

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2999

**CAPACIDADE ADAPTATIVA ÀS
MUDANÇAS CLIMÁTICAS DE
AGRICULTORES FAMILIARES NO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

CÉSAR NUNES DE CASTRO



TEXTO PARA DISCUSSÃO

2999

Rio de Janeiro, maio de 2024

**CAPACIDADE ADAPTATIVA ÀS
MUDANÇAS CLIMÁTICAS DE
AGRICULTORES FAMILIARES NO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

CÉSAR NUNES DE CASTRO¹

1. Especialista em políticas públicas e gestão governamental na Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Dirur/Ipea). *E-mail:* cesar.castro@ipea.gov.br.

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento

Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta

LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional

FERNANDO GAIGER SILVEIRA

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**

ARISTIDES MONTEIRO NETO

**Diretora de Estudos e Políticas Setoriais,
de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

FERNANDA DE NEGRI

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

CARLOS HENRIQUE LEITE CORSEUIL

Diretor de Estudos Internacionais

FÁBIO VÉRAS SOARES

Chefe de Gabinete

ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

**Coordenadora-Geral de Imprensa e
Comunicação Social**

GISELE AMARAL

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2024

Castro, César Nunes de

Capacidade adaptativa às mudanças climáticas de agricultores familiares no semiárido brasileiro / César Nunes de Castro. – Rio de Janeiro: Ipea, 2024.

50 p. : il., gráfs. – (Texto para Discussão ; n. 2999).

Inclui Bibliografia.

ISSN 1415-4765

1. Agricultura Familiar. 2. Semiárido. 3. Mudanças Climáticas.
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. II. Título.

CDD 551.6981

Ficha catalográfica elaborada por Elizabeth Ferreira da Silva CRB-7/6844.

Como citar:

CASTRO, César Nunes de. **Capacidade adaptativa às mudanças climáticas de agricultores familiares no semiárido brasileiro**. Rio de Janeiro : Ipea, maio 2024. 50 p. : il. (Texto para Discussão, n. 2999). DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2999-port>

JEL: Q1, Q18

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).

Acesse: <https://repositorio.ipea.gov.br/>.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE	
ABSTRACT	
1 INTRODUÇÃO	6
2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O SEMIÁRIDO	8
3 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DA AGRICULTURA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO	10
4 CAPACIDADE ADAPTATIVA DA AGRICULTURA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO	18
5 O ESTADO, POLÍTICAS PÚBLICAS E A CAPACIDADE ADAPTATIVA DOS AGRICULTORES FAMILIARES DO SEMIÁRIDO AO FENÔMENO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	29
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	46

SINOPSE

Consequência de diversos fatores combinados (clima, disponibilidade hídrica, tecnológicos, entre outros), a produção e a renda geradas pelos agricultores familiares no semiárido brasileiro são relativamente baixas. As mudanças climáticas projetadas para a região semiárida brasileira, caso se confirmem, impactarão a atividade agropecuária regional. O objetivo deste trabalho consiste em, no contexto da agricultura familiar, realizar uma avaliação dos potenciais impactos das mudanças climáticas na região semiárida do Brasil, bem como da capacidade adaptativa desses agricultores ao fenômeno e alternativas mitigadoras dos possíveis impactos por meio de políticas públicas específicas.

Palavras-chave: agricultura familiar; semiárido; mudanças climáticas.

ABSTRACT

As a result of several combined factors (climate, water availability, technology, etc.), production and income generated by family farmers in the Brazilian semi-arid region are relatively low. The climate changes projected for the Brazilian semi-arid region, if confirmed, will impact regional agricultural activity. The objective of this paper is, in the context of family farming, to carry out an assessment of the potential impacts of climate change in the semi-arid region of Brazil, as well as the adaptive capacity of these farmers to the phenomenon and alternatives to mitigate possible impacts through specific public policies.

Keywords: family farming; semiarid region; climate change.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas constituem um tema polêmico e o qual tem despertado gradativa atenção por parte da sociedade e dos governos nacionais. Não obstante a existência de divergências entre especialistas quanto à intensidade do fenômeno, é crescente o consenso em torno da perspectiva de impactos sobre ecossistemas, seres vivos e, inclusive, nas atividades desenvolvidas pelos seres humanos no planeta.

Os impactos são variados, a depender de uma série de fatores, como região considerada, ecossistema e atividade econômica. Entre as atividades econômicas que serão afetadas até o final do século XXI, a agropecuária se destaca. No caso brasileiro, o semiárido consiste em área onde a questão das mudanças climáticas gera preocupação significativa no tocante aos seus efeitos. Sendo uma região de clima quente e seco, com estação chuvosa curta e, conseqüentemente, sujeita à frequente escassez de água, suas condições de desenvolvimento da agricultura não são das mais favoráveis (Cesano *et al.*, 2012; Castro, 2018).

Somam-se aos fatores climáticos outros elementos naturais desfavoráveis, como os solos com baixa fertilidade natural, e socioeconômicos, concentração fundiária, infraestrutura deficitária, entre outros, os quais, conjuntamente, tornam a agricultura do semiárido menos produtiva e rentável quando comparada à de regiões com condições mais propícias.

Para um grupo específico de agricultores do semiárido, os familiares, os impactos das mudanças climáticas podem ser ainda mais prejudiciais. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o semiárido possuía, em 2017, 1.835.535 estabelecimentos agropecuários, dos quais 1.446.842 (78,8% do total) são classificados, de acordo com a legislação brasileira sobre o assunto (Brasil, 2006), como pertencentes a agricultores familiares.

Além dos mencionados fatores naturais e climáticos, outros aspectos contribuem para a produção e a renda auferida pela atividade produtiva agropecuária dos agricultores familiares no semiárido brasileiro ser baixa. A área disponível para produção agropecuária, por exemplo, é um desses aspectos. Enquanto a área média de um estabelecimento de um agricultor não familiar no semiárido em 2017 era, segundo o IBGE (2019), de 79,9 ha, a dos familiares era, no referido ano, de 15,1 ha. A área média dos estabelecimentos familiares no Brasil, por sua vez, era de 20,7 ha; já na região Centro-Oeste, a área média das propriedades familiares era de 44,6 ha nesse mesmo ano.

Como consequência desses fatores combinados, e de outros que serão abordados ao longo deste estudo, a produção e a renda gerada são, frequentemente, insuficientes para atender às necessidades dos agricultores e de suas famílias. Neste contexto, a perspectiva de fenômeno climático que dificulte ainda mais a realização da atividade econômica principal de muitos desses mais de um milhão de agricultores familiares no semiárido é preocupante.

Evidências do fenômeno das mudanças climáticas, extraídas de trabalhos científicos relevantes, serão apresentadas mais adiante. Independentemente delas, a percepção dos próprios agricultores do semiárido de que mudanças no clima da região estão ocorrendo é crescente (Nasuti, Eiró e Lindoso, 2013). Tal percepção amplia a insegurança dos agricultores quanto ao futuro da atividade agropecuária em seus estabelecimentos, da qualidade de vida em sua região e, em casos mais graves, da sua segurança alimentar e de seus familiares.

Para combater os possíveis impactos das mudanças climáticas sobre a agropecuária no semiárido, existem duas alternativas: medidas de mitigação das mudanças climáticas e medidas de adaptação às mudanças climáticas. Em poucas palavras, a mitigação consiste na adoção de medidas destinadas à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) com o intuito de amenizar o fenômeno do aquecimento global; a adaptação, por sua vez, consiste naquelas medidas empregadas com a finalidade de reduzir os potenciais impactos negativos das mudanças climáticas sobre a sociedade, sobre uma cidade ou região qualquer, sobre um ecossistema ou sobre uma atividade econômica.

No caso deste *Texto para Discussão*, o cerne do problema considerado é a questão da adaptação dos agricultores familiares no semiárido ao referido fenômeno climático global. Os impactos das mudanças climáticas na região semiárida do Brasil, no contexto da agricultura familiar, as perspectivas para o futuro e as possíveis soluções para enfrentar esses desafios são o objeto central deste trabalho. Realizar uma análise descritiva, com base em variáveis selecionadas do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019), sobre a capacidade adaptativa dos agricultores familiares do semiárido constitui o objetivo principal do estudo. Como hipótese, assume-se enquanto premissa que o nível de preparo não é elevado.

O texto divide-se em cinco seções, além desta introdução. A seção 2 aborda a questão das mudanças climáticas no semiárido. Na seção 3, a temática das mudanças climáticas é discutida no contexto da agricultura familiar nessa região. A quarta seção destina-se a analisar descritivamente, com base em variáveis selecionadas, a capacidade

adaptativa da agricultura familiar no semiárido. A quinta é dedicada a considerações sobre a possível função do Estado, por meio de suas políticas públicas, no fomento de iniciativas que contribuam para o fortalecimento da capacidade adaptativa dos agricultores familiares da região. Por último, estão as considerações finais.

2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O SEMIÁRIDO

O semiárido brasileiro é uma região delimitada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) considerando condições climáticas dominantes de semiaridez, em especial a precipitação pluviométrica. A atual delimitação do semiárido (Sudene, 2021) abrange 1.427 municípios. Como reflexo das condições climáticas, a hidrografia é frágil, sendo insuficiente para sustentar rios caudalosos que se mantenham perenes nos longos períodos de ausência de precipitações, com exceção do rio São Francisco, que é fundamental para as comunidades ribeirinhas e da região do sertão.

No semiárido, a precipitação pluviométrica (chuva) é irregular e geralmente concentrada em um intervalo curto, com longos períodos de seca. As chuvas são insuficientes para sustentar uma vegetação densa e favorecer a agricultura de forma intensiva. Os solos também são geralmente pobres e pouco propícios para a agricultura.

Diferentes partes do mundo possuem biomas com características climáticas semelhantes às existentes no semiárido brasileiro, como o norte do Chile, partes da Austrália, o sul da África e áreas do sudoeste dos Estados Unidos, entre outros locais. O semiárido apresenta desafios significativos para as comunidades que vivem nessas regiões, a exemplo da escassez de água, da falta de recursos para a agricultura e da necessidade de adaptação às condições climáticas adversas.

As mudanças climáticas apresentam impactos significativos no semiárido, uma região que já é naturalmente afetada por condições climáticas adversas. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), espera-se que a região sofra com elevação da temperatura, diminuição da precipitação e aumento da intensidade das secas (IPCC, 2021). Esses impactos têm afetado a agricultura, a segurança alimentar e a qualidade de vida da população que habita a região. O estudo *Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro* (Lima, Cavalcante e Marin, 2011) aponta que ações de adaptação, como a adoção de tecnologias de convivência com a seca, são fundamentais para minimizar os impactos das mudanças climáticas na região. Além disso, políticas públicas

que promovam o uso sustentável dos recursos naturais e a diversificação da economia são essenciais para aumentar a resiliência da região diante das mudanças climáticas.

De acordo com o último relatório do IPCC, o sexto relatório de avaliação (AR6), publicado em 2021, o aquecimento global tem sido significativo, com um aumento de 1,09°C na temperatura global, dos quais 1,07°C são atribuídos às atividades humanas. Esses efeitos antropogênicos têm implicações preocupantes para as regiões semiáridas, podendo agravar suas condições (IPCC, 2021).

Os impactos das mudanças climáticas são reais, causando danos acelerados e representando uma ameaça à vida no planeta. Além disso, algumas dessas mudanças climáticas são irreversíveis, resultado da combinação de fatores naturais e de impactos provocados pela ação humana indiscriminada.

No semiárido brasileiro, as projeções do IPCC indicam uma redução de aproximadamente 30% na precipitação e um aumento de 3°C a 4°C na temperatura até 2030, agravando o processo de desertificação na região. O aumento das temperaturas, com médias acima de 40°C, representa um sério risco para a agricultura, levando ao esvaziamento das áreas rurais devido à perda de produtividade agrícola (IPCC, 2021).

Além disso, o relatório destaca que o processo de desertificação já está em andamento na região, e o aumento da temperatura intensificará esse fenômeno (IPCC, 2021). O relatório também enfatiza a importância das soluções sustentáveis e do conhecimento local na adaptação às mudanças climáticas.¹ O relatório serve como um alerta para situações já irreversíveis e destaca a necessidade de ações para enfrentar os desafios climáticos globais (IPCC, 2021).

Os estudos localizados das mudanças climáticas no Nordeste do Brasil e no semiárido brasileiro têm contribuído com diversas pesquisas, em nível mais abrangente, que analisam os impactos dessas mudanças na região (Marengo, Torres e Alves, 2016).

Tais estudos destacam que o Nordeste do Brasil e o semiárido brasileiro estão suscetíveis a uma série de desafios relacionados às mudanças climáticas (Marengo, 2014; Marengo, Torres e Alves, 2016). Algumas das principais conclusões e pontos abordados são descritos adiante.

1. Um exemplo de solução sustentável no caso do semiárido é o uso de cisternas e/ou barragem subterrânea. Já um exemplo de conhecimento local é o cultivo de espécies forrageiras nativas, adaptadas à baixa disponibilidade de água, para nutrição animal (Santos *et al.*, 2010).

- 1) Aumento da temperatura: a região tem experimentado uma elevação significativa na temperatura média e projeções futuras indicam que as temperaturas continuarão a subir, o que pode ter impactos negativos na saúde, na agricultura e nos recursos hídricos da região.
- 2) Redução da precipitação: os estudos apontam para projeções que indicam uma tendência de redução na quantidade de chuvas no Nordeste e no semiárido brasileiro. Isso pode levar a períodos mais longos de seca, afetando negativamente a agricultura e o abastecimento de água.
- 3) Eventos extremos: destaca-se que a região é suscetível a eventos climáticos extremos, como secas prolongadas e chuvas intensas e concentradas em curtos períodos. Tais eventos podem causar impactos significativos na infraestrutura, na segurança alimentar e no bem-estar das populações locais.
- 4) Desertificação: é abordada a preocupação com o avanço da desertificação que já ocorre no semiárido brasileiro. O aumento da temperatura e a redução da precipitação podem agravar esse processo, levando à degradação do solo e à perda de produtividade agrícola.
- 5) Necessidade de adaptação e mitigação: ressalta-se a importância de desenvolver estratégias de adaptação e mitigação para lidar com os impactos das mudanças climáticas na região, e a necessidade de políticas e ações que promovam a sustentabilidade, a conservação dos recursos naturais e a resiliência das comunidades locais.

Em suma, tais avaliações enfatizam os desafios impostos pelas mudanças climáticas no Nordeste do Brasil, particularmente no semiárido, enfocando o aumento da temperatura, a redução da precipitação, os eventos extremos e a desertificação. Além disso, contribuem para a compreensão dos impactos das alterações climáticas nessa região e para o desenvolvimento de estratégias de adaptação e mitigação (IPCC, 2021; Marengo, Torres e Alves, 2016).

3 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DA AGRICULTURA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO

A agricultura, em todo o mundo, sofrerá impactos ocasionados pelas mudanças climáticas, em especial as comunidades rurais e a agricultura familiar, que dependem diretamente dos recursos naturais para a sua subsistência. Esses impactos deverão ocorrer no semiárido brasileiro. A magnitude dos impactos ainda não se sabe, mas tal

tendência é preocupante para a agricultura familiar quando se considera o número de pessoas que dependem, em maior ou menor intensidade, da atividade agropecuária para o seu sustento.

Os agricultores enquadrados na categoria familiar não constituem um grupo homogêneo. Muitas importantes variáveis relacionadas ao estabelecimento produtivo e à produção propriamente dita apresentam considerável amplitude, como renda auferida da atividade, tipologia de produtos e quantidade produzida. De todo modo, para fins legais, a Lei nº 11.326, de 2006, estabeleceu alguns critérios básicos a serem atendidos para que um agricultor seja oficialmente classificado como familiar, para fins estatísticos e de acesso a políticas públicas específicas, a saber:

- a área do estabelecimento agropecuário deve ser menor que quatro módulos fiscais² (varia de 5 ha a 110 ha);
- o estabelecimento deve utilizar predominantemente mão de obra da própria família;
- um percentual mínimo da renda familiar deve ser proveniente de atividades na propriedade rural; e
- o estabelecimento deve ser dirigido e gerenciado pela própria família.

A partir dessa definição legal, o IBGE, em seus periódicos censos agropecuários, coleta a informação sobre o número de agricultores familiares nas diferentes regiões brasileiras, inclusive para o semiárido. De acordo com dados do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019), no semiárido há aproximadamente um milhão e meio de estabelecimentos familiares, de um universo total de 1,83 milhão de estabelecimentos na região (tabela 1). Parte significativa dos estabelecimentos familiares nordestinos localizam-se no semiárido, e mais de um terço (37,12%) de todos os estabelecimentos familiares brasileiros estão situados nessa região (tabela 1).

Conforme apresentado na seção 2, os modelos mais recentes do IPCC sugerem mudanças climáticas nada auspiciosas para o desenvolvimento da agropecuária no semiárido brasileiro. Caso parte dos prognósticos se confirmem, a agropecuária na

2. Módulo fiscal é uma unidade de medida agrária usada no Brasil, instituída pela Lei nº 6.746, de 10 de dezembro de 1979 (Brasil, 1979). É expressa em hectares e é variável, sendo fixada para cada município, levando-se em conta: i) o tipo de exploração predominante no município; ii) a renda obtida com a exploração predominante; iii) outras explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada; e iv) o conceito de propriedade familiar.

região será duramente afetada e, conseqüentemente, a vida dos que dela dependem. Os efeitos de tais mudanças sobre a atividade agrícola na região são particularmente preocupantes caso sejam consideradas as evidências históricas dos impactos de eventos climáticos extremos, relativamente frequentes no semiárido, sobre a agropecuária, a economia e a sociedade local. Evidências empíricas sugerem que o fenômeno tem se manifestado de modo mais frequente. A aparente maior incidência de secas, com base na compilação empírica de registros apresentada abaixo, constitui, por si só, elemento de alerta.

TABELA 1**Número de estabelecimentos agropecuários no Brasil**

Tipologia	Brasil	Nordeste	Semiárido
Agricultores não familiares	1.175.916	483.873	388.693
Agricultores familiares	3.897.408	1.838.846	1.446.842
Total	5.073.324	2.322.719	1.835.535

Fonte: IBGE (2019).

Uma compilação de registros realizados por pesquisadores diversos (Carvalho, 2012; Campos, 2014; Marengo, Torres e Alves, 2016; Sacconi *et al.*, 2019; Santana e Santos, 2020) evidencia o aumento da frequência do fenômeno na região. Outros estudos (Marengo, Torres e Alves, 2016; Santana e Santos, 2020) destacam os efeitos desastrosos de eventos específicos de estiagem sobre a região, sendo um dos primeiros e principais impactos o da redução da produção de alimentos e, conseqüentemente, a fome. Marengo, Torres e Alves (2016), por exemplo, realizaram uma síntese dos impactos nos períodos de secas mais severas. Na seca de 1777-1780, estima-se que mais de 85% do gado morreu em virtude da falta de água e mais de 50% da população, em consequência da fome.

Em secas mais recentes, por exemplo a de 1997-1998, estima-se que 57% da produção agrícola regional tenha sido perdida (Marengo, Torres e Alves, 2016). Adrielli Santana e Gesmar Santos (2020) apresentam informações sobre as perdas agrícolas no decorrer da seca prolongada de 2012 a 2017. A respeito dos impactos dessa seca na agropecuária, os autores afirmam que

verificou-se queda da produção (e, em consequência, da produtividade) de grande maioria dos cultivos característicos de práticas agrícolas familiares. O valor da produção agrícola nos municípios apontou variações negativas superiores a 90% no início da seca, apesar da manutenção e de alterações em parte das atividades produtivas. [...] nos primeiros anos sem chuva as perdas foram

mais expressivas em localidades e cultivos/pecuária específicos, com índices expressivos. Em alguns produtos houve recuperação, porém sem retorno aos patamares/trajetória anteriores. Portanto, o fator seca tem grande relevância ao fazer análises comparativas entre municípios e, por extensão, entre produtores e estabelecimentos de regiões distintas. Assim, comparações entre produtores ou períodos devem considerar as características dos cultivos pesquisados, sendo relevante aprofundar estudos que incluam o nível de precipitação pluviométrica, o acesso a recursos hídricos, as formas de cooperação e acesso à água (Santana e Santos, 2020, p. 127).

As evidências históricas, portanto, não são poucas, assim como não são alvissareiras, e indicam as graves consequências dos eventos climáticos extremos sobre a agricultura regional. No âmbito dos modelos e projeções de mudanças climáticas para o semiárido (seção 2), o aumento da temperatura média e a modificação do regime pluviométrico constituem os dois elementos de maior interesse para a agricultura familiar.

Segundo diversos estudos (Pellegrino, Assad e Marin, 2007; Assad e Pinto, 2008; Marengo, 2014; IPCC, 2021; Viola e Mendes, 2022), espera-se que o aumento da temperatura média no semiárido, ao longo do século XXI, provoque algumas mudanças em importantes variáveis climáticas, como a modificação do regime de chuvas, e hidrológicas, a exemplo da diminuição da disponibilidade hídrica, de fundamental relevância para as atividades agropecuárias.

Sendo o semiárido uma região naturalmente seca, conforme mencionado anteriormente, as mudanças climáticas podem agravar essa situação, reduzindo ainda mais a disponibilidade de água para a agricultura. As alterações no regime pluviométrico, conforme demonstrado na seção anterior, seja em relação à diminuição ou à irregularidade das chuvas, pode afetar diretamente o ciclo produtivo das culturas e a qualidade dos produtos. Já o aumento da temperatura afeta diretamente a produtividade das culturas. Os impactos na biodiversidade são capazes de comprometer a resiliência dos sistemas agrícolas familiares (Marengo, 2006).

De acordo com o estudo *Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil*, a tendência de seca pode resultar em problemas na segurança alimentar e em impactos para os agricultores familiares. Um exemplo disso é a possível extinção da mandioca nas áreas semiáridas do Nordeste e também a previsão de que a produção de milho e de feijão, ambos itens de suma importância para a segurança alimentar regional, sejam severamente afetadas (Assad e Pinto, 2008; Lobell *et al.*, 2008; Margulis, Dubeux e Marcovitch, 2010). Deve-se destacar que a produtividade média

por área (kg/ha) do cultivo dessas três espécies no semiárido é, atualmente, muito inferior à média nacional (tabela 2). Questiona-se qual será a produtividade média caso as projeções climáticas se confirmem e os agricultores não se adaptem, quais serão as consequências para a sobrevivência desses agricultores e de suas famílias e, ainda, para a segurança alimentar regional.

TABELA 2**Produtividade média de lavouras selecionadas no Brasil, por região (2017)**

(Em kg/ha)

Região	Mandioca	Milho	Feijão de cor	Feijão fradinho
Brasil	8.082,4	3.997,0	702,8	273,8
Sudeste	8.324,8	4.357,6	981,3	541,5
Sul	12.668,9	5.505,5	1.334,2	893,0
Centro-Oeste	8.098,1	4.718,5	1.331,6	1.036,6
Norte	8.978,3	2.068,2	893,8	706,5
Nordeste	5.348,0	970,2	413,0	246,5
Semiárido	4.735,0	897,2	414,1	238,0

Fonte: IBGE (2019).

As médias de produtividade por área (kg/ha) de quatro importantes produtos agrícolas para a segurança alimentar regional – mandioca, milho, feijão de cor e feijão fradinho – são, todas, consideravelmente menores do que as observadas no caso da produtividade média das mesmas lavouras nas regiões mais produtivas. Quando essas médias são comparadas às do Brasil, apenas no caso do feijão fradinho a produtividade média no semiárido é próxima à brasileira (tabela 2). Isso se explica pelo fato de 74,5% (64.348 ha de 86.285 ha) da área cultivada com esse produto no Brasil ser localizada no semiárido (IBGE, 2019). Em nenhuma das quatro comparações a média de produtividade do semiárido atinge o nível de 50% da média da região com maior eficiência produtiva.

Algumas características da agricultura familiar no semiárido fazem dela, no geral, bastante suscetível a graves impactos relacionados a essas mudanças. A primeira refere-se à diminuta área disponível dos estabelecimentos de muitos agricultores familiares do semiárido: pouco mais de 50% dos estabelecimentos familiares do semiárido dispõem de menos de 5 ha de área total; um número considerável, 15,2%, dispõe de menos de 1 ha para desenvolver sua atividade produtiva (tabela 3). Mesmo em regiões com clima e outras condições naturais favoráveis, como solo – o que não é o caso do semiárido –, não é fácil produzir um volume razoável para auferir renda e/ou produção para consumo próprio, que sustente uma família, em uma área tão diminuta.

TABELA 3**Estabelecimentos da agricultura familiar por grupos de área (2017)**

Grupo de área	Semiárido		Brasil	
	Número de estabelecimentos	%	Número de estabelecimentos	%
Total	1.446.842	100,0	3.897.408	100,0
Mais de 0 a menos de 0,1 ha	21.478	1,5	56.149	1,4
De 0,1 a menos de 0,2 ha	15.634	1,1	40.583	1,0
De 0,2 a menos de 0,5 ha	60.259	4,2	132.325	3,4
De 0,5 a menos de 1 ha	121.308	8,4	237.064	6,1
De 1 a menos de 2 ha	205.012	14,2	370.705	9,5
De 2 a menos de 3 ha	132.522	9,2	270.663	6,9
De 3 a menos de 4 ha	99.883	6,9	214.344	5,5
De 4 a menos de 5 ha	67.711	4,7	180.854	4,6
De 5 a menos de 10 ha	193.310	13,4	545.431	14,0
Mais de 10 ha	505.193	34,9	1.794.896	46,1
Produtor sem área	24.532	1,7	54.394	1,4

Fonte: IBGE (2019).

Uma rápida comparação entre o perfil dos agricultores familiares do semiárido com aqueles do restante do Brasil, de acordo com os grupos de área total, sugere que a área média dos estabelecimentos familiares no Brasil é maior do que a área média no semiárido. Enquanto mais de 46% dos estabelecimentos familiares brasileiros possuem uma área maior do que 10 ha, no semiárido esse percentual é de aproximadamente 35% (tabela 3).

Uma segunda característica desfavorável dos estabelecimentos familiares do semiárido, se comparados aos seus congêneres brasileiros, é representada pela existência de algum tipo de fonte de recurso hídrico (tabela 4). A presença de fonte de recurso hídrico no estabelecimento constitui importante característica em qualquer região. Em função das condições climáticas do semiárido, tal atributo é particularmente relevante. O percentual de estabelecimentos familiares no semiárido que dispõem de alguma fonte de recurso hídrico, 76,6%, é inferior ao percentual para o total dos estabelecimentos familiares brasileiros, 81,2% (tabela 4).

Além disso, deve-se considerar essa comparação a partir de algumas informações adicionais: a primeira delas é uma questão quantitativa de posse de recurso hídrico no estabelecimento agropecuário familiar. Conforme mencionado anteriormente nesta seção, mais de um terço dos estabelecimentos familiares brasileiros localizam-se no

semiárido, portanto, a média destes impacta a média nacional. Dos estabelecimentos familiares das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, 90,2%, 88,4% e 88,0%, respectivamente, dispõem de alguma fonte de recurso hídrico.

TABELA 4

Existência de fonte de recurso hídrico nos estabelecimentos agropecuários não familiares e familiares: Brasil e semiárido (2017)

Existência de recurso hídrico no estabelecimento	Tipologia do estabelecimento agropecuário							
	Agricultura não familiar				Agricultura familiar			
	Brasil		Semiárido		Brasil		Semiárido	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Sim	969.947	82,5	280.149	72,1	3.164.795	81,2	1.109.398	76,6
Não	205.969	17,5	108.544	17,9	732.613	18,8	337.444	23,4

Fonte: IBGE (2019).

A segunda e mais importante questão é referente ao tipo de fonte de recurso hídrico. No geral, os estabelecimentos familiares das demais regiões brasileiras possuem fontes de recursos hídricos mais perenes do que as disponíveis nos estabelecimentos do semiárido. O percentual dos estabelecimentos familiares possuidores de recurso hídrico pelo tipo de fonte é apresentado na tabela 5, para as cinco grandes regiões brasileiras e para o semiárido.

A diferença observada na frequência de fonte de recurso hídrico dos estabelecimentos familiares nessas seis regiões é significativa, especialmente no que diz respeito à região Nordeste e ao semiárido, com relação às demais quatro grandes regiões. A existência de nascentes nos estabelecimentos das regiões Norte, Centro-Oeste, Sul e Sudeste é evidente, enquanto nos estabelecimentos do Nordeste e do semiárido sua presença é rara. A diferença entre os percentuais de estabelecimentos familiares que possuem rios e/ou riachos no semiárido e no Nordeste e os das demais regiões também é significativa.

Em compensação, os estabelecimentos familiares do semiárido possuem uma quantidade de cisternas acima da observada no caso das demais regiões brasileiras (tabela 5). Enquanto esse percentual não é superior a 2% para as regiões Norte, Centro-Oeste e Sul, ele atinge a marca de 44% no caso dos estabelecimentos da agricultura familiar no semiárido.

TABELA 5

Existência de recurso hídrico nos estabelecimentos familiares por tipo de fonte: grande região e semiárido (2017)

(Em %)

Tipologia de recurso hídrico	Estabelecimentos familiares que possuem recurso hídrico por grande região					
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Semiárido
Nascentes protegidas	28,3	3,8	24,1	43,1	22,9	2,4
Nascentes não protegidas	3,4	2,5	6,3	3,9	1,3	1,7
Rio e/ou riachos protegidos	41,5	12,6	25,3	44,3	35,9	12,0
Rios e/ou riachos não protegidos	8,6	10,1	13,3	3,0	2,0	10,5
Poços convencionais	36,7	15,5	15,1	27,6	22,8	12,4
Poços tubulares profundos jorrantes	1,1	0,5	1,0	1,3	1,6	0,4
Poços tubulares profundos não jorrantes	12,1	9,7	18,7	12,1	22,4	9,8
Cisternas	2,0	34,2	7,1	0,9	1,5	44,0

Fonte: IBGE (2019).

A presença de cisternas entre tais estabelecimentos tem crescido de modo significativo, ano a ano, nas duas últimas décadas. Esse fato é salutar e as vantagens da posse de tal equipamento em um estabelecimento, particularmente em anos de ocorrência de estiagens mais severas, é significativo (Castro, 2021). Não obstante o benefício da posse de tal equipamento, ele dificilmente provê o mesmo grau de segurança hídrica³ de um estabelecimento que possui uma nascente, um rio e/ou um riacho em seu interior. Diante da perspectiva dos impactos das mudanças climáticas, essa diferença qualitativa torna-se mais relevante.

Outra característica natural da região semiárida, conjugada com as características climáticas regionais e com as perspectivas das mudanças do clima – notadamente a menor precipitação e a maior temperatura média anual –, gera a necessidade de se pensar em formas de contribuir para a adaptação dos agricultores familiares regionais ao fenômeno climático em questão:⁴ o solo. Além da baixa fertilidade natural típica da maioria dos solos da região, uma segunda característica é pouco auspiciosa com relação à resiliência às mudanças climáticas por parte dos agricultores familiares: sua baixa profundidade média e, frequentemente, baixa capacidade de retenção de água no solo.

3. Sobre os diferentes conceitos de segurança hídrica, sugere-se a leitura do capítulo 2 do livro *Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica* (Castro, 2022).

4. O conceito de adaptação e os mecanismos adaptativos pertinentes no semiárido serão objeto de consideração na seção 4 deste *Texto para Discussão*.

Em artigo de Leite (2022), os principais tipos de solos, por extensão de área de cobertura, do semiárido são descritos e analisados de acordo com suas especificidades de manejo e de uso agrícola. Latossolos, neossolos litólicos, argissolos, luvisolos, planossolos, neossolos quartzênicos, neossolos regolíticos, cambissolos e vertissolos representam os principais tipos de solos do semiárido analisados pela referida autora. Os neossolos cobrem cerca de 32% da área do semiárido. Entre esses, os neossolos litólicos constituem o segundo tipo de solo mais comum na região (19%), atrás apenas dos latossolos (21%). Sua baixa profundidade, entre outras características, os torna pouco favoráveis ao desenvolvimento do cultivo de espécies vegetais.

Para mitigar os possíveis impactos negativos do fenômeno sobre a atividade no decorrer do século XXI e adiante, primeiro deve-se avaliar a capacidade adaptativa desse conjunto de agricultores. A partir de tal diagnóstico, o Estado pode criar iniciativas, por meio de suas políticas públicas, para promover uma maior capacidade adaptativa por parte dos agricultores familiares do semiárido. A primeira dessas tarefas, diagnosticar a capacidade adaptativa, é objeto central da próxima seção.

4 CAPACIDADE ADAPTATIVA DA AGRICULTURA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO

Os prognósticos sobre as mudanças climáticas no semiárido, conforme exposto na seção 2, indicam significativa probabilidade de aumento da temperatura média anual, redução da intensidade das precipitações anuais e aumento da variabilidade temporal da ocorrência das chuvas. Tudo isso combinado resulta em alerta relativo às perspectivas de impactos sobre a economia local, especialmente no caso da agropecuária.

Para lidar com as projetadas mudanças, as formas conhecidas dividem-se em dois tipos de mecanismos, os de mitigação e os de adaptação. De acordo com definição apresentada no portal Adapta Clima, do Ministério do Meio Ambiente,⁵

a mitigação refere-se à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) para evitar ou reduzir a incidência da mudança do clima; enquanto a adaptação busca reduzir seus efeitos danosos e explorar possíveis oportunidades. A adaptação é necessária independentemente do quanto conseguimos reduzir de emissões de GEE, pois as emissões históricas já alteraram o clima de maneira que a temperatura média global da Terra vem batendo recordes a cada ano.

5. Disponível em: <http://adaptaclima.mma.gov.br/adaptacao-a-mudanca-do-clima#:~:text=>.

Em outras palavras, as medidas de mitigação contribuem para a redução das emissões de GEEs e as de adaptação para minimizar os impactos das mudanças climáticas. Um exemplo de medida de mitigação, no caso da agropecuária, consiste na diminuição das emissões relacionadas à queima de combustível fóssil, obtida por meio da limitação do uso de tratores e de máquinas agrícolas que utilizem tal fonte de energia e/ou de inovações tecnológicas que tornem essas máquinas mais eficientes e menos poluentes. A análise sobre as medidas mitigadoras não constitui objeto deste estudo.

As medidas de adaptação, por sua vez, podem assumir formas muito variadas, em função da atividade agropecuária realizada pelo agricultor. As possíveis medidas de adaptação são dependentes, por exemplo, do tipo de cultivo e/ou do tipo de agricultura desenvolvida, irrigada ou de sequeiro, ou ainda do tipo de animal criado no estabelecimento agropecuário.

Determinados estudos destacam a importância de se investir em adaptação às mudanças climáticas e apontam potenciais opções de resposta para a agricultura familiar em relação aos impactos adversos das alterações climáticas, incluindo técnicas e tecnologias que permitam a conservação de água e do solo, a diversificação produtiva e o manejo integrado de recursos naturais (Machado Filho *et al.*, 2016). Alguns exemplos dessas tecnologias são a agricultura de baixo carbono, a agroecologia, os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), o uso de sistemas agroflorestais e a recuperação de áreas degradadas e restauração florestal (Machado Filho *et al.*, 2016). Tais práticas são entendidas como instrumentos produtivos e sustentáveis para a mitigação e adaptação às mudanças do clima (Machado Filho *et al.*, 2016).

Ressaltada a importância da capacidade adaptativa dos agricultores, familiares e não familiares, ao fenômeno climático, cumpre indagar como analisar essa capacidade avaliativa. Essa ponderação não é fácil. Afirmada de modo objetivo, e abrangente, a capacidade adaptativa está associada a diversos aspectos da atividade agropecuária de uma dada região ou do ponto de vista micro de um determinado agricultor. Tal capacidade está atrelada, entre outros fatores, ao nível de instrução do agricultor e de sua capacidade de se manter informado sobre novas tecnologias; além do nível de acesso a informações por parte do agricultor de inovações, o que, por sua vez, relaciona-se com uma série de aspectos, entre eles o recebimento de orientação técnica por esse agricultor.

A capacidade adaptativa está atrelada, ainda, à habilidade de o agricultor inovar em sua atividade agropecuária. Tal capacidade de inovar é, por seu turno, influenciada

por múltiplas variáveis, algumas das quais mencionadas no parágrafo anterior. Adicionalmente, inovar dependerá do fato de o agricultor ter recurso próprio – o que, frequentemente, não é o caso do agricultor familiar do semiárido – e/ou de haver alguma fonte de crédito que permita ao agricultor custear as tecnologias relativas ao processo de inovação.

A inovação e, por conseguinte, a capacidade adaptativa, em última instância, dependem primordialmente do processo de geração e de difusão de tecnologias que propiciem a necessária adaptação às vicissitudes das mudanças climáticas. O processo de difusão se sustenta sobre algum tipo de serviço de orientação técnica, público ou privado. Já o processo de geração se baseia na existência de instituições eficientes nas práticas de ciência e desenvolvimento tecnológico requeridos para tanto.

Burney *et al.* (2014) estudaram a questão da capacidade adaptativa por meio da análise do caso da experiência Adapta Sertão, destinada a promover o aumento da resiliência de agricultores familiares na bacia hidrográfica do rio Jacuípe no semiárido baiano. Não obstante esses autores não tenham utilizado nenhuma vez a terminologia capacidade adaptativa, em grande medida o que é analisado no referido artigo se relaciona estreitamente com isso. O texto conclui que os empreendimentos agropecuários dos agricultores familiares da região estudada são pouco resilientes, em outras palavras, têm baixa capacidade adaptativa às mudanças climáticas.

Outros estudos se vinculam à questão adaptativa sob pontos de vista distintos, ou sob terminologias diferentes – por exemplo, o da convivência com as secas. Diversos artigos são desenvolvidos a partir do arcabouço teórico da convivência, difundida desde a década de 1990 pela Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), organização sem fins lucrativos da sociedade civil, entre outros agentes disseminadores. Nessa linha, Freire e Falcão (2013), por exemplo, divulgam evento de intercâmbio de conhecimento dos próprios agricultores familiares do semiárido, o que foi intitulado pelas autoras como *Agricultoras e Agricultores-Experimentadores: protagonistas da convivência com o semiárido*.

A partir de algumas variáveis relativas aos estabelecimentos agropecuários e às atividades agropecuárias desses agricultores investigadas pelo IBGE no seu Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019), aborda-se o assunto e tenta-se inferir sobre referida capacidade. Considerado o tamanho da amostra do Censo e o fato de esse instrumento ainda ser relativamente recente, julga-se ser válida tal abordagem metodológica. Para compor a análise descritiva, diversas variáveis foram selecionadas.

Entre essas variáveis, além da disponibilidade de fonte de recurso hídrico no estabelecimento agropecuário, mencionada na seção anterior, incluem-se aquelas que indicam a frequência de utilização de tecnologias que colaborem para a ampliação da resiliência da produção agrícola diante de eventos climáticos extremos – como irrigação e práticas de preparo do solo que contribuam para mantê-lo úmido por um maior período de tempo (plantio direto). Adicionalmente, foram selecionadas algumas variáveis relacionadas à propensão do agricultor familiar em manter-se informado sobre inovações e, eventualmente, empregá-las no seu sistema produtivo – como alfabetização, nível de escolaridade, orientação técnica e associação a uma cooperativa.

A respeito da capacidade adaptativa dos agricultores familiares do semiárido, assume-se como hipótese que ela é baixa e, a esse fato relacionado, a resiliência de seus sistemas produtivos⁶ às mudanças climáticas é, igualmente, baixa. As tabelas 3, 4 e 5 da seção 3 expuseram algumas características dos estabelecimentos agropecuários do semiárido que os tornam pouco resilientes às intempéries climáticas e prejudicam a produção agropecuária e a geração de renda, especialmente nos momentos mais graves de manifestações climáticas prejudiciais.

Com relação ao fenômeno seca, tão frequente na região, uma possível alternativa consiste na agricultura irrigada. Deve-se, de antemão, ressaltar que não se considera que a agricultura irrigada seja uma panaceia para a agricultura do semiárido. Em primeiro lugar, conforme mencionado anteriormente, uma das limitações para o desenvolvimento agrícola na região reside na baixa disponibilidade hídrica local (Castro, 2018).

Ao longo do século XX, inúmeros governos investiram em projetos variados para prover a região semiárida de infraestrutura hídrica com o intuito de aumentar a disponibilidade hídrica regional, para, entre outros objetivos, permitir a expansão da agricultura irrigada. Atualmente, o megaprojeto da transposição do rio São Francisco, e seus inúmeros projetos acessórios, constitui o mais recente e, possivelmente, o mais ousado de todos os empreendimentos de tal natureza. O sucesso das iniciativas anteriores de promover a expansão da agricultura irrigada no semiárido foi muito aquém do esperado pelos sucessivos governos que os patrocinaram (Castro, 2018). Apesar disso,

muitos ainda defendem sem questionamentos que a expansão da área irrigada no semiárido constitui evidente oportunidade de desenvolvimento para o meio rural empobrecido. Esta visão desconsidera o problema hídrico regional e a possibilidade de que a expansão da área irrigada sem um aumento proporcional

6. “O sistema de produção é composto pelo conjunto de sistemas de cultivo e/ou de criação no âmbito de uma propriedade rural, definidos a partir dos fatores de produção (terra, capital e mão de obra) e interligados por um processo de gestão” (Hirakuri *et al.*, 2012, p. 13).

da disponibilidade hídrica pode pressionar ainda mais os recursos hídricos locais, resultando no aumento de conflitos e na crescente dificuldade de atender às necessidades mais básicas da população regional quanto à água (Castro, 2018, p. 45).

Feita essa ressalva sobre a dificuldade de expandir a agricultura irrigada na região sem o correspondente aumento da oferta hídrica para atender à demanda hídrica da atividade, é inegável que a irrigação oferece alguma segurança para o agricultor, especialmente em locais de clima tão errático quanto o semiárido. Caso a disponibilidade hídrica regional seja gradativamente ampliada por meio da açudagem e de alocação hídrica externa, como a transposição do rio São Francisco, questiona-se se os agricultores familiares estariam aptos a irrigar suas lavouras.

Em termos proporcionais, o número de estabelecimentos agropecuários de agricultores familiares do semiárido que dispõem de equipamentos para a agricultura irrigada não é baixo, se comparado à média brasileira (tabela 6). O percentual da região só é inferior ao observado para o Centro-Oeste. Isso não significa, entretanto, que esse percentual seja elevado, principalmente ao se considerar as vicissitudes climáticas regionais e o risco agrícola correspondente. O tamanho da área média apta para irrigação dos estabelecimentos familiares que dispõem dessa infraestrutura, no entanto, é o mais baixo entre todas as regiões consideradas. Isso não surpreende, tendo em vista a estrutura fundiária regional e o diminuto tamanho da maior parte dos estabelecimentos agropecuários familiares (tabela 3).

TABELA 6

Número de estabelecimentos da agricultura familiar com irrigação e área total irrigada: Brasil, grandes regiões e semiárido (2017)

Região	Agricultura familiar com agricultura irrigada			
	Número de estabelecimentos com irrigação		Área irrigada	
	Número	% do total de estabelecimentos da agricultura familiar	Número de ha	% do total da área da agricultura familiar
Brasil	376.567	9,66	1.389.069	3,69
Norte	28.715	5,98	107.212	3,73
Nordeste	172.601	9,39	391.279	2,27
Sudeste	117.972	17,12	628.636	5,33
Sul	45.121	6,78	217.982	4,83
Centro-Oeste	12.158	5,45	43.960	3,62
Semiárido	150.769	10,42	302.357	2,01

Fonte: IBGE (2019).

TEXTO para DISCUSSÃO

Em comparação, a agricultura irrigada dos agricultores familiares do semiárido utiliza, proporcionalmente, métodos mais eficientes no uso da água do que o adotado nas demais regiões brasileiras (tabela 7). Dos estabelecimentos familiares com irrigação, uma proporção maior utiliza práticas de irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) no semiárido do que nas demais regiões brasileiras, com exceção do Centro-Oeste, no caso da irrigação por gotejamento, e do Sudeste, no caso da microaspersão.

O percentual de estabelecimentos familiares irrigantes no semiárido que utilizam métodos menos eficientes no uso da água, como a aspersão convencional (tabela 7), só não é inferior ao da região Sudeste. Se analisados em conjunto, esses dados sobre agricultura irrigada nos estabelecimentos familiares no semiárido não sinalizam um cenário tão desfavorável, com a ressalva, repita-se, do tamanho diminuto da área irrigada. Ainda assim, deve-se frisar que quase 90% dos estabelecimentos familiares da região não dispunham de equipamentos de irrigação em 2017.

TABELA 7

Número de estabelecimentos da agricultura familiar com irrigação, por método: Brasil, grandes regiões e semiárido (2017)

Região	Proporção, por método de irrigação, de estabelecimentos agropecuários com agricultura irrigada			
	Métodos convencionais		Métodos localizados	
	Sulcos	Aspersão convencional	Gotejamento	Microaspersão
Brasil	2,4	23,1	27,8	20,7
Norte	0,6	12,9	21,6	16,8
Nordeste	4,8	18,6	28,3	21,0
Sudeste	0,3	29,1	28,5	27,6
Sul	0,4	30,2	26,1	6,8
Centro-Oeste	1,6	27,0	36,4	12,5
Semiárido	5,2	17,5	30,6	23,0

Fonte: IBGE (2019).

Outras variáveis que podem, de modo indireto, indicar uma maior ou menor capacidade adaptativa dos agricultores familiares do semiárido à problemática ambiental e climática relacionam-se com a adoção de práticas agrícolas que preservem atributos naturais do estabelecimento agropecuário, a exemplo de solo, fontes de recursos hídricos (como nascentes) e vegetação nativa. Sobre isso, afirma Leite (2022, p. 20):

de modo geral, como em todas as regiões do Brasil, a utilização de práticas conservacionistas nas atividades agropecuárias da região semiárida, além de promover a preservação do solo e a manutenção da sua capacidade produtiva, também contribuirá para a diminuição dos problemas de assoreamento, evitando o carreamento das partículas de solo até os cursos d'água. Dentre as práticas de manejo e conservação do solo, podem ser recomendadas: aração mínima, rotação de culturas, cultivos em faixas, cobertura morta, cultivos em contornos e pastoreio controlado. Em casos extremos de erosão do solo, podem ser utilizadas práticas mais complexas, como: terraço em nível, terraço em patamar, interceptores e controle de voçorocas.

Quanto à utilização dessas práticas, selecionamos algumas para compararmos o seu uso entre os agricultores familiares da região e os do restante do Brasil. O percentual de estabelecimentos familiares que empregam práticas agrícolas como rotação de culturas, pousio de solos e plantio direto na palha é apresentado na tabela 8. Com relação à rotação de culturas, o percentual de estabelecimentos familiares que empregam a prática no semiárido é significativamente menor do que na região Sul.

O plantio direto na palha, prática tão difundida no Sul e que poderia beneficiar diversas lavouras cultivadas no semiárido, por meio da retenção da umidade no solo por maior tempo, constitui prática rara na região. Estudos com experimentos variados no semiárido com relação ao uso da alternativa do plantio direto em diferentes lavouras, como melancia, melão, pimentão, entre outros, demonstram os benefícios dessa atividade (Silva, 2010; Teófilo *et al.*, 2012; Coelho *et al.*, 2013; Sales *et al.*, 2016).

TABELA 8

Práticas agrícolas dos estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar: Brasil, grandes regiões e semiárido (2017)

(Em %)

Região	Práticas agrícolas dos estabelecimentos familiares			
	Rotação de culturas	Pousio ou descanso de solos	Plantio direto na palha	Não utilizam preparo do solo
Brasil	19,01	13,65	11,01	44,53
Norte	8,65	10,05	4,96	69,21
Nordeste	13,03	16,32	2,63	42,10
Sudeste	16,77	12,19	6,07	51,32
Sul	48,71	13,27	45,35	21,08
Centro-Oeste	8,91	4,98	5,91	60,29
Semiárido	12,69	17,93	2,40	36,23

Fonte: IBGE (2019).

A difusão e a adoção de práticas agrícolas e tecnologias que permitam aos agricultores familiares regionais se adaptarem de modo mais eficiente aos desafios inerentes às mudanças climáticas depende, para acontecer de modo mais rápido e eficiente, de alguns fatores. A difusão faz parte das etapas finais do processo de inovação tecnológica, que tem início com os processos científicos relacionados ao desenvolvimento de novas tecnologias e termina com a devida utilização da tecnologia inovadora. Esse processo culmina com a adoção, a utilização efetiva da tecnologia.

Para que novas tecnologias sejam empregadas pelos agricultores familiares, é necessário o acesso à tecnologia, etapa de difusão, e a efetiva adoção por parte do agricultor. A questão do acesso será abordada mais adiante. Já a adoção está relacionada ao nível de instrução dos agricultores. Sobre isso, Hildo Souza Filho e outros autores, em artigo cujo objetivo foi avaliar o processo de difusão tecnológica na agricultura brasileira, identificaram que, no Brasil,

a difusão de tecnologia não é uniforme, ou seja, não ocorre com a mesma rapidez e intensidade entre os diferentes produtores e regiões. Por que alguns produtores adotam inovações e outros não? Por que alguns adotam mais rapidamente uma inovação, enquanto outros retardam a adoção? Quais são os fatores que explicam suas decisões? (Souza Filho *et al.*, 2011, p. 223).

Em resposta a tais perguntas, esses mesmos autores afirmam que o nível de instrução do agricultor tem relação significativa com o processo de adoção de tecnológico agrícola. Adicionalmente, defendem que “a capacidade de obter e processar informações e a habilidade no uso de técnicas agrícolas e de métodos de gerenciamento mais sofisticados podem contribuir para o sucesso do empreendimento” (Souza Filho *et al.*, 2011, p. 229).

Quanto ao nível de instrução médio dos agricultores familiares do semiárido, as estatísticas disponíveis no Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019) são apresentadas nas tabelas 9 (saber ler e escrever) e 10 (grau de escolaridade).

Com relação ao primeiro indicador do nível de educação dos agricultores familiares do semiárido, os dados não são, comparativamente, favoráveis (57,6% no semiárido *versus* 73,6% no Brasil – tabela 9). Não apenas o percentual de analfabetos é maior no semiárido se comparado à média brasileira ou a qualquer outra região do país, mas esse percentual é muito superior ao das demais regiões, com exceção do Nordeste, que abrange a maior parte do semiárido e, portanto, tem sua média influenciada por ele.

TABELA 9**Agricultores familiares que sabem ler e escrever: Brasil, grandes regiões e semiárido (2017)**

(Em %)

Região	Sabem ler	
	Sim	Não
Brasil	73,6	26,4
Norte	77,3	22,7
Nordeste	57,8	42,2
Sudeste	87,8	12,2
Sul	95,2	4,8
Centro-Oeste	88,3	11,7
Semiárido	57,6	42,4

Fonte: IBGE (2019).

TABELA 10**Grau de escolaridade do agricultor familiar: Brasil, grandes regiões e semiárido (2017)**

(Em %)

Escolaridade do agricultor familiar	Região						
	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Semiárido
Nunca frequentou escola	17,95	18,20	26,26	10,68	4,52	11,40	26,41
Classe de alfabetização	14,14	13,09	22,79	5,41	2,49	6,88	23,11
Educação de jovens e adultos (EJA)	1,69	2,05	2,57	0,64	0,31	0,89	2,53
Primário (elementar)	25,44	18,46	15,84	36,99	43,73	29,39	16,55
Ginasial	5,83	4,10	3,81	7,64	9,39	10,10	3,43
Regular do ensino fundamental	19,35	28,24	17,70	17,65	20,56	15,33	17,62
EJA e supletivo do ensino fundamental	0,40	0,72	0,38	0,26	0,35	0,45	0,40
Antigo científico, clássico	0,43	0,22	0,37	0,73	0,39	0,63	0,37
Regular de ensino médio	10,59	11,61	8,24	12,32	12,72	16,06	7,74
Técnico de ensino médio	1,15	0,87	0,58	2,09	1,59	2,17	0,53
EJA e supletivo do ensino médio	0,23	0,24	0,18	0,20	0,34	0,37	0,18
Superior – graduação	2,71	2,14	1,23	5,19	3,49	6,14	1,09
Mestrado ou doutorado	0,09	0,06	0,04	0,19	0,12	0,19	0,04

Fonte: IBGE (2019).

Quanto ao indicador de frequência à escola (tabela 10), novamente o retrato oferecido pelas estatísticas não é favorável, comparativamente, ao semiárido. Os dados demonstram que o nível de instrução formal dos agricultores familiares do semiárido é inferior ao dos seus pares nas demais regiões brasileiras. Mais de um quarto dos agricultores familiares do semiárido nunca frequentou uma escola. O percentual que frequentou o ensino médio regular ou técnico e superior também é consideravelmente inferior – particularmente no caso do ensino médio técnico, modalidade que possui, inclusive, um tipo voltado para quem trabalha ou vai trabalhar com agropecuária (técnico agrícola), e do ensino superior.

Desse modo, as evidências apresentadas acima sugerem uma menor capacidade do agricultor familiar do semiárido em participar do processo de inovação tecnológica – a qual se supõe ser de extrema relevância quanto à capacidade adaptativa da agricultura regional diante das mudanças climáticas –, pelo menos no que diz respeito ao nível de instrução dos agricultores familiares.

Paralelamente, questiona-se quanto ao aspecto do acesso à informação relacionada às novas técnicas e tecnologias e aos modos apropriados de utilização. Esse aspecto constitui o cerne do processo de difusão de tecnologia, o qual é realizado por diferentes tipos de serviço, denominados assistência técnica e extensão rural (Ater) e/ou orientação técnica.⁷ A importância dos serviços de Ater para impulsionar a agricultura familiar do Nordeste e, conseqüentemente, do semiárido é reconhecida em inúmeros estudos (Souza Filho *et al.*, 2011; Castro e Freitas, 2021; Pereira e Castro, 2021).

O percentual de agricultores familiares do semiárido que recebem algum tipo de orientação técnica é baixo, 8,2% (tabela 11). A principal origem do serviço para esse público é proveniente dos governos estaduais. Compare-se esse percentual de cobertura na região com o observado para o Sul do Brasil para se perceber o quanto o acesso pode e, possivelmente, deve ser melhorado no semiárido. Sobre o acesso ao serviço de Ater no Sul, constata-se que a principal origem do serviço na região consiste nas cooperativas, às quais significativo número de agricultores familiares sulistas são vinculados.

7. Neste artigo as duas denominações são utilizadas como equivalentes.

TABELA 11**Origem da orientação técnica recebida dos agricultores familiares: Brasil, grandes regiões e semiárido (2017)**

(Em %)

Origem da orientação técnica recebida	Região						
	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Semiárido
Recebe (1)	18,2	8,8	7,3	24,5	48,9	16,4	8,2
Governo ¹ (2)	7,9	6,7	4,9	9,5	15,7	6,5	5,8
Própria	3,9	1,3	1,1	7,8	9,1	5,6	1,2
Cooperativa	4,7	0,3	0,6	6,0	18,2	3,1	0,6
Empresas integradoras	2,9	0,2	0,1	1,3	14,8	0,9	0,1
Empresas privadas	0,5	0,1	0,1	0,4	2,0	0,5	0,1
ONGs	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3
Sistema S	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1
Outra	0,9	0,4	0,5	1,7	1,8	0,7	0,5
Não recebe	81,8	91,2	92,7	75,5	51,1	83,6	91,8
Relação ((1)/(2))100 ²	43,4	76,1	67,1	38,8	32,1	39,6	70,7

Fonte: IBGE (2019).

Elaboração dos autores.

Notas: ¹ Federal, estadual ou municipal.

² Relação indicativa do percentual de agricultores que receberam orientação técnica de instituições governamentais sobre o total de agricultores familiares que tiveram orientação em 2017.

Obs.: ONG – organização não governamental.

Essa vinculação às cooperativas constitui, potencialmente, um importante elemento de suporte para os agricultores familiares sulistas. Oliveira e Bertolini (2022) destacam a relevância do cooperativismo nos processos de gerenciamento, organização social, informação econômica e desenvolvimento sustentável dos agricultores familiares participantes do arranjo organizacional. Em um mundo globalizado, no âmbito de uma atividade (a agropecuária) na qual os agricultores (especialmente os pequenos, os familiares) não são formadores de preço dos seus produtos e, contrariamente, são tomadores de preço dos insumos que necessitam em sua atividade, ter conhecimento sobre informações e melhores condições de acesso a mercados e de negociação do preço de venda de seus produtos e de compra dos insumos pode fazer muita diferença com relação ao sucesso do empreendimento individual de cada um dos participantes.

Some-se aos benefícios elencados acima a possibilidade de os agricultores familiares, associados em cooperativas, capacitarem-se coletivamente para lidar com os

TEXTO para DISCUSSÃO

desafios das mudanças climáticas. Apesar dos potenciais, e empiricamente observados (como no estudo de Oliveira e Bertolini, 2022), benefícios do cooperativismo, a prática é pouco difundida entre os agricultores familiares do semiárido (tabela 12).

Não obstante um percentual considerável (44,6%) de agricultores familiares na região ser associado a algum tipo de entidade de classe ou a outras entidades associativas – percentual apenas inferior ao observado para a região Sul (tabela 12) –, o índice de agricultores cooperados, tipo de associação mais vinculada diretamente com acesso a mercados, orientação técnica e outros processos, é muito baixo na região. Apenas 1,2% dos agricultores familiares do semiárido eram membros de alguma cooperativa em 2017, o menor índice entre todas as regiões consideradas. A média brasileira no referido ano era igual a quase dez vezes o índice do semiárido, 10,6%; na região Sul, esse percentual era igual a 37,3%.

TABELA 12

Associação dos agricultores familiares à cooperativa e/ou à entidade de classe
(Em %)

Região	É associado	Cooperativa	Entidade de classe ou sindicato	Associação ou movimento de produtores	Associação de moradores	Não é associado
Brasil	40,1	10,6	22,1	8,3	8,0	59,9
Norte	29,7	3,2	13,9	11,3	5,2	70,3
Nordeste	40,8	1,3	25,4	9,5	12,4	59,2
Sudeste	38,2	14,5	18,6	8,3	5,2	61,8
Sul	52,5	37,3	26,7	3,3	2,6	47,5
Centro-Oeste	25,4	10,9	9,0	6,2	2,9	74,6
Semiárido	44,6	1,2	27,3	11,2	14,7	55,4

Fonte: IBGE (2019).

5 O ESTADO, POLÍTICAS PÚBLICAS E A CAPACIDADE ADAPTATIVA DOS AGRICULTORES FAMILIARES DO SEMIÁRIDO AO FENÔMENO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Os múltiplos cenários de mudanças climáticas têm ensejado a elaboração de diversos estudos que tentam estimar quais impactos tais modificações do clima, nas diferentes intensidades consideradas, poderão provocar na agropecuária. Como regra, as projeções são preocupantes no caso de lavouras diversas. Na seção anterior, foram avaliadas algumas características dos estabelecimentos agropecuários e dos próprios

agricultores familiares do semiárido que denotam, indiretamente, a sua capacidade de adaptação ao fenômeno.

No geral, as características observadas não são favoráveis no sentido de sugestão de uma capacidade adaptativa dos agricultores do semiárido e de seus estabelecimentos agropecuários ao fenômeno climático adverso. Inseridos em um ambiente de clima severo, o qual, independentemente de quaisquer mudanças climáticas, representa historicamente um elemento desafiador para a realização das atividades produtivas agropecuárias cotidianas e, especialmente, para a obtenção de retornos de produtividade e econômicos vigorosos, os agricultores familiares da região semiárida brasileira sofrem grave ameaça com o incremento da adversidade climática regional.

Somam-se ao desafio climático outros como de natureza tecnológica, social, econômica, política: por exemplo, o baixo nível de instrução média dos agricultores familiares da região em relação ao observado para qualquer outra grande região brasileira (tabelas 9 e 10); o relativo atraso técnico ou tecnológico, conforme sugerido pela avaliação de variáveis indicativas indiretas apresentadas nas tabelas 6, 7 e 8; ou, ainda, desafios de natureza político-institucional, como o acesso a serviços de orientação técnica ou o costume associativista pouco arraigado, entre outros.

Tudo isso conjugado resulta não somente nas baixas produtividades médias da agricultura na região (tabela 2), mas também no baixo nível de renda auferido por meio da produção agropecuária dos estabelecimentos familiares do semiárido (tabela 13), bem como do baixo percentual da receita da produção agropecuária do estabelecimento sobre a receita total – isto é, receita da produção agropecuária do estabelecimento mais outras receitas do estabelecimento e outras receitas do produtor.

A receita da produção do estabelecimento agropecuário no semiárido é uma fração da observada nas demais regiões brasileiras (segunda coluna da tabela 13), representando menos de um terço da receita de produção média dos estabelecimentos familiares brasileiros e menos de um sexto daquela observada para o Sul. Caso se avalie em termos de percentual da receita da produção agropecuária sobre a receita total do agricultor e do estabelecimento, obtém-se, novamente, evidência de menor relevância relativa da produção agropecuária como fonte de receita para os agricultores familiares do semiárido.

TABELA 13

Valor médio das receitas ou rendas obtidas pelos estabelecimentos agropecuários familiares: Brasil, grandes regiões e semiárido (2017)
(Em R\$ 1 mil)

Região	Total	Receitas da produção do estabelecimento agropecuário	Outras receitas do estabelecimento agropecuário	Outras rendas do agricultor
Brasil	35.095,3	30.041,2	13.299,7	13.695,6
Norte	27.574,2	21.704,5	14.882,6	10.250,1
Nordeste	16.817,2	9.755,0	5.449,8	11.213,5
Sudeste	47.308,5	41.230,4	19.944,8	17.984,0
Sul	70.643,4	63.327,4	21.920,2	19.519,3
Centro-Oeste	56.417,9	49.079,3	22.280,7	18.511,1
Semiárido	16.827,6	9.130,8	5.240,5	11.552,1

Fonte: IBGE (2019).

A média brasileira da participação das receitas de produção sobre o total das receitas dos estabelecimentos mais as rendas do agricultor é igual a 69,0%. No semiárido, essa participação é de apenas 37,1%, mais baixa do que a observada para qualquer uma das cinco grandes macrorregiões (tabela 14); na região Sul, essa participação supera o patamar de 80%.

TABELA 14

Fontes de receitas dos estabelecimentos agropecuários familiares e do agricultor familiar sobre a renda total: Brasil, grandes regiões e semiárido (2017)
(Em %)

Região	Receitas da produção do estabelecimento agropecuário	Outras receitas do estabelecimento agropecuário	Outras rendas do agricultor
Brasil	69,0	2,8	28,2
Norte	72,3	4,4	23,3
Nordeste	41,7	2,3	56,0
Sudeste	73,4	2,5	24,0
Sul	80,4	2,7	16,8
Centro-Oeste	77,4	3,6	19,0
Semiárido	37,1	2,4	60,5

Fonte: IBGE (2019).

Isso não significa que a produção agropecuária não constitua uma importante fonte de renda para os agricultores familiares do semiárido. Deve-se ressaltar que muitos produzem para o autoconsumo na região e isso não é registrado como renda pela metodologia empregada pelo IBGE na elaboração do Censo Agropecuário 2017. Dos 1,44 milhão de estabelecimentos agropecuários familiares do semiárido, apenas 64,7% obtiveram receita com a venda de produtos agropecuários em 2017; no Sul, 86,6% (tabela 15).

TABELA 15

Estabelecimentos agropecuários familiares que obtiveram receita financeira com a produção agropecuária: Brasil, grandes regiões e semiárido (2017)

(Em % do total)

Região	Receitas da produção do estabelecimento agropecuário	Outras receitas do estabelecimento agropecuário	Outras rendas do agricultor
Brasil	75,7	7,0	67,9
Norte	86,2	7,6	58,8
Nordeste	67,5	6,7	78,9
Sudeste	78,1	5,6	58,5
Sul	86,6	8,5	58,8
Centro-Oeste	81,0	8,3	52,7
Semiárido	64,7	7,3	83,3

Fonte: IBGE (2019).

O percentual de agricultores familiares no semiárido que obtiveram renda a título pessoal, por sua vez, é o maior entre todas as regiões. Considerando esses tipos de renda – renda de aposentadoria ou pensão; renda obtida em atividades fora do estabelecimento; prêmio dos programas Garantia Safra e Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), entre outros –, os agricultores familiares do semiárido se destacam, juntamente com os do Nordeste e da região Norte, no recebimento de renda proveniente de programas de transferência de renda dos governos federal, estadual e municipal (tabela 16).

Tais estatísticas sugerem, comparativamente, alguma limitação na geração de renda na atividade produtiva por parte da agricultura familiar do semiárido – 75,7% dos estabelecimentos obtiveram renda por meio da produção agropecuária no Brasil em 2017 (tabela 15); no semiárido esse percentual foi de 64,7%, inferior à média de qualquer uma das cinco macrorregiões brasileiras. Os números demonstram, ainda, uma relevância ou dependência maior da renda proveniente de programas governamentais,

inclusive os de transferência de renda (tabela 16). Caso alguns dos impactos projetados das mudanças climáticas sobre a agropecuária regional se confirmem, esse cenário pode ser agravado e os agricultores familiares passem a depender, cada vez mais, das medidas assistencialistas governamentais.

TABELA 16**Valor das outras receitas do agricultor familiar por tipologia (2017)**

(Em % do total das outras receitas)

Região	Aposentadorias ou pensões	Atividades fora do estabelecimento agropecuário	Prêmio de programa Garantia Safra	Prêmio do Proagro Mais	Programa Nacional de Habitação Rural	Serviços ambientais	Programas governamentais (F, E, M)
Brasil	82,1	11,2	0,5	0,1	0,3	0,1	5,7
Norte	69,0	15,1	0,1	0,0	0,4	0,5	14,9
Nordeste	84,0	5,8	1,0	0,1	0,2	0,1	9,0
Sudeste	83,8	14,1	0,1	0,1	0,3	0,0	1,5
Sul	82,9	15,4	0,1	0,4	0,4	0,0	0,7
Centro-Oeste	76,9	21,6	0,0	0,1	0,3	0,0	1,1
Semiárido	84,8	5,3	1,2	0,1	0,1	0,1	8,5

Fonte: IBGE (2019).

Obs.: 1. Proagro Mais – Programa Garantia da Atividade Agropecuária da Agricultura Familiar.

2. F – federal; E – estadual; M – municipal.

Caso se deseje minimizar esse risco, é necessário promover mudanças nos sistemas produtivos agropecuários do semiárido para que se tornem mais resilientes às mudanças do clima. Em função das inúmeras limitações expostas ao longo deste artigo, assume-se que o auxílio do Estado será importante, quiçá fundamental, no fomento do fortalecimento da capacidade adaptativa dos agricultores familiares do semiárido, a começar pela questão tecnológica.

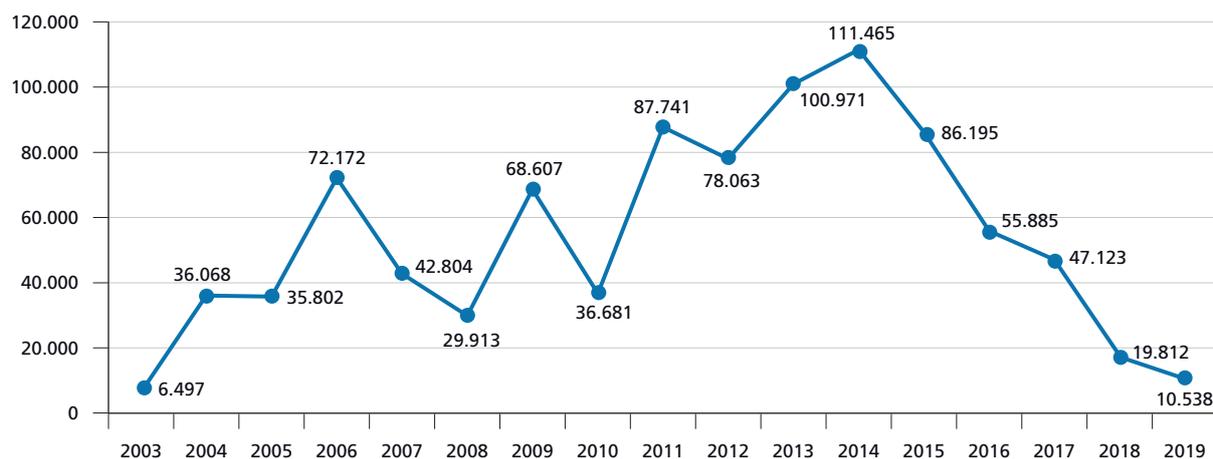
Em relação a isso, tecnologia e produção agropecuária no semiárido, duas questões se sobressaem: tecnologias de armazenamento e uso eficiente da água na agropecuária e desenvolvimento de variedades vegetais adaptadas às condições climáticas locais (altas temperaturas médias e baixa precipitação). Quanto ao armazenamento de água, uma iniciativa tecnológica de significativo sucesso nos últimos vinte anos é representada pela disseminação da posse e uso de cisternas para armazenamento de água no semiárido por parte, entre outros, dos agricultores familiares.

A partir de 2003, o governo federal, em parceria com a ASA, ONG atuante em múltiplas questões relativas ao semiárido brasileiro, investiu em programa de construção de cisternas na região (Castro, 2021). De acordo com estatísticas registradas no Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019), naquele ano, dos 1.446.882 estabelecimentos agropecuários familiares localizados no semiárido, 808.472 (55,5%) possuíam pelo menos uma cisterna.

A maioria das cisternas existentes nestes estabelecimentos, é necessário ressaltar, consistem em cisternas de primeira água, destinadas, eminentemente, ao armazenamento de água para consumo – dessedentação, água para cozinhar, higiene pessoal e saneamento – das pessoas residentes nos estabelecimentos agropecuários. Um número crescente de cisternas de segunda água, armazenadoras de recurso hídrico destinado para utilização nas atividades agropecuárias dos estabelecimentos – irrigação de pequenas áreas e dessedentação animal –, todavia, foram instaladas nos anos mais significativos, em termos orçamentários e número de cisternas construídas (gráfico 1), do Programa Cisternas (2009-2015).

GRÁFICO 1

Número de cisternas de 16 mil litros construídas pelo Programa Cisternas (2003-2019)



Fonte: Porto (2019) *apud* Andrade (2020).

Segundo Arsky (2020), no final da década de 2010, existiam pouco mais de 200 mil cisternas de segunda água no semiárido. Não há dados recentes precisos que permitam avaliar o número atual, em fins de 2023, de cisternas de segunda água nos estabelecimentos agropecuários familiares do semiárido. Como o orçamento do Programa Cisternas, oficialmente denominado Programa Nacional de Apoio à Captação de Água

TEXTO para DISCUSSÃO

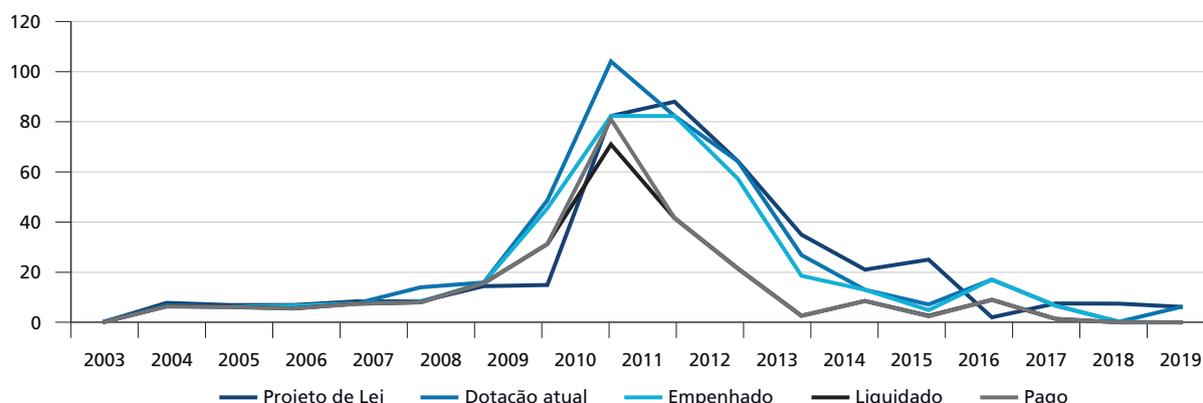
de Chuva e outras Tecnologias Sociais, foi continuamente reduzido a partir de 2015 (gráfico 2), e chegou a ser praticamente zerado em 2020, supõe-se que esse número não tenha crescido muito nos anos 2020, pelo menos até 2023.

Depois desse período de relativo abandono do Programa Cisternas, possivelmente, o número de cisternas de primeira e segunda águas construídas voltará a crescer, em função da divulgação, por parte do governo federal, da retomada do programa. De acordo com o anúncio realizado no mês de julho de 2023, foram lançados dois editais, sendo um deles: “para a contratação de cisternas de consumo e produção de alimentos no semiárido, com investimento de R\$ 400 milhões para construção de 51.490 cisternas”.⁸

GRÁFICO 2

Orçamento do Programa Cisternas (projeto de lei e dotação atual), valores empenhados e pagos (2003-2021)

(Em R\$ milhões)



Fonte: Castro (2021).

Não obstante o potencial das cisternas de segunda água em contribuir para a produção agropecuária, ao armazenar água utilizável em períodos prolongados de seca (comuns no semiárido) na irrigação de pequenas hortas e na dessedentação animal,⁹ elas têm a limitação da quantidade de água armazenada – a cisterna padrão atualmente

8. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/assistencia-social/2023/07/com-investimento-de-r-562-milhoes-governo-federal-retoma-programa-cisternas>.

9. Segundo Porto *et al.* (2006), uma vaca (boi) adulta bebe, em média, cerca de 45 litros por dia; uma cabra (bode) bebe, em média, cerca de 8 litros por dia. De acordo com o Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019), os estabelecimentos agropecuários do semiárido possuíam, em média, 5,3 vacas ou bois e 3,6 cabras ou bodes. Esse rebanho típico consome, aproximadamente, 267 litros de água por dia. Os 16 mil litros de água de uma cisterna podem, portanto, fornecer água para o rebanho típico do agricultor familiar do semiárido por cerca de sessenta dias, com necessidade hídrica plenamente atendida, ou um número maior, com necessidade parcialmente atendida.

construída na região armazena 16 mil litros de água. Em termos de segurança alimentar dos residentes do estabelecimento agrofamiliar elas são, portanto, relevantes.

Em termos de ofertar água para uma produção agrícola ou pecuária potencialmente geradora de excedentes comercializáveis e, conseqüentemente, de renda monetária para o agricultor familiar, contudo, as cisternas de segunda água são menos relevantes. Outras tecnologias, como as barragens subterrâneas, possuem maior potencial de mitigação das deficiências hídricas regionais no que tange à produção agrícola.

Conforme Silva *et al.* (2007a, p. 1, grifo nosso),

devido à irregularidade das chuvas, os agricultores do semiárido estão sempre enfrentando riscos de perdas totais ou parciais de suas lavouras. Para vencer essas limitações, é imprescindível que se *auente a eficiência do aproveitamento das chuvas que caem nos agroecossistemas*. Este aumento da eficiência pode ser conseguido pela combinação do uso de técnicas de captação de água de chuva com a escolha de cultivos apropriados de baixa exigência hídrica.

As barragens subterrâneas contribuem para uma maior eficiência do aproveitamento da água por meio da sua retenção no solo por um maior período de tempo. Pesquisas realizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), como a de Silva *et al.* (2007a), desde a década de 1980, têm contribuído para o aprimoramento da tecnologia. A tecnologia tem sido utilizada com sucesso, no semiárido, no cultivo de milho, feijão, sorgo, diferentes tipos de capim, mandioca, cana de açúcar, hortaliças, feijão de corda, arroz, flores, entre outros (Silva *et al.*, 2007a; Silva *et al.*, 2007b).

Entre as vantagens do uso das barragens subterrâneas no semiárido, incluem-se (Silva *et al.*, 2007a):

- inexistência de perda de área agricultável para o armazenamento de água (tal qual ocorre nas barragens de superfície), em função de a área de captação de água constituir a área de plantio (isso é importante para a agricultura familiar no semiárido em virtude das diminutas áreas – tabela 3);
- redução da evaporação da água (não há formação de espelho d'água como nas barragens de superfície);
- baixo custo e facilidade de construção; e
- geração de emprego, pois pode ser construída inteiramente com mão de obra da comunidade local.

TEXTO para DISCUSSÃO

Há, contudo, limitações do uso da barragem subterrânea, conforme elencado por Silva *et al.* (2007a):

- existência de ambientes para os quais a tecnologia não é apropriada;
- falta de conhecimento básico pela maioria dos agricultores sobre a tecnologia (a capacitação de extensionistas e o acesso a serviços de Ater podem contribuir para mitigar essa limitação – mais a respeito disso pode ser verificado no decorrer desta seção); e
- risco de salinização do solo, especialmente nas condições edafoclimáticas do semiárido, em função de construção da barragem fora dos padrões técnicos recomendados e/ou em decorrência do manejo inadequado da área de captação ou plantio.

O investimento em pesquisas sobre o aprimoramento da tecnologia e sua utilização agrícola em diferentes ambientes e para distintos cultivos no semiárido requer continuado apoio do Estado a iniciativas da Embrapa, bem como de outros institutos de pesquisa públicos envolvidos com a questão. Outro modo de o Estado apoiar a disseminação do uso da infraestrutura consiste no aporte financeiro.

O custo de construção de uma barragem subterrânea é um pouco superior ao de uma cisterna.¹⁰ Diante das dificuldades financeiras de grande parte dos agricultores familiares do semiárido, uma possibilidade consiste na criação, por parte de governos estaduais e, eventualmente, do governo federal, de iniciativa nos moldes do Programa Cisternas, com o intuito de aumentar o número de estabelecimentos agropecuários familiares na região que possuam a infraestrutura necessária.

Independentemente da enorme relevância da disponibilidade hídrica para a agricultura familiar no semiárido, a questão tecnológica transcende isso. Tecnologias que permitam a obtenção de maiores produtividades agrícolas e pecuárias, menor dispêndio de insumos, maior resiliência ou adaptação ao clima quente, entre outras, são fundamentais para, gradativamente, transformar a eficiência da agropecuária na região e contribuir para a inclusão produtiva dos agricultores familiares regionais.

10. O investimento de R\$ 1,5 milhão, programado pelo governo de Alagoas em 2020, para a construção de sessenta barragens subterrâneas indica um custo unitário igual a, aproximadamente, R\$ 25 mil. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/noticias/alagoas-investira-r-1-5-mi-na-construcao-de-barragens-subterraneas>. No caso da cisterna construída com recursos provenientes do governo federal, o custo estimado é de cerca de R\$ 7.700, segundo edital lançado pelo governo federal em 2023 para a construção de 51.490 cisternas, com um orçamento previsto de 400 milhões de reais. Disponível em: <https://www.gov.br/mds/pt-br/noticias-e-conteudos/desenvolvimento-social/noticias-desenvolvimento-social/mds-retoma-programa-cisternas-com-investimento-de-mais-de-r-562-milhoes>.

Em função da baixa renda monetária auferida pelos agricultores familiares do semiárido e, conseqüentemente, sua reduzida disponibilidade de recursos para a aquisição de insumos produtivos variados (inclusive sementes), o desenvolvimento de variedades vegetais de espécies cultivadas na região não tende a despertar o interesse por parte de grandes empresas privadas do agronegócio. Disso resulta a relevância das instituições públicas de pesquisa agropecuária atuantes na região, como a Embrapa.

Exemplos de variedades desenvolvidas pela empresa especificamente para as condições climáticas do semiárido são inúmeros. Apenas para citar alguns, conforme a seção de tecnologias para o semiárido do *site* da Embrapa:¹¹

- milho BRS¹² Catingueiro: variedade de milho superprecoce (florescimento entre 41 e 50 dias), apresenta como vantagens a diminuição do risco de sofrer com estresse de umidade no período que o milho é mais sensível à falta de água. Adapta-se às regiões do Nordeste brasileiro e, especificamente, à região semiárida;
- feijão-caupi BRS Aracê: cultivar de feijão-caupi com adaptação ao bioma Caatinga;
- algodão colorido BRS Jade: cultivar de fibra colorida de cor marrom-claro, com elevado potencial de rendimento de fibra e alta produtividade, superando os 4.500 kg/ha. A cultivar apresenta alto potencial produtivo no semiárido;
- sorgo forrageiro BRS 658: híbrido com produtividade média de 50 t/ha de produção de massa verde, ciclo vegetativo adequado para ensilagem, tolerante à seca, com baixo custo de produção e alta qualidade de forragem; e
- mamona BRS Energia: “cultivar de mamona de porte baixo, em torno de 1,40 m, ciclo entre 120 e 150 dias, caule verde com cera, cachos cônicos com tamanho médio de 60 cm, frutos verdes com cera e indeiscentes, o que permite que seja feita uma única colheita”.¹³

11. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tecnologias-para-o-semiarido/producao-vegetal>.

12. As cultivares produtoras de grãos desenvolvidas pela Embrapa, ao serem incluídas no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), atrelado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), recebem a sigla BRS (BR – Brasil; e S – sementes), seguida de número ou nome fantasia.

13. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/908/mamona---brs-energia#:~:text=A%20BRS%20Energia%20%C3%A9%20uma,seja%20feita%20uma%20%C3%BAnica%20colheita>.

TEXTO para DISCUSSÃO

A produção da Embrapa para a região não se limita ao desenvolvimento de variedades vegetais adaptadas às condições edafoclimáticas do semiárido. Inclui o desenvolvimento de práticas e técnicas de produção, animal e vegetal, de melhoramento genético, de sistemas produtivos variados, entre outros. Ainda de acordo com a seção de tecnologias para o semiárido do *site* dessa empresa, são citados alguns exemplos, conforme a seguir descrito.

- Núcleos de melhoramento genético participativo: estratégia de melhoramento genético de caprinos e ovinos com utilização dos recursos disponíveis nas próprias comunidades de agricultores (Embrapa Caprinos e Ovinos – Sobral, Ceará).
- Sistema Glória de produção de leite para o semiárido: desenvolvido para as bacias leiteiras das zonas agrestes de Pernambuco, Alagoas e Sergipe, tem baixo nível de uso de insumos e impacto ambiental. Idealizado para a agricultura familiar (Embrapa Semiárido – Petrolina, Pernambuco).
- Alimentos alternativos para caprinos e ovinos: pedúnculo de caju, mamona, restos culturais do abacaxi e maracujá constituem exemplos de alimentos alternativos com potencial de redução dos custos de produção na terminação de caprinos e ovinos (Embrapa Caprinos e Ovinos – Sobral, Ceará).

Tais exemplos são representativos de um pequeno grupo de tecnologias, técnicas ou práticas desenvolvidas com foco no semiárido, no geral, e, frequentemente, na agricultura familiar da região. A transformação da realidade desses agricultores, a começar pela produtividade ou rentabilidade econômica das atividades agropecuárias por eles desenvolvidas, consiste em processo longo e árduo e não se encerra na geração das inovações técnicas ou tecnológicas.

Como exposto anteriormente neste artigo, as evidências das limitações produtivas da agricultura familiar do semiárido são inúmeras, incluindo, por exemplo, as baixas produtividades de cultivos amplamente disseminados na região (tabela 2), a baixa renda média proveniente da produção agropecuária dos estabelecimentos familiares regionais (tabela 13), entre outras. Modificar tal estado demandará a contribuição bem-sucedida de uma série de fatores, alguns dos quais destacados neste trabalho, inclusive aqueles relativos à adaptação às mudanças climáticas.

Após a geração, todas as tecnologias precisam ser disseminadas e submetidas à avaliação da sua adequação e utilidade no real ambiente produtivo, que naturalmente é diferente das condições de laboratório e/ou das estações experimentais. Essa disseminação no semiárido esbarra em um obstáculo multivariado, consistente na capacidade

inovadora do agricultor familiar. Tal capacidade envolve variáveis como nível de instrução do agricultor, existência de tecnologias apropriadas para as suas atividades, conhecimento e acesso a tais tecnologias, disponibilidade de recursos financeiros para investir nessas tecnologias, entre outras.

No geral, os agricultores familiares do semiárido, conforme exposto na seção 4, apresentam uma série de limitações com relação a esses aspectos:

- baixo nível de instrução médio (tabelas 9 e 10);
- limitações de conhecimento e acesso às tecnologias, como indicado pelo baixo percentual de agricultores familiares com acesso a serviços de orientação técnica (tabela 11) e pelo baixo percentual de agricultores vinculados a associações e, principalmente, cooperativas (tabela 12); e
- reduzida disponibilidade de recursos financeiros próprios para investir em insumos e novas tecnologias (conforme sugerido pelas estatísticas apresentadas na tabela 13).

Para contornar tais limitações, são requeridas múltiplas iniciativas: melhoria da educação rural; ampliação do acesso a serviços de Ater de qualidade; fortalecimento de uma cultura associativista, de cooperativismo, na região semiárida no âmbito dos agricultores familiares; e ampliação do acesso dos agricultores familiares regionais ao crédito agrícola. Dois desses aspectos – educação rural e fortalecimento do associativismo – requerem considerações mais extensas e minuciosas que transcendem os propósitos definidos deste artigo, especialmente no caso da educação rural, e, portanto, não serão aqui abordados. Os demais, Ater e crédito, constituirão os dois últimos componentes que são breves objetos de escrutínio neste estudo.

Quanto à Ater, a reduzida cobertura do serviço no semiárido – apenas 8,2% dos agricultores familiares receberam orientação técnica, em 2017 (IBGE, 2019) – conjugada com uma maior dependência comparativa do serviço prestado por instituições públicas (70,7%, conforme a última linha da tabela 11) indicam que a melhoria desse cenário não é trivial e que, provavelmente, dependerá, em alguma medida, da ampliação da capacidade estatal de prover o serviço.

Desde a extinção, em 1990, da Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (Embrater), empresa federal que encabeçava o sistema público de Ater brasileiro, a assistência técnica pública ficou sob responsabilidade exclusiva dos governos estaduais, com resultados variados. A respeito da extinção da Embrater e do período

subsequente de desestruturação da Ater pública brasileira, Caporal (2014, p. 28) afirma que,

desconsiderando o que reza na Constituição de 1988 e na Lei Agrícola de 1991, que determinam que o Estado mantenha serviços de Ater, o governo federal foi omissivo durante doze anos, período em que a extensão rural brasileira ficou sob a orientação exclusiva dos governos dos estados, a quem coube arcar com os recursos financeiros necessários para a manutenção de suas entidades de Ater. Isto levou a uma situação de precariedade na maior parte dos estados, com reestruturações das entidades, demissão de servidores etc.

O percentual restrito de agricultores familiares no semiárido e no Nordeste recebedores de orientação técnica em 2017 constitui indício de que a Ater governamental dos estados componentes dessas regiões possui limitações significativas.

A reformulação da Ater pública no semiárido, e no Brasil como um todo, tem sido objeto de debates e iniciativas variadas desde, pelo menos, 2003. Nesse ano, foi criada a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER), pautada em princípios participativos de prestação do serviço e em outros elementos inovadores. Motivos diversos, como desconhecimento sobre a política, objeções político-ideológicas por parte de alguns governos estaduais, resistência de extensionistas, entre outros, obstaram, segundo Caporal (2014), a plena efetivação da PNATER no período compreendido entre sua criação e o ano de 2010.

Já em 2010 foi aprovada a Lei nº 12.188 (Brasil, 2010), instituidora da nova PNATER. Apesar de ter o nome em comum com a PNATER de 2003, a proposta de 2010 diferencia-se consideravelmente da iniciativa homônima precedente. O cerne da proposta de reformulação do serviço de Ater público consubstanciada na referida lei consiste na delegação da execução da atividade por instituições privadas, denominadas entidades executoras.

No geral, os resultados da PNATER com relação à retomada da Ater pública e à ampliação do acesso dos agricultores, notadamente os familiares, ainda são limitados. Segundo Farias e Duenhas (2019, p. 160),

embora a PNATER represente uma grande conquista para a agricultura familiar e para o desenvolvimento rural, ainda há enormes desafios a serem vencidos. É necessário recompor os quadros de profissionais e a estrutura de trabalho das instituições estaduais de Ater a fim de que mais agricultores tenham acesso aos serviços. Faz-se necessário também um esforço contínuo de capacitação

promovido por estas instituições junto aos seus profissionais no sentido de mudar a antiga visão difusionista da Ater para uma atuação em consonância com os princípios da PNATER.

Em complemento aos comentários de Farias e Duenhas (2019), convém salientar a importância da reavaliação temática da Ater. Caso a Ater pública no semiárido pretenda contribuir para a adaptação às mudanças climáticas das atividades produtivas dos agricultores familiares regionais, cumpre incorporar novas abordagens no rol da sua atuação, como conceitos e práticas relativas à convivência com o semiárido, formas de produção otimizadoras do uso de água, entre outras, além, obviamente, da histórica abordagem de propagação de tecnologias mais difundidas (sementes, fertilizantes, defensivos, entre outros).

Para finalizar esta seção, tecemos algumas breves considerações sobre um instrumento adicional de política agrícola com implicações quanto ao desenvolvimento da agropecuária no semiárido, no geral, e à ampliação da capacidade adaptativa da agricultura familiar, em particular. O custeio da atividade agropecuária consiste em um desafio, safra a safra, para os agricultores, principalmente no caso de agricultores como os familiares do semiárido. Com pouca terra para cultivo e criação animal, com os desafios edafoclimáticos inerentes à região, com baixo nível de instrução e limitações de acesso a informações, à orientação técnica e à tecnologia, não surpreendem as baixas produtividades médias observadas para diferentes cultivos e, conseqüentemente, a baixa rentabilidade geral da agropecuária.

Com poucos recursos próprios para investir, seja no custeio da safra ou na aquisição de novas tecnologias, a maioria dos agricultores familiares do semiárido ou pouco investem e, em conseqüência, pouco obtêm de retorno produtivo, ou dependem de fontes de crédito para custear suas atividades. Caso se considere que uma maior resiliência às mudanças climáticas dependerá, em grande medida, de inovações nos processos, técnicas e tecnologias produtivas desses agricultores, amplia-se a necessidade de investimentos financeiros relacionados ao aprimoramento dos aspectos mencionados.

Em meados da década de 1990, a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) impulsionou a criação de linhas exclusivas de crédito para a agricultura familiar. Independentemente de uma análise mais minuciosa sobre o Pronaf, o que foge ao escopo deste trabalho, a mera existência de um programa de crédito ofertante de financiamentos a juros subsidiados para a categoria representou

uma conquista institucional dos agricultores familiares de todo o Brasil, inclusive do semiárido.

Uma evidência positiva desse avanço, na prática, consiste no contingente de agricultores familiares vinculados (cadastrados) ao programa. Dos aproximadamente 1,45 milhão de agricultores familiares do semiárido, 48,4% possuíam, em 2017, a declaração de aptidão (DAP) ao Pronaf, documento que habilita o agricultor familiar a obter crédito por meio do programa – percentual maior que o observado para o Brasil, no qual 35,4% dos agricultores familiares possuem a DAP (IBGE, 2019).

O número de considerações a respeito do programa é amplo. Com diferentes recortes territoriais, diferentes objetivos avaliativos e sob diferentes abrangências temporais, muitos estudos sobre o Pronaf foram realizados. Poucos, todavia, diziam respeito especificamente à sua execução e aos impactos no semiárido.

Rogério Freitas (2019) realizou uma avaliação sobre o programa na região, com o objetivo específico de identificar limitações e desafios relativos à operação do Pronaf no semiárido. Entre os aspectos positivos da operação do programa na região, Freitas identificou a tempestividade da liberação dos recursos financeiros, especialmente no caso de estabelecimentos agropecuários com necessidade de obras de represamento hídrico, e a ampliação da base de beneficiários.

Afora esses dois pontos positivos, o autor identificou uma série de óbices, seja quanto à operação do programa, seja com relação ao objetivo maior almejado pelo Estado, por meio do Pronaf, de impulsionar o desenvolvimento produtivo dos agricultores familiares (Freitas, 2019):

- as limitações relacionadas aos elementos de entorno do programa: infraestrutura de acesso a insumos e de escoamento para a produção, políticas efetivas de Ater na região, deficiências de cobertura e de operação do seguro agrícola, condições macroeconômicas e conjuntura de preços agrícolas;
- a estrutura etária e o envelhecimento dos agricultores familiares na região;
- o amplo quadro de obstáculos ao desenvolvimento sustentável do semiárido: escassez de terra, água, educação, tecnologias; e
- a falta de conexão entre políticas públicas relacionadas ao fomento produtivo agropecuário e ao desenvolvimento rural no semiárido.

Outro fator relevante levantado por Rogério Freitas (2019) é a questão da adaptação às mudanças climáticas. Em sua avaliação sobre a operação do Pronaf no semiárido, o autor identificou um

elevado percentual de estímulo à prática de atividades agropecuárias vulneráveis à seca local, sem exata contrapartida na disseminação de tecnologias de convívio com as condições climáticas locais. Isto mitiga parcialmente o efeito ou impacto positivo do programa, além de potencializar a formação de dívidas de agricultores e pecuaristas já com baixos recursos ou patrimônio. Embora um dos objetivos de fundo do programa fosse a melhoria consistente da renda dos produtores beneficiários e a possibilidade de eles se afastarem em definitivo das condições de pobreza iniciais, nem sempre o programa foi capaz de lograr tal resultado, inclusive no semiárido (Freitas, 2019, p. 160, grifo nosso).

A política agrícola, por meio de instrumentos como o zoneamento agroclimático e o crédito rural oficial (representado pelo Pronaf no caso da agricultura familiar brasileira), pode ser utilizada como mecanismo de orientação dos tipos de atividades produtivas recomendáveis para uma dada região. No caso do semiárido, tais instrumentos podem incorporar, gradativamente, na sua operação, regras quanto a lavouras e tecnologias financiáveis com orientação pró-medidas adaptativas às mudanças climáticas.

Atualmente, as evidências de considerações sobre mudanças climáticas e adaptação ao fenômeno no âmbito do regulamento, do planejamento e das práticas cotidianas referentes à operação cotidiana da política de crédito agrícola para a agricultura familiar são escassas, quiçá inexistentes. As cartilhas do Plano Safra, seja o geral, seja o da agricultura familiar, dos últimos dez anos (safra 2013-2014 em diante), contêm poucas menções ao fenômeno climático. Apenas no programa Agricultura de Baixo Carbono (Programa ABC), destinado a médios e grandes produtores, alguma menção foi identificada. No caso do Pronaf, nenhuma menção.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo avaliou, por meio de variáveis indicativas indiretas, a capacidade adaptativa dos agricultores familiares do semiárido às mudanças climáticas. Apesar de ser uma região desafiadora para a produção agropecuária, em função de características naturais desfavoráveis para a atividade, o número de estabelecimentos agropecuários familiares na localidade é considerável: 1.446.882. Cerca de 28,5% do total de estabelecimentos agro do Brasil (familiares e não familiares) localizam-se no semiárido (IBGE, 2019).

Aos desafios naturais (clima, solo, água, entre outros), o desenvolvimento histórico regional, econômico, social e político ensejou a ocorrência de outras características pouco alvissareiras para a resiliência dos sistemas produtivos agropecuários familiares ser adequada, considerando o cenário de incremento das vicissitudes climáticas regionais. Agricultores familiares assentados naquilo que pode se chamar de “minifúndios”, com restrição de área para cultivo e pastoreio; deficiências na educação pública, especialmente no meio rural, e, conseqüentemente, prevalência de agricultores familiares pouco instruídos; acesso limitado a serviços de orientação técnica, potencialmente difusores de medidas ou tecnologias adaptativas ao fenômeno climático; deficiências infraestruturais multivariadas; e limitações tecnológicas, com conseqüentes baixa produtividade de cultivos e de pecuária e baixo nível de renda gerado pela agropecuária, constituem alguns dos principais desafios enfrentados pelos agricultores familiares do semiárido.

Em função desses fatores, considera-se que, inseridos que estão em um ambiente de pobreza e exclusão, os agricultores familiares do semiárido precisarão, em sua maioria, de algum nível de auxílio estatal, na esperança de, primeiramente, promover a inclusão produtiva e social e, em segundo lugar, capacitar seus empreendimentos para enfrentarem as ameaças do clima.

Existem muitas políticas públicas e iniciativas, especialmente do governo federal, que oferecem auxílio em aspectos diversos relevantes à ampliação da capacidade adaptativa dos agricultores familiares no semiárido. Algumas, como o Programa Cisternas, contribuem com a mitigação, pelo menos parcial, do problema da escassez hídrica. O Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, liderado pela Embrapa, por sua vez, contribui com a geração de tecnologias apropriadas para as características ambientais e socioeconômicas do semiárido. Já o Pronaf oferece crédito subsidiado para permitir a aquisição de tais tecnologias e os insumos necessários para a produção agropecuária. Algumas dessas iniciativas apresentam resultados positivos mais contundentes, outras, como é o caso da PNATER, têm poucas evidências de sucesso.

Independentemente, entretanto, do nível de resultados e de impactos positivos atribuíveis a políticas isoladas, tem-se a impressão de que os retornos esperados, em termos de modificação da realidade produtiva e socioeconômica do meio rural do semiárido, no geral, e dos agricultores familiares, em específico, não foram obtidos. Com a potencial ameaça climática se confirmando até o fim do século XXI, mesmo que parcialmente, o desafio de desenvolver o meio rural do semiárido e retirar da pobreza e miséria grande contingente de agricultores e suas famílias será magnificado.

O Estado, por meio de suas políticas públicas existentes e outras que podem ser pertinentes, como o(s) incentivo(s) à disseminação das barragens subterrâneas, é capaz de colaborar para um planejamento, em um primeiro momento, e para a implementação de iniciativas variadas que fomentem a capacidade adaptativa dos agricultores familiares no semiárido e, além disso, contribuam para o objetivo maior do desenvolvimento, da inclusão e da promoção do bem-estar e da qualidade de vida para milhões de pessoas. Identificar limitações da atuação estatal consiste em um passo necessário e constante. Articular as iniciativas e evitar sobreposições, outro.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. L. **Cisternas de água para beber**: um estudo sobre mudança política e institucional através do Advocacy Coalition Framework. 2020. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciência Política, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

ANGELOTTI, F.; FERNANDES JÚNIOR, P. I.; SÁ, I. B. de. Mudanças climáticas no semiárido brasileiro: medidas de mitigação e adaptação. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 6, p. 1097-1111, 2011.

ARSKY, I. C. Os efeitos do Programa Cisternas no acesso à água no semiárido. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 55, p. 408-432, 2020.

ASSAD, E.; PINTO, H. S. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2008.

BRASIL. Lei nº 6.746, de 10 de dezembro de 1979. Altera o disposto nos arts. 49 e 50 da Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964 (Estatuto da Terra), e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 11 dez. 1979. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/l6746.htm.

_____. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 jul. 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm.

_____. Lei nº 12.188, de 11 de janeiro de 2010. Institui a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária – PNATER, altera a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 jan. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12188.htm. Acesso em: 29 set. 2023.

BURNEY, J. *et al.* Climate change adaptation strategies for smallholder farmers in the Brazilian sertão. **Climatic Change**, v. 126, p. 45-59, 2014.

CAMPOS, J. N. B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. **Estudos Avançados**, v. 28, n. 82, dez. 2014.

CAPORAL, F. R. Extensão rural como política pública: a difícil tarefa de avaliar. *In*: SAMBUICH, R. H. R. (Org.). *et al.* **Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas**. Brasília: Ipea, 2014. p. 19-48.

CARVALHO, O. de. As secas e seus impactos. *In*: CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS; ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. (Org.). **A questão da água no Nordeste**. Brasília: CGEE; ANA, 2012. p. 45-100.

CASTRO, C. N. de. **Sobre a agricultura irrigada no semiárido**: uma análise histórica e atual de diferentes opções de política. Brasília: Ipea, 2018. (Texto para Discussão, n. 2369).

_____. **Avaliação do Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e outras Tecnologias Sociais (Programa Cisternas), à luz dos objetivos de desenvolvimento sustentável**. Brasília: Ipea, 2021. (Texto para Discussão, n. 2722).

_____. **Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: Ipea, 2022. 288 p.

CASTRO, C. N.; CERZINI, M. T. **Transposição do São Francisco**: território, potenciais impactos e políticas públicas complementares. Brasília: Ipea, 2023.

CASTRO, C. N.; FREITAS, R. E. **Agricultura familiar nordestina, políticas públicas e segurança alimentar**. Brasília: Ipea, 2021. (Texto para Discussão, n. 2708).

CESANO, D. *et al.* Mudanças climáticas no semiárido da Bahia e estratégias de adaptação da coalizão Adapta Sertão para a agricultura familiar. **Inclusão Social**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 88-104, jul./dez. 2012.

COELHO, M. E. H. *et al.* Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 369-378, jun. 2013.

FARIAS, A. A. R.; DUENHAS, R. A. A Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Pnater): um novo modelo de desenvolvimento rural ainda distante da agricultura familiar. **Revista Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 5, n. 1, p. 137-167, 2019.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Tracking adaptation in agricultural sectors: climate change adaptation indicators.** Rome: FAO, 2017. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/22113FAOai8145e.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2023.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Diretrizes de política agrária e desenvolvimento sustentável para a pequena produção familiar.** Brasília: FAO; Incra, 1994.

FREIRE, A. G.; FALCÃO, F. C. O. Agricultoras e agricultores-experimentadores: protagonistas da convivência com o semiárido. **Agriculturas**, v. 10, n. 3, p. 35-42, set. 2013.

FREITAS, R. E. O PRONAF no semiárido: diagnósticos do programa e observações para o futuro. *In*: MATA, D. da; FREITAS, R. E.; RESENDE, G. M. (Ed.). **Avaliação de políticas públicas no Brasil: uma análise do semiárido.** Brasília: Ipea, 2019. v. 4. p. 251-266.

HIRAKURI, M. H. *et al.* **Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola.** Londrina: Embrapa Soja, 2012. 14 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agro 2017: retratando a realidade do Brasil agrário.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IPCC – INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2021: the physical science basis.** Cambridge University Press: New York, 2021. (Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change).

LEITE, M. J. H. Características gerais dos principais solos da região semiárida. **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 10, p. 1-20, out. 2022.

LOBELL, D. B. *et al.* Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. **Science**, v. 319, n. 5863, p. 607-610, Feb. 2008.

LIMA, R. C. C.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P. (Ed.). **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro.** Campina Grande: INSA-PB, 2011. 209 p.

MACHADO FILHO, H. *et al.* **Mudança do clima e os impactos na agricultura familiar no Norte e Nordeste do Brasil.** Brasília: IPC-IG, 2016. (Working Paper, n. 141).

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI.** Brasília: MMA, 2006.

_____. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 27, p. 149-175, dez. 2008.

_____. O futuro clima do Brasil. **Revista USP**, São Paulo, n. 103, p. 25-32, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i103p25-32>.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil: past, present, and future. **Theoretical Applied Climatology**, v. 20, p. 1-12, June 2016.

MARGULIS, S.; DUBEUX, C. B. S.; MARCOVITCH, J. (Ed.). **Economia da mudança climática no Brasil: custos e oportunidades**. São Paulo: IBEP, 2010.

NASUTI, S.; EIRÓ, F.; LINDOSO, D. Os desafios da agricultura no semiárido brasileiro. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 276-298, jul./dez. 2013.

OLIVEIRA, W. C. de; BERTOLINI, G. R. F. A systematic review about the contribution of cooperatives to the sustainability of family-based agriculture. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 2, 2022.

PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. D.; MARIN, F. R. Mudanças climáticas globais e a agricultura no Brasil. **Revista Multiciência**, Campinas, n. 8, p. 139-162, maio 2007.

PEREIRA, C. N.; CASTRO, C. N. **Assistência técnica na agricultura brasileira: uma análise sobre a origem da orientação técnica por meio do Censo Agropecuário 2017**. Brasília: Ipea, 2021.

PORTO, E. B. D. **Trabalho final da disciplina de visitas técnicas orientadas do ciclo de políticas públicas**. Brasília: Enap, 2019.

PORTO, E. R. *et al.* **Formas de garantir água na seca**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2006. 48 p.

SACCONI, C. J. D. *et al.* Transposição do rio São Francisco: planejamento intermitente e prática descolada da realidade. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 18., 2019, Natal, Rio Grande do Norte. **Anais...** Natal: Anpur, 2019.

SALES, R. P. *et al.* Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto e preparo convencional no semiárido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 3, p. 429-438, jul./set. 2016.

SANTANA, A. S.; SANTOS, G. R. Impactos da seca de 2012-2017 na região semiárida do Nordeste: notas sobre a abordagem de dados quantitativos e conclusões qualitativas. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 22, p. 119-129, jan./jun. 2020.

SANTOS, M. V. F. *et al.* Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 204-215, July 2010.

SILVA, M. S. L. da. *et al.* **Barragem subterrânea**: uma opção de sustentabilidade para a agricultura familiar do semi-árido do Brasil. Recife: Embrapa Solos, 2007a. (Circular Técnica, n. 36).

SILVA, M. S. L. da. *et al.* Barragem subterrânea: água para produção de alimentos. *In*: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007b. v. 1. p. 121-137.

SILVA, M. G. O. da. **Cultivo da melancia nos sistemas de plantio direto e convencional**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2010.

SOUZA FILHO, H. M. *et al.* Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 223-255, jan./abr. 2011.

SUDENE – SUPERINTENDÊNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Resolução nº 150/2021, de 13 de dezembro de 2021**. Aprova a Proposição nº 151/2021, que trata do Relatório Técnico que apresenta os resultados da revisão da delimitação do Semiárido 2021, inclusive os critérios técnicos e científicos, a relação de municípios habilitados, e da regra de transição para municípios excluídos. Brasília: Sudene, 2021.

TEÓFILO, T. M. S. *et al.* Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 547-556, set. 2012.

VIEIRA, R. M. S. P. *et al.* Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian northeast. **Solid Earth**, v. 6, p. 347-360, 2015.

VIOLA, E.; MENDES, V. Agricultura 4.0 e mudanças climáticas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, n. 1, p. 1-22, 2022.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Revisão

Bruna Neves de Souza da Cruz

Bruna Oliveira Ranquine da Rocha

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Crislayne Andrade de Araújo

Elaine Oliveira Couto

Luciana Bastos Dias

Rebeca Raimundo Cardoso dos Santos

Vivian Barros Volotão Santos

Deborah Baldino Marte (estagiária)

Maria Eduarda Mendes Laguardia (estagiária)

Editoração

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Camila Guimarães Simas

Leonardo Simão Lago Alvite

Mayara Barros da Mota

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

*The manuscripts in languages other than Portuguese
published herein have not been proofread.*

Missão do Ipea
Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro
por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria
ao Estado nas suas decisões estratégicas.



ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO
PLANEJAMENTO
E ORÇAMENTO

