



Embaixada Britânica  
Brasília



## **SUMÁRIO EXECUTIVO**

# **ESTUDO SOBRE EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NO BRASIL: ANÁLISE DO IMPACTO DA IRRIGAÇÃO NA AGRICULTURA BRASILEIRA E POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS FACE AO AQUECIMENTO GLOBAL**



GV AGRO  
CENTRO DE ESTUDOS  
DO AGRONEGÓCIO

APOIO



**ESTUDO SOBRE EFICIÊNCIA DO USO DA  
ÁGUA NO BRASIL: ANÁLISE DO IMPACTO DA  
IRRIGAÇÃO NA AGRICULTURA BRASILEIRA E  
POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS  
FACE AO AQUECIMENTO GLOBAL**

2016



Instituição de caráter técnico-científico, educativo e filantrópico, criada em 20 de dezembro de 1944, como pessoa jurídica de direito privado, tem por finalidade atuar no âmbito das Ciências Sociais, particularmente Economia e Administração, bem como contribuir para a proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável.

Sede: Praia de Botafogo, 190, Rio de Janeiro - RJ, CEP 22253-900 ou Postal Code 62.591 - CEP 22257-970 | Tel.: (21) 2559 6000 | [www.fgv.br](http://www.fgv.br)

**Primeiro Presidente e Fundador**  
Luiz Simões Lopes

**Presidente**  
Carlos Ivan Simonsen Leal

**Vice-presidente**  
Francisco Oswaldo Neves Dornelles, Marcos Cintra Cavalcanti de Albuquerque, Sergio Franklin Quintella

CONSELHO DIRETOR

**Presidente**  
Carlos Ivan Simonsen Leal

**Vice-presidentes**  
Francisco Oswaldo Neves Dornelles, Marcos Cintra Cavalcanti de Albuquerque, Sergio Franklin Quintella

**Vogais**  
Armando Klabin, Carlos Alberto Pires de Carvalho e Albuquerque, Cristiano Buarque Franco Neto, Ernane Galvêas, José Luiz Miranda, Lindolpho de Carvalho Dias, Marcílio Marques Moreira, Roberto Paulo Cezar de Andrade

**Suplentes**  
Aldo Floris, Antonio Monteiro de Castro Filho, Ary Oswaldo Mattos Filho, Eduardo Baptista Vianna, Gilberto Duarte Prado, Jacob Palis Júnior, José Ermírio de Moraes Neto, Marcelo José Basílio de Souza Marinho, Mauricio Matos Peixoto

CONSELHO CURADOR

**Presidente**  
Carlos Alberto Lenz César Protásio

**Vice-presidente**  
João Alfredo Dias Lins (Klabin Irmãos & Cia.)

**Vogais**  
Alexandre Koch Torres de Assis, Antonio Alberto Gouvêa Vieira, Andrea Martini (Souza Cruz S/A), Eduardo M. Krieger, Estado do Rio Grande do Sul, Heitor Chagas de Oliveira, Estado da Bahia, Luiz Chor, Marcelo Serfaty, Marcio João de Andrade Fortes, Marcus Antonio de Souza Faver, Murilo Portugal Filho (Federação Brasileira de Bancos), Pedro Henrique Mariani Bittencourt (Banco BBM S.A), Orlando dos Santos Marques (Publicis Brasil Comunicação Ltda), Raul Calfat (Votorantim Participações S.A), José Carlos Cardoso (IRB-Brasil Resseguros S.A), Ronaldo Vilela (Sindicato das Empresas de Seguros Privados, de Previdência Complementar e de Capitalização nos Estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo), Sandoval Carneiro Junior, Willy Otto Jordan Neto

**Suplentes**  
Cesar Camacho, José Carlos Schmidt Murta Ribeiro, Luiz Ildefonso Simões Lopes (Brookfield Brasil Ltda), Luiz Roberto Nascimento Silva, Manoel Fernando Thompson Motta Filho, Nilson Teixeira (Banco de Investimentos Crédit Suisse S.A), Olavo Monteiro de Carvalho (Monteiro Aranha Participações S.A), Patrick de Larragoiti Lucas (Sul América Companhia Nacional de Seguros), Clóvis Torres (VALE S.A.), Rui Barreto, Sergio Lins Andrade, Victório Carlos De Marchi

**Diretor da FGV-EESP**  
Yoshiaki Nakano

**Diretor da FGV Projetos**  
Cesar Cunha Campos

**Diretor da FGV-IBRE**  
Luiz Guilherme Schymura de Oliveira

**Diretor da FGV-EAESP**  
Luiz Artur Ledur Brito



GV AGRO  
CENTRO DE ESTUDOS  
DO AGRONEGÓCIO

**Coordenador do GVagro**  
Roberto Rodrigues

**Gerente do GVagro**  
Cecília Fagan Costa

**Coordenador**  
Eduardo Assad (Pesquisador Visitante da FGV e Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária)

**Equipe técnica**  
Eduardo Pavão (Consultor da Fundação Getulio Vargas)  
Juliana Monti (Consultora da Fundação Getulio Vargas)  
Márcio Santos (Engenheiro e mestre em Agronegócio pela GV Agro)  
Priscila Lacerda (Consultora da Fundação Getulio Vargas)  
Susian C. Martins (Consultora da Fundação Getulio Vargas)

**Projeto gráfico e diagramação**  
Alexandre Monteiro

**Revisão**  
Alexandre Sobreiro

Esta edição está disponível para download no site:  
<http://gvagro.fgv.br/pesquisa>

Sumário

1. Introdução .....	5
2. Disponibilidade hídrica no Brasil.....	5
3. Demanda por água no Brasil e usos múltiplos .....	6
4. Expansão da área irrigada no Brasil.....	7
5. Mapeamento da irrigação no Brasil .....	8
5.1. Mapeamento dos pivôs centrais no Brasil.....	9
5.2. Distribuição espacial da irrigação no Brasil .....	10
6. Consumo de energia no setor de irrigação .....	12
7. Estimativa de demanda de água para irrigação no Brasil .....	14
8. Potencial de produção agrícola devido a irrigação e emissão de CO <sub>2</sub> .....	17
9. Conflito pelo uso de água .....	22
10. Políticas públicas para irrigação no Brasil.....	24
11. Considerações finais .....	25
12. Referências bibliográficas .....	27





Por: LANZETTA, Paulo  
Lavouira de arroz em detalhe  
Unidade: Embrapa Clima Temperado

## SUMÁRIO EXECUTIVO

### 1. Introdução

A água é um recurso essencial à vida e, sendo assim, é igualmente primordial para a produção agrícola. Como fator crucial para a viabilidade da agricultura, é um dos principais limitantes da produtividade. Ela é responsável pelo transporte de nutrientes e pela absorção de nutrientes, além de ser o meio de reações bioquímicas na planta. Sua escassez ou excesso afetam diretamente o desenvolvimento e a saúde da cultura. Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2012), em 2010 a atividade de irrigação foi responsável por 54%<sup>1</sup> da vazão retirada de água no Brasil ou 1.270 m<sup>3</sup>/s, seguida de abastecimentos urbano e rural, industrial e animal.

A irrigação contribuiu para o aumento da produção agrícola mundial nas décadas recentes. China e Índia, por exemplo, triplicaram suas produções em 25 anos, principalmente por conta de investimentos em irrigação (FAO, 2011). Aproximadamente 62% da área irrigada no mundo utilizam como fonte águas superficiais, enquanto 38% das áreas são irrigados com água subterrânea (FAO, 2011).

Embora o Brasil possua, aproximadamente, 29 milhões de hectares de área com potencial de uso de irrigação, apenas 5,8 milhões de hectares são irrigados (ANA, 2015a). Entretanto, um estudo desenvolvido pela Esalq/USP publicado em 2015 aponta que a área possível de expansão para irrigação no Brasil é de 27 milhões de hectares.

Espera-se que a irrigação no mundo alcance 318 milhões de hectares em 2050 (FAO, 2011). Este aumento refletirá em uma maior oferta de alimentos e incremento no desenvolvimento agrícola, graças ao aumento da produção, e, conseqüentemente, haverá um aumento da demanda de água para irrigação.

Diante do crescimento da população mundial e da conseqüente demanda por recursos naturais, é importante analisar a necessidade de irrigação nas diferentes culturas agrícolas e aplicar técnicas eficientes que tragam retorno social e financeiro compatíveis aos custos da implantação, da manutenção e do uso de água e energia destes sistemas. O grande desafio é equilibrar a segurança hídrica com a segurança alimentar e a segurança energética. A irrigação é uma alternativa para o aumento da produção de alimentos, porém não deve competir com o abastecimento urbano por água. Para fins de análise, segundo a ANA (2010), 55% dos municípios brasileiros podem ter problemas de abastecimento de água até 2025 decorrentes da qualidade dos corpos hídricos ou simplesmente por escassez, o que acaba por gerar conflito com o uso da água para agricultura, principalmente na irrigação.

Diante do que foi exposto, o presente estudo tem como foco o uso da água na agricultura via tecnologia de irrigação, visando mostrar seu *status* atual no Brasil e como seu uso pode incrementar a produção agrícola, tornando-se uma alternativa de adaptação à oferta de alimentos em função das ameaças do aquecimento global.

### 2. Disponibilidade hídrica no Brasil

A disponibilidade hídrica é observada pela água disponível na superfície e em aquíferos subterrâneos, sendo que ambos os casos são influenciados pela oferta de chuva.

A Tabela 1 mostra a vazão média, a disponibilidade hídrica superficial e a estiagem nas regiões hidrográficas brasileiras. Em períodos secos, a disponibilidade hídrica superficial no Brasil representa, aproximadamente,

<sup>1</sup> Segundo a ANA (2012), “A demanda de água corresponde à vazão retirada(...)”. Porém, parte dessa água captada é devolvida ao ambiente após o uso e é chamada de vazão de retorno. A água não devolvida ao ambiente de alguma forma é denominada vazão de consumo e é calculada a partir da diferença entre a vazão de retirada e a vazão de retorno.



50% da vazão média disponível e, em períodos de estiagem, 47% da vazão média. Em períodos de estiagem, a disponibilidade hídrica do rio São Francisco é de 29% da vazão média e, no Parnaíba, é de 38%. As situações mais críticas estão nas regiões Atlântico Leste, Atlântico Nordeste Ocidental e Atlântico Nordeste Oriental, que, em períodos de estiagem apresentam 16%, 12% e 4% da vazão média, respectivamente, abrangendo os estados do Ceará, do Rio Grande do Norte, da Paraíba, de Pernambuco, de Sergipe, de Alagoas, da Bahia, do Espírito Santo e de Minas Gerais.

Estudos recentes feitos no estado de Pernambuco (LACERDA *et al.*, 2015) mostram que há uma redução anual de 3 mm de chuva por ano em parte da bacia do São Francisco e do Atlântico Nordeste Oriental. Já Schaeffer *et al.* (2008) mostram que os modelos de simulação de impactos do aquecimento global indicam possível perda de 25% da vazão da bacia do Rio São Francisco até 2100. Estudo sobre balanços hídricos regionais de Salati *et al.* (2009) evidencia aumento no déficit hídrico das bacias com abrangência da região Nordeste, utilizando os mesmos modelos de Schaeffer *et al.* (2008), com impactos previstos na disponibilidade de água até 2100.

TABELA 1 Vazão média, disponibilidade hídrica superficial e estiagem no Brasil

REGIÃO HIDROGRÁFICA	VAZÃO MÉDIA (M³/S)	DISP. HÍDRICA (M³/S)	ESTIAGEM Q95
AMAZÔNICA	132.145	73.748	73.748
TOCANTINS - ARAGUAIA	13.799	5.447	2.696
ATLÂNTICO NORDESTE OCIDENTAL	2.608	320	320
PARNAÍBA	767	379	294
ATLÂNTICO NORDESTE ORIENTAL	774	91	32
SÃO FRANCISCO	2.846	1.886	852
ATLÂNTICO LESTE	1.484	305	252
ATLÂNTICO SUDESTE	3.162	1.109	986
ATLÂNTICO SUL	4.055	647	647
PARANÁ	11.414	5.792	3.901
URUGUAI	4.103	565	394
PARAGUAI	2.359	782	782
BRASIL	179.516	91.071	84.904

Fonte: SHIKLOMANOV (1998) *apud* PBMC (2014)

A vazão média anual dos rios em território brasileiro é de 179 mil m³/s, o que corresponde a aproximadamente 12% da disponibilidade hídrica superficial mundial, que é de 1,5 milhão de m³/s – 44.000 km³/ano (SHIKLOMANOV, 1998 *apud* PBMC, 2014).

3. Demanda por água no Brasil e usos múltiplos

A irrigação é o uso que mais demanda água no Brasil (ANA, 2015a). A vazão retirada pelo setor é 1.270 m³/s e representa 54% do total retirado, sendo que a vazão efetivamente consumida em 2010 foi de 836 m³/s. Como mostra a Tabela 2, a irrigação, o abastecimento urbano, o uso industrial, a dessedentação animal e o abastecimento rural são, nesta ordem, os usos que mais demandam recursos hídricos no Brasil.

No que tange à demanda regional de água e ao uso na irrigação, apesar de a região hidrográfica do Paraná ter a maior vazão retirada do País, em torno de 310 m³/s só para irrigação (ANA, 2015a), a região do Sul do Brasil, caracterizada pela rizicultura, o oeste baiano (que faz parte da nova fronteira agrícola no País, denominada

MAPITOBA) e o polo de irrigação Petrolina (CE)-Juazeiro (BA), grande produtor de frutas, também aparecem como grandes consumidores de água para irrigação.

TABELA 2 Vazão retirada por uso em 2010

USO	M³/S	PERCENTUAL
ABASTECIMENTO URBANO	522	22
ABASTECIMENTO RURAL	34,5	1
DESSEDENTAÇÃO ANIMAL	151,6	6
IRRIGAÇÃO	1.270	54
INDUSTRIAL	395	17
TOTAL	2.373	100

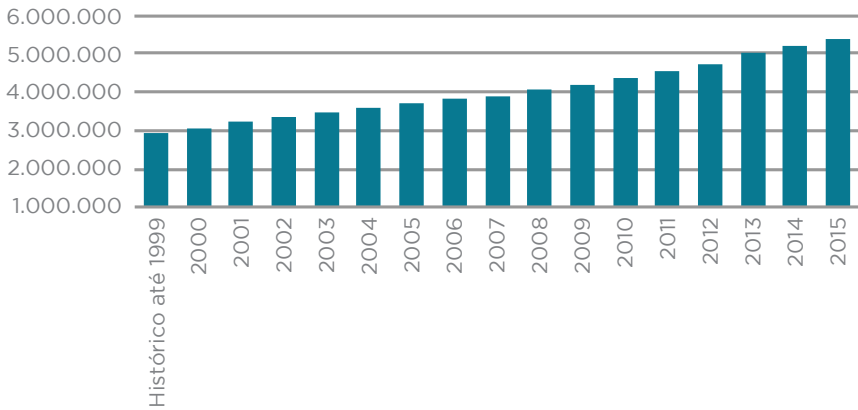
Fonte: ANA (2015a)

4. Expansão da área irrigada no Brasil

Segundo a ANA, até 2012 a área total irrigada no Brasil era de 5,8 milhões de hectares, considerando as áreas irrigadas pelos métodos de aspersão por pivô central e outros métodos, como localizada (gotejamento, microaspersão e outros), inundação, sulcos e outros métodos de irrigação/molhação. Os estados com maior área irrigada são Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais, com 1.027.973, 1.027.504 e 824.946 hectares, respectivamente (ANA, 2013).

A Figura 1 ilustra a evolução da área irrigada no Brasil segundo os dados da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ). É válido ressaltar que as informações fornecidas pela ABIMAQ são baseadas na venda e na demanda para equipamentos para irrigação para todo o Brasil, podendo trazer uma visão real da expansão do setor e suas respectivas demandas.

FIGURA 1 Evolução da área irrigada no Brasil (hectares/ano)



Fonte: ABIMAQ (2015)<sup>2</sup>

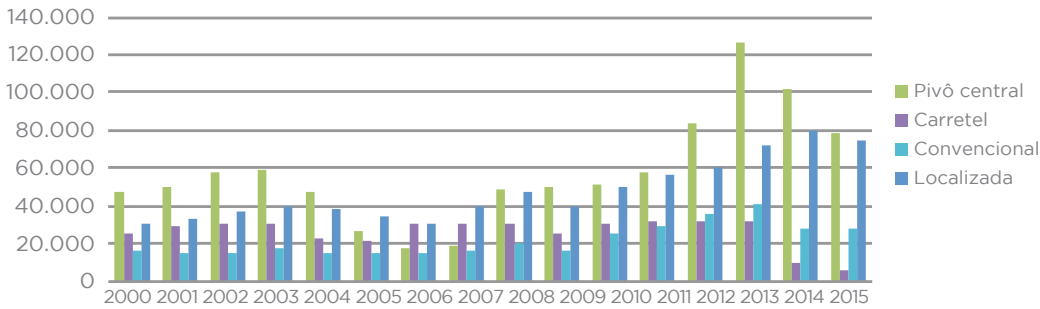
<sup>2</sup> Informações fornecidas por e-mail.

A Figura 2 mostra a aquisição anual de diferentes sistemas de irrigação no Brasil desde 2000. Os sistemas de irrigação foram agrupados em:

- Pivô central;
- Carretel/autopropelido: irrigação por aspersão com carretel enrolador;
- Convencional: irrigação por aspersão fixa, convencional, tubo de PVC ou canhão;
- Localizada: irrigação localizada por gotejamento ou microaspersão.

O pivô central aparece como a tecnologia mais difundida no Brasil, acumulando 924.730 hectares irrigados entre 2000 e 2015, com exceção do sistema de inundação, que não aparece no levantamento da ABIMAQ por não demandar tanto uso de maquinário. Levantamentos recentes feitos pela Embrapa e pela ANA indicam que a área irrigada por pivô central no Brasil é de 1.179.176 ha (EMBRAPA, 2013). A versatilidade do pivô central e sua grande possibilidade de automação fazem desta tecnologia uma atraente opção para produtores de diversas culturas, mesmo sendo menos eficiente energeticamente e quanto ao consumo de água quando comparado a outros métodos<sup>3</sup>.

FIGURA 2 Métodos de irrigação implementados no Brasil a partir de 2000 (área irrigada em hectares/ano)



Fonte: ABIMAQ (2015)<sup>4</sup>

5. Mapeamento da irrigação no Brasil

As informações oficiais mais recentes e detalhadas sobre a distribuição da irrigação no Brasil por município têm como referência o Censo Agropecuário de 2006, entretanto as incertezas existentes neste levantamento são grandes, uma vez que, em 2006, não apresentavam área irrigada e, atualmente, possuem, como, por exemplo, a região Centro-Oeste do Brasil. Essas informações do Censo do IBGE indicam o número de estabelecimentos e a área dos estabelecimentos por sistema de irrigação por município. Além da incerteza em função da defasagem temporal dos dados, os mesmos não representam a agricultura irrigada no Brasil atualmente, uma vez que houve um considerável aumento da agricultura irrigada brasileira nos últimos anos.

<sup>3</sup> Aspectos relacionados à eficiência energética serão discutidos posteriormente neste relatório.

<sup>4</sup> Informações fornecidas por e-mail.

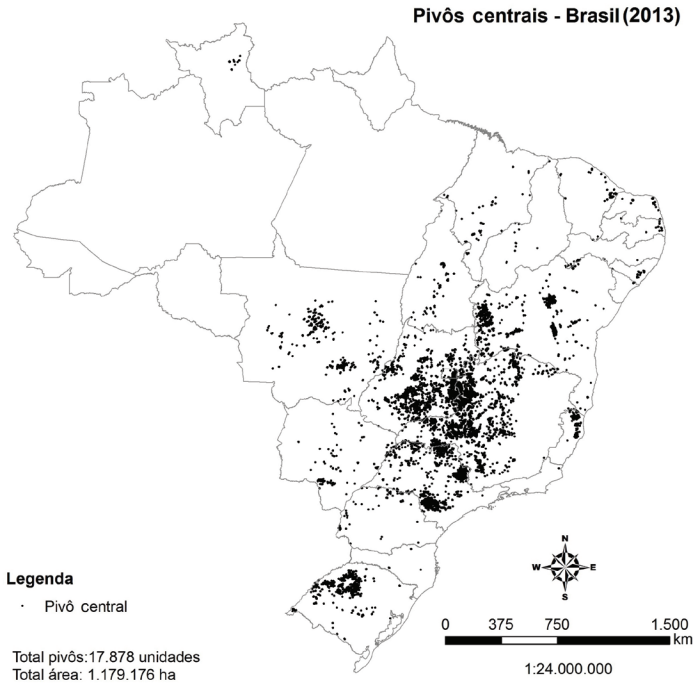
Alternativamente, a ANA também dispõe de dados sobre irrigação no Brasil. Segundo a Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000, a ANA é responsável por emitir outorgas de uso de água em corpos hídricos de domínio da União, ou seja, rios, lagos ou qualquer tipo de corrente de água que banhe mais de um estado, sirva de limites com outros países ou estados, origine-se ou se estenda em países estrangeiros. Sendo assim, a ANA publica, no seu portal, informações relacionadas às outorgas emitidas, como corpo hídrico, região hidrográfica, finalidade da outorga (tipo de uso) e volume anual outorgado. Quando a finalidade do uso é irrigação, informações sobre área plantada, método de irrigação adotado e cultura irrigada também são disponibilizadas, com atualização anual<sup>5</sup>.

5.1. Mapeamento dos pivôs centrais no Brasil

O pivô central é uma tecnologia de irrigação amplamente utilizada no Brasil, principalmente nos estados de forte atividade agrícola do Centro-Oeste e do Sudeste, o que prioriza o mapeamento desta tecnologia no País.

Os mapas apresentados neste capítulo foram baseados nos dados publicados pela ANA.

FIGURA 3 Distribuição dos pivôs centrais no Brasil – ano de 2013



Fonte: Embrapa (2013)

<sup>5</sup> Ver: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/uorgs/sof/geout.aspx#outorgasana>.

5.2. Distribuição espacial da irrigação no Brasil

Devido às dificuldades de se obterem dados recentes sobre irrigação no Brasil, o mapeamento da irrigação no País foi feito com base nos dados do IBGE (2006) sobre propriedades com uso de irrigação, informações da ANA (2012)<sup>6</sup> que representam uma estimativa da área irrigada no Brasil em nível municipal, informações de outorga, a partir de 2001 até julho de 2015, de rios federais da ANA e com a totalidade dos pivôs levantados pela ANA e pela Embrapa, o que pode corresponder, em alguns casos, a rios estaduais. Isso representa 34% da estimativa da área irrigada da ANA (2012)<sup>7</sup>, ou o mesmo número publicado pela ANA em 2015, 5,8 milhões de hectares.

Os mapas produzidos são apresentados a seguir:

FIGURA 4 Mapeamento da distribuição e concentração de áreas com irrigação no Brasil, usando o número de estabelecimentos agropecuários com irrigação por município do IBGE (2006)

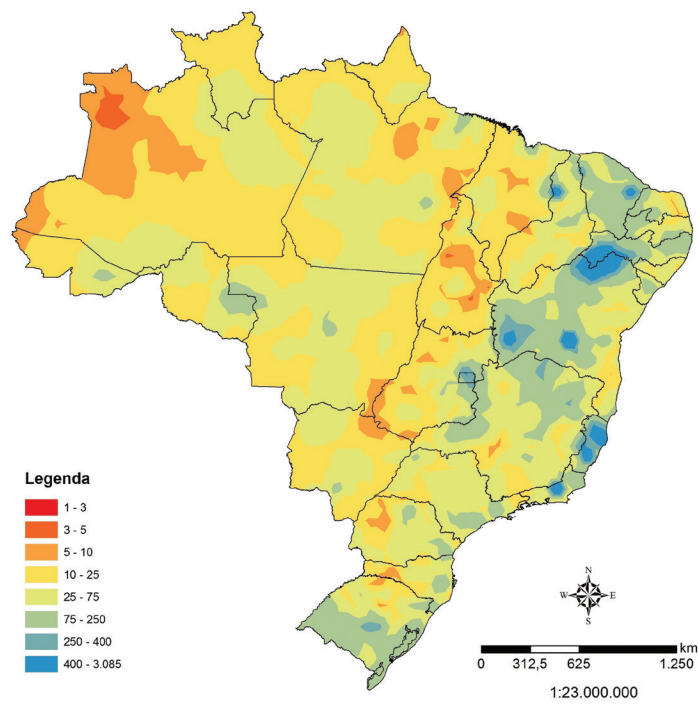


FIGURA 5 Mapeamento da estimativa da área irrigada no Brasil segundo dados da ANA (2012)

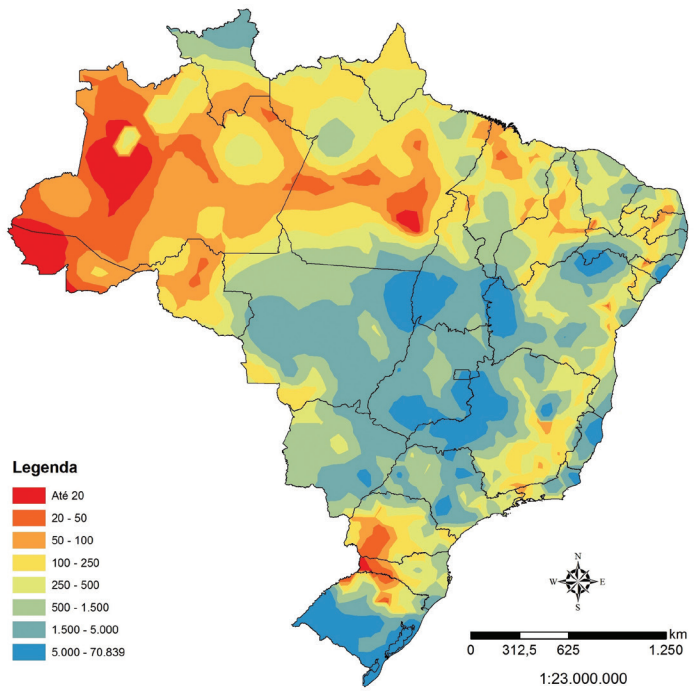
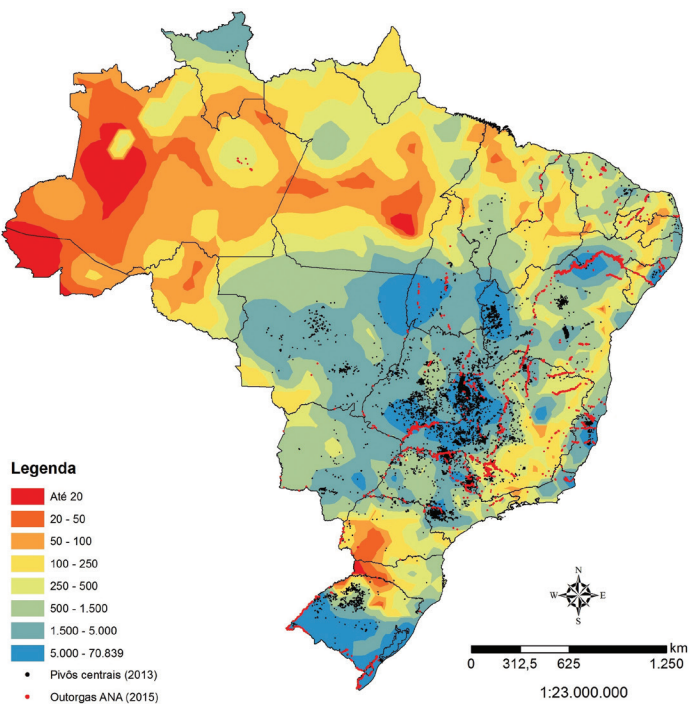


FIGURA 6 Mapeamento da estimativa da área irrigada de acordo com dados da ANA (2012), cruzados com dados de outorga da ANA (2015a) e levantamento de pivôs centrais da Embrapa (2013)



<sup>6</sup> Informações fornecidas por e-mail pela SENIR.

<sup>7</sup> Idem à nota anterior.

6. Consumo de energia no setor de irrigação

Além do consumo de água, os sistemas de irrigação demandam energia para seu funcionamento. Esta energia é mais comumente suprida por fonte elétrica, mas o diesel também é uma alternativa. O custo da energia elétrica aparece, portanto, como fator relevante para o produtor quando existe a necessidade de irrigação na sua propriedade.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publica os dados de consumo de energia elétrica, tarifa e receita gerada por todos os setores da economia brasileira. A Tabela 3 mostra estas informações para o setor de irrigação.

TABELA 3 Consumo, tarifa e receita de energia elétrica no setor de irrigação

ANO	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	UNIDADES CONSUMIDORAS	TARIFA MÉDIA DE FORNECIMENTO	TARIFA MÉDIA DE FORNECIMENTO COM TRIBUTOS	RECEITA DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA	RECEITA DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA COM TRIBUTOS	PARTICIPAÇÃO DE IRRIGAÇÃO NO CONSUMO DE ENERGIA TOTAL
	MWh	Nº	.....(R\$).....				(%)
2003	2.404.551	340.205	91,41	98,91	219.795.624,55	237.845.584,63	0,90
2004	2.633.514	606.598	110,14	118,36	290.065.245,63	311.695.510,32	0,99
2005	2.813.281	407.381	123,67	135,68	347.921.603,03	381.707.612,79	1,11
2006	2.839.414	454.818	133,32	149,60	378.558.802,86	424.772.626,86	1,13
2007	3.602.343	523.691	134,42	151,47	484.228.834,86	545.664.691,88	1,37
2008	3.794.894	519.346	137,91	154,55	523.350.758,48	586.496.167,48	1,36
2009	3.329.339	557.799	153,97	171,11	512.628.084,80	569.693.543,95	1,16
2010	4.100.788	620.327	142,38	161,37	583.870.158,50	661.761.819,90	1,36
2011	4.106.475	685.959	155,01	177,55	636.556.356,58	729.103.212,09	1,32
2012	5.009.293	761.666	157,99	179,81	791.393.235,85	900.724.454,77	1,58
2013	5.244.826	865.794	142,40	161,19	746.866.679,22	845.420.411,15	1,59
2014	5.511.228	990.184	171,49	193,77	945.094.279,64	1.067.898.333,31	1,60
2015	5.068.577	1.055.441	248,95	288,48	1.261.813.426,50	1.462.163.378,33	1,60

Fonte: ANEEL (2015); consulta em: fevereiro de 2016

O consumo de energia elétrica é crescente no setor desde 2003, sendo que, entre 2013 e 2014, este crescimento foi de 5%. Porém, no mesmo período, a tarifa de consumo apresentou um aumento de 20%.

Ainda assim, quando tem a sua tarifa comparada com as de outras classes de consumo, o setor de irrigação apresenta uma vantagem de custo considerável, que pode ser atribuída, também, à bandeira verde. No ano de 2014, por exemplo, a tarifa média para a indústria foi de R\$ 335,65/MWh, enquanto, para a classe de irrigantes, o valor médio foi de R\$ 193,77/MWh (ANEEL, 2015).

Tendo em vista o cenário de contínuo aumento da área irrigada no Brasil, a ABIMAQ, com base na demanda por projetos de irrigação, que geralmente levam um ano para serem implantados, projetou um cenário de expansão anual de área irrigada e a potência necessária para garantir o funcionamento desses sistemas em cada estado da Federação. A expansão prevista iria demandar um investimento total anual de R\$ 786 milhões, contando, inclusive, com o investimento em rede de distribuição de energia elétrica. A Tabela 4 mostra a área de expansão de irrigação esperada e a potência necessária para a implantação em cada estado.

TABELA 4 Expansão anual de área irrigada e potência estimada necessária

REGIÃO	ESTADO	DEMANDA ANUAL ESTIMADA (HA)	POTÊNCIA ESTIMADA NECESSÁRIA (MW)
CENTRO-OESTE	MT	42.000	58,8
	GO	58.000	81,2
	DF	2.000	2,8
	MS	2.000	2,8
SUDESTE	MG	54.000	75,6
	SP	31.000	43,4
	RJ	6.000	8,4
	ES	11.000	15,4
SUL	RS	90.000	126,0
	PR	27.000	37,8
	SC	11.000	15,4
NORDESTE	BA	62.000	86,8
	PE	14.000	19,6
	SE	3.000	4,2
	AL	6.000	8,4
	PB	3.000	4,2
	RN	10.000	14,0
	MA	9.000	12,6
	PI	9.000	12,6
NORTE	CE	16.000	22,4
	TO	11.000	15,4
	PA	6.000	8,4
	RO	6.000	8,4
	AM	4.000	5,6
	AC	2.000	2,8
	AP	2.000	2,8
	RR	3.000	4,2
TOTAL		500.000	700,0

Fonte: ABIMAQ (2015)<sup>8</sup>

Sendo assim, estima-se que a área irrigada cresça 500.000 ha no Brasil por ano, o que demanda um adicional de 700 MW de potência para geração de energia elétrica, necessária para suportar o funcionamento do maquinário. A expansão de área seria distribuída em todo o território nacional, porém Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás e Minas Gerais são os estados com maior potencial de expansão. O Brasil produz, hoje, 590.479 GWh de energia, pelas fontes hidrelétrica, de gás natural, de biomassa, de derivados do petróleo, nuclear, de carvão vapor, eólica e outras, segundo o Balanço Energético Nacional de 2015, feito pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2015). Portanto, a demanda de energia para irrigação não é um conflito relevante para o consumo de energia gerada. O importante é saber se, onde há maior demanda, há, também, linhas de transmissão e infraestrutura necessárias para que essa energia chegue ao campo, e se a indústria tem capacidade de atender a demanda anual estimada.

<sup>8</sup> Informações fornecidas por e-mail.



7. Estimativa de demanda de água para irrigação no Brasil

Para determinar a estimativa de água para irrigação no Brasil, foram utilizadas como base as culturas que aparecem com maior área irrigada segundo o levantamento da ANA em relação às outorgas dos rios federais entre 2001 e 2015. Sendo assim, as culturas consideradas neste estudo são arroz, cana-de-açúcar, milho, café, feijão, soja e trigo. O trigo não aparece como uma das dez culturas com maior área irrigada no Brasil segundo a base de dados de outorgas de água para rios federais, porém, dada a sua importância como elemento básico para a segurança alimentar, a cultura foi inserida na análise. A necessidade de irrigação foi calculada para o período de um ano, ou seja, considera-se a quantidade de safras de cada cultura dentro deste período. É importante ressaltar que a demanda de irrigação de determinada cultura pode variar conforme o solo, o regime de chuvas no qual ela se encontra cultivada, além da duração do seu ciclo. Para este estudo, foi utilizado um número genérico para o Brasil (Tabela 5).

Determinadas as culturas, foi estimada a proporção de área irrigada para cada uma delas no montante de 5,8 milhões de hectares irrigados, segundo a ANA (2015a), considerado como o cenário atual de área irrigada no Brasil. Este primeiro cenário foi denominado cenário-base, já que será a referência para o cálculo de estimativas de área irrigada e aumento da produção.

Sendo assim, essa proporção do cenário-base foi mantida e aplicada em três cenários, a fim de estimar a demanda de água. São eles:

- ☞ Cenário 25%: aumento da produção caso a área irrigada no Brasil seja 25% superior à atual;
- ☞ Cenário 50%: aumento da produção caso a área irrigada no Brasil seja 50% superior à atual;
- ☞ Cenário 100%: aumento da produção caso a área irrigada no Brasil seja 100% superior à atual.

As demandas de irrigação de cada uma das culturas foram extraídas da literatura referente ao tema. Os dados são apresentados na Tabela 5.

TABELA 5 Demanda de água das culturas analisadas no estudo

CULTURA	DEMANDA DE ÁGUA EM UM ANO (M³/HA)
CANA-DE-AÇÚCAR	7.100 <sup>9 10 11</sup>
ARROZ	7.500 <sup>12</sup>
MILHO	4.800 <sup>13</sup>
CAFÉ	2.600 <sup>14</sup>
FEIJÃO	5.200 <sup>15</sup>
SOJA	2.824 <sup>16</sup>
TRIGO	4.620 <sup>17</sup>

Resultados

As tabelas a seguir mostram a estimativa de área irrigada e a demanda de água para o cenário-base (5,8 milhões ha) e para os cenários de 25%, 50% e 100% de expansão de área irrigada em relação ao cenário-base.

TABELA 6 Estimativa de área irrigada e demanda de água para o cenário-base (5,8 milhões ha)

CULTURAS	ÁREA IRRIGADA SEGUNDO OUTORGAS (ANA, 2015B) (HA)	PERCENTUAL IRRIGADO DE CADA CULTURA (%)	ESTIMATIVA DE ÁREA IRRIGADA APLICANDO A % DE CADA CULTURA (HA)	DEMANDA DE ÁGUA EM UM ANO (M³/ANO)	DEMANDA DE ÁGUA EM UM ANO (M³/S)
ARROZ	316.275	27,12	1.572.845	11.796.337.706	374
CANA-DE-AÇÚCAR	294.172	25,22	1.462.926	10.386.775.650	329
MILHO	116.776	10,01	580.730	2.787.506.583	88
FEIJÃO	78.278	6,71	389.278	1.012.124.967	32
CAFÉ	69.301	5,94	344.635	1.792.106.910	57
SOJA	65.674	5,63	326.598	922.314.912	29
TRIGO	1.741	0,15	8.658	40.000.168	1
TOTAL	942.217		4.685.670	28.737.166.896	910

O total de área irrigada foi calculado somente para as culturas indicadas. É importante notar que o total da demanda de água no cenário-base é muito próximo da vazão consumida estimada pela ANA, de 836 m³/s.

<sup>9</sup> BERNARDO (2006).  
<sup>10</sup> SILVA *et al.* (2012).  
<sup>11</sup> SILVA *et al.* (2014).  
<sup>12</sup> Dado disponível em: <http://hidro.cpac.embrapa.br/index.php>.  
<sup>13</sup> Dado disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/irrigafacil/>.  
<sup>14</sup> Dado disponível em: <http://hidro.cpac.embrapa.br/index.php>.  
<sup>15</sup> Dado disponível em: <http://hidro.cpac.embrapa.br/index.php>.  
<sup>16</sup> LIMA, FERREIRA, & CHRISTOFIDIS (1999).  
<sup>17</sup> Dado disponível em: <http://hidro.cpac.embrapa.br/index.php>.

TABELA 7 Estimativa de área irrigada e demanda de água para o cenário 25% (7,2 milhões ha)

CULTURAS	ESTIMATIVA DE ÁREA IRRIGADA (HA)	DEMANDA DE ÁGUA (M³/ANO)	DEMANDA DE ÁGUA EM UM ANO (M³/S)
ARROZ	1.952.497	14.643.729.567	464
CANA-DE-AÇÚCAR	1.816.046	12.893.928.394	409
MILHO	720.906	3.460.352.999	110
FEIJÃO	483.242	1.256.430.994	40
CAFÉ	427.823	2.224.684.440	71
SOJA	405.432	1.144.942.649	36
TRIGO	10.747	49.655.381	2
TOTAL	5.816.693	35.673.724.424	1.132

É importante notar que, nesse cenário, o total da demanda de água é próximo da vazão de retirada identificada pela ANA, de 1.270 m³/s. Segundo a projeção do setor privado, este aumento de área irrigada seria alcançado em pouco mais de dois anos.

TABELA 8 Estimativa de área irrigada e demanda de água para o cenário 50% (8,7 milhões ha)

CULTURAS	ESTIMATIVA DE ÁREA IRRIGADA (HA)	DEMANDA DE ÁGUA (M³/ANO)	DEMANDA DE ÁGUA (M³/S)
ARROZ	2.359.267	17.694.506.560	561
CANA-DE-AÇÚCAR	2.194.389	28.527.059.885	905
MILHO	871.095	4.181.259.874	133
FEIJÃO	583.918	1.518.187.451	48
CAFÉ	516.953	2.688.160.365	85
SOJA	489.898	1.383.472.368	44
TRIGO	12.987	60.000.252	2
TOTAL	7.028.507	56.052.646.755	1.778

Com aumento de 50% na área irrigada, a vazão de retirada seria de 61%. Atualmente, é de 54%. Este aumento começa a indicar restrições na expansão de irrigação em relação ao consumo industrial e humano, se comparado com os dados atuais.

TABELA 9 Estimativa de área irrigada e demanda de água para o cenário 100% (11,6 milhões ha)

CULTURAS	ESTIMATIVA DE ÁREA IRRIGADA (HA)	DEMANDA DE ÁGUA (M³/ANO)	DEMANDA DE ÁGUA (M³/S)
ARROZ	3.145.690	23.592.675.413	748
CANA-DE-AÇÚCAR	2.925.852	38.036.079.846	1.206
MILHO	1.161.461	5.575.013.166	177
FEIJÃO	778.557	2.024.249.934	64
CAFÉ	689.271	3.584.213.820	114
SOJA	653.197	1.844.629.824	58
TRIGO	17.316	80.000.336	3
TOTAL	9.371.344	74.736.862.339	2.370

Além de se apresentarem como as maiores áreas irrigadas segundo os dados de outorga de corpos d'água federais, as culturas selecionadas são representativas na produção agrícola brasileira. Somente a soja e o milho representaram, em 2014, aproximadamente 60% da área plantada no País, com 39,7% e 20,7%, respectivamente. Além de apresentar baixa demanda de água, a área de trigo considerada no estudo é pequena, o que justifica a baixa participação desta cultura no consumo de água em todos os cenários. A cana, o arroz, o feijão e o café foram responsáveis por 13,7%, 3,0%, 2,6% e 4,4 % da área plantada, respectivamente (IBGE, 2015). No caso dos grãos, a cultura de arroz aparece como a maior consumidora de água dentre as culturas, em todos os cenários, como já era esperado pelo seu amplo cultivo em sistemas inundados e pela grande demanda de água, de 7.500 m³/ha/ano. Além disso, o arroz é a cultura com maior área irrigada, segundo os dados de outorga da ANA (2015b), com 316.275 ha (Tabela 6).

8. Potencial de produção agrícola devido a irrigação e emissão de CO<sub>2</sub>

As mesmas culturas, os mesmos cenários e a mesma estimativa de área irrigada para cada cultura descritos no item anterior foram usados para estimar o potencial de produção devido a irrigação e sua respectiva emissão de CO<sub>2</sub>. A produtividade em área irrigada apresentada na Tabela 10 foi aplicada na área estimada para irrigação em cada cultura, mostrando o aumento de produção. A relação entre o aumento da produção de cada cultura devido a irrigação e a produção das mesmas em 2014 foi feita usando os resultados da metodologia aplicada aos cenários e as informações do relatório de Produção Agrícola Municipal do IBGE (IBGE, 2015). Com base na faixa de aumento de produção apresentada na Tabela 10, também foi calculada a necessidade de adubação nitrogenada (nesse caso, determinada por meio de ureia) para cada cultura e a respectiva emissão de CO<sub>2</sub> resultante desta adubação para cada uma das culturas.

TABELA 10 Produtividade em sequeiro e irrigado de culturas de interesse econômico

CULTURA	PRODUÇÃO (T/HA)	
	SEQUEIRO	IRRIGADO
SOJA	3,0 <sup>18</sup>	5,0 <sup>19</sup>
MILHO	5,0 <sup>20</sup>	9,0 <sup>21</sup> a 10,0 <sup>22</sup>
ARROZ	2,0 a 4,0 <sup>23</sup>	5,5 a 7,0 <sup>24</sup> (Sul do País)
FEIJÃO	1,0 <sup>25</sup>	2,4 <sup>26</sup> a 3,0 <sup>27</sup>
TRIGO	3,0 <sup>28</sup>	7,0 <sup>29</sup>
CANA	70,0 a 120,0 <sup>30</sup>	170,0 <sup>31</sup>
CAFÉ	1,4 (23,29 sacas/ha) <sup>32</sup>	2,8 a 3,6 (46,2 a 59,8 sacas/ha) <sup>33</sup>

Os resultados são mostrados nas tabelas a seguir:

TABELA 11 Estimativa de área irrigada no cenário-base (5,8 milhões ha) e impacto da irrigação na produção

CULTURA	HECTARES IRRIGADOS (ANA, 2015B)	PERCENTUAL IRRIGADO DE CADA CULTURA (%)	ESTIMATIVA DE ÁREA IRRIGADA (MILHÕES HA)	ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO IRRIGADA (MILHÕES T)	IMPACTO DA IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO (%)	NECESSIDADE DE UREIA (MIL T)
ARROZ	316.275	27,12	1,57	9,44	78,00%	366,00
CANA-DE-AÇÚCAR	294.172	25,22	1,46	248,70	34,00%	390,00
MILHO	116.776	10,01	0,58	5,23	7,00%	206,00
FEIJÃO	78.278	6,71	0,39	0,47	14,00%	86,00
CAFÉ	69.301	5,94	0,34	0,83	29,00%	122,00
SOJA	65.674	5,63	0,33	1,63	2,00%	0
TRIGO	1.741	0,15	0,01	0,06	0,97%	2,31
TOTAL	942.217		4,69	17,65 (não considerando a cana-de-açúcar)*		1.175,00

\*A cana-de-açúcar não foi considerada, pois: (i) existe compensação de emissões em função do balanço positivo entre as emissões do etanol e da gasolina; e (ii) em razão do principal objetivo da produção de cana ser a geração de energia.

<sup>18</sup> Dado disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_42\\_03\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf).  
<sup>19</sup> Dado disponível em: [http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_arquivos/11/TDE-2015-06-26T125825Z-6489/Publico/BARZOTTO,%20FLAVIA.pdf](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/11/TDE-2015-06-26T125825Z-6489/Publico/BARZOTTO,%20FLAVIA.pdf).  
<sup>20</sup> Dado disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_42\\_03\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf).  
<sup>21</sup> Dado disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117102/1/Determinacao-produtividade.pdf>.  
<sup>22</sup> Dado disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45606/1/Cultura-milho.pdf>.  
<sup>23</sup> Dado disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltas/>.  
<sup>24</sup> Dado disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoBrasil/cap01.htm>.  
<sup>25</sup> Dado disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_42\\_03\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf).  
<sup>26</sup> Dado disponível em: <http://www.cpao.embrapa.br/publicacoes/online/zip/COT2011173.pdf>.

TABELA 12 Estimativa de produção irrigada no cenário 25% (7,2 milhões ha) e impacto da irrigação na produção

CULTURA	ESTIMATIVA DE ÁREA IRRIGADA (MILHÕES HA)	ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO IRRIGADA (MILHÕES T)	IMPACTO DA IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO (%)	NECESSIDADE DE UREIA (MIL T)
ARROZ	1,95	11,71	96%	456,0
CANA-DE-AÇÚCAR	1,82	308,73	42%	485,0
MILHO	0,72	6,49	8%	257,0
FEIJÃO	0,48	0,58	18%	107,0
CAFÉ	0,43	1,03	37%	152,0
SOJA	0,41	2,03	2%	0
TRIGO	0,01	0,08	1%	2,9
TOTAL	5,82	21,91 (não considerando a cana-de-açúcar)		1.459,9

TABELA 13 Estimativa de produção irrigada no cenário 50% (8,7 milhões ha) e impacto da irrigação na produção total

CULTURA	ESTIMATIVA DE ÁREA IRRIGADA (MILHÕES HA)	ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO IRRIGADA (MILHÕES T)	IMPACTO DA IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO (%)	NECESSIDADE DE UREIA (MIL T)
ARROZ	2,36	14,16	116,00%	550,0
CANA-DE-AÇÚCAR	2,19	373,05	51,00%	586,0
MILHO	0,87	7,84	10,00%	310,0
FEIJÃO	0,58	0,70	21,00%	130,0
CAFÉ	0,52	1,24	44,00%	184,0
SOJA	0,49	2,45	3,00%	0
TRIGO	0,01	0,09	1,45%	3,5
TOTAL	7,03	26,47 (não considerando a cana-de-açúcar)		1.763,5

<sup>27</sup> Dado disponível em: <http://sistemafaeg.com.br/custo-de-producao-feijao-irrigado>.  
<sup>28</sup> Dado disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_42\\_03\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf).  
<sup>29</sup> Dado disponível em: <http://www.renorbio.org.br/porta/noticias/embrapa-lanca-cultivares-de-trigo-irrigado.htm>.  
<sup>30</sup> DOORENBOS & KASSAM (1994).  
<sup>31</sup> BERNARDO (2006).  
<sup>32</sup> Dado disponível em: [http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes/Relatorio\\_de\\_atividades\\_2014\\_-\\_2-3-2015.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes/Relatorio_de_atividades_2014_-_2-3-2015.pdf).  
<sup>33</sup> Dado disponível em: [http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb\\_anais/simposio4/p446.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio4/p446.pdf).



TABELA 14 Estimativa de produção irrigada no cenário 100% (11,6 milhões ha) e impacto na produção total

CULTURA	ESTIMATIVA DE ÁREA IRRIGADA (MILHÕES HA)	ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO IRRIGADA (MILHÕES T)	IMPACTO DA IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO (%)	NECESSIDADE DE UREIA (MIL T)
ARROZ	3,15	18,87	155%	734,0
CANA-DE-AÇÚCAR	2,93	497,39	67%	781,0
MILHO	1,16	10,45	13%	413,0
FEIJÃO	0,78	0,93	28%	173,0
CAFÉ	0,69	1,65	59%	245,0
SOJA	0,65	3,27	4%	0
TRIGO	0,02	0,12	2%	4,6
TOTAL	9,37	35,31 (sem cana-de-açúcar)		2.350,6

Assim, segundo esses estudos de cenários de aumento da área irrigada em 25%, 50% e 100%, ter-se-ia aumentos de 21,91, 26,47 e 35,31 milhões de toneladas de grão, respectivamente. Os maiores impactos em termos percentuais estariam no arroz irrigado e na cana-de-açúcar. O peso da irrigação na produção de grãos seria em torno de 17% em relação à produção total de grãos no Brasil (total estimado para a safra 2015/16), no cenário mais otimista.

A estimativa de emissão de CO<sub>2</sub> foi feita somente com base na utilização de ureia. A ureia tem um componente de emissão de CO<sub>2</sub> e um componente de emissão de N-N<sub>2</sub>O. Assim, a emissão final é calculada com os dois componentes, que são aqueles utilizados no 3º Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa, ou seja, 100 kg de ureia correspondem a 73 kg de CO<sub>2</sub> eq., considerando que a ureia tem 45% de N (ALCARDE *et al.*, 1998). O segundo componente seria a transformação de N em N<sub>2</sub>O, com fator de conversão de 0,0088. O cálculo final seria, por exemplo, para o milho:

$$[(356 \text{ kg de ureia}/1.000) * 0,733] + (356 \text{ kg de ureia} * 0,45 * 0,0088 * 298)/1.000]$$

Em que:

- ≈ 0,733 = emissão do CO<sub>2</sub> pela ureia;
- ≈ 0,45 = porcentagem da N na ureia;
- ≈ 0,0088 = fator de conversão de N em N<sub>2</sub>O;
- ≈ 298 = relação entre N<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> eq.

Nas tabelas a seguir, são apresentadas as conversões da necessidade de ureia por cultura irrigada e sua conversão em CO<sub>2</sub> eq. Em função dos resultados obtidos nas tabelas 11 a 14, são estimadas as emissões por N<sub>2</sub>O na forma de CO<sub>2</sub> eq. para cada cenário estudado. Os resultados são mostrados nas tabelas a seguir:

TABELA 15 Necessidade de ureia e emissão de CO<sub>2</sub> das culturas de interesse do estudo

CULTURA	NECESSIDADE DE UREIA (KG/HA)	EMIÇÃO (T CO <sub>2</sub> EQ./HA)
ARROZ	233 <sup>34</sup>	0,45
CANA-DE-AÇÚCAR	267 <sup>35</sup>	0,51
MILHO	356 <sup>36</sup>	0,68
FEIJÃO	222 <sup>37</sup>	0,42
CAFÉ	355 <sup>38</sup>	0,68
SOJA	0	0
TRIGO	267 <sup>39</sup>	0,51

TABELA 16 Emissão de CO<sub>2</sub> eq. nos diferentes cenários (milhões t CO<sub>2</sub> eq.)

CULTURA	CENÁRIO-BASE	CENÁRIO 25%	CENÁRIO 50%	CENÁRIO 100%
ARROZ	0,71	0,88	1,1	1,4
CANA-DE-ACÚCAR	0,75	0,93	1,1	1,5
MILHO	0,39	0,49	0,6	0,8
FEIJÃO	0,16	0,2	0,2	0,3
CAFÉ	0,23	0,29	0,4	0,5
SOJA	0,00	0,00	0,00	0,0
TRIGO	0,004	0,005	0,007	0,009
TOTAL	2,3	2,8	3,4	4,5

<sup>34</sup> VELOSO *et al.* (2009).  
<sup>35</sup> RAIJ *et al.* (1996).  
<sup>36</sup> COELHO (2006).  
<sup>37</sup> Dado disponível em: [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafraSulMG/calagem\\_adubacao.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafraSulMG/calagem_adubacao.htm).  
<sup>38</sup> Dado disponível em: [http://www.cpafrro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/sp33\\_cafe.pdf](http://www.cpafrro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/sp33_cafe.pdf).  
<sup>39</sup> Dado disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355291/1729833/2015inf+tecn+trigo+e+triticale.pdf/205d3919-c572-4410-bc4d-1499b94333ba>.

9. Conflito pelo uso de água

Para analisar um possível papel da irrigação em áreas de conflito de água, os seguintes dados foram considerados e mapeados:

- I. Classificação estabelecida pela ANA de trechos dos rios federais em 2015 (ANA, 2015a);
- II. Municípios que, segundo projeção da ANA até 2025, precisarão de investimentos para atender a demanda urbana de abastecimento de água (ANA, 2010);
- III. Outorgas de água de corpos d'água federais para irrigação (ANA, 2015b), aqui denominadas “eventos de irrigação”;
- IV. Áreas de expansão de irrigação por pivô (informação do setor privado).

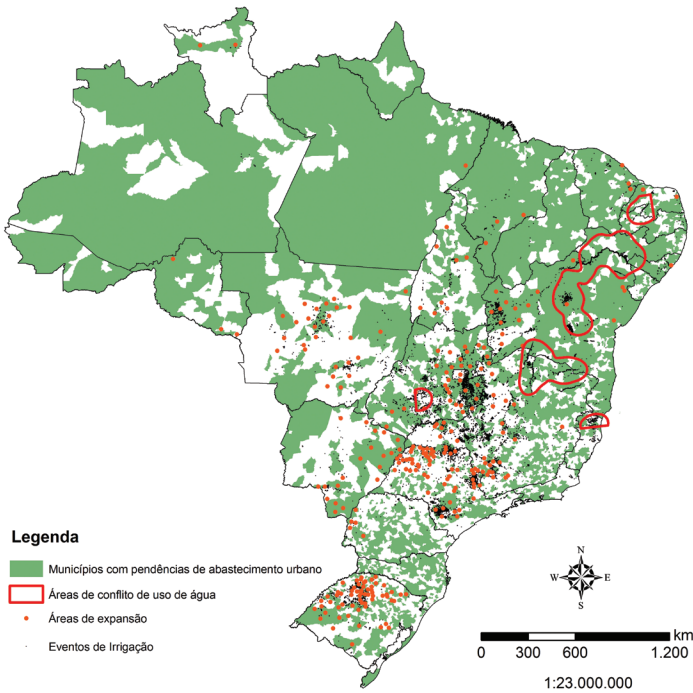
Premissas

- As áreas de expansão de irrigação por pivô são referentes a projetos em fase de aprovação e desenvolvimento do setor privado;
- Definição das áreas de influência dos eventos de irrigação por meio do filtro de Kernel.

Resultados

Com os dados disponíveis, foram gerados mapas e tabelas com o objetivo de mostrar quais são as regiões brasileiras que são atingidas, ou podem ser afetadas, por algum tipo de problema de abastecimento urbano e se os eventos de irrigação e expansão são parte destas áreas. Para gerar a Figura 7, foram cruzadas informações sobre os pontos de outorga nacionais, as áreas de conflito de uso de água a partir da utilização do filtro de Kernel e os municípios com problemas de abastecimento. Além disso, os pontos vermelhos indicam os locais onde já foram vendidos, porém não instalados, os equipamentos de irrigação.

FIGURA 7 Áreas com possível conflito de água



Fica evidente a existência de conflitos no uso da água em várias regiões, principalmente em parte da região do MAPITOBA, e se notam condições mais favoráveis para o Mato Grosso e o noroeste do Rio Grande do Sul. As áreas de expansão de irrigação mostradas na mesma figura apontam áreas de interesse principalmente no Rio Grande do Sul, no norte do estado de São Paulo e no sul de Minas Gerais.

Impacto da irrigação na adaptação às mudanças climáticas

Como mostrado no item 8, é inegável que a irrigação é uma tecnologia eficiente para o aumento da produção de alimentos, porém, além do cuidado com o uso da água como um recurso escasso, a irrigação também traz o aumento da emissão de gases do efeito estufa. Portanto, algumas alternativas para a produção de alimentos e medidas adaptativas para o setor agropecuário são citadas a seguir:

- Descentralização da produção e soluções adaptadas às condições locais;
- Melhoramento genético para desenvolvimento de variedades tolerantes a seca;
- Produção em sistemas integrados (iLP e iLPF, por exemplo);
- Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

Sendo assim, tendo em vista a disponibilidade de outras tecnologias e a situação dos mananciais que abastecem os municípios, é sensato que a irrigação seja planejada de forma minuciosa e aplicada em regiões e para culturas específicas, levando em consideração, inclusive, o retorno social e de desenvolvimento regional que o uso da tecnologia e dos recursos hídricos deve trazer. Em termos de impacto na segurança alimentar, com um possível impacto de 17% de aumento na produção nacional, no cenário mais otimista, a irrigação aparece, também, como alternativa de adaptação, mas, devido ao ainda enorme potencial da agricultura de sequeiro, a irrigação não estaria entre as primeiras prioridades como é proposto em diversos países do mundo, inclusive pela FAO.

10. Políticas públicas para irrigação no Brasil

As políticas públicas relacionadas à irrigação no Brasil são, na sua maioria, vinculadas ao Ministério da Integração Nacional (MI), como, por exemplo, o Programa de Agricultura Irrigada 2013. Algumas medidas importantes propostas neste Programa, vinculado ao Plano Plurianual 2012-2015, não foram concretizadas, segundo informações contidas no Portal do Ministério do Planejamento. A criação do Conselho Nacional de Irrigação, o cadastro dos irrigantes do setor privado e o pleno funcionamento do SIPPI não foram concluídos, ou seja, estas são algumas das ferramentas ligadas à Política Nacional de Irrigação (PNI – Lei nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013) (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, 2014) que não foram implementadas, entre outros motivos, pois a PNI ainda não foi regulamentada.

O Plano Plurianual 2016-2019 apresenta diretrizes para programas temáticos do Governo que têm como objetivo o desenvolvimento do País como um todo. A agricultura irrigada aparece como um recorte dentro da temática “Agropecuária Sustentável”. Em linhas gerais, o foco de ação para o desenvolvimento da agricultura irrigada baseia-se no apoio aos investimentos privados e na transferência dos perímetros públicos de irrigação aos agricultores irrigantes. A meta relacionada à irrigação dentro do programa é incorporar 1,5 milhão de hectares irrigados às áreas de produção agropecuária, bem menos ousada do que a meta de adoção de Sistema de Plantio Direto (SPD), de 5 milhões de hectares (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, 2015). No Plano Plurianual 2012-2015, a meta era expandir em 88.239 ha a área de agricultura irrigada, com ações voltadas principalmente a projetos públicos de irrigação e construção de barragens e canais (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, 2014).

11. Considerações finais

A irrigação é responsável por 54% da vazão de água retirada no Brasil, a maior dentre todos os usos consuntivos. Apesar de ser um setor representativo no consumo de água, o mesmo não ocorre em relação ao consumo de energia. Nos últimos três anos, a irrigação foi responsável por apenas 1,6% do consumo de energia no País.

No Brasil, os períodos de estiagem afetam principalmente as regiões hidrográficas Atlântico Leste, Atlântico Nordeste Ocidental e Atlântico Nordeste Oriental, que abrangem os estados do Ceará, do Rio Grande do Norte, da Paraíba, de Pernambuco, de Sergipe, de Alagoas, da Bahia, do Espírito Santo e de Minas Gerais.

Segundo a ANA (2013), os estados com maior área irrigada são, em ordem decrescente, Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais. Os dados sobre pivô central levantados pela Embrapa e pela ANA em 2013 confirmam a presença da irrigação nos estados supracitados, assim como no leste da Bahia, onde estão a maioria dos pivôs do Brasil (EMBRAPA, 2013). Os mapas apresentados na seção 5.2 mostram que a irrigação aparece principalmente no oeste da Bahia e em Minas Gerais (segundo os dados da ANA, 2012, e IBGE, 2006), na divisa do norte de São Paulo e do sul de Minas Gerais, no sul do Rio Grande do Sul e no norte da Bahia (pela concentração de outorgas para irrigação).

Com os cenários de aumento de área irrigada gerados neste estudo, é possível ter uma estimativa da demanda de água e do aumento de produção das culturas de arroz, cana-de-açúcar, milho, feijão, café, soja e trigo. As demandas de água no cenário de 25% de aumento da área irrigada (7,2 milhões ha), no cenário de 50% (8,7 milhões ha) e no cenário de 100% (11,6 milhões ha) seriam, respectivamente, de 1.132 m³/s, 1.778 m³/s e 2.370 m³/s. A cultura de arroz é a maior consumidora de água dentre as culturas analisadas no estudo.

No que diz respeito ao aumento da produção, as culturas que teriam maior impacto positivo em função da irrigação são cana-de-açúcar, café e feijão. Apesar de não apresentar o maior número absoluto em toneladas produzidas, proporcionalmente à área irrigada estas culturas seriam as mais beneficiadas pela irrigação. No cenário de 50%, as produções de café e feijão seriam de 1,20 e 0,93 milhão de toneladas, respectivamente. Em 2014, a produção destas culturas foi de 2,8 milhões e 3,2 milhões de toneladas, respectivamente. Sendo assim, o incremento na produção com a irrigação representa 42,7%, no caso do café, e 28,2%, no caso no feijão.

O aumento da produção demanda, além de mais água, mais adubação nitrogenada, o que implica aumento de emissões de gases do efeito estufa. A cana-de-açúcar, apesar de não ser a cultura que necessita de maior quantidade de ureia, é a que mais emite CO<sub>2</sub> eq., em função, também, da grande área cultivada. No cenário de 50%, a cana seria responsável pela emissão de 1,1 milhão de toneladas de CO<sub>2</sub> eq./ano. Entretanto, no caso da cana-de-açúcar, existe compensação de emissões em função do balanço positivo entre as emissões do etanol e da gasolina. As culturas de feijão e trigo são as que menos emitem, também por apresentarem menores áreas cultivadas, de 0,200 e 0,007 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq./ano, respectivamente. A cultura de soja não entra nesta análise, já que não necessita de adubação nitrogenada.

Cruzando informações sobre municípios com problemas de abastecimento urbano, trechos de rios críticos, pontos de outorga para irrigação e localização dos pivôs, foi possível mapear áreas com potencial de conflito de água pelo uso da irrigação. Parte da região do MAPITOBA, norte da Bahia e parte de Pernambuco são áreas potenciais de conflitos. O Mato Grosso e o noroeste do Rio Grande do Sul parecem apresentar condições favoráveis para a expansão da irrigação.

As políticas públicas nacionais são focadas principalmente nos projetos públicos de irrigação, mas não parecem ser suficientes nem eficazes para a expansão do uso da tecnologia. Além disso, é considerável a dificuldade de acesso a dados sobre irrigação e consumo de água no Brasil.



O aumento de produção devido ao uso de irrigação é evidente, porém dadas as possíveis ou já instaladas situações de conflito de água no Brasil, algumas alternativas, como Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos detalhado, devem ser observadas para o aumento da produção em detrimento do uso da irrigação.

A priorização de culturas a serem irrigadas é essencial para a tomada de decisão quanto à alocação do recurso hídrico. Água é um insumo nobre e, portanto, deve ser priorizada para a cesta de produtos que fazem parte da segurança alimentar.

12. Referências bibliográficas

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A.S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. 3. ed. – São Paulo, ANDA, 1998, 35p.

ANA. **Panorama Nacional: Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água**. Engecorps, Cobrape: Brasília, 2010.

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012**. Brasília, p. 215. 2012.

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013**. Brasília. 2013.

ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Informe 2014**. Brasília. 2015a.

ANA. **Outorgas emitidas pela ANA**. (2015b). Disponível em : <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/uorgs/sof/geout.aspx#outorgasana>>. Acesso em: jun 2015.

ANEEL. Sistema de Apoio à Decisão. 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=550>>. Acesso em: fev 2016.

BERNARDO, S. Agência Embrapa de Informação tecnológica. **Repositorio Embrapa**, 08 agosto 2006. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Cana\\_irrigada\\_producao\\_000fizvd-3t102wyiv802hvm3jlwle6b8.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Cana_irrigada_producao_000fizvd-3t102wyiv802hvm3jlwle6b8.pdf)>. Acesso em: 2016.

COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas, 2006.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande, 1994, p. 306.

EMBRAPA. Água na Agricultura. **Embrapa**, 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agua-na-agricultura/mapas-sobre-irrigacao>>. Acesso em: set 2015.

EPE. **Balanço Energético Nacional 2015: Ano base 2014**. Rio de Janeiro: 2015.

FAO. **The state of the world’s land and water resources for food and agriculture. Managing systems at risk**. New York. 2011.

IBGE. **Mapa de biomas e de vegetação**, 21 maio 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2006.

IBGE. **Produção Pecuária municipal**. Rio de Janeiro, 2014.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro, 2015.

LACERDA, F. F. *et al.* Long-term Temperature and Rainfall Trends over Northeast Brazil and Cape Verde. **Journal of Earth Science & Climatic Change**, 2015, v. 06, p. 2-8.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. In: SIH.; ANEEL.; MME. **Estado das água no Brasil - 1999. Perspectivas de gestão e informação de Recursos Hídricos**. [S.l.]: SRH.; MMA, 1999. p. 73-82. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. PPA Mais Brasil, 2014. Disponível em: <<http://ppamaisbrasil.planejamento.gov.br/sitioPPA/paginas/todo-ppa/programas.xhtml>>. Acesso em: fev 2016.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. **Plano Plurianual 2016-2019. Desenvolvimento, Produtividade e Inclusão Social**. Brasília, 2015.

PBMC. **Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas**. [S.l.]. 2014.

RAIJ, B. V. *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, 1996, p. 237-9.

SALATI, E. Mudanças climáticas globais e desmatamento e suas influências nos recursos hídricos. **Conferência ferência para o Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia – CAEPE**, 12 julho 2007. Disponível em: <<http://www.fbds.org.br/IMG/pdf/doc-191.pdf>>. Acesso em: dez 2015.

SALATI, E. *et al.* **Economia das mudanças climáticas no Brasil. Estimativas da oferta de recursos hídricos no Brasil em cenários futuros de clima (2015 - 2100).** [S.l.]. 2009.

SCHAEFFER, R. *et al.* **Mudanças climáticas e segurança energética no Brasil.** [S.l.]. 2008.

SILVA, A. L. B. O. *et al.* **Consumo de água de variedades de cana-de-açúcar irrigadas por gotejamento sub-superficial.** INOVAGRI-International Meeting. Fortaleza: [s.n.]. 2012.

SILVA, M. A. *et al.* Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 2014, v. 18, p. 241-9.

UNESCO. **Water for people, water for life.** [S.l.]. 2003.

VELOSO, C. A. C. *et al.* **Nutrição mineral e adubação da cultura de arroz de sequeiro.** Belém, 2009.



Rua Itapeva, 474 - 6º andar  
Tel.: +55 11 3799-3645  
<http://gvagro.fgv.br/>  
[gvagro@fgv.br](mailto:gvagro@fgv.br)