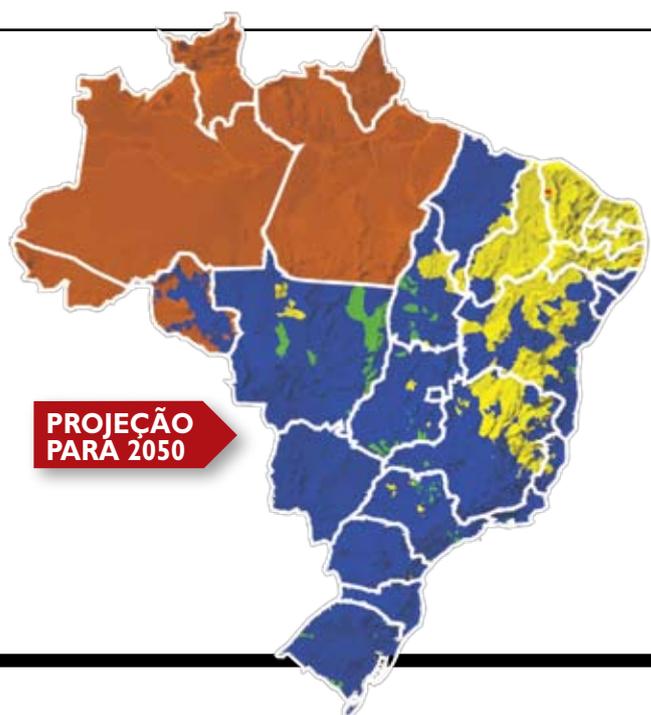






o aquecimento trará um prejuízo em 2020 de cerca de R\$ 155 milhões, em decorrência de uma redução de 4,3% de área apta. Em 2050 a área favorável ao plantio da cultura deve diminuir cerca de 10%, provocando um prejuízo de R\$ 356,1 milhões. Em 2070 a perda pode chegar a R\$ 473 milhões, com a redução de área de baixo risco

de até 13,3%. Os números valem para o cenário B2. O número de municípios produtores em área de baixo risco deve passar dos atuais 4.418 para 3.818 em 2070, no cenário B2. No A2 serão 3.778 nesse mesmo ano.



## Girassol

A planta tolera uma variação de temperatura entre 10°C e 34°C sem grandes comprometimentos, o que possibilita seu plantio em regiões com dias quentes e noites frias. Mas a temperatura ótima para o seu desenvolvimento fica em torno de 27°C a 28°C. A germinação é inibida com temperaturas do solo inferiores a 4°C, mostrando-se satisfatória com valores superiores a 8°C. No entanto, se a temperatura ficar baixa durante o desenvolvimento inicial, pode ocorrer deformação das folhas e algumas anomalias como ramificação do caule, deixando as plantas menores do que elas deveriam ser. Uma menor área foliar significa menor potencial produtivo. Temperaturas baixas prolongam o ciclo da cultura, atrasando a floração e a maturação. Quando ocorrem após o início da floração podem afetar significativamente o rendimento. Por outro lado, temperaturas afetam a composição de ácidos graxos. Acima de 35°C há redução do teor de óleo.

O girassol é uma planta resistente a períodos de seca, porém há duas fases em que a falta de água provoca perda de produção de aquênios (frutos secos, mais conhecidos popularmente como semente de

girassol): entre a formação da inflorescência até o início do florescimento (aproximadamente 20 dias anteriores ao florescimento) e o período de enchimento de aquênios. As necessidades hídricas do girassol ainda não estão bem definidas, existindo informações que indicam desde menos de 200 mm até mais de 900 mm por ciclo. Entretanto, na maioria dos casos, 500 mm a 700 mm de água, bem distribuídos ao longo do ciclo, resultam em rendimentos próximos ao máximo.

O consumo de água pela cultura varia com as condições do solo. Os que têm alta capacidade de armazenar água permitem à planta tolerar maiores períodos sem chuva ou irrigação. Seu sistema radicular profundo e bem desenvolvido lateralmente e sua capacidade de manutenção da fotossíntese mesmo em condições adversas permitem tolerar curtos períodos de seca, assegurando algum rendimento em condições nas quais outras espécies nada produzem. O sucesso da cultura do girassol depende, em grande parte, da época de semeadura. Embora seja recomendado o plantio na safrinha, é preciso lembrar que o período tem grande variabilidade climática, o que pode interferir no desenvolvimento da planta.



CENÁRIO  
ATUAL

## MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS 12 MESES

- Apta e produtora ■
- Apta ■
- Inapta ■
- Inapta e produtora ■
- Área Excluída ■



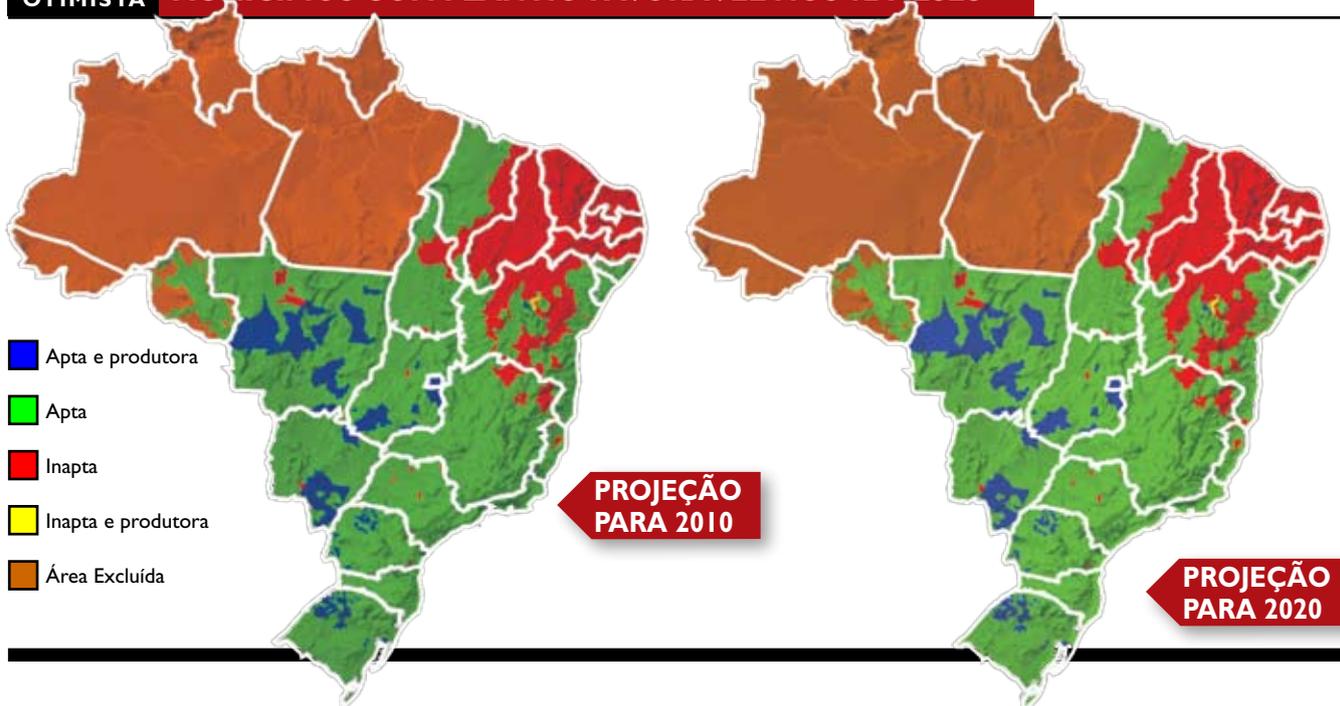
## Cenários futuros para o girassol

Este estudo não chegou a calcular o impacto econômico que será sofrido pela cultura diante do aquecimento global porque hoje seu valor de produção ainda é pequeno no balanço agrícola geral, apesar de o girassol contar com uma das maiores áreas potenciais da atualidade. Hoje cerca de 4,4 milhões de km<sup>2</sup> do território

brasileiro são favoráveis ao seu cultivo. Mas somente cerca de 95 mil hectares são cultivados, de acordo com os cálculos da Conab para a safra 2007/2008. Na estimativa da produção nacional de grãos divulgada em julho pela companhia, a produção de girassol ficou em 144,3 mil toneladas, 36% maior que a safra de 2006/2007.

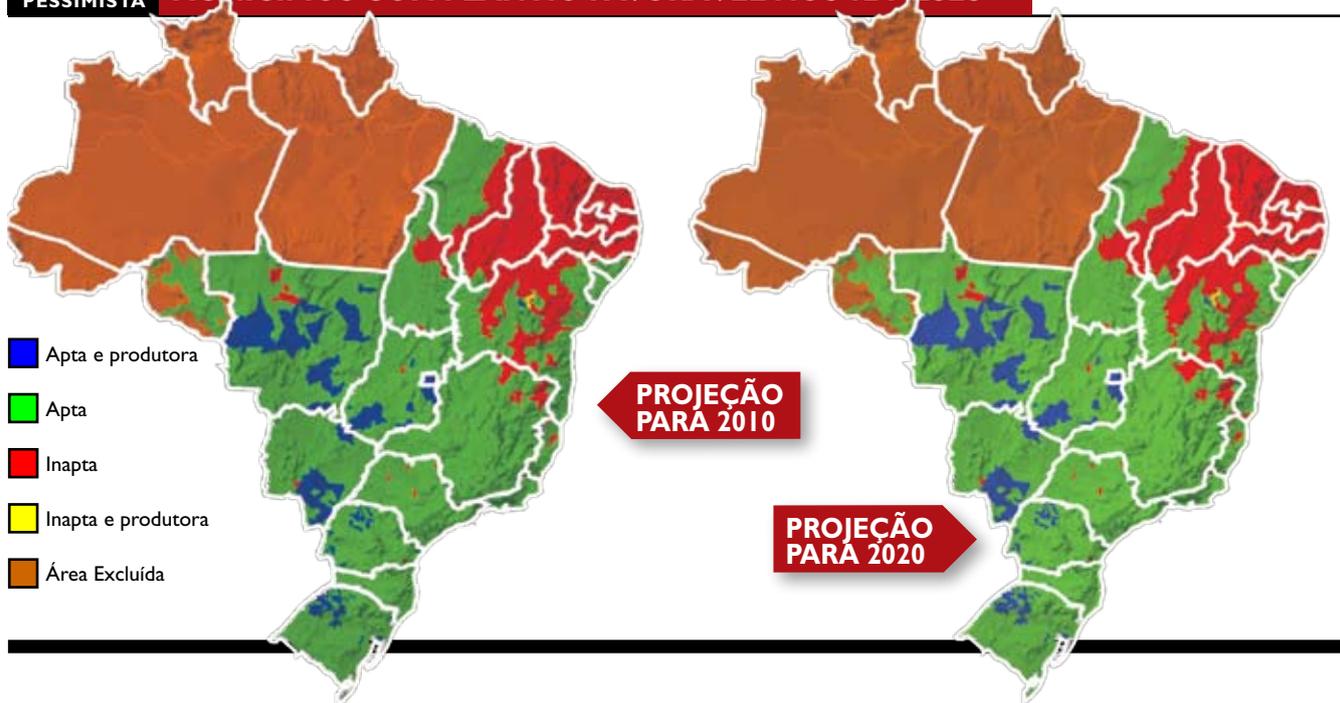
**CENÁRIO OTIMISTA**

**MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS 12 MESES**



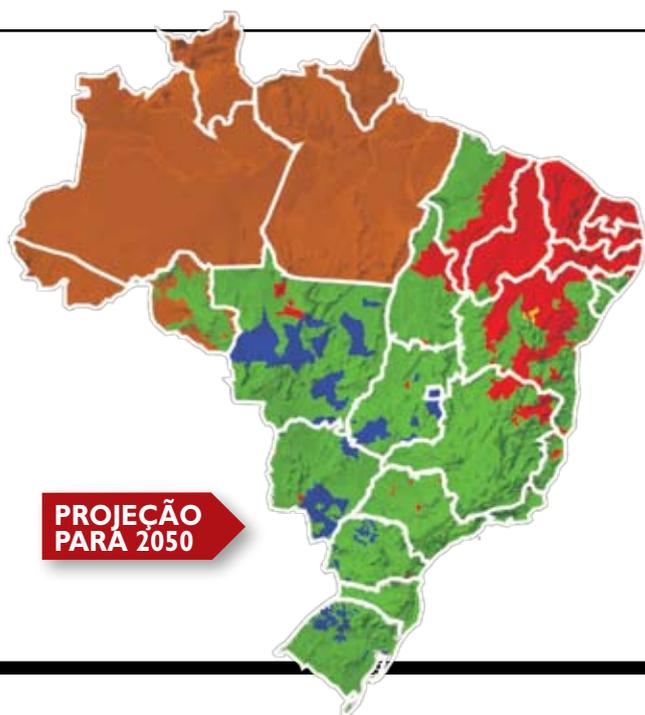
**CENÁRIO PESSIMISTA**

**MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS 12 MESES**



Apesar de pouco representativo do ponto de vista econômico, na comparação com as outras culturas avaliadas neste trabalho, o girassol foi incluído na pesquisa por conta de seu potencial de crescimento com vistas a atender a demanda de biocombustíveis. E também por ser uma cultura bastante propícia para a agricultura familiar. Com

as mudanças climáticas, no entanto, essa oferta de área de baixo risco deve sofrer uma redução. Para 2020, espera-se uma queda de 14%, número que sobe para cerca de 16,5% em 2050, chegando a 18% em 2070, nos dois cenários. As regiões mais afetadas devem ser o Agreste e o Cerrado nordestino.



## Mandioca

De acordo com o IBGE, a produção nacional de mandioca atingiu 26,6 milhões de toneladas de raízes em 2006, colhidas em uma área de 1,9 milhão de hectares. O valor da produção foi de R\$ 4,3 bilhões. Até a conclusão desta publicação, o instituto não havia divulgado os números da safra de 2007, mas previa uma redução de 0,9% em relação à colheita anterior. Quase 90% da produção de mandioca no país, que se espalha por quase todo o país, vem da agricultura familiar. Os principais Estados produtores são Pará, Bahia e Paraná.

A mandioca é considerada uma planta rústica e com ampla adaptação às condições mais variadas de clima e solo. A temperatura traz impactos para a brotação das manivas, a emissão e o tamanho das folhas, a longevidade foliar e a formação das raízes. A faixa considerada ideal vai de 25°C a 29°C, mas a planta tolera temperaturas de 16°C a 38°C.

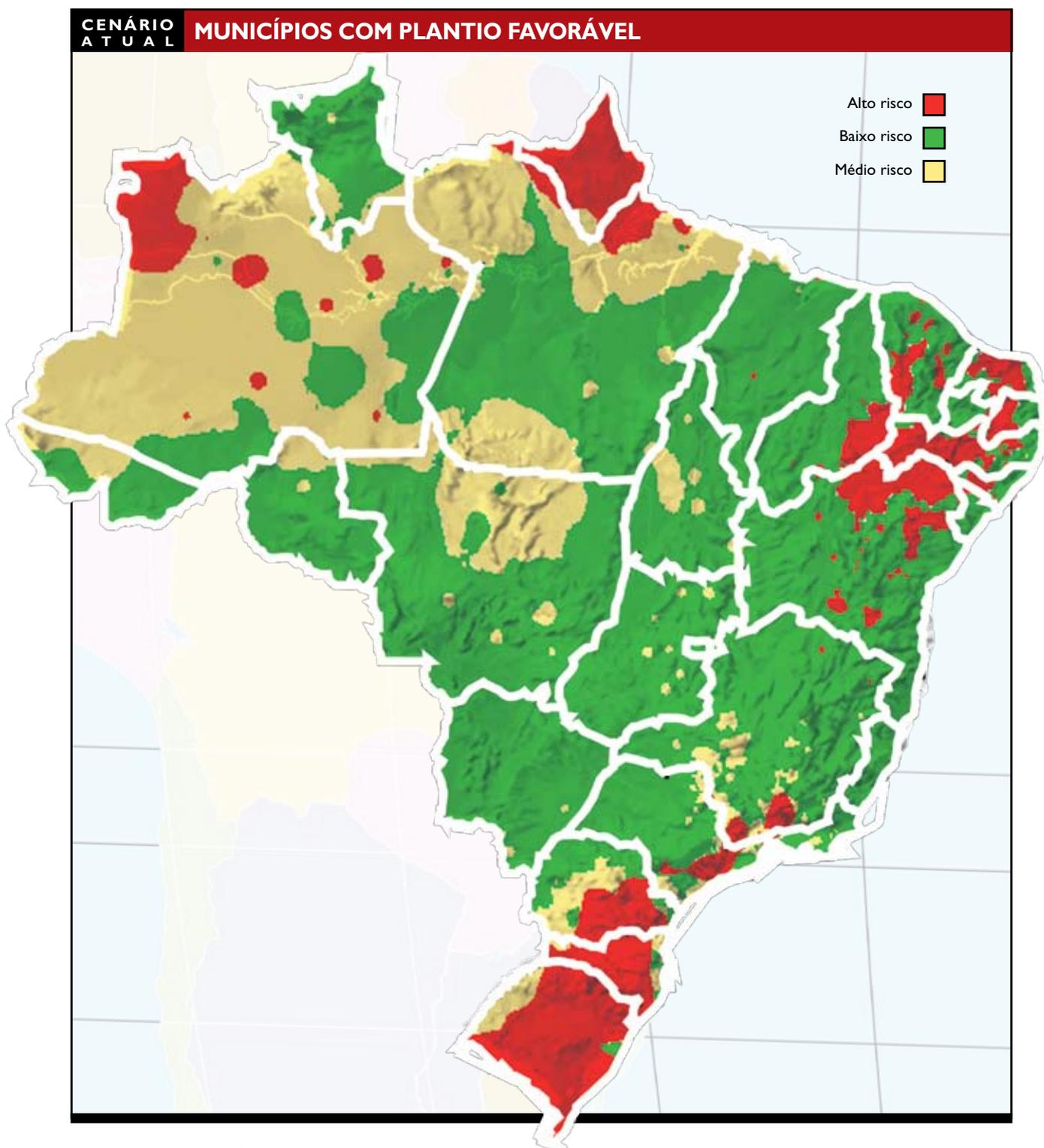
A quantidade de chuva mais adequada para o bom desenvolvimento da mandioca está entre 1.000

e 1.500 mm, bem distribuídos durante o ano, mas a planta é bastante tolerante ao déficit ou ao excesso de água, podendo ser cultivada em regimes extremos que variam de 600 mm a 4.000 mm anuais. No Brasil é bastante comum cultivá-la em regiões com menos de 800 mm de chuva por ano e uma estação seca com quatro a seis meses de duração. O principal mecanismo de tolerância à seca é o fechamento rápido dos estômatos, o que reduz a transpiração e o secamento dos tecidos. Apesar disso, o déficit hídrico pode ser negativo para a produção se a falta d'água for mais acentuada durante os primeiros cinco meses após o plantio, fase em que ocorre o enraizamento e tuberização.

A cultura desenvolve-se melhor em solos profundos, com boa aeração e capacidade de armazenamento de água. Em solos muito argilosos pode ocorrer má formação das raízes e naqueles em que a drenagem é muito ruim pode haver o apodrecimento das raízes.



GABRIELA DE AZEVEDO MARQUES/FOLHA IMAGEM



## *Cenários futuros para a mandioca*

As mudanças climáticas simuladas neste estudo podem ser consideradas benéficas para a cultura a longo prazo, visto que a área do país apta ao seu cultivo deve aumentar, elevando também o valor da produção. Os números positivos mascaram, porém, o forte revés que a cultura deve enfrentar no Semi-Árido e no

Agreste nordestino, justamente onde está a maior parte de seus consumidores e sua produção está mais fortemente relacionada à segurança alimentar. Lá a área favorável ao plantio deve cair drasticamente, ao contrário do que deve ser observado no restante do país.

De acordo com as simulações, em um primeiro

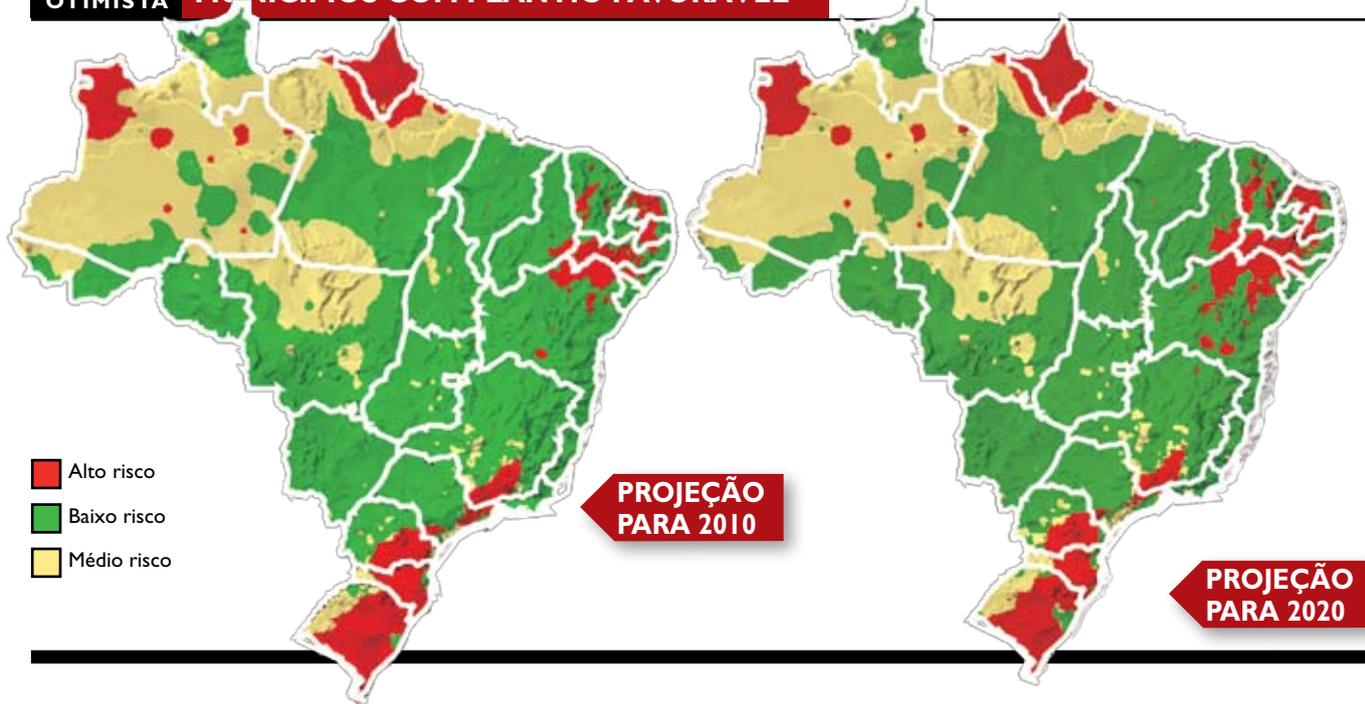
momento (2020) o aumento da temperatura não será vantajoso para a cultura em todo o país, já que nessa ocasião o Semi-Árido nordestino deixará de ser um local de baixo risco para a cultura e outras regiões ainda não estarão quentes o suficiente para ela.

Naquele momento as perdas de área devem

variar de 2,5% a 3,1%, respectivamente nos cenários B2 e A2, com um prejuízo de R\$ 109 milhões no primeiro caso e R\$ 137 milhões no segundo, tomando como base a produção de 26 milhões de toneladas, com um valor de R\$ 4,3 bilhões, segundo números de 2006 do IBGE. Nas décadas seguintes a situação melhora para a

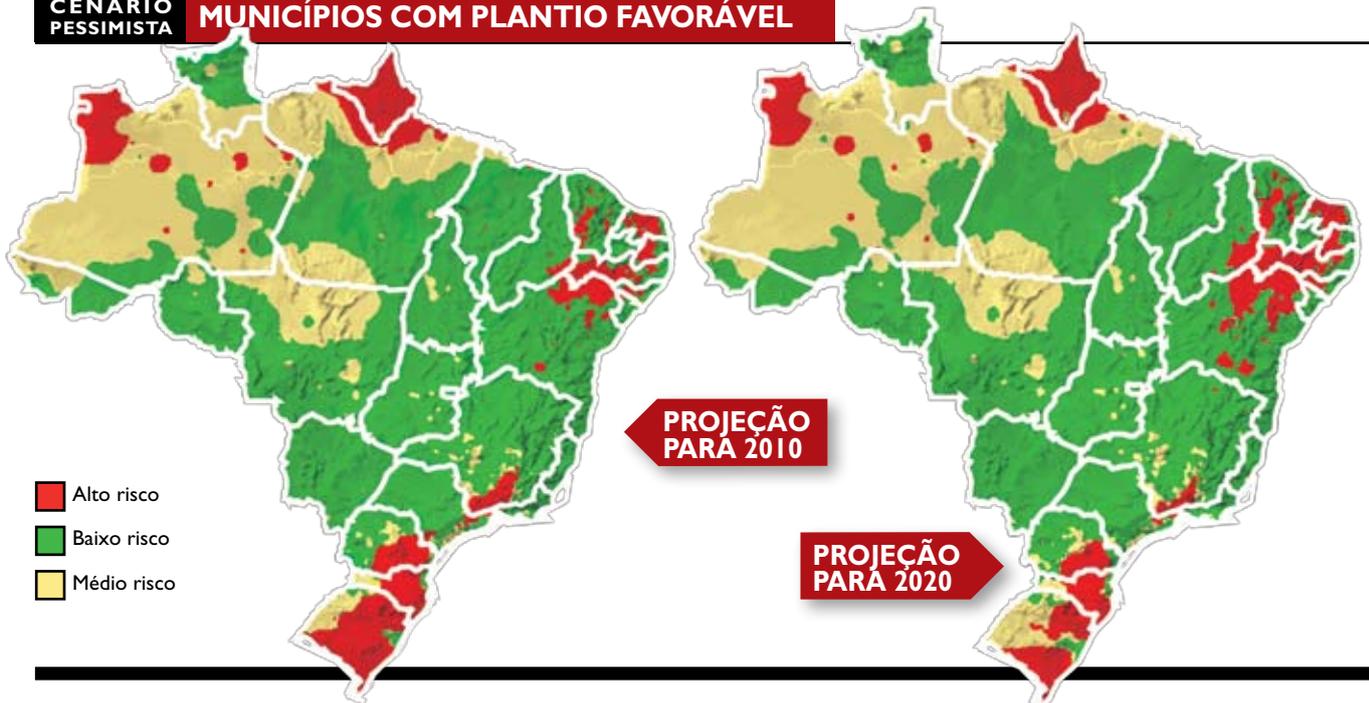
**CENÁRIO OTIMISTA**

### MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL



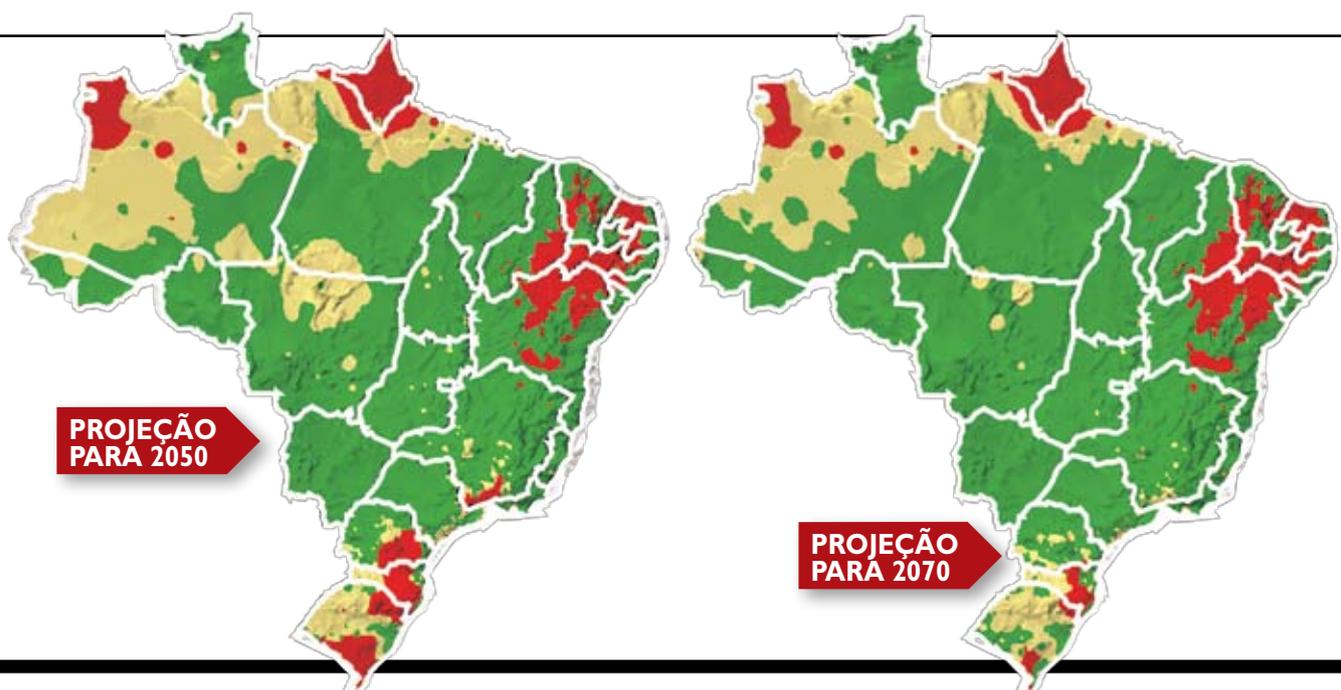
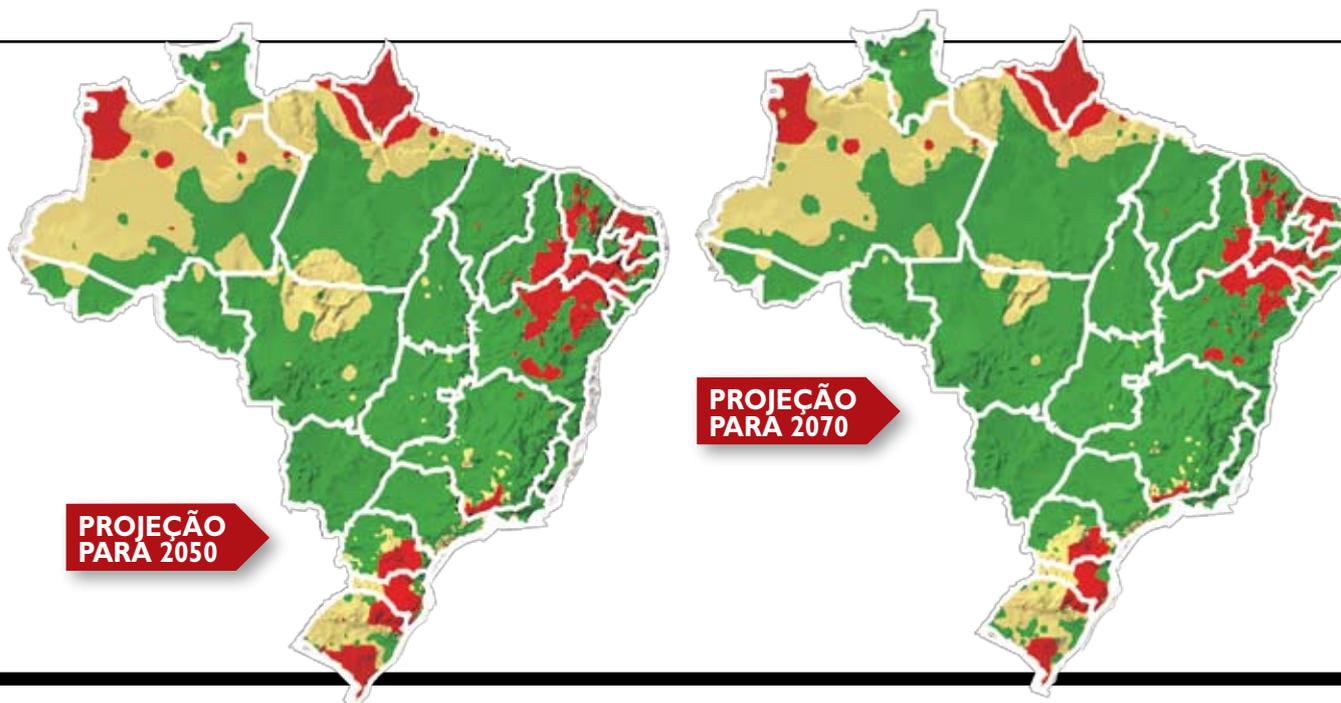
**CENÁRIO PESSIMISTA**

### MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL



raiz, que encontrará áreas mais favoráveis no sul do país, por conta da redução do risco de geada, e na Amazônia, pela diminuição do excedente hídrico. O aumento da área apta começa com 7,29% em 2050, chegando a 16,61% em 2070, no cenário B2. Nesta configuração, os ganhos devem ser de R\$ 318,8 milhões e R\$ 726 milhões,

respectivamente. No cenário A2, o avanço de área favorável é ainda maior: 13,48% em 2050 e 21,26% em 2070, com ganhos de R\$ 589 milhões a R\$ 929 milhões. Na hipótese de uma elevação generalizada de preços das fontes de calorias e proteínas para ração animal, a mandioca aparece como um potencial substituto.



## Milho

A produção nacional de milho foi o principal destaque da safra de 2007, crescendo 21,5% em relação ao ano anterior, de acordo com dados do IBGE. Na safra e na safrinha foram colhidas 51,8 milhões de toneladas, em uma área de 13,8 milhões de hectares. O alimento é produzido em todo o Brasil, sendo Paraná, Mato Grosso, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Goiás e São Paulo os principais Estados produtores. O município de Sorriso, em Mato Grosso, foi o maior produtor do país. A produção hoje se divide metade na agricultura familiar e metade na comercial.

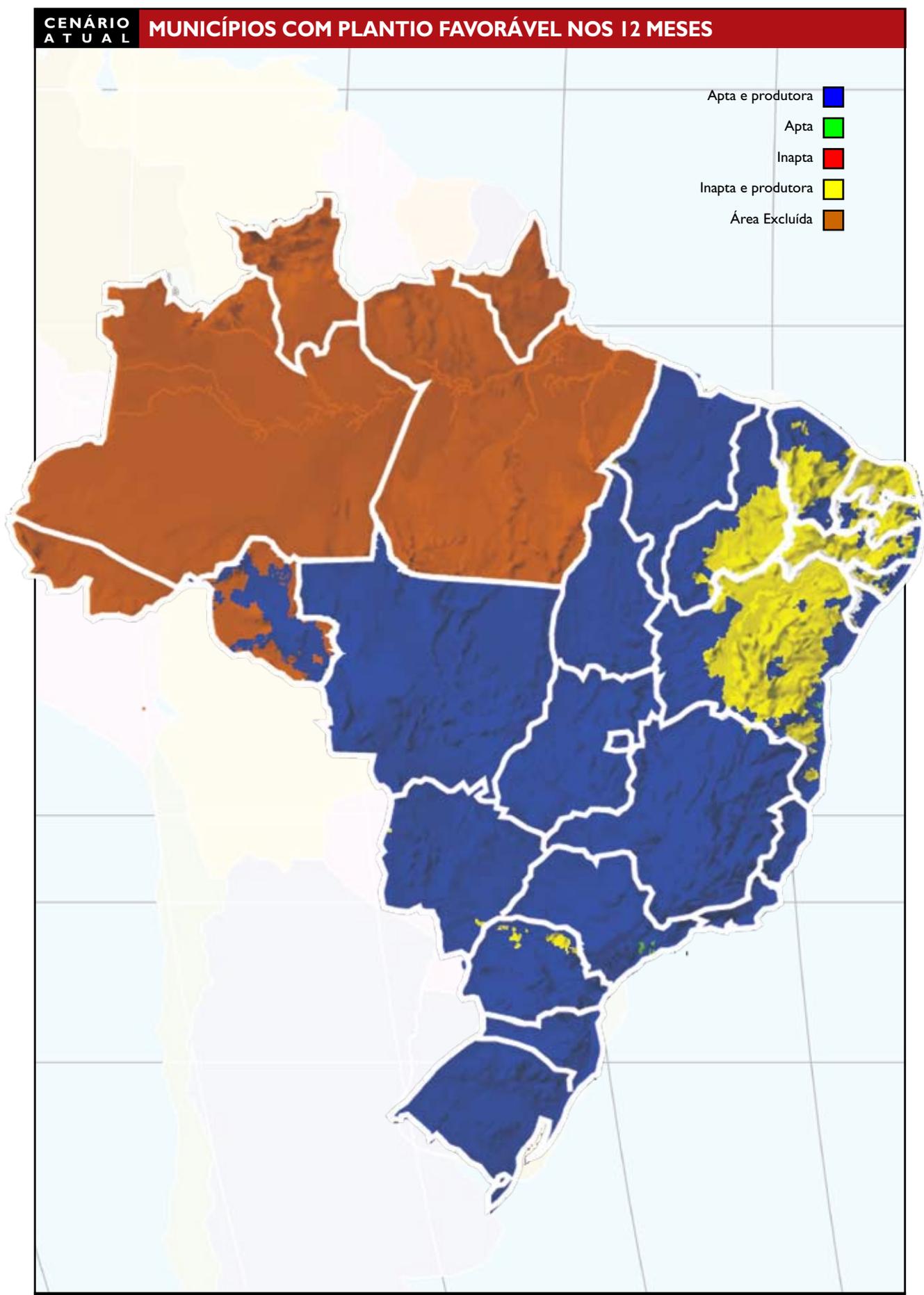
Esta cultura pode ser plantada em praticamente todo Brasil. Mas ocorrem variações no rendimento de grãos de um ano para o outro e entre as regiões em virtude de deficiência hídrica que pode ocorrer entre o final da primavera e o início de verão, afetando o bom desenvolvimento da planta. Solos mais arenosos, pouco profundos ou com baixo teor de matéria orgânica geralmente apresentam menor capacidade de fornecer água abundante para as plantas. Portanto, em situações

em que a disponibilidade hídrica costuma ser menor, e os problemas de quebraamento são maiores – como ocorre na safrinha –, aconselha-se que a quantidade plantada seja menor que no período normal. Para o milho, as épocas mais críticas para ficar sem água são a de pendoamento (florescimento) e espigamento (formação dos grãos). Nessas ocasiões a cultura precisa de cerca de 200 mm de água.

Além da disponibilidade hídrica, outro conceito usado para o cultivo do milho é o de graus dia (GD), que se baseia no fato de que existem duas temperaturas entre as quais a planta tem pleno desenvolvimento, uma mínima e outra máxima.

O grau dia pode ser compreendido como o acúmulo diário de temperaturas nessa faixa. Fora desse intervalo a planta não se desenvolve ou o faz a taxas muito pequenas. A temperatura mínima aceitável pelo milho varia entre 8°C e 10°C, e a máxima, entre 30°C e 32°C. Quanto mais quente, menor o ciclo das plantas, pois a energia se acumulará mais rapidamente.





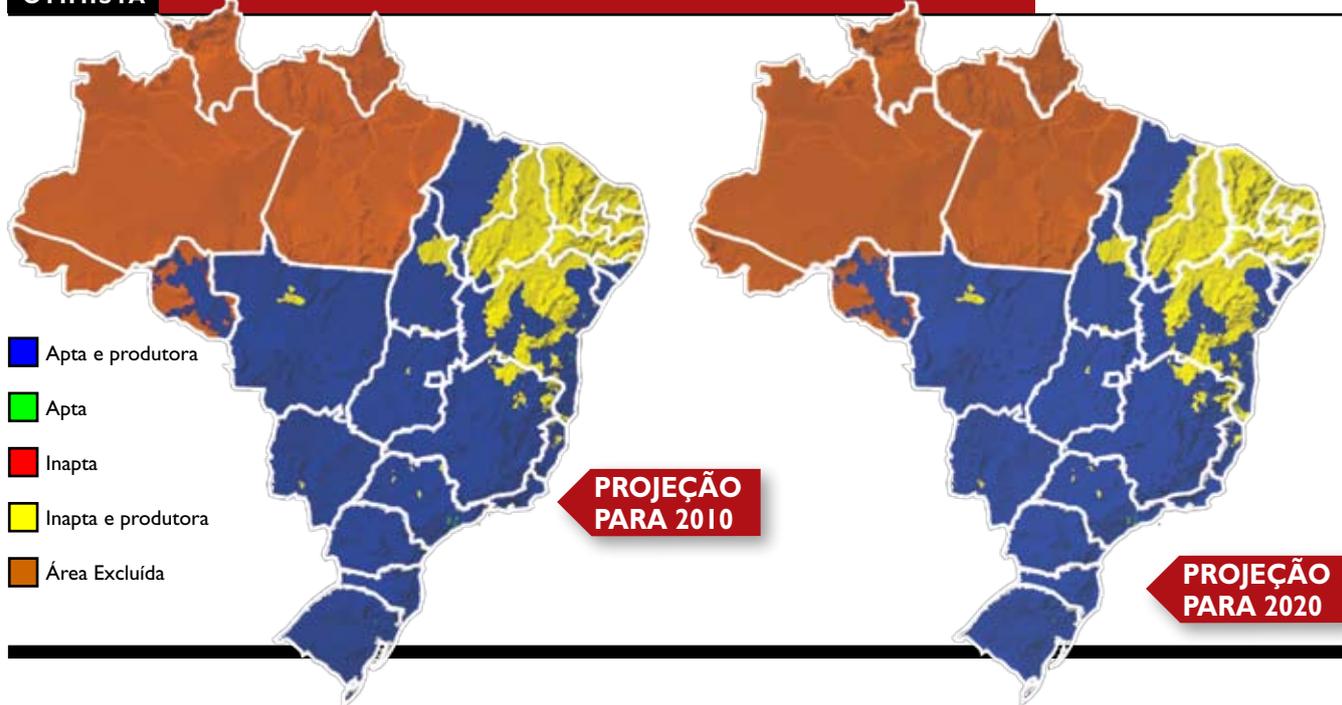
## Cenários futuros para o milho

A cultura será a terceira mais prejudicada no país em termos de valor de produção com o aquecimento global. Com o aumento da temperatura, espera-se que a quantidade de graus dia seja atingida mais rapidamente, encurtando o ciclo da planta. O Agreste nordestino, hoje responsável pela maior parte da produção regional de milho, sofrerá uma forte

redução da área de baixo risco para a cultura, assim como o sul do Maranhão, o sul do Piauí e o oeste da Bahia e o Centro-Oeste do país. Uma das principais fontes alimentares para aves, suínos e bovinos, o milho chega a 2020 com uma área favorável 12% menor nos dois cenários, número que sobe para 15% em 2050 e 17% em 2070. Tomando como base

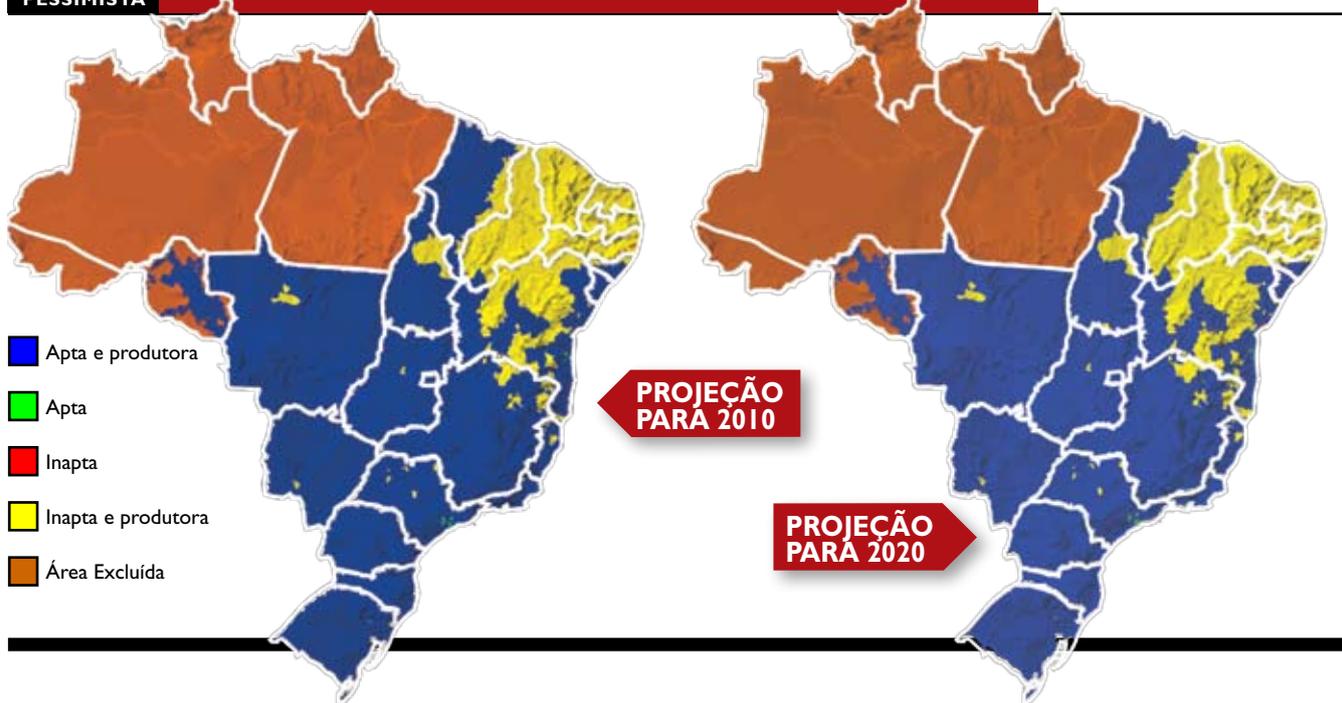
**CENÁRIO OTIMISTA**

**MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS 12 MESES**

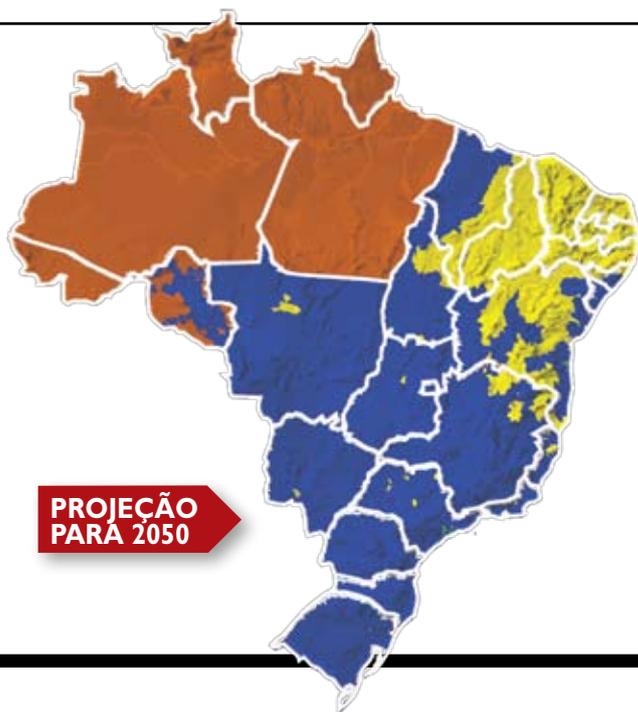


**CENÁRIO PESSIMISTA**

**MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS 12 MESES**



a produção de 42,6 milhões de toneladas, que teve como valor R\$ 9,9 bilhões, segundo números de 2006 do IBGE, o aquecimento deve provocar uma queda em torno de R\$ 1,2 bilhão no valor da produção em 2020. O prejuízo pode passar a cerca de R\$ 1,5 bilhão em 2050, chegando a R\$ 1,7 bilhão em 2070.



## Soja

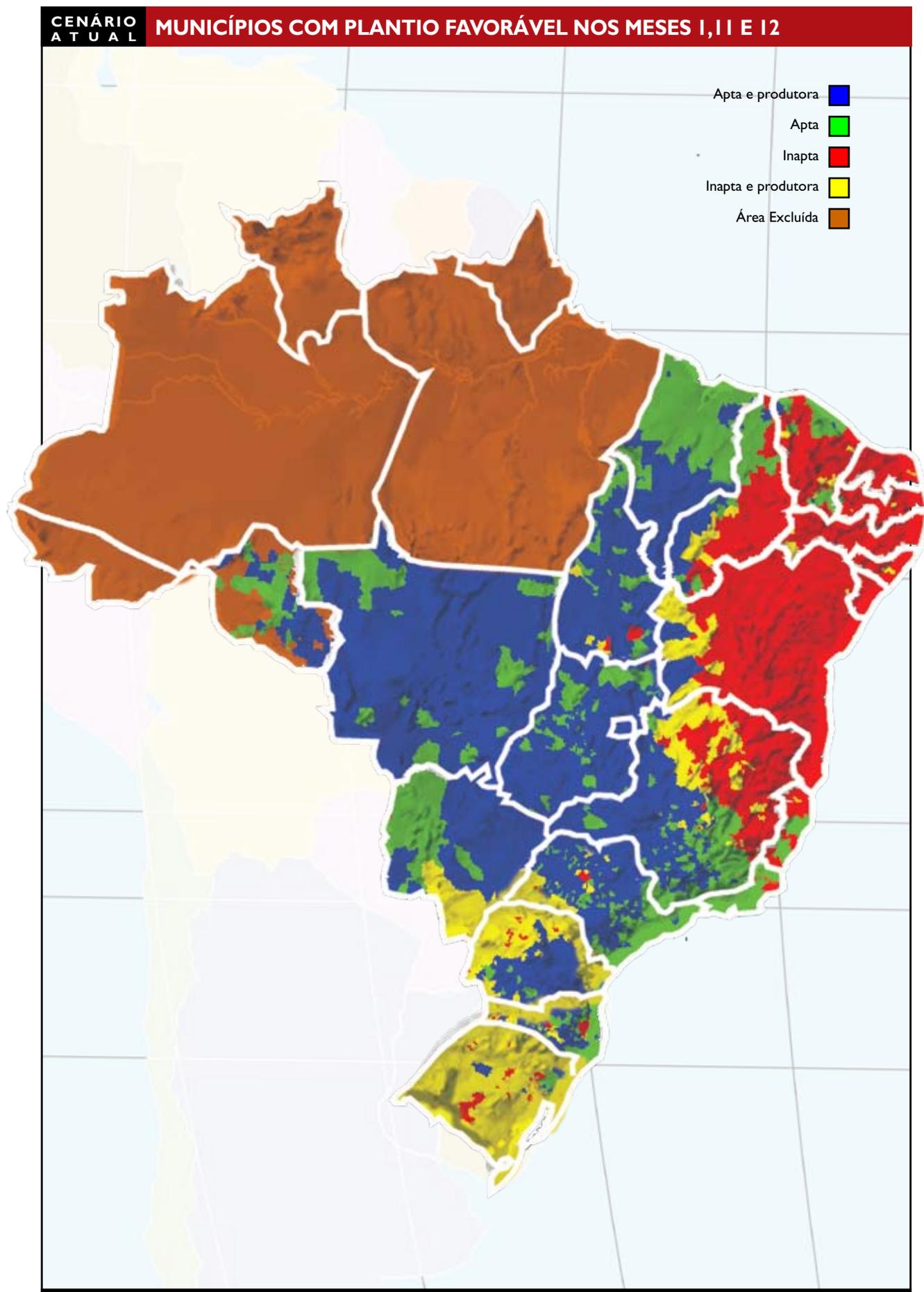
A produção nacional de soja cresceu 10,6% em 2007, em relação ao ano anterior, chegando a 58 milhões de toneladas, apesar de ter ocorrido uma redução de 6,5% na área colhida (20,6 milhões de hectares), de acordo com o IBGE. Isso foi possível porque a produtividade aumentou 18,3%, levando a um rendimento de 2,8 ton/ha. Os principais produtores do grão são Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul. O município de Sorriso, em Mato Grosso, principal produtor de milho do país, também ficou em primeiro lugar na produção de soja. O Brasil é o segundo produtor mundial e exportador de soja, perdendo apenas para os Estados Unidos.

A cultura se adapta melhor a temperaturas do ar entre 20°C e 30°C. A menos de 10°C o crescimento vegetativo é pequeno ou nulo; acima de 40°C ocorrem distúrbios na floração e diminuição da capacidade de retenção de vagens. É necessária uma temperatura mínima de 13°C para haver floração, mas acima de 30°C pode ocorrer floração precoce, deixando a planta menor do que o habitual.

A época em que a semeadura é feita é um dos fatores que mais influenciam no rendimento da soja, uma vez que determina a exposição da cultura à variação dos fatores climáticos limitantes. Assim, semeaduras em épocas inadequadas podem afetar o porte, o ciclo e o rendimento das plantas e aumentar as perdas.

A disponibilidade de água é importante, principalmente, em dois períodos de desenvolvimento da soja: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. Durante o primeiro período, tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas. Déficits hídricos expressivos durante a floração e o enchimento de grãos provocam alterações fisiológicas na planta, como o fechamento dos estômatos e o enrolamento de folhas. A disponibilidade ideal para esse período é de cerca de 250 mm de água. Do contrário pode haver queda prematura de folhas e de flores e o abortamento de vagens, resultando em redução do rendimento de grãos. No ciclo total, a demanda é de 650 mm no Centro-Oeste e de até 850 mm no Sul do país.





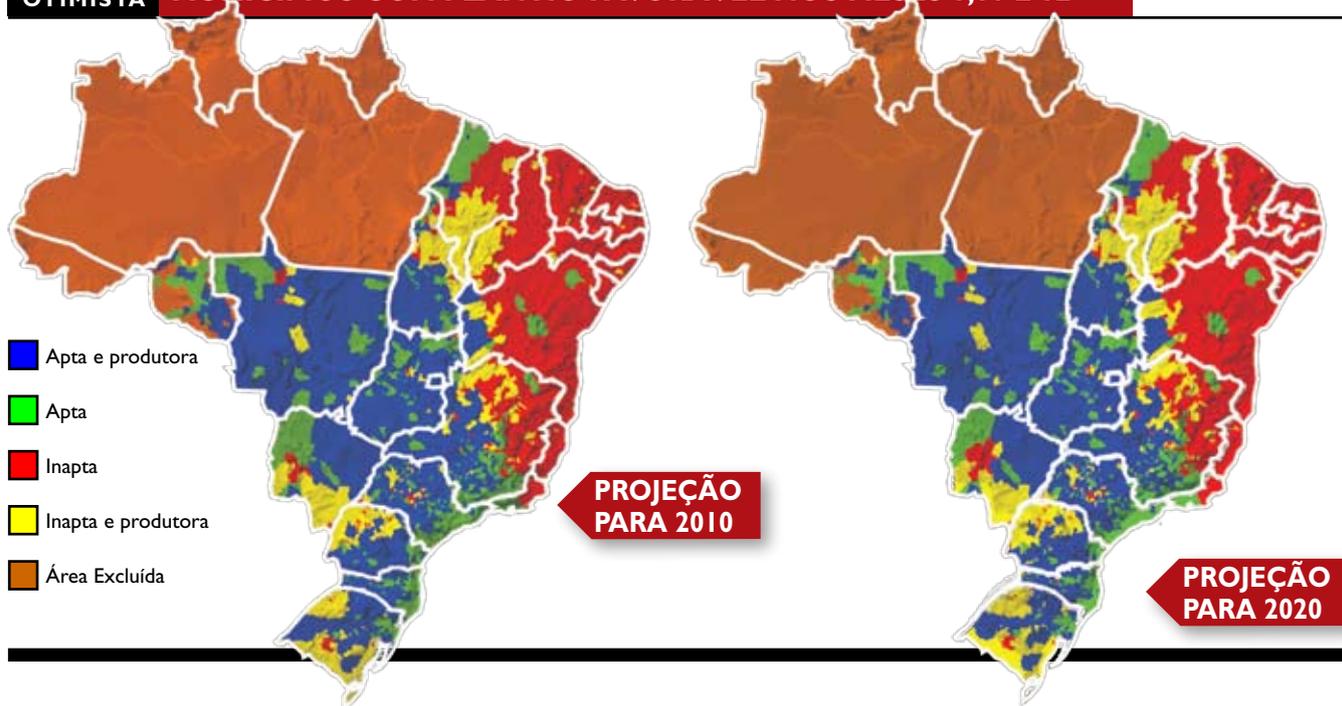
## Cenários futuros para o soja

Esta é a cultura que mais deve sofrer com o aquecimento global, caso as condições de plantio se mantenham como as atuais e nenhuma modificação genética seja feita (este, pelo menos, não deve ser o caso, visto que novas variantes já estão sendo estudadas). Até 2070, a área com baixo risco no país pode ser reduzida a 60% da

existente hoje em decorrência do aumento da deficiência hídrica e de possíveis veranicos mais intensos. A região Sul e o Cerrado nordestino serão as áreas mais fortemente afetadas. O grão, que atualmente apresenta o maior valor de produção da agricultura brasileira – R\$ 18,4 bilhões (segundo dados de 2006) – e é o

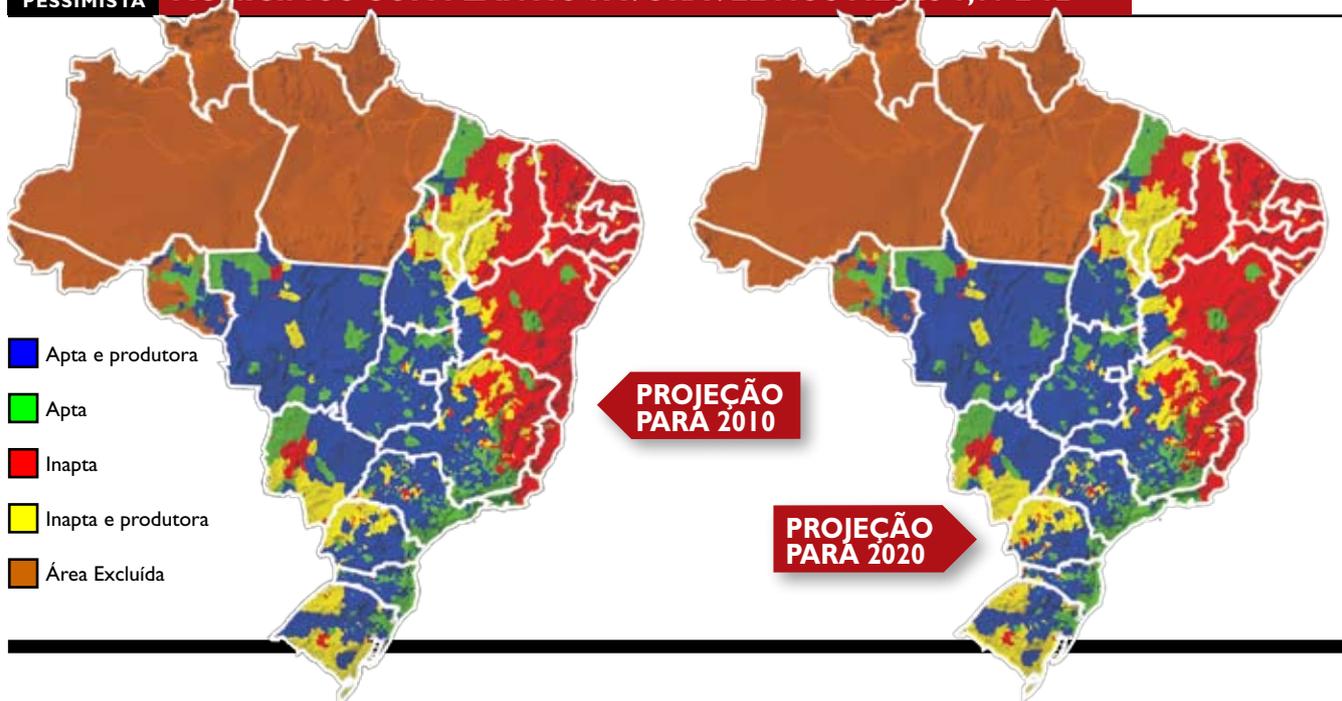
**CENÁRIO OTIMISTA**

**MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS MESES I, II E 12**



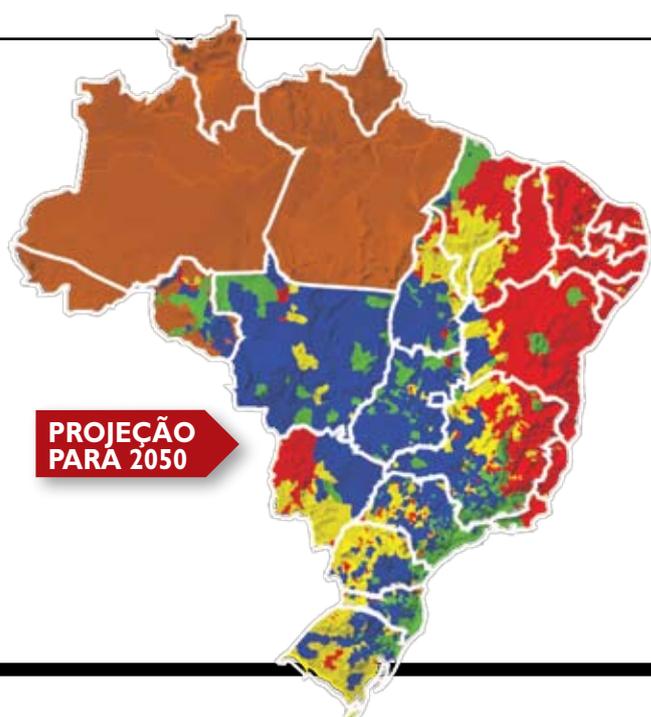
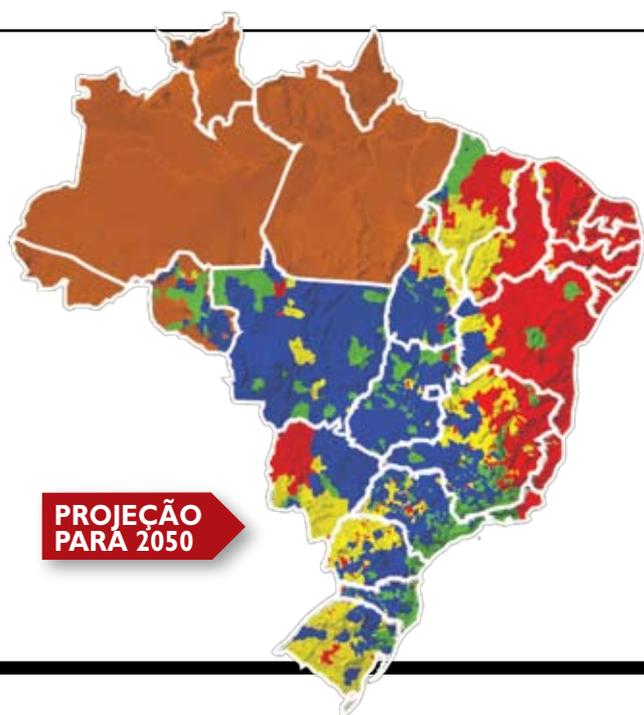
**CENÁRIO PESSIMISTA**

**MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS MESES I, II E 12**



principal produto agrícola exportado pelo país, pode apresentar já em 2020 uma perda de R\$ 3,9 bilhões a R\$ 4,3 bilhões (cenários B2 e A2, respectivamente), promovida por uma redução de área com baixo risco ao cultivo que vai de 21,62% a 23,59%. Em 2050, o prejuízo pode subir para algo entre R\$ 5,47 bilhões (B2) e R\$ 6,3 bilhões

(A2), como reflexo de uma área apta entre 29,6% e 34,1% menor que a atual. Para 2070, no melhor cenário o prejuízo será de R\$ 6,4 bilhões (-34,86% de área favorável), chegando a R\$ 7,6 bilhões (-41,39%) no pior cenário. Isso equivale a metade das perdas que a agricultura brasileira deve ter nesta ocasião.



## PERDA NAS PASTAGENS

As projeções para a pecuária mostraram que um aumento de temperatura da ordem de 3°C (aumento médio previsto pelo IPCC até 2100) pode causar a perda de até 25% da capacidade de pastoreio para bovino de corte, o que equivale a um aumento de custo de produção de 20% a 45%. Essa perda de área deve ocorrer principalmente por causa do aumento de 30 a 50 dias do período sazonal de seca nas áreas hoje aptas para pastagens.

A expectativa do aumento da temporada de seca deve afetar dramaticamente o custo da produção, uma vez que os produtores vão depender cada vez mais de suplementos de grãos para alimentar o gado em compensação pela falta de pasto. Hoje o custo médio da produção de carne no Brasil é de aproximadamente US\$ 1,60/kg, parecido com o praticado no Uruguai. Na Austrália é de US\$ 2,45/

kg, na Argentina é de US\$ 1,50/kg e nos EUA, US\$ 3,20/kg (de acordo com dados da publicação Cultivar, de 2007). No melhor cenário de aquecimento global o custo da produção no Brasil deve subir para US\$ 2,88/kg, podendo chegar a US\$ 4,16/kg no pior cenário.

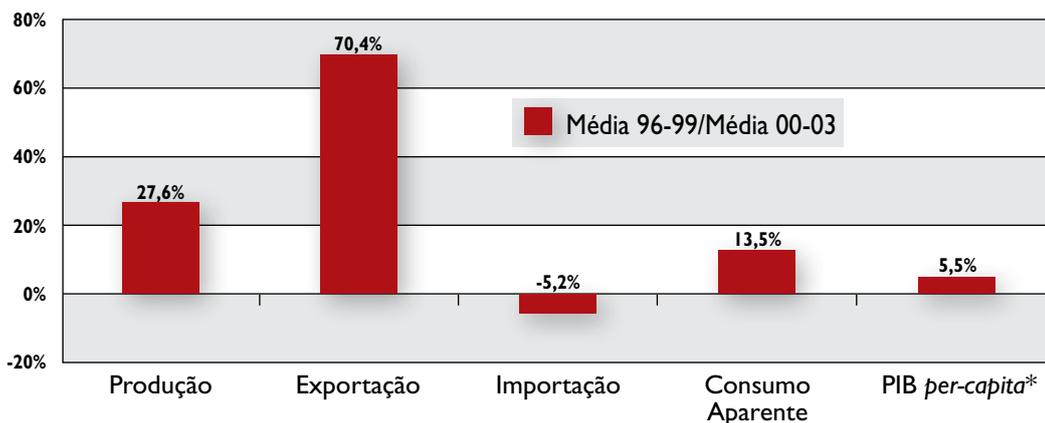
Nestas condições o pecuarista brasileiro corre o risco de perder competitividade, pois nos outros países considerados nesta comparação a tendência é que os impactos do aquecimento sejam mais suaves para as gramíneas. E mesmo a Austrália, que está em um contexto mais parecido com o do Brasil, tem estudos sobre os impactos nas áreas de pastagem bem mais avançados que aqui, com várias providências já sendo tomadas para a mitigação do problema.

## Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que o sistema agrícola de lavouras anuais não deverá crescer até 2020 da mesma maneira como cresceu na última década. Com a elevação dos custos da pecuária de corte em regime de pastagem plantada, a expansão da exportação de carnes em geral também deve ser afetada negativamente.

Nos últimos anos a produção agrícola cresceu para atender muito mais as oportunidades de exportação do que as necessidades do mercado interno (como mostra a tabela abaixo). Uma redução nos níveis de produção como reflexo das mudanças climáticas deve provocar, por consequência, uma diminuição das principais linhas de exportação.

VARIAÇÃO MÉDIA DA PRODUÇÃO, EXPORTAÇÃO, IMPORTAÇÃO E CONSUMO APARENTE DE PRODUTOS AGRÍCOLAS SELECIONADOS X PIB



Há que se considerar que essa previsão baseada somente no efeito isolado das mudanças do clima sobre a produção agropecuária brasileira ainda é muito parcial. A migração das culturas para o sul do país em busca de condições mais favoráveis representa um deslocamento para regiões onde o custo de produção é mais elevado. Lá tanto as terras quanto a mão-de-obra e os insumos tendem a ser mais caros, o que pode

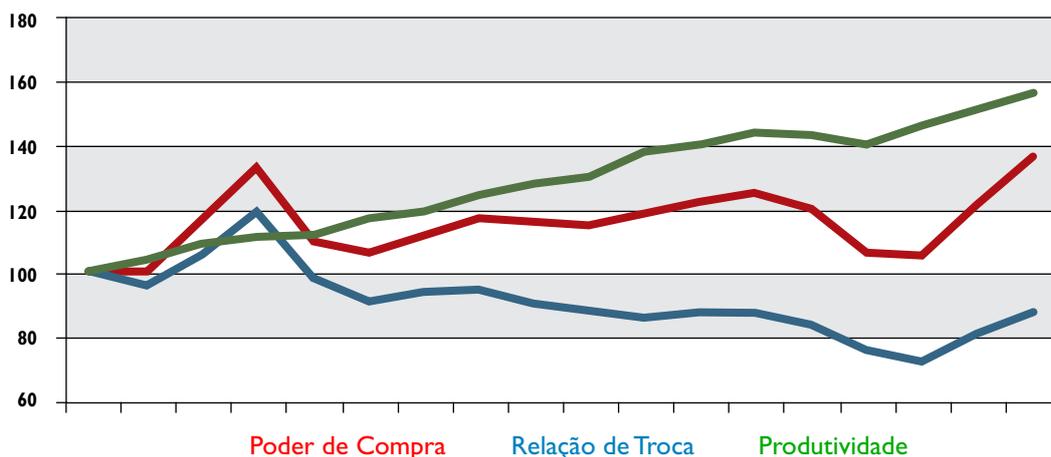
afetar a capacidade competitiva do país. No entanto, ao longo da trajetória de ajustamento que o mundo inteiro deve passar nas próximas décadas, os preços no mercado internacional também devem subir, o que pode abrir espaço para que o Brasil recupere a condição competitiva da agropecuária.

Nas últimas duas décadas, o crescimento dos ganhos esteve associado ao aumento da produtividade, que

acabou compensando as perdas nas relações de troca (relação entre os valores recebidos e os preços pagos pelos produtores, expressa na quantidade de sacas necessárias para se adquirir um determinado produto, insumo ou máquina). Se a tecnologia, por meio, por exemplo, da engenharia genética, não puder compensar

o efeito global negativo da mudança de clima, o ajuste terá de ser feito com a elevação do preço dos alimentos e fibras (celulose, lã, algodão, linho), recuperando a relação de troca. Os números para a pecuária de corte sugerem que uma elevação de preços acima de 20% poderia manter a produção em crescimento.

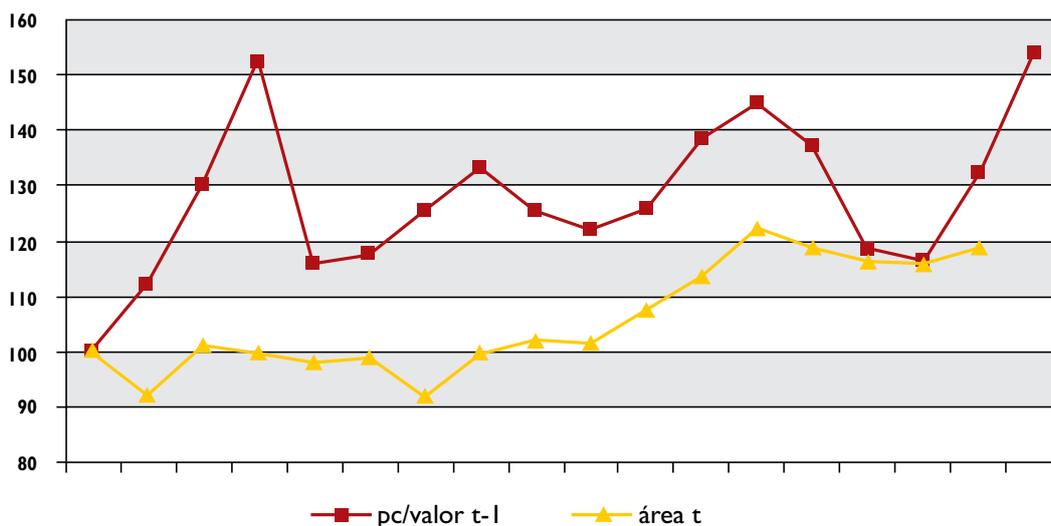
### VARIAÇÃO DO PODER DE COMPRA, RELAÇÃO DE TROCA E PRODUTIVIDADE ENTRE 1991 E 2008



A capacidade de expandir a área utilizada sobre a área apta vai depender desse processo global de elevação dos preços pagos aos produtores agrícolas. De 2000 para cá ocorreu uma elevação de 20% na área colhida em resposta

a uma elevação do poder de compra de insumos agrícolas em relação a produção de um hectare plantado, como se vê na figura abaixo; uma elevação adicional poderia compensar o efeito negativo da mudança de clima até 2020.

### VARIAÇÃO ANUAL ENTRE O PODER DE COMPRA E ÁREA PLANTADA NO BRASIL ENTRE 1992 E 2008



As simulações do impacto da mudança do clima na agricultura apontam um bom crescimento para a mandioca e um muito expressivo para a cana-de-açúcar. Na hipótese de uma elevação generalizada de preços das fontes calóricas e protéicas para alimentação animal, a mandioca aparece como um substituto importante.

A cana-de-açúcar se consolidaria como fonte de energia primária, e a ampliação significativa da área apta para seu plantio sugere que haverá uso econômico para todo o bagaço e parte das folhas na co-geração de energia elétrica, aumentando muito sua participação no valor da produção agrícola em relação ao ano base das simulações (2006).



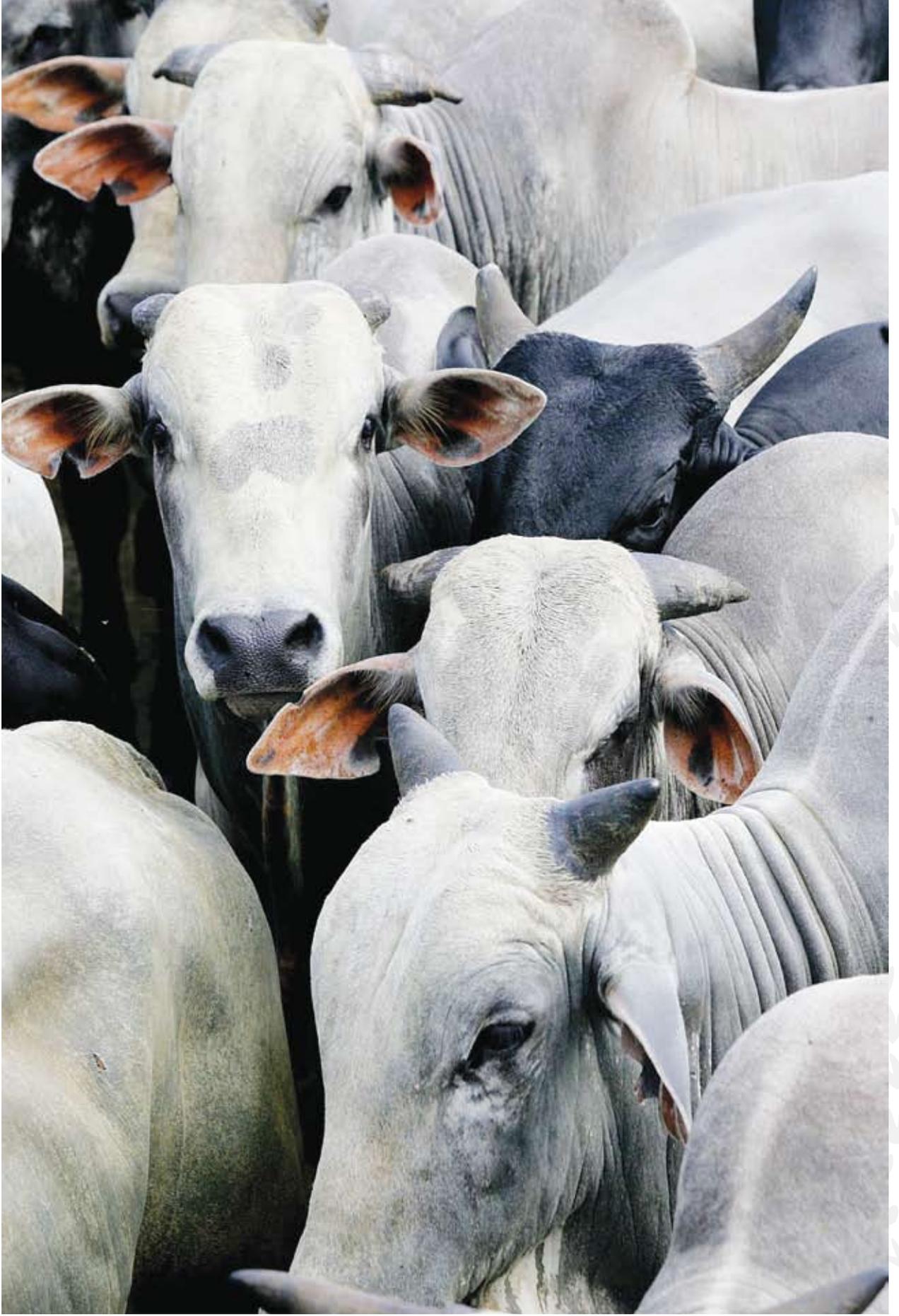
A plantação de árvores em meio ao cafezal reduz a temperatura na planta e ainda protege a lavoura

# Mitigação e adaptação

**TÉCNICAS QUE PROMOVEM  
UM USO MAIS CONSCIENTE  
DO SOLO PODEM DIMINUIR  
AS EMISSÕES E AINDA  
SEQÜESTRAR O CARBONO DA  
ATMOSFERA**



ROGÉRIO CASSIROFOLHA IMAGEM



OS CENÁRIOS FUTUROS PROJETADOS PARA A AGRICULTURA BRASILEIRA NESTE ESTUDO PODEM PARECER ASSUSTADORES E ATÉ DESANIMADORES À PRIMEIRA VISITA, MAS É IMPORTANTE RESSALTAR QUE ELES SÓ VÃO ACONTECER COM TANTA INTENSIDADE SE O MODO DE PRODUÇÃO DO PAÍS PERMANECER DA FORMA COMO É FEITO HOJE. ALGUMAS PERDAS DEVEM SER INEVITÁVEIS, VISTO QUE O PAÍS SÓ AGORA COMEÇA A CONHECER SUA VULNERABILIDADE NESTE SETOR E ATÉ AGORA NÃO TOMOU AS ATITUDES PARA EVITAR OS IMPACTOS. MAS AINDA É POSSÍVEL ADOTAR MEDIDAS DE MITIGAÇÃO, ASSIM COMO ADAPTAR AS CULTURAS PARA AS NOVAS SITUAÇÕES.

Tais atitudes podem fazer com que a agricultura passe de grande emissora de gases de efeito estufa a um grande sumidouro de carbono.

Cálculos feitos por uma equipe de pesquisadores conduzidos por Pete Smith, da Universidade de Aberdeen (Reino Unido) e um dos autores do capítulo de agricultura do relatório do IPCC, apontam que é possível mitigar com a agricultura, em todo o mundo, até 6 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalente, com potencial de negociar cerca de 70% disso no mercado de carbono, a preços de US\$ 100 a tonelada. Medidas de seqüestro de carbono no solo, associadas a menores emissões de metano e de óxido nitroso seriam capazes, segundo o relatório, de mitigar quase 100% das emissões diretas do setor agropecuário.

Várias pesquisas conduzidas em unidades da Embrapa, nas empresas estaduais de pesquisa e em universidades brasileiras vêm buscando soluções nesse sentido. A Embrapa criou até mesmo uma plataforma de pesquisa e desenvolvimento para coordenar as ações de todas as unidades nessa área.

Diversas práticas agrícolas já conhecidas são capazes de diminuir as emissões de carbono do setor e ainda aumentar o seqüestro do gás da atmosfera, como a integração entre pecuária e lavoura,

a utilização de sistemas agroflorestais e o incentivo ao plantio direto. A idéia por trás delas é melhorar o manejo das culturas e das áreas de pasto. As culturas consorciadas, por exemplo, evitam que a terra fique nua em alguns períodos, o que diminui os riscos de erosão e aumenta a quantidade de carbono no solo.

Conhecendo os limites impostos pela alteração do ciclo hidrológico, é possível também estabelecer novas estratégias regionais de manejo de água, já que no novo zoneamento de riscos serão quantificadas as novas necessidades hídricas das culturas diante das mudanças climáticas.

Veja a seguir algumas alternativas que estão sendo estudadas no Brasil:

### INTEGRAÇÃO PASTAGEM-LAVOURA

Os impactos do aquecimento global podem ser minimizados se o sistema produtivo for capaz de aproveitar de modo mais intenso as áreas aptas para o cultivo previstas neste estudo. Parte da resposta tem de vir da rotação das áreas de

**É possível mitigar até  
6 bilhões de toneladas de  
gás carbônico equivalente  
com a agropecuária**

**Maior adensamento de bois por hectare evita a abertura de novas áreas para a colocação de pasto**

pastagem com lavouras, por meio da qual se encurta o período de uso das pastagens plantadas com um ciclo de três a cinco anos das lavouras intensivas.

Embora essa tecnologia seja conhecida desde o início dos anos 1990, sua difusão tem sido muito lenta porque ainda há ampla disponibilidade de terras de fronteira para a expansão da pecuária, nos moldes tradicionais, nas regiões Centro-Oeste e Centro-Norte. Se a percepção do processo de mudança de clima levar a um controle mais efetivo do desmatamento da floresta amazônica, restringindo a pecuária apenas às regiões já abertas para este fim no Cerrado, pode ocorrer um maior incentivo à adoção da rotação de lavoura e pecuária.

Hoje existem cerca de 54 milhões de hectares de pasto espalhados pelo Cerrado – grande parte em declínio de produtividade. Estudos da Embrapa Cerrados estão mostrando as vantagens de introduzir lavouras nessas áreas. Os benefícios começam com a recuperação da fertilidade do solo para o plantio de algum grão. Simples ações, como corrigir a acidez e adubar, acabam aumentando o potencial de produção das forrageiras, visto que tradicionalmente no Cerrado os pecuaristas não tendem a adubar o pasto. Neste processo, segundo os levantamentos da empresa, é possível aumentar a produção de 3 a 4 arrobas/hectare/ano para valores que oscilam entre 20 e 40 arrobas. Esses resultados estão sendo observados tanto em pesquisas como em algumas fazendas que já estão adotando a integração.

Nesse processo de consórcio podem ser usados vários grãos, sozinhos ou combinados. A soja é particularmente interessante para uma região degradada porque ela fixa nitrogênio do ar, dispensando a necessidade de adubar

a terra com esse elemento. De acordo com os trabalhos da Embrapa, o milho e o sorgo sozinhos não apresentam uma produtividade muito alta, mas são interessantes nesse processo de integração porque podem ser usados para a alimentação direta do gado. Algumas experiências testam a introdução primeiro da soja e depois do milho ou do sorgo em um plantio consorciado. Em outras, são combinadas safras de soja e de milho com capim e uma terceira, conhecida como safrinha de boi, dependendo das condições climáticas de cada região.

Alguns modelos começam com a soja, para incorporar nutrientes ao solo, e depois da colheita cultiva-se pasto via plantio direto em um mesmo ano. Outros modelos trabalham com a rotação ao longo de anos. No primeiro ano se cultiva a soja e, no segundo, o milho, o que vai melhorando a fertilidade do solo. Só a partir do terceiro ano se introduz pasto na área.

Além de aumentar a produtividade tanto da carne quanto dos grãos, tornando



**Sistemas agrícolas integrados com florestas de eucalipto têm ação contra o aquecimento**

desnecessária a abertura de novas áreas por desmatamento (pastagens mais ricas permitem a colocação de mais bois por hectare), a integração traz mais duas vantagens no combate ao aquecimento global. A primeira é que uma pastagem de melhor qualidade resulta em menos emissão de metano para cada quilo de carne produzida (animais mal alimentados produzem mais metano). A segunda é que nas pastagens bem manejadas ocorre um aumento da matéria orgânica no solo, o que eleva o potencial de seqüestro de carbono.

Outra forma de integração que tem aparecido no Cerrado é uma parceria entre o produtor de grãos e o pecuarista. O primeiro cultiva milho com capim e, após a colheita do grão, ele arrenda a área para o pecuarista. A vantagem é que esse pasto recém-formado permanece verde em praticamente todo o período seco. Dessa forma, uma pastagem de qualidade na entressafra pode ser obtida. É uma parceria interessante para os dois lados porque o produtor de grãos não gasta



LUCIO PITON/FOLHA IMAGEM

## Recuperação de pasto degradado com lavoura pode aumentar sua produção em até dez vezes

com a aquisição de animais e o pecuarista não precisa investir em maquinário para a agricultura. Os grãos também saem lucrando nesse processo. As pesquisas apontam que áreas cultivadas por dois ou três anos com pastagem apresentam um aumento da produtividade de cinco a oito sacas de soja por hectare. Essa melhora se deve ao aumento da matéria orgânica no solo. Também se observou que a integração quebra os ciclos de pragas e reduz a infestação de plantas daninhas uma vez que passa a existir uma única outra planta: o pasto.

Um outra opção ainda são os sistemas agrossilvopastoris, que integram pecuária, lavoura e florestas, como, por exemplo, de eucalipto, que além de ajudar a recuperar o solo, tem alto potencial de seqüestro de carbono.

### SISTEMAS FLORESTAIS

Outra medida importante para a mitigação das mudanças climáticas é o manejo da floresta amazônica de modo a conter o desmatamento. As propostas são as mais variadas, mas ainda pouco vem sendo aplicado na prática.

Uma das iniciativas que começa a ser adotada por pequenos produtores da Amazônia é a prática da agricultura sem queima, ou “tipitamba”, como foi apelidada pelos técnicos da Embrapa, que quer dizer capoeira na língua dos índios Tiriyo. De um modo geral essa vegetação secundária formada por árvores e plantas de baixa e média altura costuma ser queimada pela população para a colocação de agricultura ou pasto. Mas a nova prática, que substitui



a queima pela trituração da vegetação, diminui em cinco vezes a emissão de CO<sub>2</sub>-equivalente. Além de colaborar com o efeito estufa, a queima da mata já se mostrou maléfica à fertilidade do solo a longo prazo.

Os pesquisadores também apostam na eficácia dos sistemas agroflorestais e agrossilvopastoris – combinação de espécies agrícolas com árvores, no primeiro caso, e de pastagem com

agricultura e árvores de ciclo curto, no segundo. A combinação com árvores é interessante porque elas têm um papel na manutenção do seqüestro de carbono ao longo do tempo.

#### **PLANTIO DIRETO**

Boas práticas de manejo do solo também contribuem para o seqüestro de carbono. A mais usada é a do plantio direto, que promove o cultivo sobre a palha deixada no solo pela cultura anterior, sem a necessidade de remoção do solo. De acordo com levantamentos de Carlos Clemente Cerri, do Cena (Centro de Energia Nuclear na Agricultura) da USP, e de Carlos Eduardo Cerri, da ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz),

**Técnica de plantio direto  
promove a mitigação de  
9 milhões de toneladas  
de carbono por ano**



FERNANDO DONASE/FOLHA IMAGEM

## Implementação de sistemas florestais ajuda a evitar a queimada da Amazônia

que vivem debaixo da terra retiram da matéria orgânica sua fonte de energia, o carbono. E, ao se multiplicar, emitem gás carbônico. Quando a agricultura mexe na terra, o microorganismo sai de seu estado de latência, aumenta sua atividade, consome mais matéria orgânica e acaba produzindo mais  $\text{CO}_2$ . Na Europa, de onde o Brasil importou o modelo de limpar a terra, esse processo não é tão problemático porque, com temperaturas baixas, os micróbios não são muito ativos – o contrário do que acontece no Brasil.

O plantio direto minimiza esse impacto ao fazer pequenas aberturas no solo suficientes apenas para deslizar a semente, deixando o resto intocado. E ainda seqüestra mais carbono, uma vez que, ao deixar os resíduos da colheita no solo, permite que os microorganismos os decomponham. Eles retiram o carbono da matéria orgânica e o depositam no solo.

Carlos Clemente e Carlos Eduardo Cerri trabalham atualmente em uma série de cálculos para tentar incluir o plantio direto em projetos de créditos de carbono.

### PECUÁRIA MAIS EFICIENTE

Pesquisas da Embrapa Meio Ambiente, ainda em andamento, investigam formas de diminuir as emissões de metano pelo gado. Já se identificou que pastagens plantadas em solo de melhor qualidade resultam em menos emissão de metano para cada quilo de carne produzida, mas está sendo testada também a introdução de leguminosas forrageiras em pastagens extensivas. Outros trabalhos visam a transformação do metano contido nos dejetos animais em biogás.

### ARBORIZAÇÃO DE CAFEZAIS

Uma solução para evitar as perdas previstas para o café arábica é retomar uma prática utilizada em seu país de origem, a

o sistema de plantio direto desenvolvido hoje em cerca de 30% da agricultura nacional promove a mitigação de 9 milhões de toneladas de carbono por ano. É quase o suficiente para compensar a emissão direta das atividades agrícolas brasileiras referentes ao período de 1975 a 1995, que foi de cerca de 12,6 milhões de toneladas por ano. Este valor não inclui as emissões provenientes da conversão de vegetação natural, que é a principal fonte de emissões de gases-estufa do Brasil.

O modelo convencional predominante, no entanto, ainda é o de preparação do solo com a passagem do arado para a semeadura. Ocorre que, quando o solo é revolvido dessa maneira, retira-se todo o carbono contido nele. Os microorganismos

## Incentivo à produção de espécies acostumadas com a seca pode ser uma das saídas para o Nordeste

Etiópia. Lá ele é cultivado à meia sombra, o que diminui a temperatura no pé. No Brasil a planta foi adaptada para latitudes mais elevadas e altitudes inferiores às existente na Etiópia, o que permitiu que ela fosse cultivada a pleno sol. Mas outros países produtores de café, como Colômbia, Costa Rica, Guatemala, El Salvador e México, mantêm as características originais.

Estudos experimentais sugerem que a arborização do cafezal, ao proporcionar a diminuição de 20% a 30% da radiação, pode provocar uma diminuição sensível da temperatura do dossel, além de amenizar os ventos e amenizar a temperatura noturna, favorecendo a defesa contra geadas.

Além de trazer benefícios para o cafezal, o agricultor pode se beneficiar com uma renda extra. Alguns produtores em São Paulo e Minas Gerais têm utilizado arborização com mangueiras, abacateiros, macadâmia, seringueira, bananeira e coco-anão. Não são necessárias muitas árvores por hectare, apenas o suficiente para fazer um sombreamento, com cerca de 60 a 70 plantas de sombra por hectare.

### CONVIVÊNCIA COM A SECA

A região que mais deve ser afetada pelas mudanças climáticas é o Semi-Árido nordestino. Com o risco de desertificação acelerado, a região deve se tornar imprópria para a maioria das plantas cultivadas lá atualmente, em especial mandioca e milho. Para conter esse processo e ainda oferecer alternativas alimentares para a população e para o gado, vários pesquisadores têm defendido que a solução está nas próprias culturas da Caatinga.



A idéia é aproveitar o conhecimento sobre as plantas mais tolerantes à seca e incentivar um cultivo mais abrangente. Várias espécies características do bioma são muito mais eficientes como forrageiras, por exemplo, do que as gramíneas exóticas que foram instaladas na região. O problema é que ainda se insiste em plantar algumas culturas que não estão adaptadas. Em vez de lidar com milho, arroz, feijão, soja, é possível trabalhar com mandacaru, com xique-xique, com sorgo. Há algumas leguminosas como catingueira, jurema, angico. Frutos como umbu, juazeiro, quixabeira, maracujá-domato, aroeira. Há também uma espécie rústica de algodão, bastante semelhante ao algodão comercial, que poderia competir com ele no mercado. Pesquisadores da Embrapa Semi-Árido investigam também variantes de mandioca mais resistentes à seca que poderiam ter o plantio incentivado na falta do cultivar mais comercial.

Algumas dessas alternativas são conhecidas há anos, mas ainda faltam incentivos para a domesticação dessas plantas e sua produção em larga escala, avaliam os pesquisadores da Embrapa.



**Aproveitamento das técnicas de convivência com a seca pode ajudar a minimizar danos no Semi-Árido**

### MELHORAMENTO GENÉTICO E TRANSGENIA

Paralelamente aos estudos com atividades de mitigação, estão sendo desenvolvidas em laboratório variantes genéticas de soja, milho, feijão, café, mandioca e algumas frutas mais tolerantes às altas temperaturas e ao déficit hídrico. Os estudos estão avançados, mas há que se ponderar que, mesmo que eles resultem em plantas mais resistentes, o melhoramento genético tem um limite. As alterações são capazes de fazer frente ao problema até um aumento de 2°C na temperatura. Acima disso as plantas começam a ter dificuldade em fazer fotossíntese, o que pede a presença de outras medidas.

Uma alternativa a essa limitação podem ser os chamados “transgênicos de segunda geração”. Em vez de serem apenas tolerantes a herbicidas ou resistentes a insetos, como os transgênicos hoje existentes, esses seriam mais adaptados

aos estresses ambientais. A proposta visa buscar na natureza plantas naturalmente mais tolerantes a altas temperaturas e à deficiência hídrica e se apropriar de sua genética para produzir cultivares agrícolas mais resistentes. A Embrapa Cerrados está analisando espécies típicas do bioma que são mais adaptadas às variações de temperatura e de chuva características da região. Os pesquisadores já identificaram cinco plantas (pau-terra da folha grande, pau-terra da folha miúda, pacari, faveiro e sucupira preta) que ocorrem em mais de 80% do bioma, o que sugere uma alta capacidade adaptativa. O próximo passo é isolar os genes que lhes conferem essas características. Estudos semelhantes também estão sendo planejados para a Caatinga. O valor da biodiversidade dos dois biomas é um argumento a mais para que se evite seu desmatamento.

Além das técnicas de manejo do solo para a agricultura e a pecuária, o relatório do grupo de trabalho 3 do IPCC, que abordou medidas de mitigação das mudanças climáticas, sugere ainda como boas práticas de mitigação:

- **Restaurar** os solos orgânicos drenados para lavoura e as terras degradadas para aumentar os sumidouros de carbono: evitar drenagem de terras úmidas, fazer controle de erosão, corrigir o solo com nutrientes e matéria orgânica.
- **Manejar** melhor o arroz: no período de repouso, as emissões de metano podem ser reduzidas com um melhor controle da água, especialmente mantendo-se o solo o mais seco possível e evitando encharcamento.
- **Evitar** colocar mais fertilizante nitrogenado que o exigido pela planta, aplicando-o no período certo e de forma mais precisa no solo. Reduzir o uso com a adoção de sistemas de cultivo rotativo com leguminosas.
- **Evitar** a prática de queimadas.

# Perfil dos pesquisadores

## HILTON SILVEIRA PINTO

Engenheiro Agrônomo; é professor-associado do Instituto de Biologia da Unicamp e diretor-associado do Cepagri. É pesquisador IA do CNPq. Tem pós-doutorado na Universidade de Ghelph – Canadá, onde atuou como professor visitante. Desde 1968 desenvolve pesquisas na área de zoneamento de riscos climáticos e efeitos do aquecimento global na agricultura. Foi chefe substituto da Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomo de Campinas.

## JURANDIR ZULLO JR.

Engenheiro agrícola e matemático. Especialista em agrometeorologia e sensoriamento remoto. Diretor do CEPAGRI/UNICAMP. Representante do Brasil na Organização Meteorológica Mundial na área de informações geográficas aplicadas a agricultura.

## SILVIO R. DE M. EVANGELISTA

Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária. Doutor em computação. Responsável pelo laboratório de novas tecnologias em Informática da Embrapa CNPTIA.

## ADRIANO F. OTAVIAN

Analista de sistemas da Embrapa. Responsável técnico pelo banco de dados climatológicos e pela manutenção do sistema Agritempo.

## ANA MARIA H. DE ÁVILA

Meteorologista formada pela Universidade Federal de Pelotas, RS, Mestrado pelo INPE e Doutorado pela Unicamp. Especialidade em sensoriamento remoto e climatologia com aplicação em agricultura.

## BALBINO A. EVANGELISTA

Geógrafo. Analista da Embrapa desde 1980, mestre em geografia pela UnB. Especialista em sistemas geográficos de informações e zoneamento de riscos climáticos. Doutorando na FEAGRI/UNICAMP.

## FABIO R. MARIN

Engenheiro Agrônomo. Pesquisador da Embrapa desde 2001. Responsável pelo laboratório de

## EDUARDO DELGADO ASSAD

Engenheiro Agrícola; é pesquisador da Embrapa desde 1987. Foi chefe de pesquisa e desenvolvimento da Embrapa Cerrados. Atualmente é chefe geral da Embrapa Informática Agropecuária. Foi coordenador técnico por dez anos do zoneamento de riscos climáticos do Ministério da Agricultura. Desde 1982, desenvolve pesquisas em Agroclimatologia, Zoneamento de Riscos e Mudanças Climáticas Globais.

modelagem ambiental da Embrapa CNPTIA. Doutor em agrometeorologia. Coordena em nível nacional o projeto de zoneamento de riscos climáticos da Embrapa.

## CELSO MACEDO JR.

Meteorologista pela IAG/USP. Bolsista do Cepagri/Unicamp na área de Modelagem de Mudanças Climáticas e Agricultura.

## GIAMPAOLO Q. PELLEGRINO

Engenheiro Florestal. Pesquisador da Embrapa desde 2006. Doutor em agrometeorologia pela Feagri. Coordena o projeto de mudanças climáticas e impactos na agricultura da Embrapa.

## PRISCILA P. COLTRI

Engenheira Agrônoma com mestrado pela ESALQ/USP e bolsista de doutorado pelo Cepagri/Unicamp. Especialidade em Agroclimatologia.

## GUSTAVO CORAL

Agrometeorologista do Cepagri/Unicamp. Engenheiro Agrônomo pela ESALQ/USP e mestrado pela Unicamp.

### AGRADECIMENTOS PELA COOPERAÇÃO E SUGESTÕES:

- Carlos Nobre
- Daniel Victoria
- Daniela J. de Moura
- Eneas Salati
- Guilherme L. da S. Dias
- Irenilza Naas
- José A. Marengo
- Lincoln M. Alves
- Maria Assunção F.S. Dias
- Paulo H. Caramori
- Pedro L. S. Dias
- Richard Betts
- Sergio Margulis

# Bibliografia Consultada

- ASSAD, E.D. Novas técnicas de zoneamento agrícola no Brasil. In: I Simpósio Internacional de Seguridad e Zoneamento Agrícola do Mercosul. Brasília, 5 e 6 de março de 1998, pp:29-31
- ASSAD, E.D. e PINTO, H.S. 2001. Zoneamento Climático do Café (Coffea arabica) para os Estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Goiás e sudoeste da Bahia. Brasília, DF: Embrapa-Funcef/Ministério da Agricultura e Abastecimento. v. I. 94p.
- ASSAD, E.D. e LUCHIARI Jr., A future scenario and agricultural strategies against climatic changes: the case of tropical savannas. In: Mudanças Climáticas e Estratégias Futuras. USP. 30-31 de outubro de 1989. São Paulo, SP
- ASSAD, Eduardo Delgado; PINTO, H.S.; ZULLO JR, Jurandir.; AVILA, Ana Maria Heuminski de. Impacto das Mudanças Climáticas no Zoneamento Agroclimático do Café no Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004.
- ASSAD, E.D.; PINTO, H.S.; ZULLO JR, J.; MARIN, Fabio Ricardo. Mudanças Climáticas e Agricultura: Uma Abordagem Agroclimatológica. Ciência & Ambiente, v. 34, p. 169-182, 2007.
- CARAMORI, PH., CAVIGLIONE, J.H., WREGE, M.S., GONÇALVES, S.L., FARIA, R.T., ANDROCIO FILHO, A., SERA, T., CHAVES, J.C.D., KOGHISHI, M.S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do café (Coffea arabica L.) no Estado do Paraná. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.9, n.2, 2001.
- CUNHA, G.R., HAAS, J.C., MALUF, J.R.T., CARAMORI, PH., BRAGA, H.J.,
- ASSAD, E.D., PINTO, H.S., ZULLO JR., J., LAZAROTTO, C., MOREIRA, M.B., PASINATO, A. Zoneamento agrícola usado como uma ferramenta de suporte à tomada de decisão para reduzir riscos climáticos que afetam a cultura de trigo no Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.9, n.2, 2001.
- FARIAS, J.R.B., ASSAD, E.D., ALMEIDA, I.R., EVANGELISTA, B.A., LAZZAROTTO, C., NEUMAIER, N., NEPOMUCENO, A.L. Caracterização de risco climático nas regiões produtoras de soja no Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.9, n.2, 2001.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. IBC. Clima e Fenologia. In: Cultura de Café no Brasil. Pequeno Manual de Recomendações. Ministério da Indústria e do Comércio. GERCA, pp.8-21. Rio de Janeiro, 1986.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group I Report. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Report. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg2.htm>
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Working Group III Report. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg3.htm>
- IPEA. 1993. Eventos Generalizados e Seguridad Agrícola. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Relatório de Pesquisas. Univ. de Brasília. 26 pp.
- JONES, C.A. and KINIRY, J.R. 1986. Ceres-Maize: a simulation model of maize growth and development. Texas: University press. 194p.
- JONES, J.W.; BOOTE, K.J. and JAGTAP, S.S. 1988. SOYGROV.5.41: Soybean crop growth simulation user's guide. Gainesville, Florida: agriculture Experimental Station Journal, n.8304.
- MARENGO J.A. . Cenários de Mudanças Climáticas para o Brasil em 2100. Ciência & Ambiente, v. 34, p. 100-125, 2007.
- MEIRELES, E.J.L., SILVA, S.C., ASSAD, E.D., LOBATO, E.J.V., CUNHA, M.A.C. Zoneamento agroclimático para o arroz de sequeiro no Estado do Tocantins. EMBRAPA/CNPAP-APA, Documento n.58, Goiânia, 18 p., 1995.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2002. Zoneamento Agrícola. Coordenação Nacional do Zoneamento Agrícola. MA/CER.
- MOTA, F.S. . Zoneamento Agroclimático, Produção e Consumo de Alimentos No Brasil. BOLTIMTECN.DA SOCIED.BRAS.DEAGROMETEOROLOGIA, v. 5, p. 1-24, 1986.
- MOTA, F.S.; NUNES, L. Clima e Zoneamento Para Raças Bovinas de Corte No Rio Grande do Sul. AGROS, v. XVI, n. 1-2, p. 65-5, 1981.
- NOBRE, C.A.; ASSAD, E.D.; OYAMA, M.D. O impacto do aquecimento global nos ecossistemas brasileiros e na agricultura. Scientific American Brasil, v. 12, p. 70-75, 2005.
- OMM-ORGANIZATION METEOROLOGIQUE MONDIALE. 1992. The global climate system monitoring. December 1988-may 1991, OMM, Geneve, 110pp.
- PINTO, H.S.; BRUNINI, O.; ZULLO JR, J. e ASSAD, E.D. 2000. Zoneamento de Riscos Meteorológicos e Climáticos Para a Agricultura do E.S.Paulo. Anais do Workshop Internacional Sobre Seguros Para o Agronegócio. CEPEA/ESALQ-USP, DEAS e ANSP. Pp: 333-360. Piracicaba, SP.
- PINTO, H.S., ASSAD, E.D., ZULLO JR., J., BRUNINI, O., EVANGELISTA, B.A. Impacto do Aumento da Temperatura no Zoneamento Climático do Café nos Estados de São Paulo e Goiás. Avaliação dos cenários do IPCC. XII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia; pp: 605-606. Fortaleza, 2001.
- PINTO, H.S.; ZULLO JR, J.; ASSAD, E.D. . El Calentamiento Global y la Agricultura Brasileña. In: Martine Dirven y Adrian Rodriguez. (Org.). La Agricultura Otra Víctima del Cambio Climático. I ed. Santiago, Chile: Le Monde Diplomatic, Cepal. 2008, v. 1, p. 63-74.
- PINTO, Hilton Silveira, ZULLO JR, Jurandir; ASSAD, Eduardo Delgado, BRUNINI, Orivaldo, ALFONSI, Rogério Remo, CORAL, Gustavo, ÁVILA, Ana Maria H de. Zoneamento de Riscos Climáticos Para a Cafeicultura do Estado de São Paulo. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA E III REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2001, Fortaleza. Anais do XII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e III Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia. Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2001. v.1. p. 141-142.
- PINTO, H.S.; ZULLO JR, J. e ZULLO, S.A. 1989. Oscilações Pluviométricas Temporais no E.S.Paulo. Anais do VI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Macéió, Al. pp:29-33. Soc. Bras. Agrometeorologia.
- PINTO, H.S.; ZULLO JR, Jurandir.; ASSAD, E.D.; EVANGELISTA, B.A. . O Aquecimento Global e a Cafeicultura Brasileira. Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, v. 31, p. 65-72, 2007.
- EILLY, J.; STONE, P.H.; FOREST, C. E.; WEBSTER, M. D.; JACOBY, H. D. and PRINN, R. G. 2001. Uncertainty and Climate Change Assessments. Science Magazine. Joint Program on the Science and Policy of Global Change. MIT. Vol: 293 (5529), pp: 430-433. Cambridge, MA, USA.
- SANS, L.M.A. e SANTOS, N.C. Resposta de cultivares de milho a variações climáticas. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 19. Porto Alegre, 1992.
- SANS, L.M.A., ASSAD, E.D., GUIMARÃES, D.P., AVELLAR, G. Zoneamento de Riscos Climáticos do milho para a região centro-oeste do Brasil e para o Estado de Minas Gerais. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.9, n.2, 2001.
- SANS, L.M.A., GAMA, E.G., OLIVEIRA, A.C., GUISEM, J.M. Graus dias como um método de definir maturação de cultivares de milho. XX Congresso nacional de milho e sorgo. Goiânia, GO, ABMS. Resumos. 1994.
- SEÇÃO DE CLIMATOLOGIA AGRÍCOLA. Relatório das Atividades Desenvolvidas pela Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico de Campinas no Período de Junho de 1971 a Junho de 1972. Zoneamento do Café Arábica a Pleno Sol no Brasil por Viabilidade Climática. 81p. Campinas, SP, 1972.
- SILVA, Fernando A M da, SANTOS, Enislaine R Alves dos, EVANGELISTA, Balbino A, ASSAD, Eduardo Delgado, PINTO, Hilton Silveira, ZULLO JR, Jurandir; BRUNINI, Orivaldo, CORAL, Gustavo. Delimitação das Áreas Aptas do Ponto de Vista Agroclimático Para o Plantio da Cultura do Café (Coffea arabica) no Estado de Goiás. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1999, Poços de Caldas, MG. I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil - Resumos expandidos. Brasília, DF: Embrapa. Café-Minasplan, 2000. v.1. p. 123-125.
- SILVA, S.C., ASSAD, E.D. Zoneamento de riscos climáticos no arroz de sequeiro nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins e Bahia. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.9, n.2, 2001.
- SIQUEIRA, O.J.F.; FARIAS, J.R.B. and SANS, L.M.A. 1994. Potential effects of global climate change for Brazilian agriculture and adaptive strategies for wheat, maize and soybean. Revista Brasileira de Agroclimatologia. Santa Maria, V.2, pp: 115-129.
- SIQUEIRA, O.J.W., STEINMETZ, S., FERREIRA, M.F., COSTA, A.C., WOZNIACK, M.A. Mudanças climáticas projetadas através dos modelos GISS e reflexos na produção agrícola brasileira. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.8, n.2, p.311-320, 2000.
- ZULLO JR, J.; PINTO, H.S.; ASSAD, Eduardo Delgado. Impact Assessment Study of Climate Change According to IPCC Prognostics on Brazilian Agricultural Zoning. Meteorological Applications, Royal Meteorological Society, v. 1, p. 69-80, 2006.



**Fontes Mistas**  
Grupo de produto proveniente de  
florestas bem manejadas e fontes  
controladas

---

Cert no. SW-COC-002641  
[www.fsc.org](http://www.fsc.org)  
© 1996 Forest Stewardship Council

"Este impresso foi produzido pela Posigraf, que é certificada com a ISO 1004, atestando que a organização trabalha com um Sistema de Gestão Ambiental voltado à melhoria contínua e realiza o monitoramento e redução dos impactos ambientais de sua atividade afirmando o cumprimento do conjunto de normas ambientais exigido por ela."

"A Posigraf produz impressos certificados com o selo FSC, que identifica produtos fabricados com madeira proveniente de florestas manejadas segundo rigorosos padrões sociais, ambientais e econômicos."