

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



MARCIO 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 1. 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
*EM R\$, PREÇOS 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. VARIAÇÃO 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. VARIAÇÃO DAS ÁREAS COM POTENCIAL 2070, NA COMPARAÇÃO COM O MOMENTO ATUAL

CULTURAS	ÁREA POTENCIAL ATUAL (KM ²)	ÁREA POTENCIAL PELO MODELO PRECIS B2 EM 2070 (KM ²)
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. VARIAÇÃO DAS ÁREAS COM POTENCIAL 2070, NA COMPARAÇÃO COM O MOMENTO ATUAL

CULTURAS	ÁREA POTENCIAL ATUAL (KM ²)	ÁREA POTENCIAL PELO MODELO PRECIS A2 EM 2070 (KM ²)
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. VARIAÇÃO 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 (KM²)	% DEVARIAÇÃO EM RELAÇÃO À ÁREA ATUAL	ÁREA POTENCIAL PELO MODELO PRECIS B2 EM 2070 (KM²)	% 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 (KM²)	% DEVARIAÇÃO DE ÁREA	ÁREA POTENCIAL PELO MODELO PRECIS A2 EM 2070 (KM²)	% 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. VARIAÇÃO 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

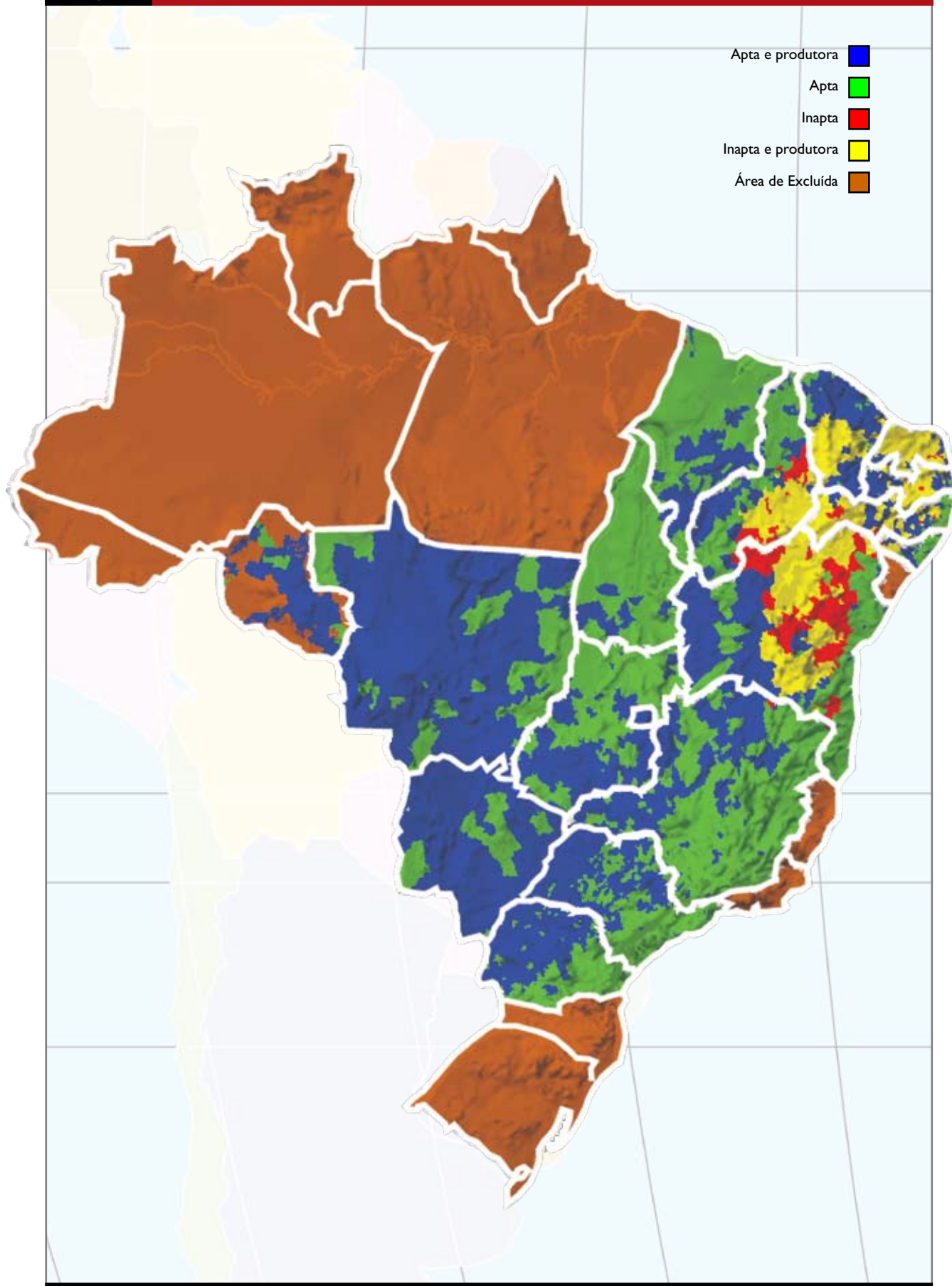
A produção nacional de algodão foi de 4 milhões de toneladas em 2007, de acordo com dados do IBGE, superando em 41,4% a de 2006 e em 7,9% a safra até então recorde de 2004 (3,7 milhões de toneladas). Esse incremento deveu-se à ampliação da área de colheita, que alcançou 1,1 milhão de ha, 19,8% maior 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.



MARCOS BERGAMASCO/FOLHA IMAGEM

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

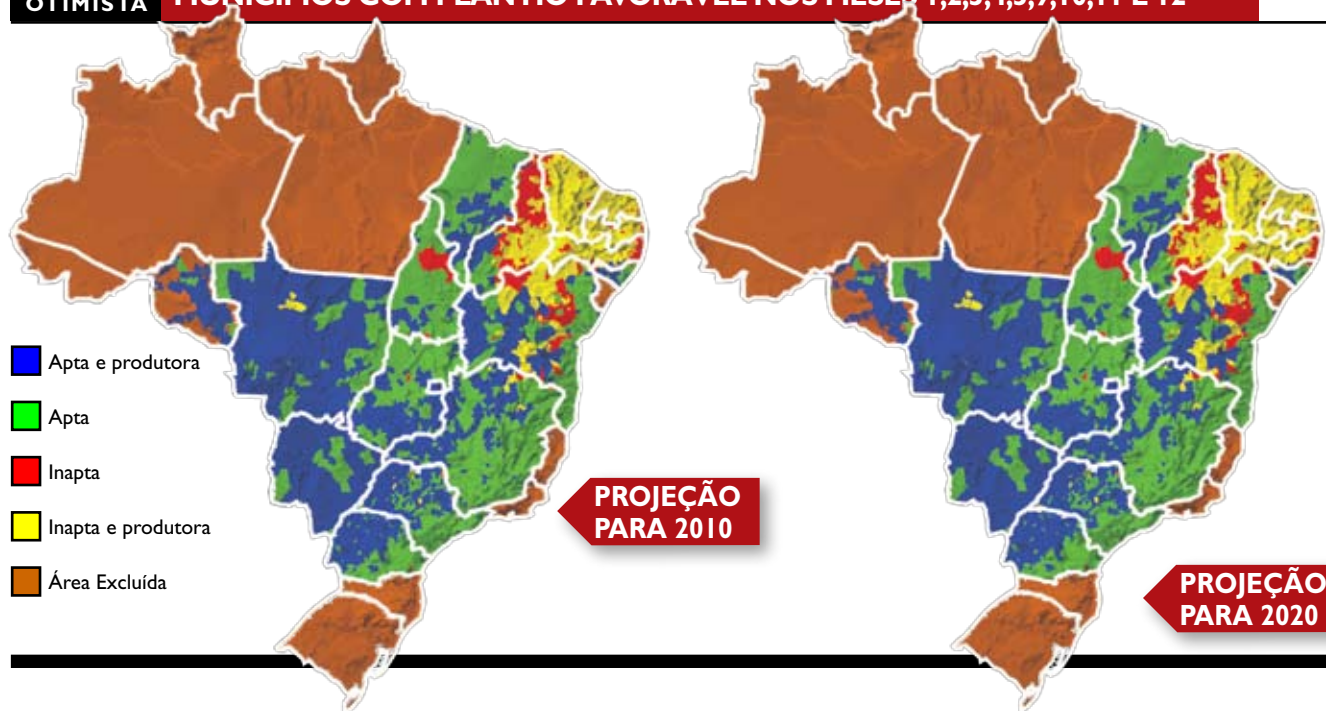
Cenários futuros para o algodão

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

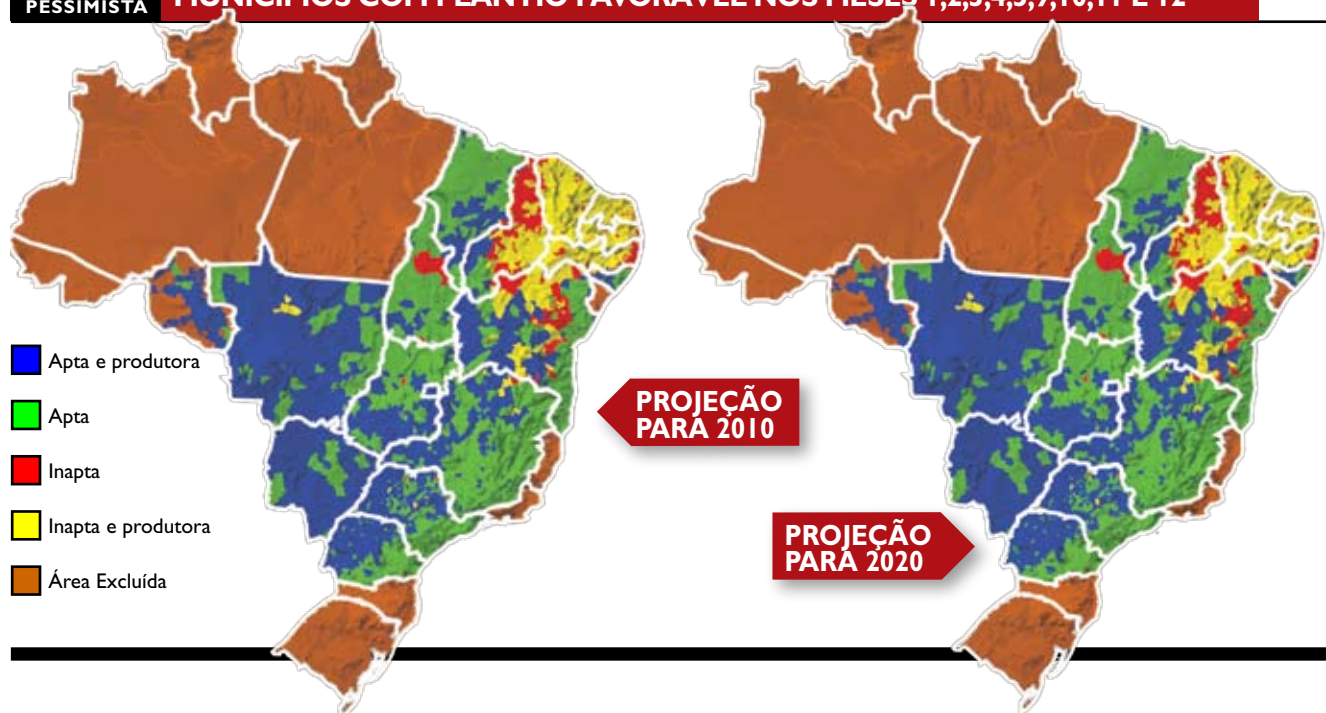
CENÁRIO OTIMISTA

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

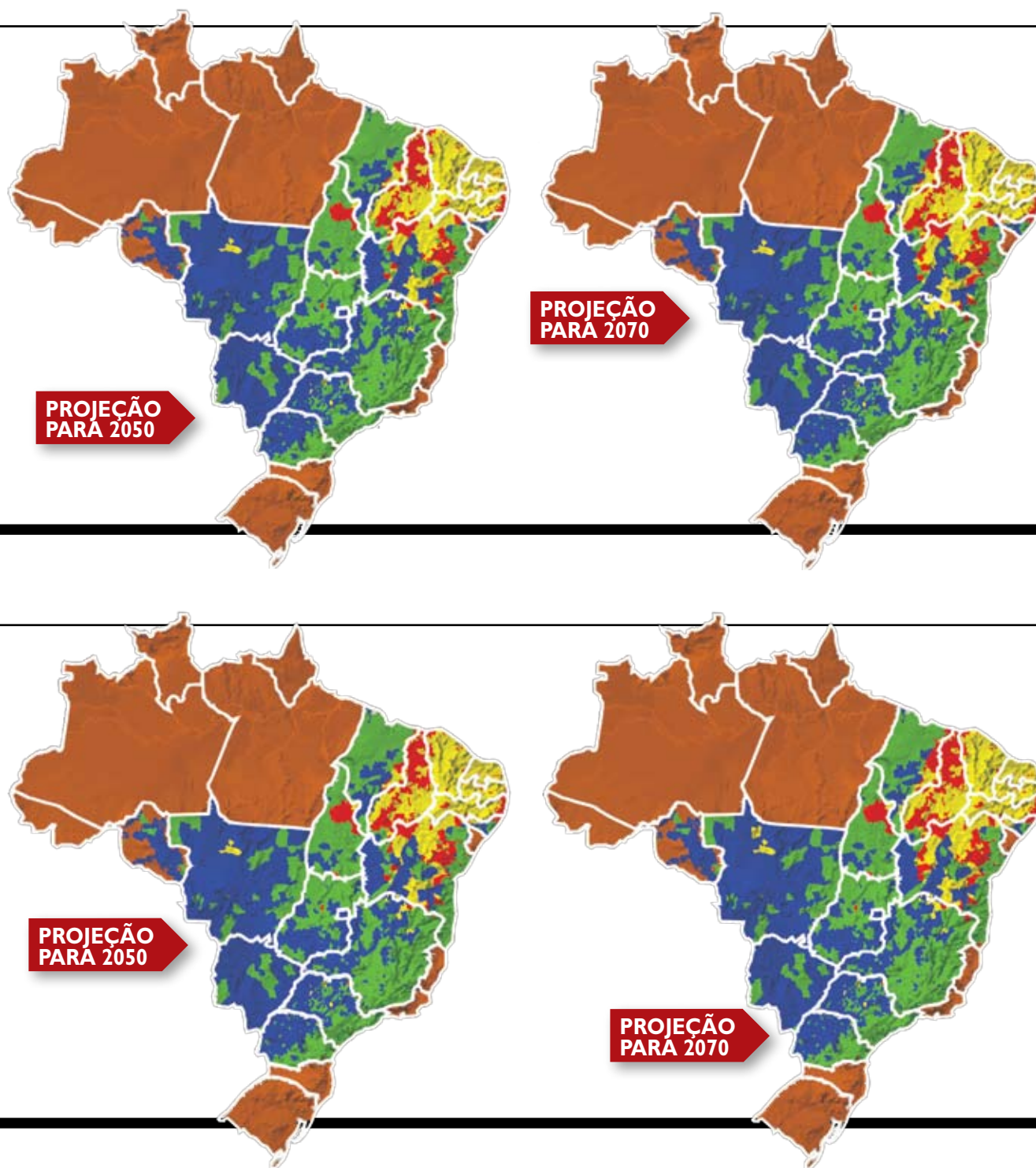


CENÁRIO PESSIMISTA

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.



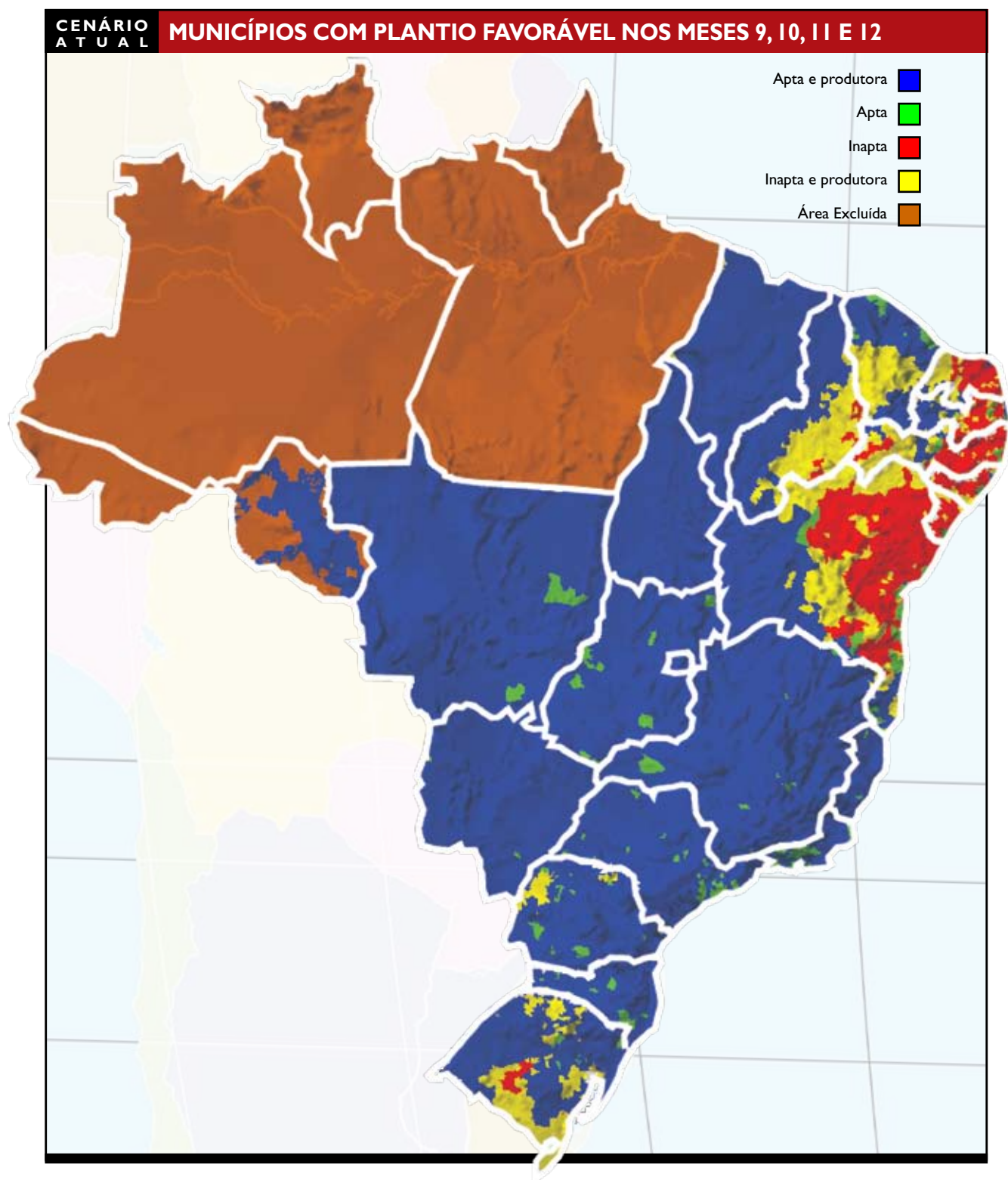
Arroz

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 pluviais 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.

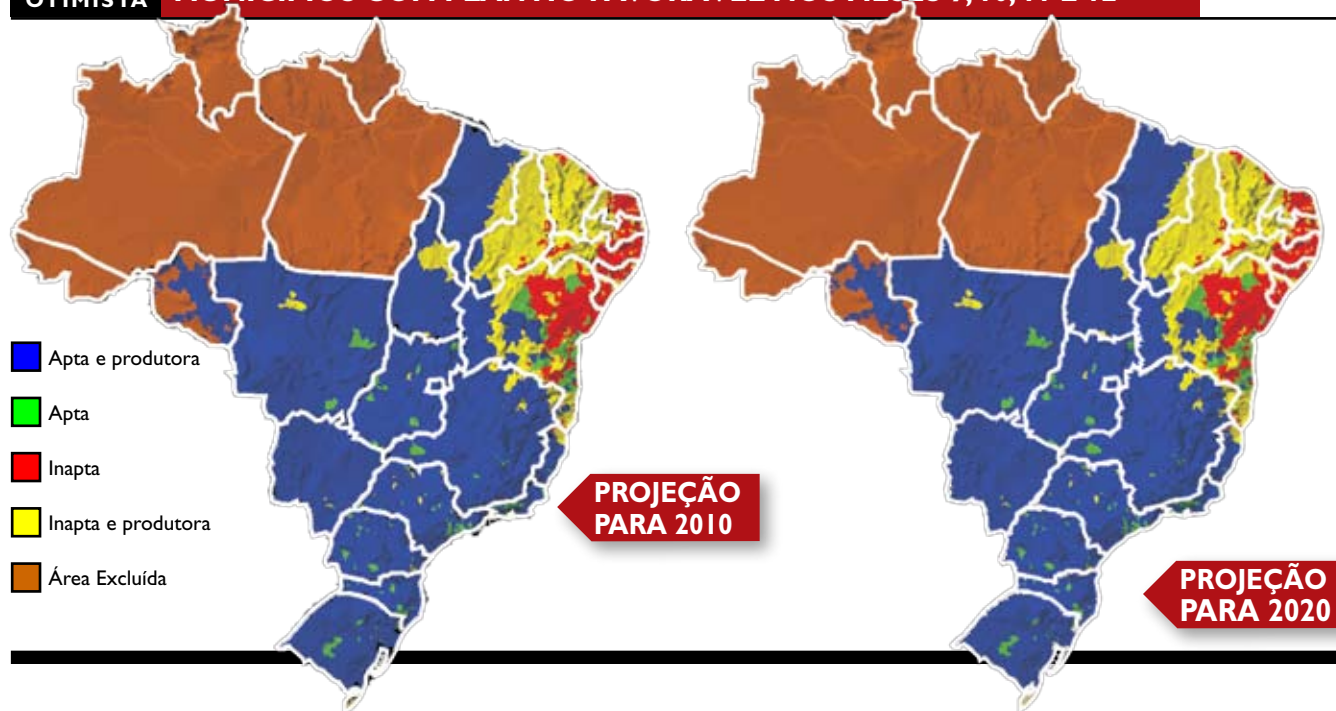
Por conta disso, estima-se que deve ser possível, mesmo com os danos provocados pelas mudanças climáticas, manter a produção estável aos níveis de hoje e concentrada nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste. Porém, em 2070, a população brasileira será maior que hoje (projeções do IBGE para 2050, as mais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

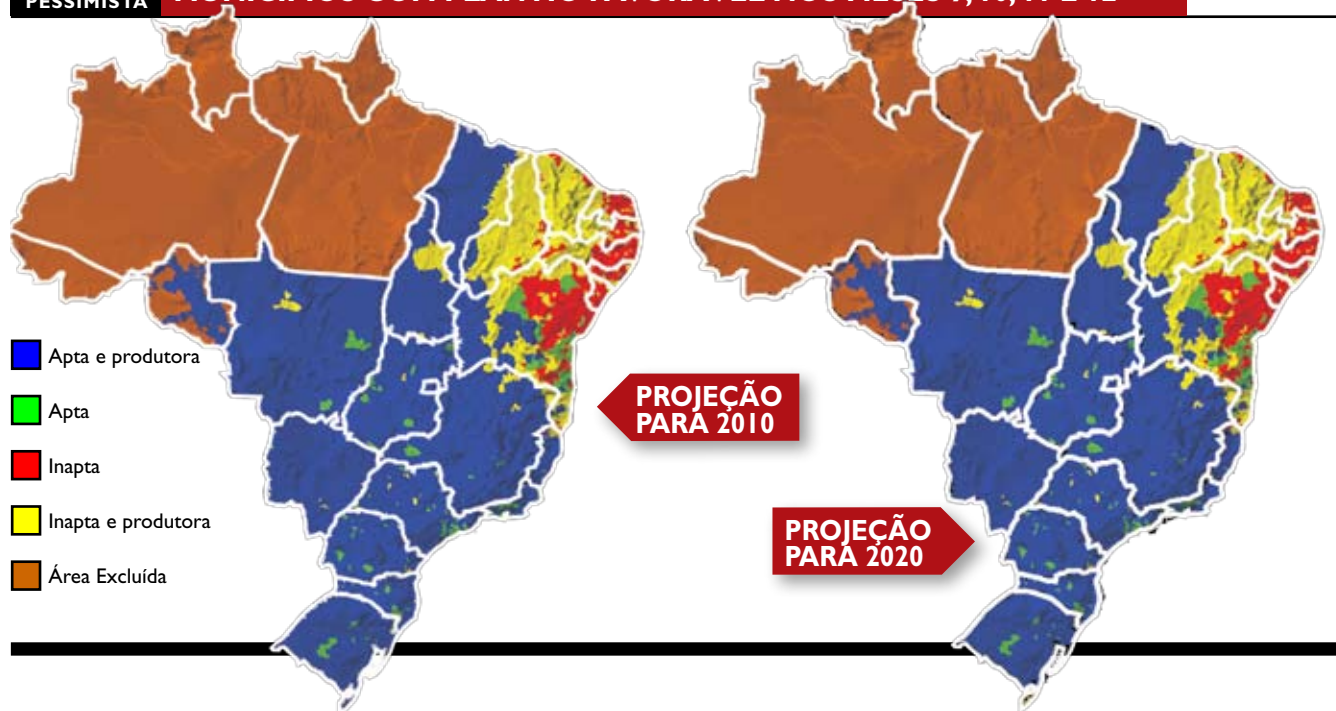
CENÁRIO OTIMISTA

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



CENÁRIO PESSIMISTA

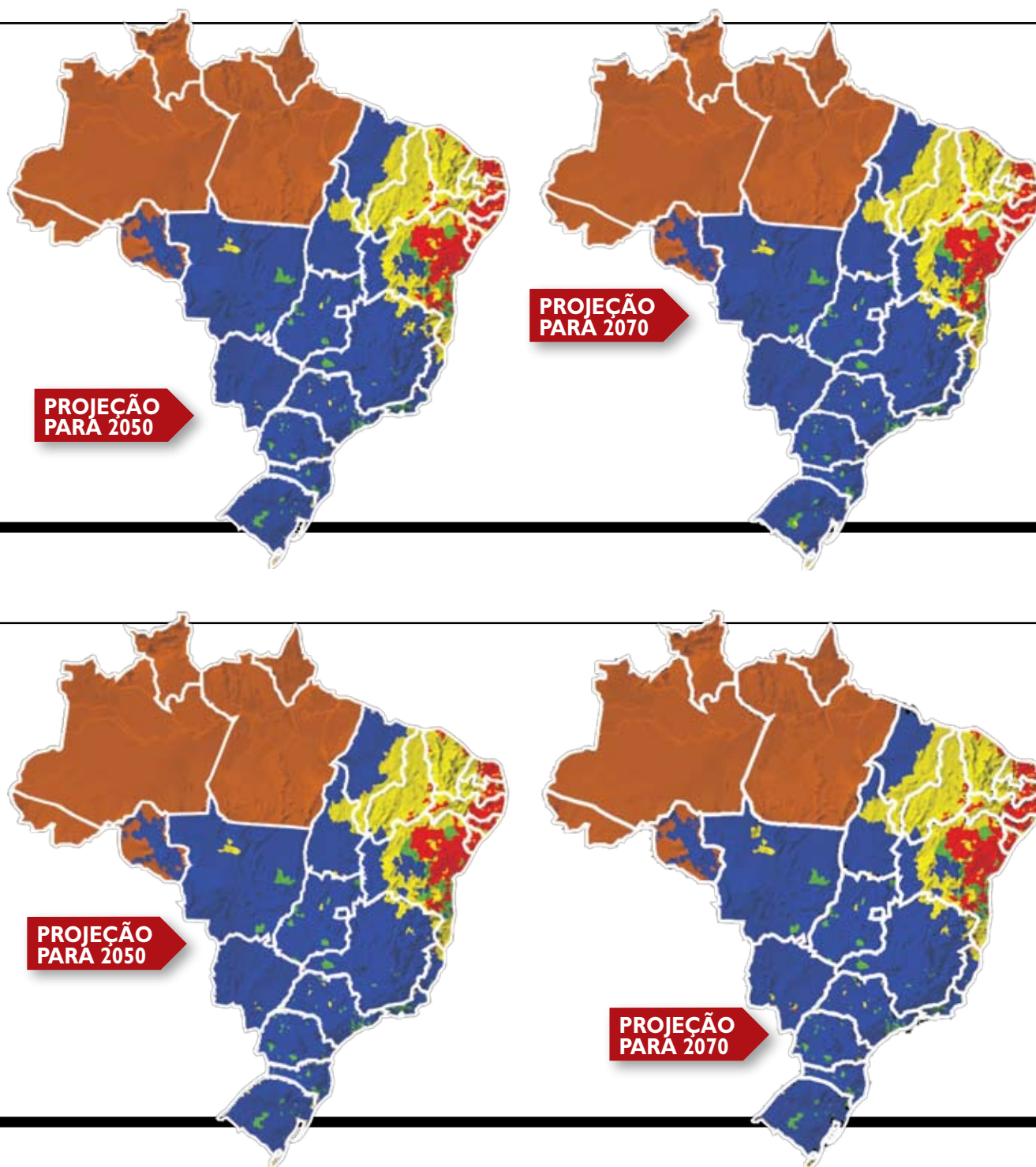
MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS MESES 9, 10, 11 E 12



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.

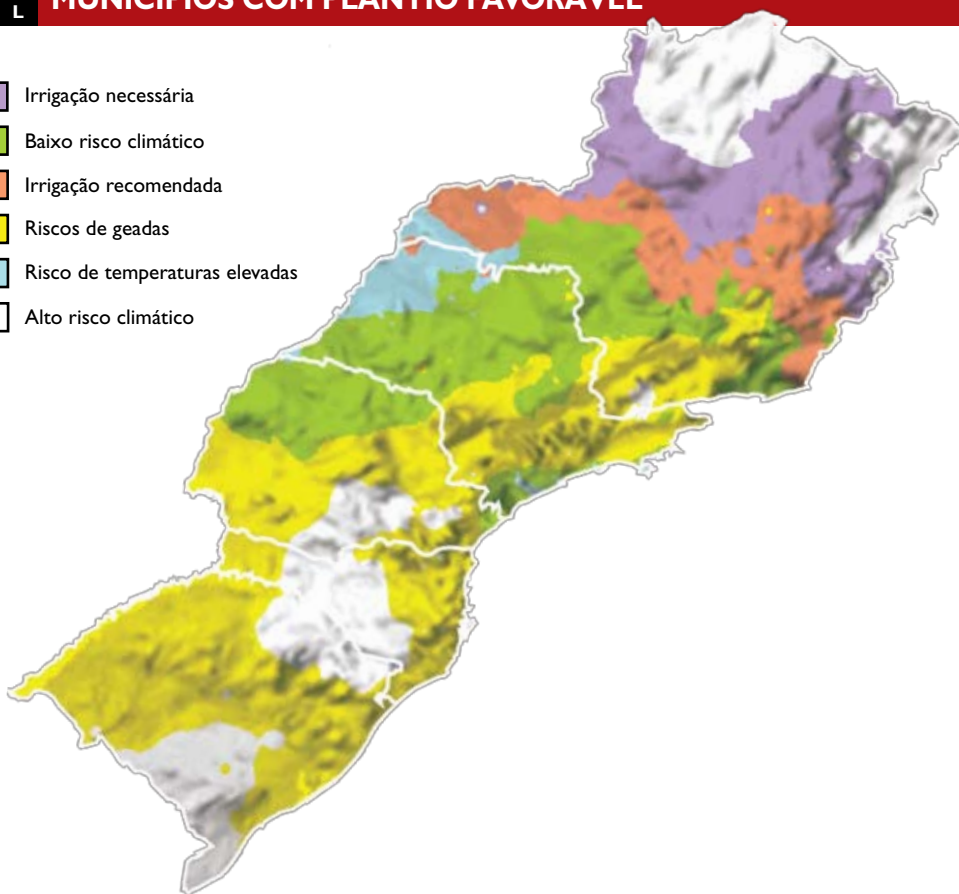
Quanto à necessidade hídrica, o cafezal requer solos úmidos durante o período de vegetação e frutificação, que vai de setembro/outubro a maio/junho na maioria das regiões cafezeiras brasileiras, e de solos mais secos nos períodos de maturação dos frutos e colheita, que vão de julho a setembro.



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 (KM²)	CENÁRIO A2 ÁREA (KM²)
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

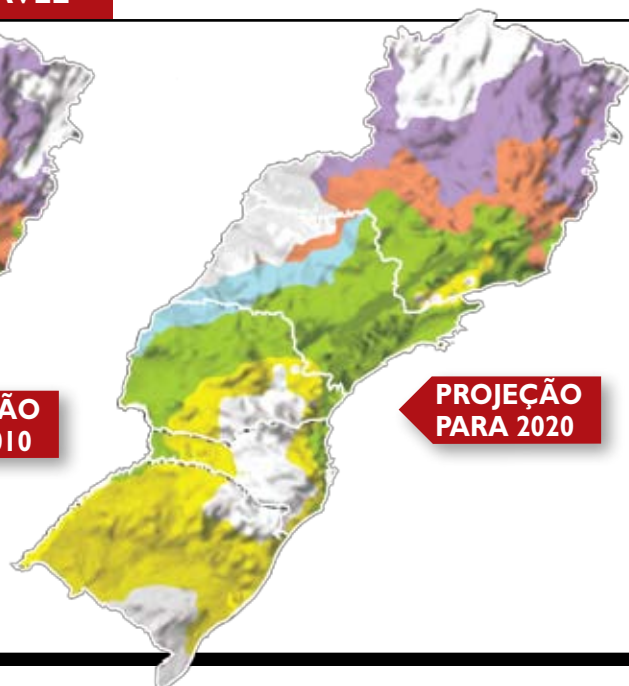
O café arábica é a cultura que mais claramente sofrerá uma reconfiguração geográfica com as mudanças climáticas. Se hoje os principais produtores são Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo, no futuro o grão pode migrar para Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul – mas mesmo nos dois últimos, que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

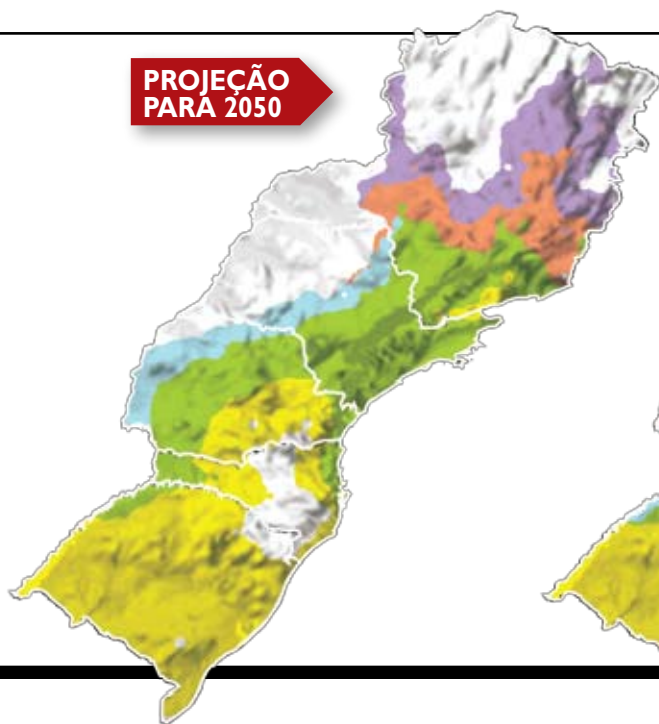


deficiência hídrica ou por temperatura alta demais nas regiões onde é cultivada tradicionalmente.

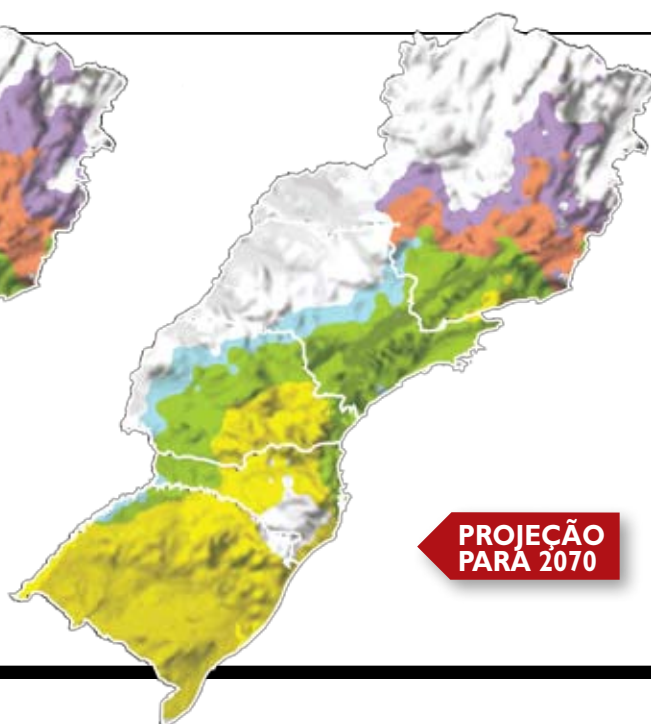
Em um primeiro momento (2020), a queda de área de baixo risco não é muito brusca no cenário B2: 6,75%. Mas em 2050 o total de terrenos favoráveis pode diminuir 18,3%, chegando a 27,6% em 2070. Tomando como base a produção de 2,5 milhões de toneladas, com um valor de produção de R\$

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.

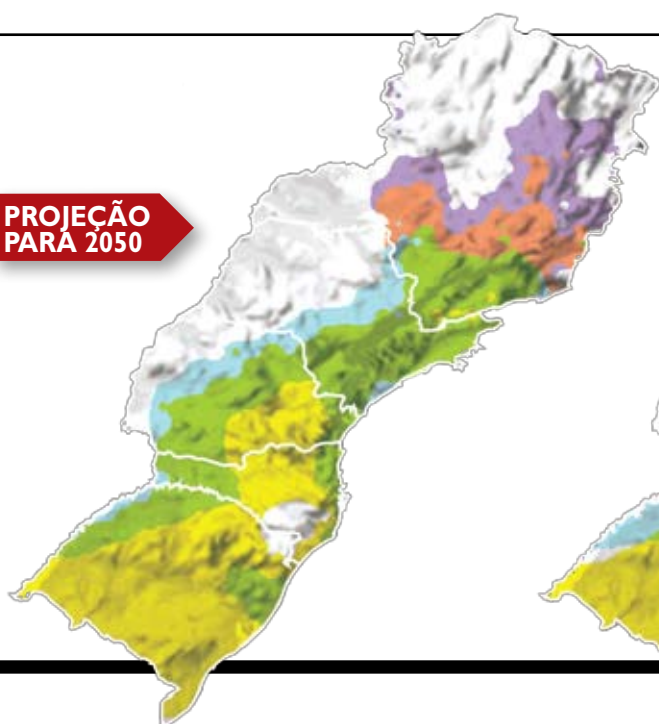
**PROJEÇÃO
PARA 2050**



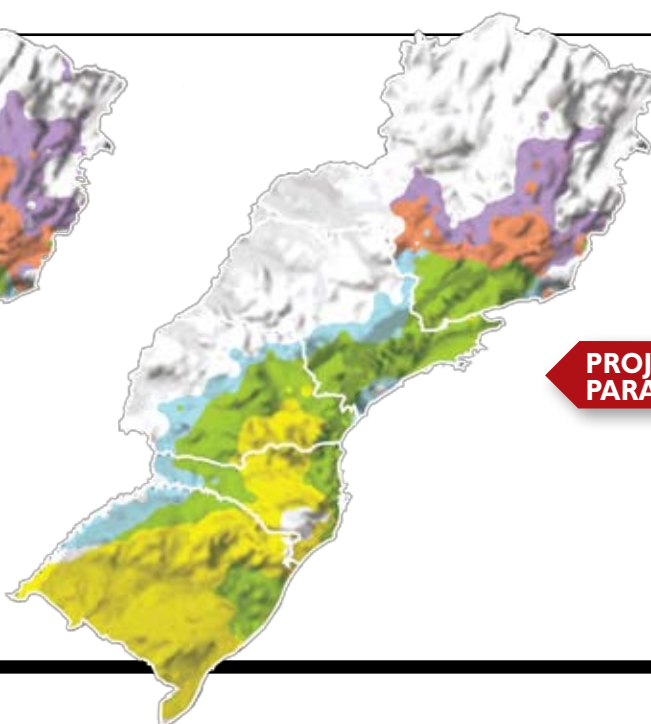
**PROJEÇÃO
PARA 2070**



**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 CO₂ 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.



JOEL SILVA/FOLHA IMAGEM



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

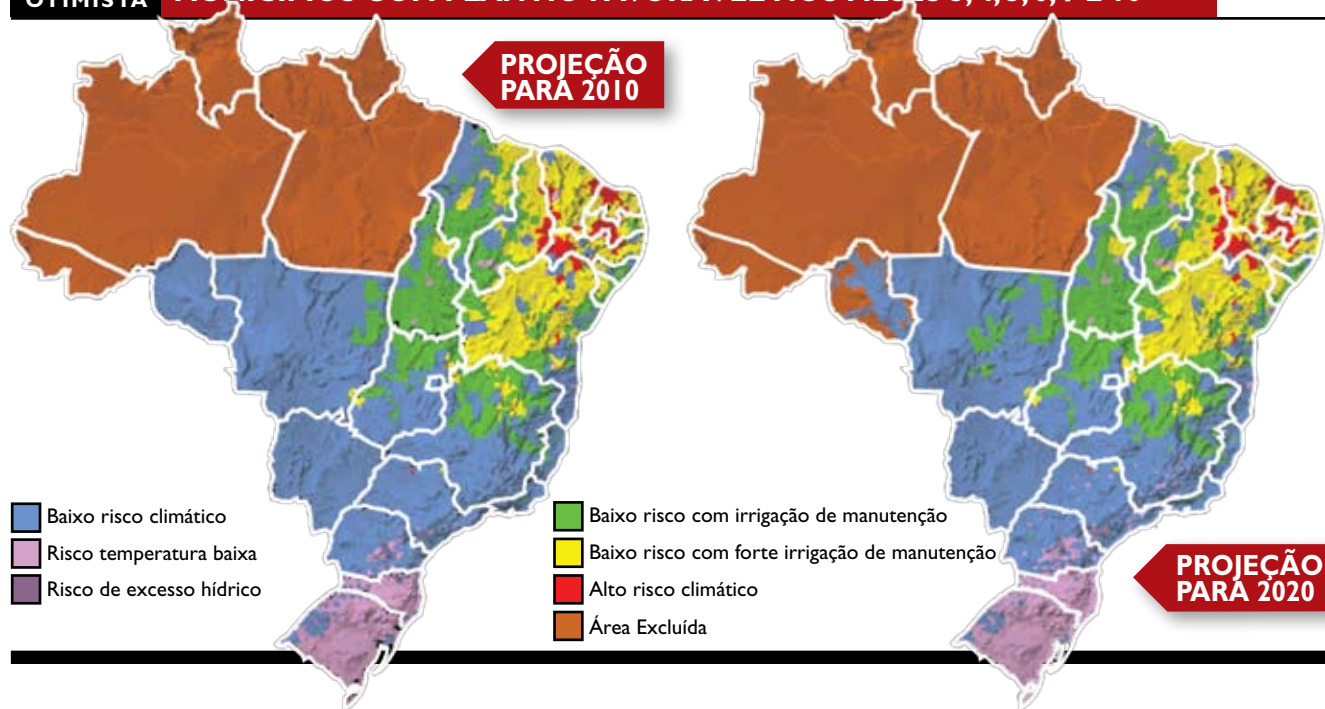
plantio da cultura deve dobrar. Áreas localizadas nas maiores latitudes, que hoje apresentam restrições para a cana pelo alto risco de geadas, perdem essa característica, principalmente no Rio Grande do Sul, e se transformam em regiões de potencial produtivo dentro de 10 a 20 anos. Locais do Centro-Oeste,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

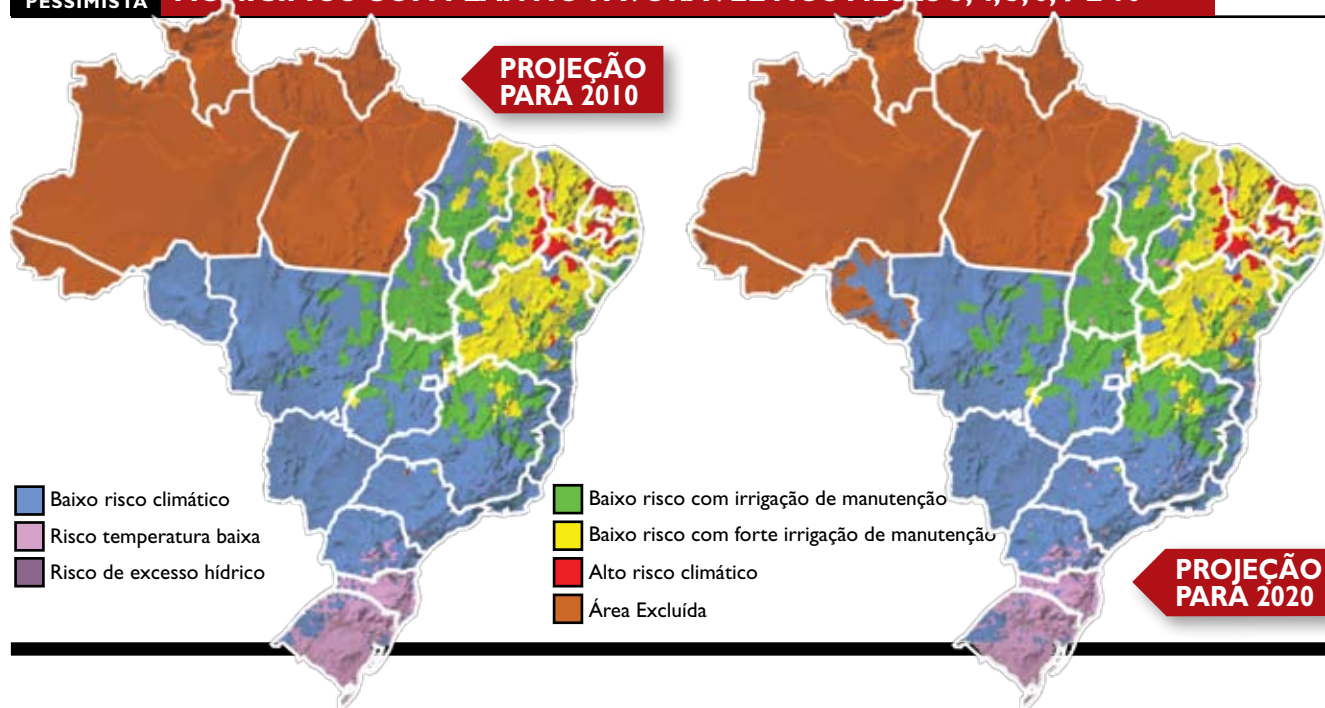
CENÁRIO OTIMISTA

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 sequestro 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.



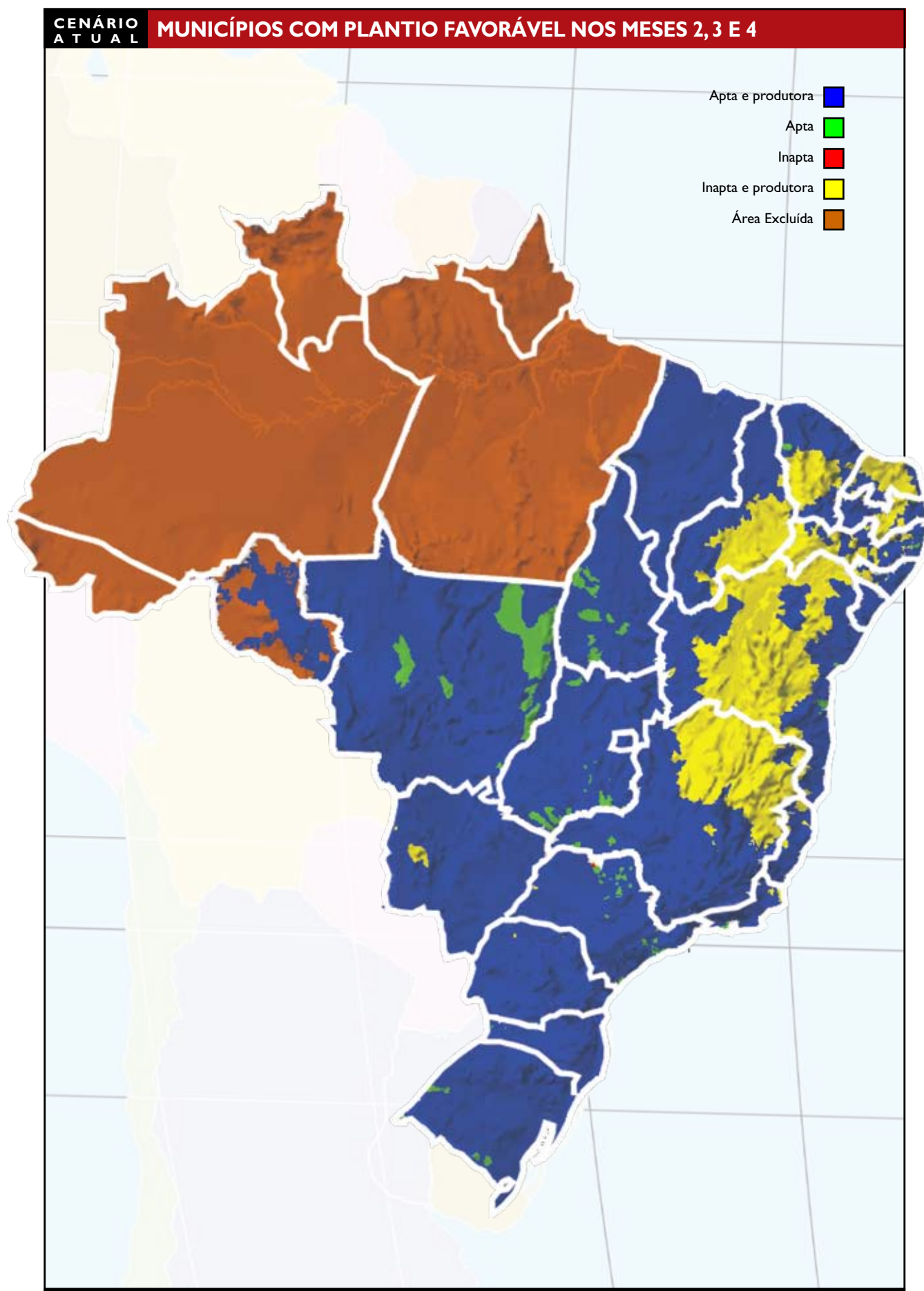
Feijão

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. Unaí, 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.





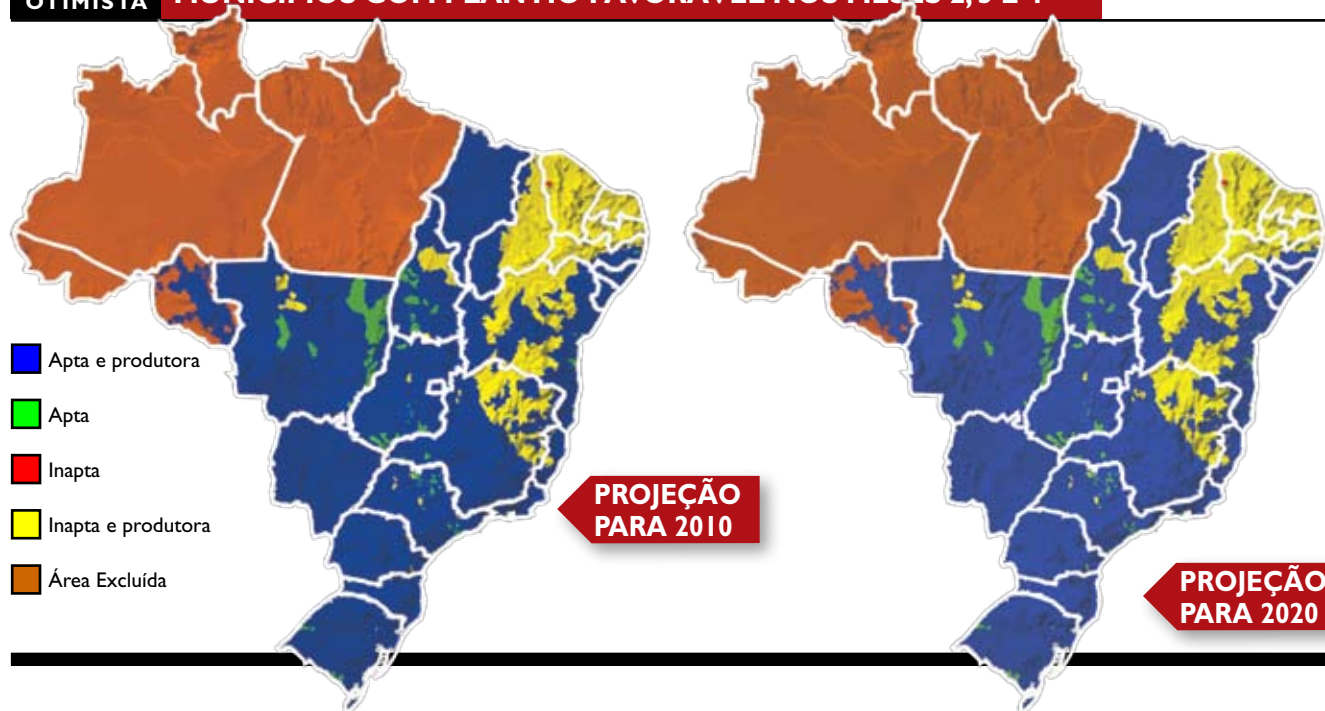
Cenários futuros para o feijão

Por força das mudanças climáticas, haverá uma diminuição das áreas de baixo risco para o plantio da cultura. Assim como vai ocorrer com os outros grãos avaliados neste estudo, a perda mais significativa será no Nordeste, em especial no Agreste e no sul do Maranhão, sul do Piauí e oeste da Bahia. Apesar disso,

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

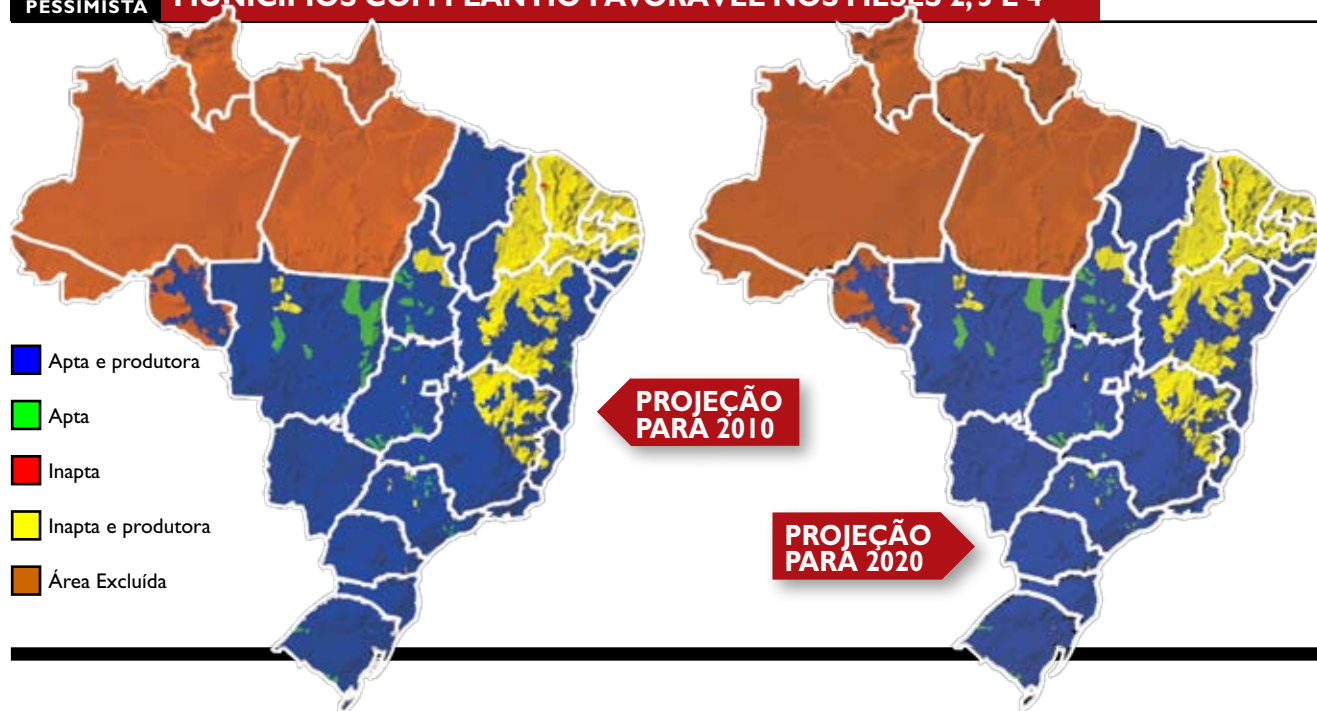
CENÁRIO OTIMISTA

MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS MESES 2, 3 E 4



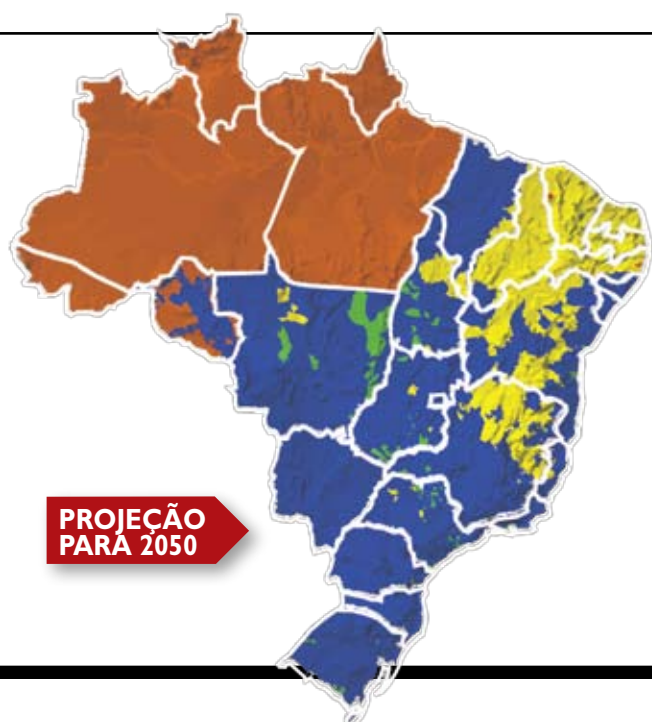
CENÁRIO PESSIMISTA

MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS MESES 2, 3 E 4



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.

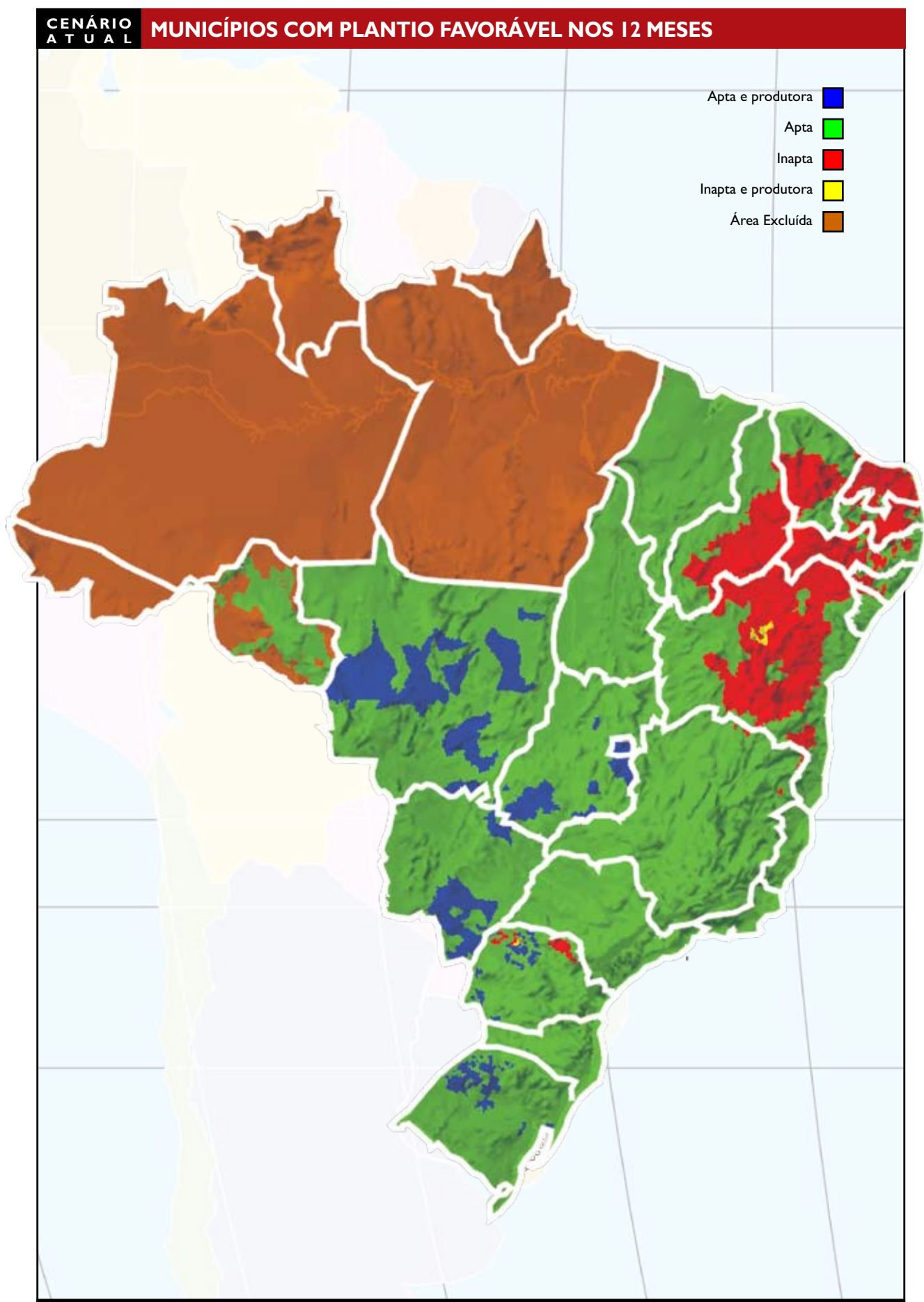
O girassol é uma planta resistente a períodos de seca, porém há duas fases em que a falta de água provoca perda de produção de aquênios (frutos secos, mais conhecidos popularmente como semente de

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.



DALMO CURCIO/FOLHA IMAGEM



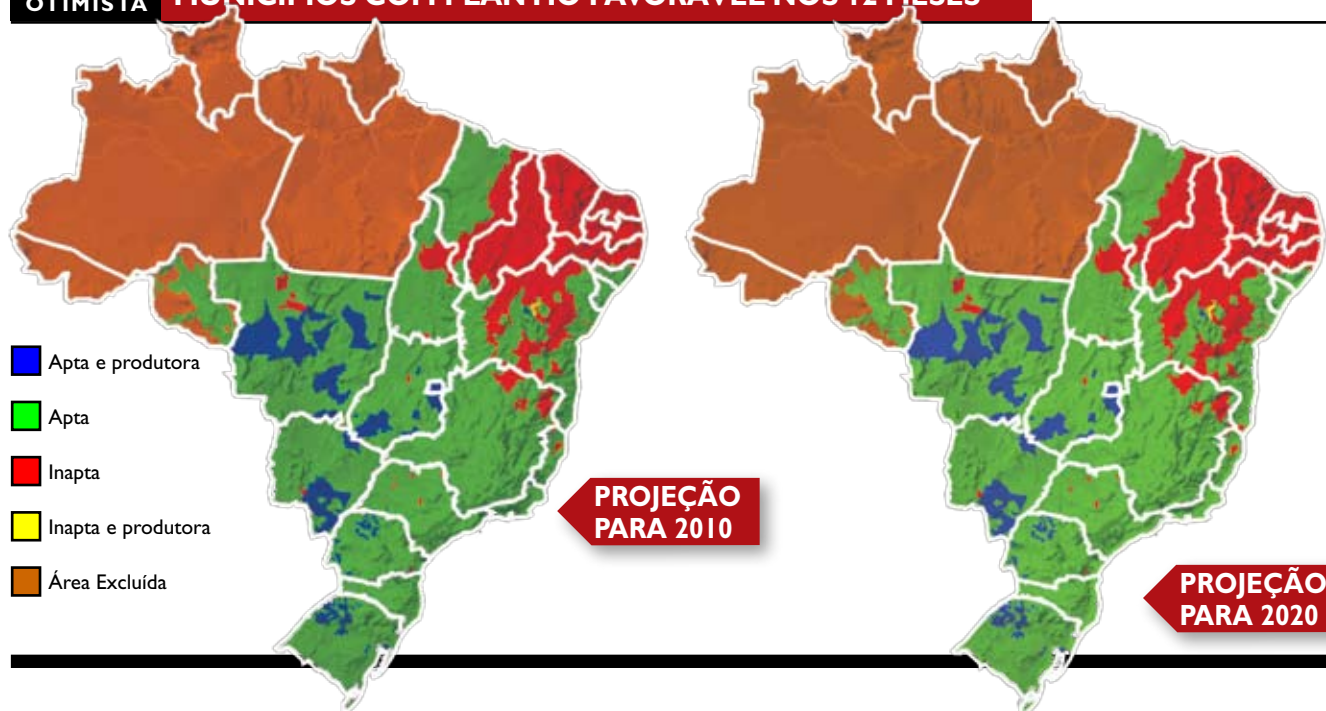
Cenários futuros para o girassol

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 km² 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.

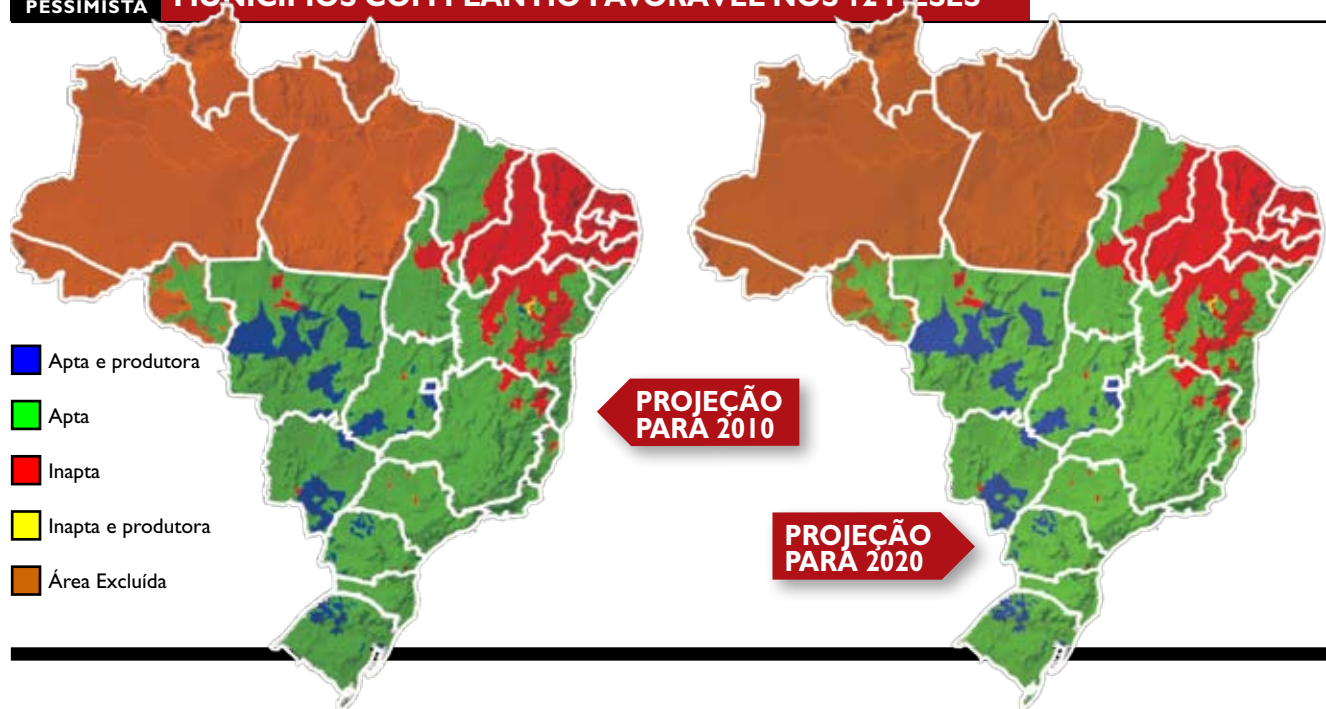
CENÁRIO OTIMISTA

MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS 12 MESES



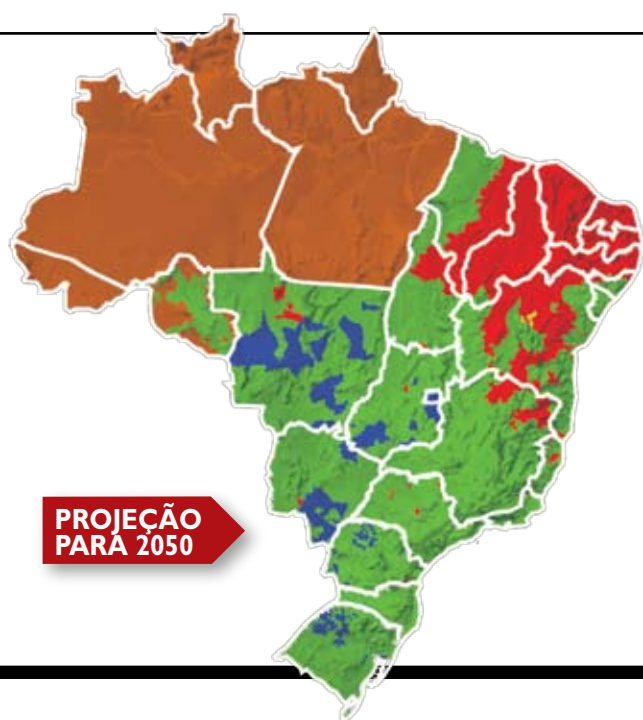
CENÁRIO PESSIMISTA

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.

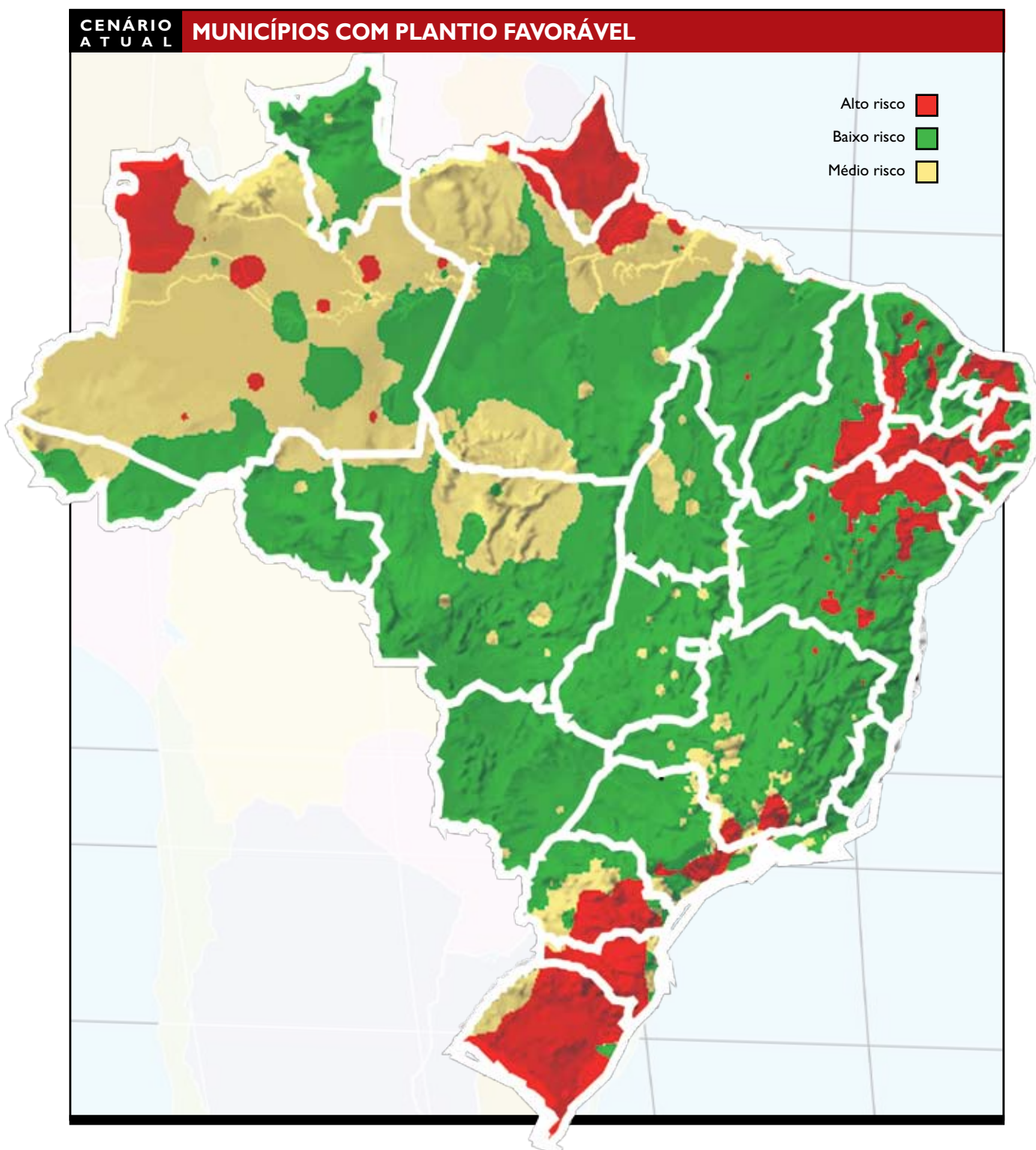
A quantidade de chuva mais adequada para o bom desenvolvimento da mandioca está entre 1.000

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

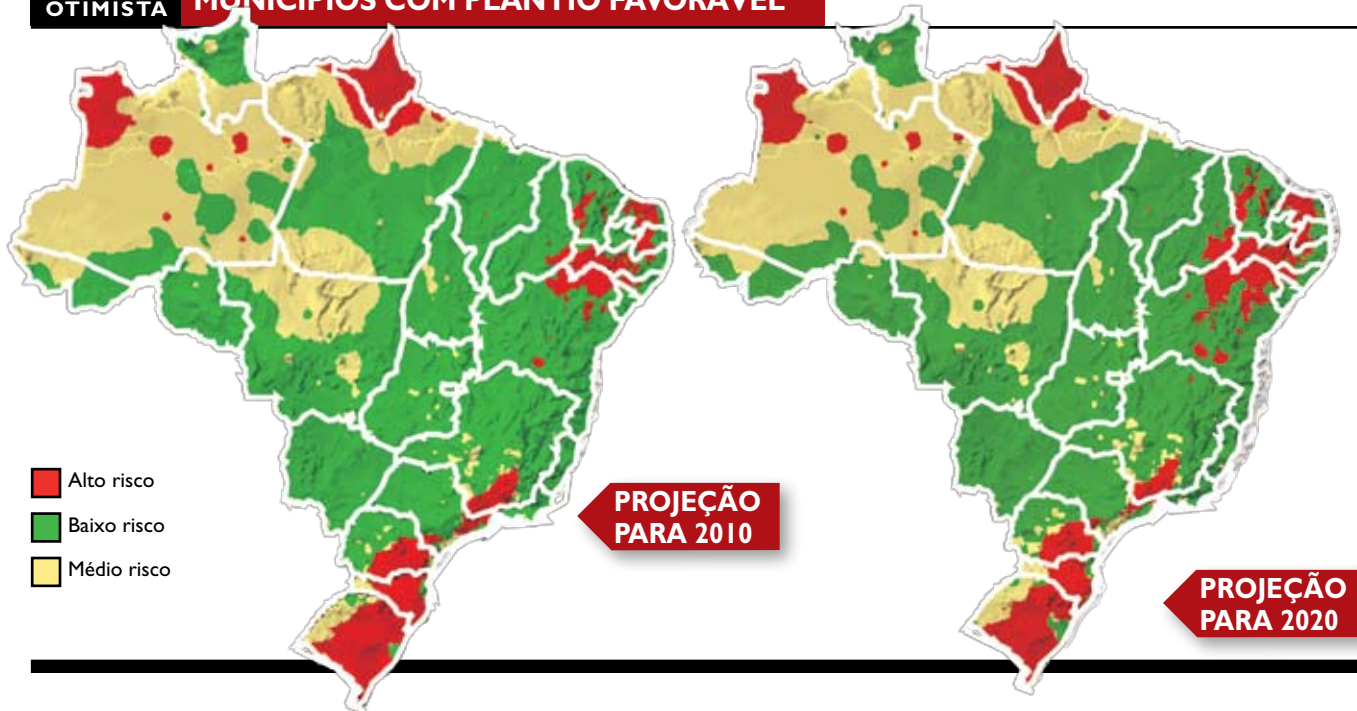
momento (2020) o aumento da temperatura não será vantajoso para a cultura em todo o país, já que nessa ocasião o Semi-Árido nordestino deixará de ser um local de baixo risco para a cultura e outras regiões ainda não estarão quentes o suficiente para ela.

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

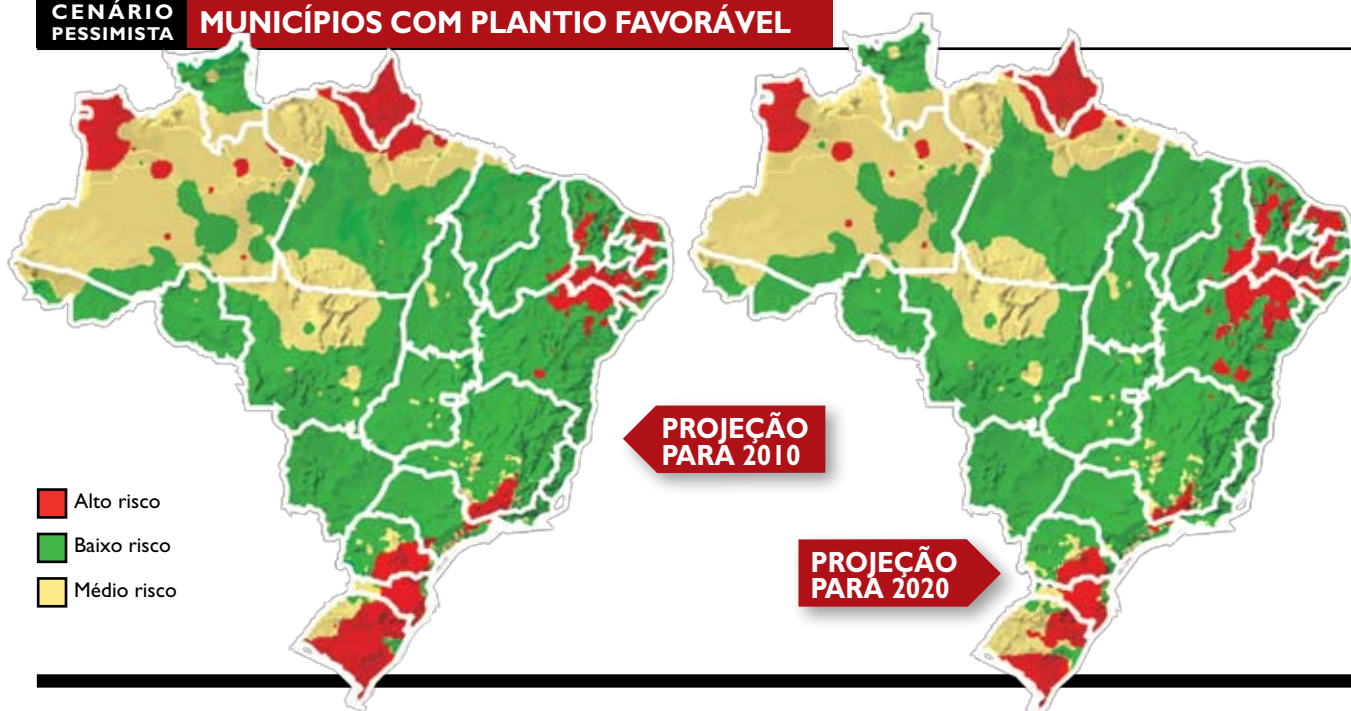
CENÁRIO OTIMISTA

MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL



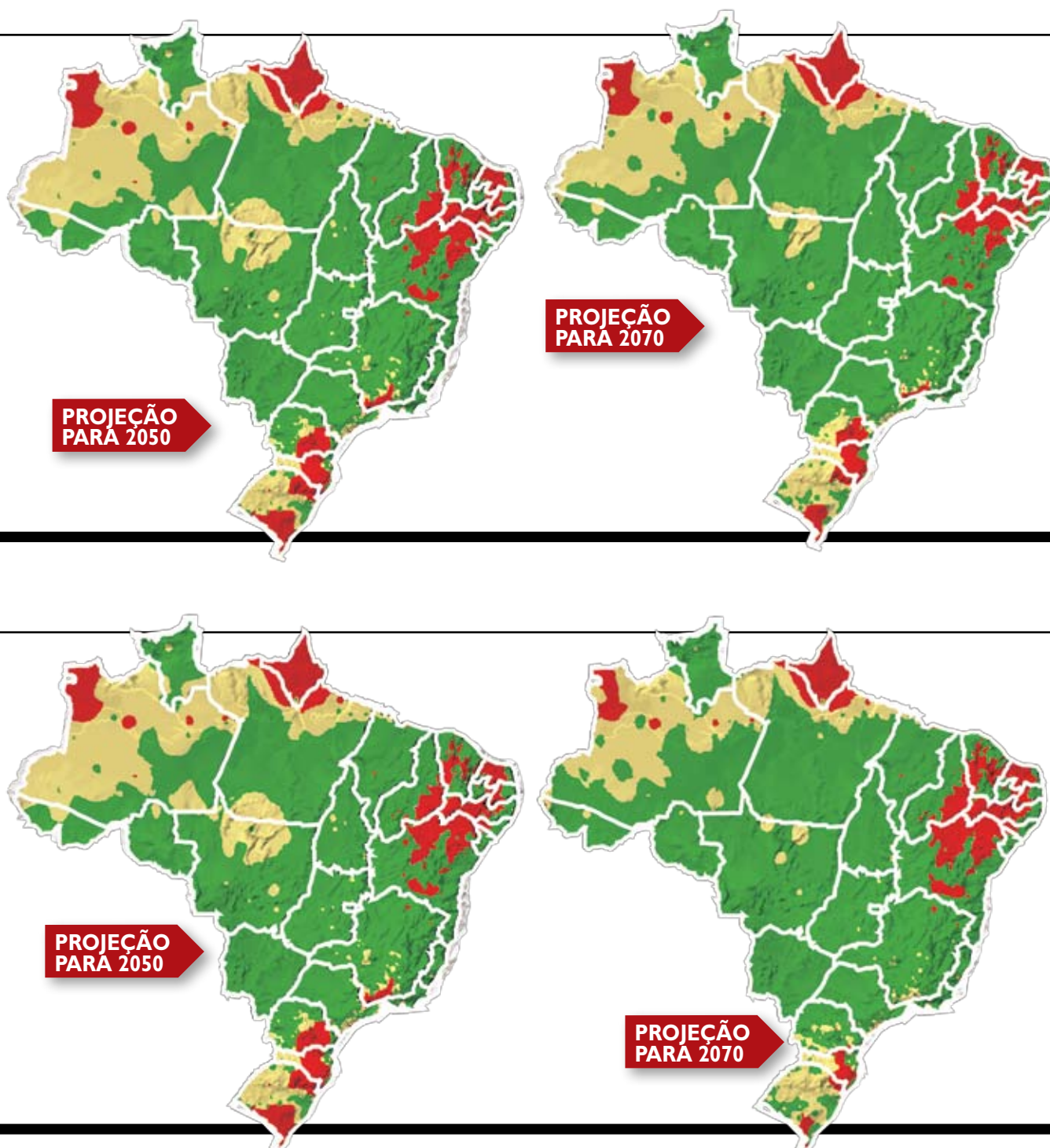
CENÁRIO PESSIMISTA

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.

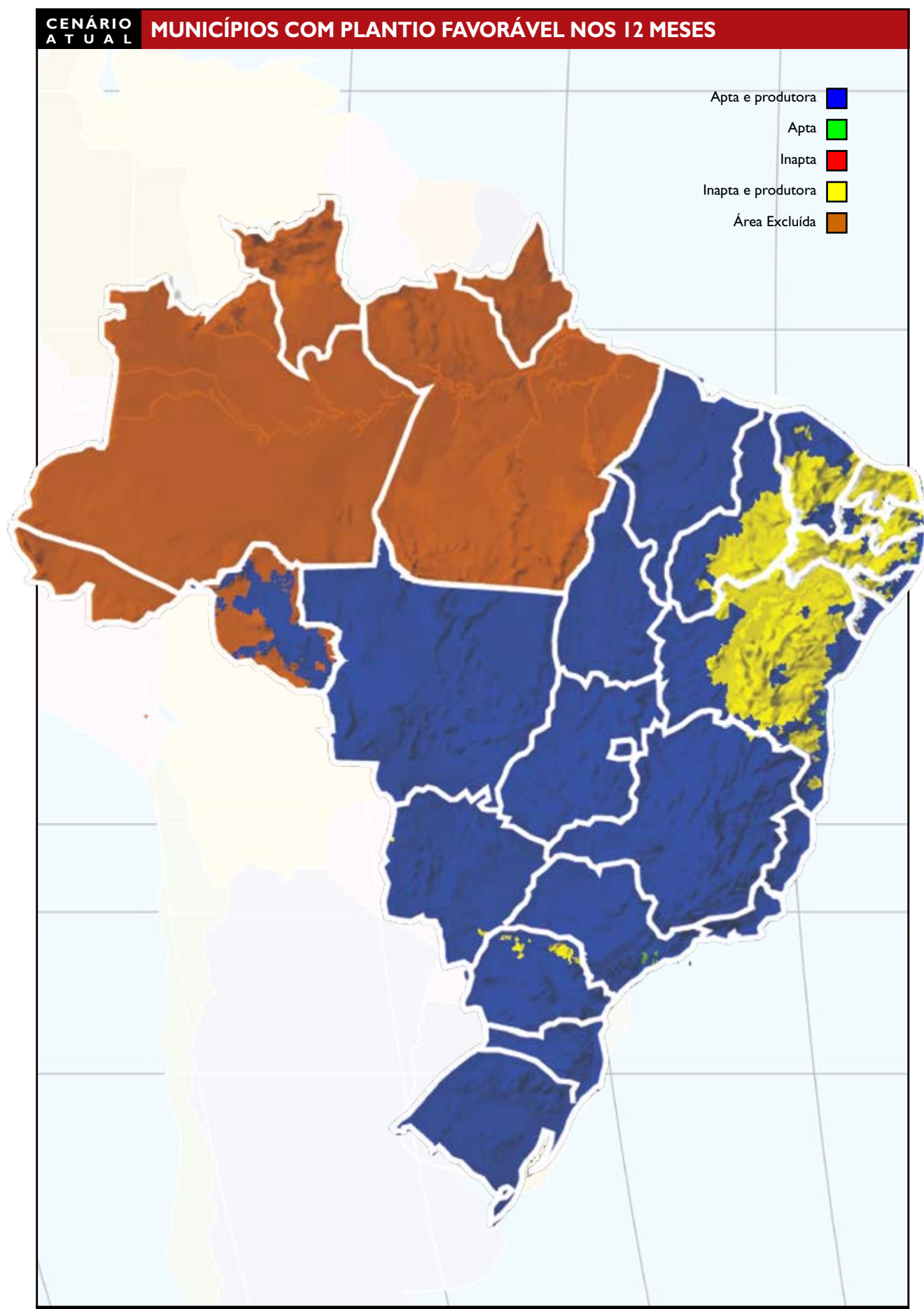
Esta cultura pode ser plantada em praticamente todo Brasil. Mas ocorrem variações no rendimento de grãos de um ano para o outro e entre as regiões em virtude de deficiência hídrica que pode ocorrer entre o final da primavera e o início de verão, afetando o bom desenvolvimento da planta. Solos mais arenosos, 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.





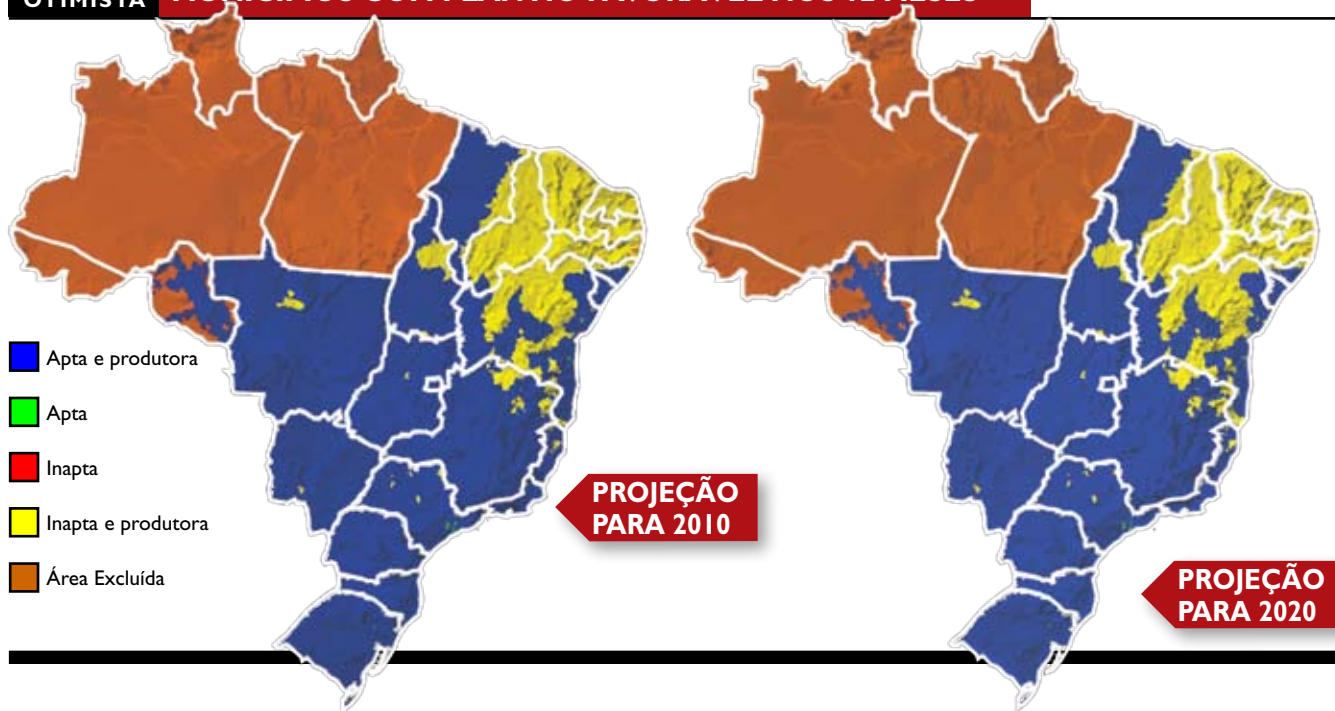
Cenários futuros para o milho

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

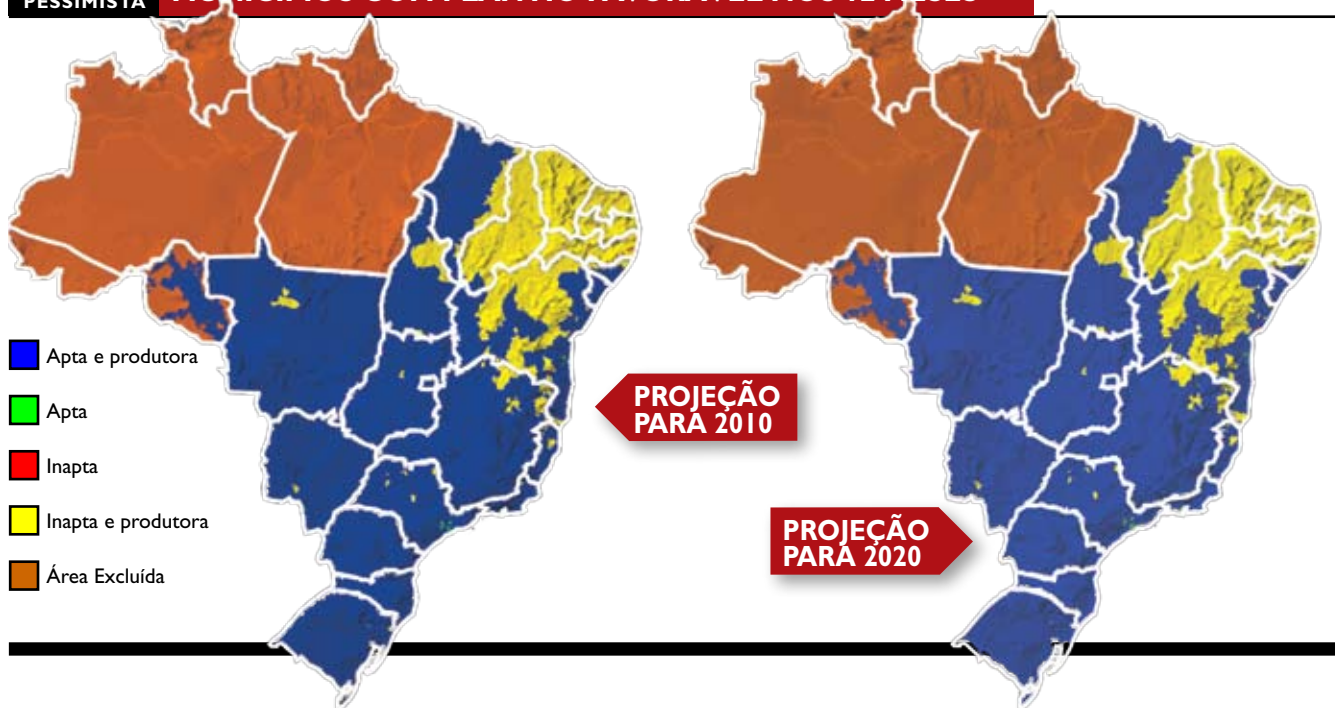
CENÁRIO OTIMISTA

MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS 12 MESES

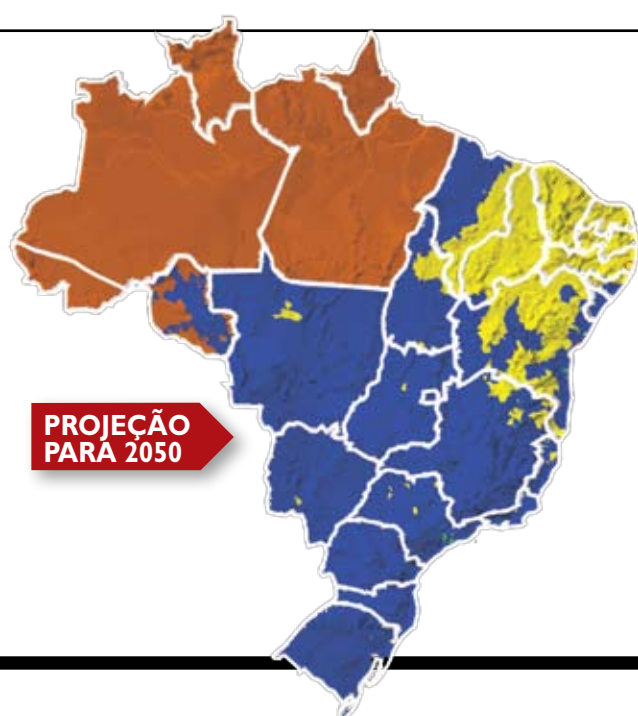
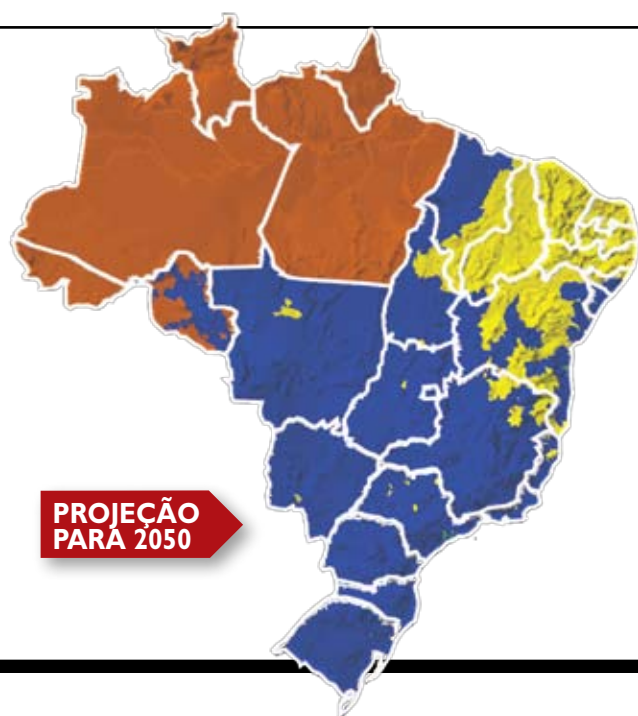


CENÁRIO PESSIMISTA

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.



FERNANDO DOMASCI/FOLHA IMAGEM



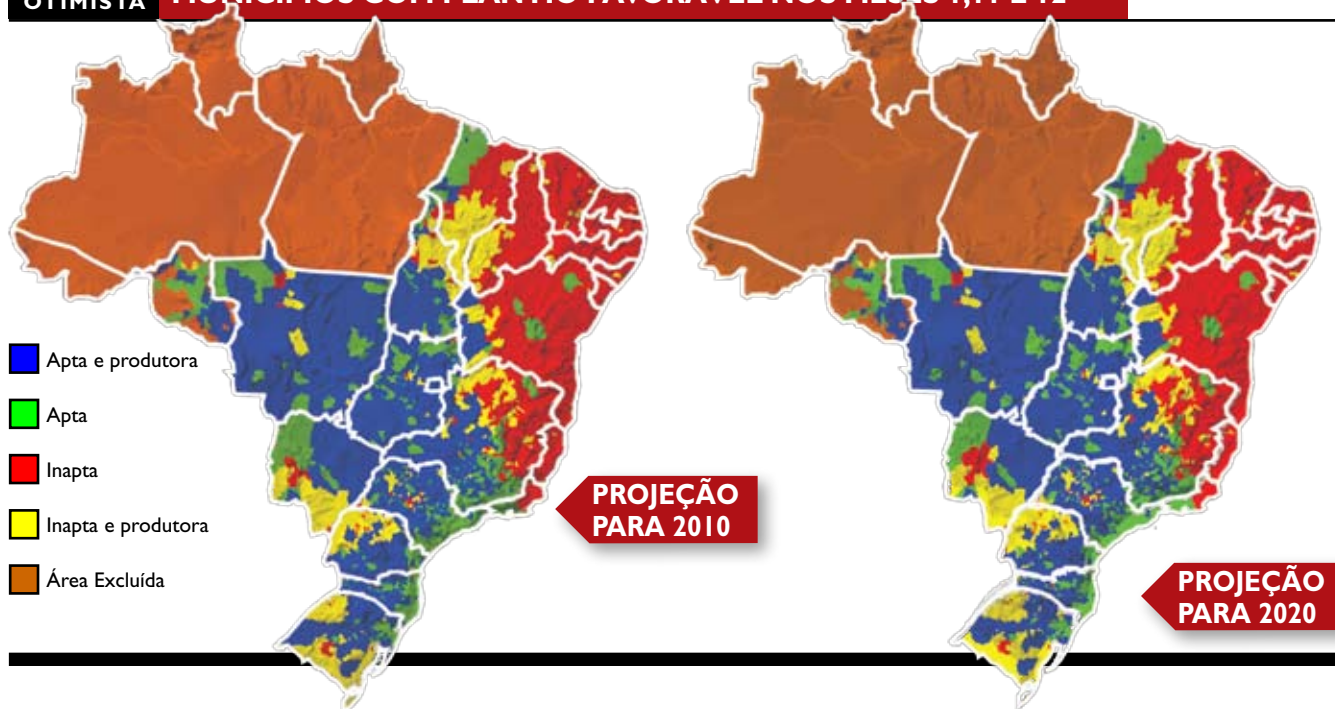
Cenários futuros para o soja

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

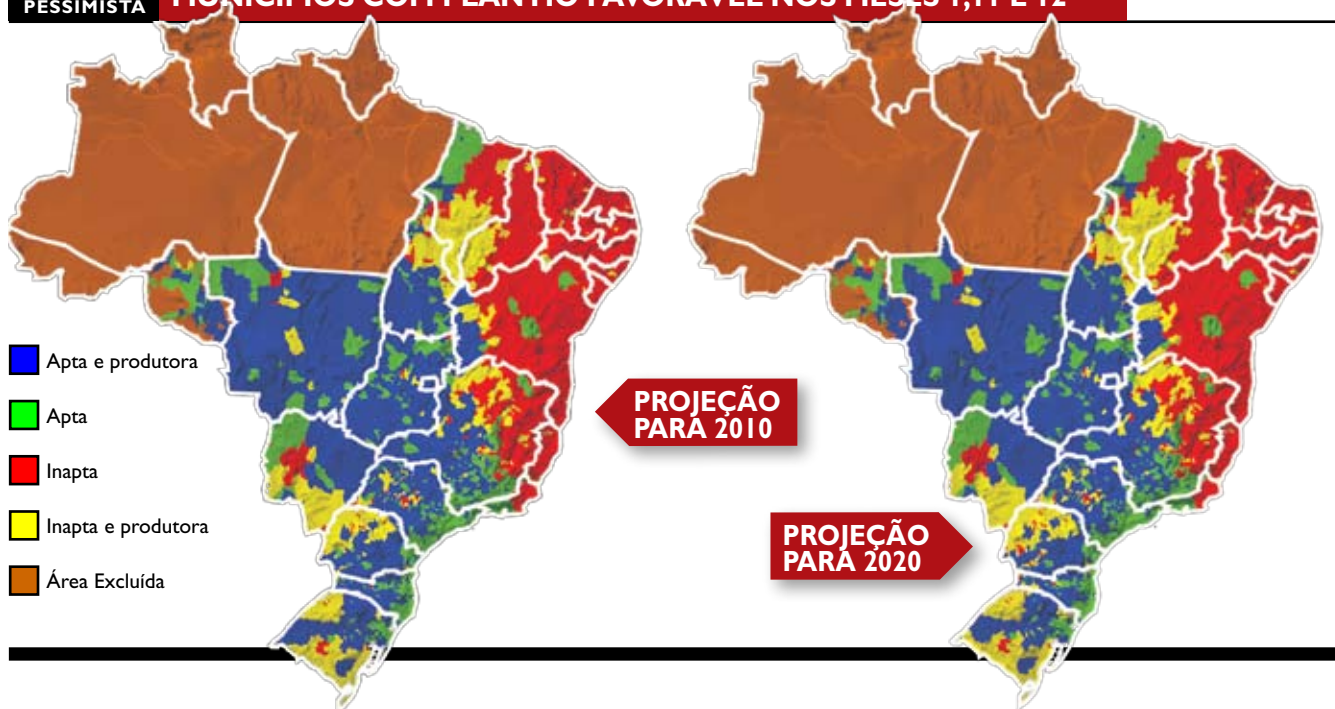
CENÁRIO OTIMISTA

MUNICÍPIOS COM PLANTIO FAVORÁVEL NOS MESES I, II E 12



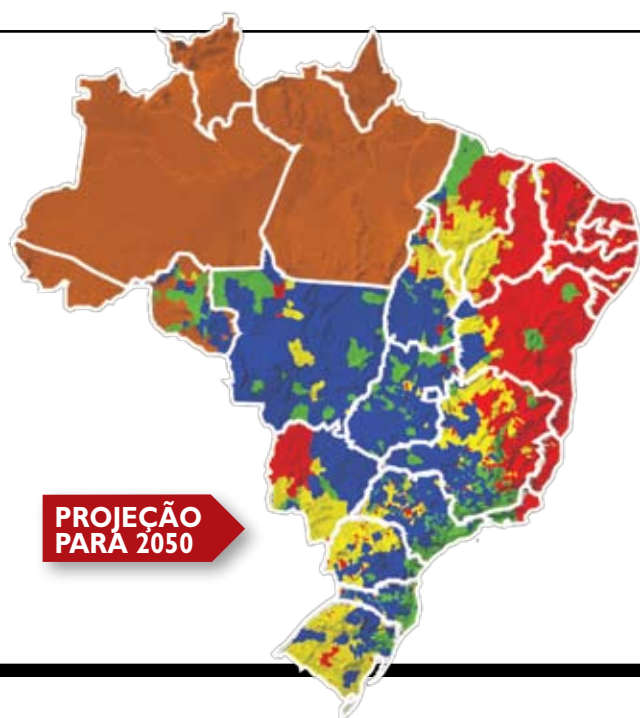
CENÁRIO PESSIMISTA

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.

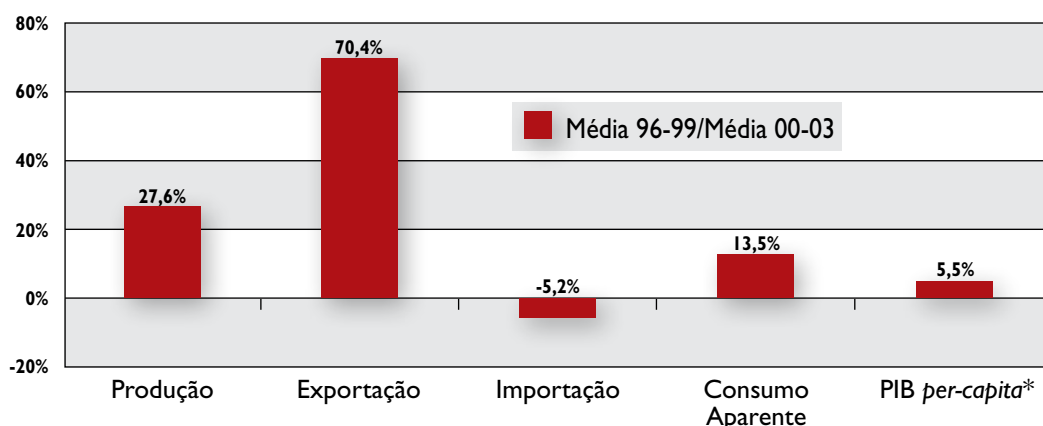
Nestas condições o pecuarista brasileiro corre o risco de perder competitividade, pois nos outros países considerados nesta comparação a tendência é que os impactos do aquecimento sejam mais suaves para as gramíneas. E mesmo a Austrália, que está em um contexto mais parecido com o do Brasil, tem estudos 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

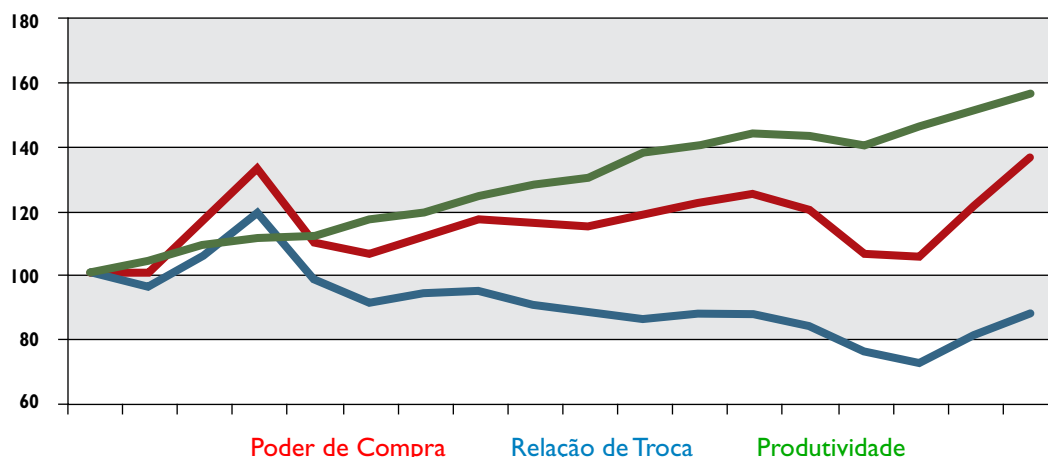
afetar a capacidade competitiva do país. No entanto, ao longo da trajetória de ajustamento que o mundo inteiro deve passar nas próximas décadas, os preços no mercado internacional também devem subir, o que pode abrir espaço para que o Brasil recupere a condição competitiva da agropecuária.

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.

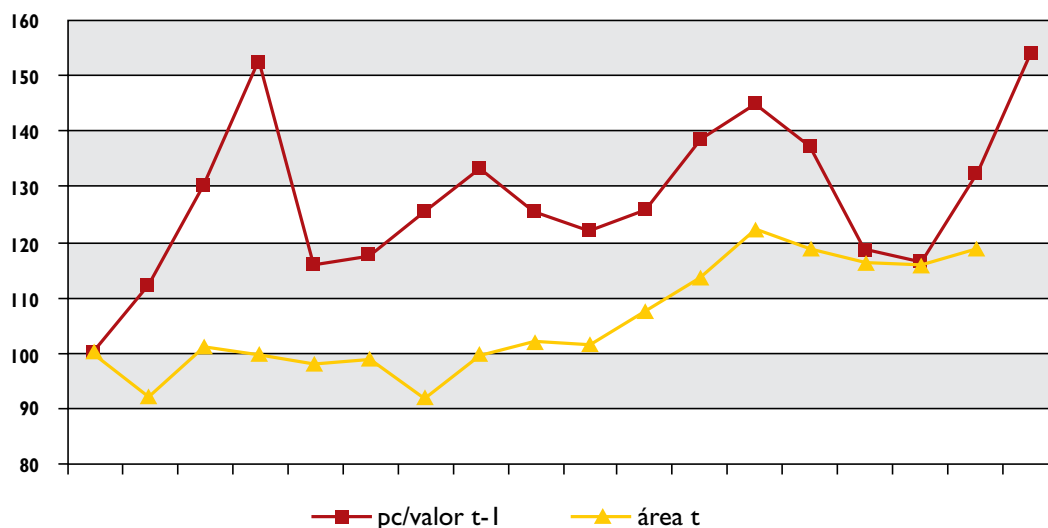
VARIAÇÃO DO PODER DE COMPRA, RELAÇÃO DE TROCA E PRODUTIVIDADE ENTRE 1991 E 2008



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).