



CAPACIDADE ADAPTATIVA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DE AGRICULTORES FAMILIARES NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

ADAPTIVE CAPACITY TO CLIMATE CHANGE OF FAMILY FARMERS IN THE BRAZILIAN SEMIARID

César Nunes de Castro, Doutor, IPEA, cesar.castro@ipea.gov.br;

Monise Terra Cerezini, Doutora, DCAm - UFSCar, mo_terra@yahoo.com.br;

Resumo

O artigo explora os impactos das mudanças climáticas na agricultura familiar no semiárido brasileiro, ressaltando a preocupação diante das condições já desafiadoras da região e discutindo a necessidade de adaptação dos agricultores a esse fenômeno global. São abordados os obstáculos que a agricultura familiar enfrenta no semiárido em relação às mudanças climáticas, discutindo a vulnerabilidade da região devido à crescente aridez. Também são exploradas as projeções de impacto, especialmente na produção de cultivos como mandioca e milho, e a importância da adaptação dos agricultores familiares para assegurar sua subsistência em meio a essas adversidades climáticas. A capacidade adaptativa dos agricultores familiares no semiárido, frente às mudanças climáticas, é influenciada pelo nível educacional, acesso à informação e adoção de práticas inovadoras, enfatizando a relevância da educação e assistência técnica para fortalecer a resiliência e enfrentar os desafios climáticos.

Palavras-chave

Mudanças climáticas; Agricultura familiar; Semiárido brasileiro; Adaptação dos agricultores.

Abstract

The article examines the impacts of climate change on family farming in the Brazilian semi-arid region, highlighting the concern regarding the region's already challenging conditions and discussing the necessity for farmers to adapt to this global phenomenon. Challenges faced by family farming in the semi-arid region concerning climate change are addressed, delving into the region's vulnerability due to escalating aridity. Furthermore, projections of impact are explored, particularly in crop production such as cassava and corn. The significance of adapting family farmers to ensure their sustenance amidst these climatic adversities is underscored. The adaptive capacity of family farmers in the semi-arid region, confronting climate change, is shaped by educational level, access to information, and the adoption of innovative practices, highlighting the importance of education and technical support to strengthen resilience and face climate challenges.

Keywords

Climate change; Family farming; Brazilian semiarid region; Farmers' adaptation.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas constituem um tema polêmico e o qual tem despertado, gradativamente, crescente 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 variados sobre ecos-

sistemas, seres vivos e, inclusive, nas atividades desenvolvidas pelos seres humanos no planeta, dentre essas a agricultura.

No caso brasileiro, o semiárido consiste em áreas onde a questão das mudanças climáticas gera preocupação significativa no tocante aos seus impactos. Região de clima quente e seco, com estação chuvosa curta e, conseqüentemente, sujeita à frequente escassez de água, as condições de desenvolvimento da agricultura não são das mais favoráveis (Castro, 2018).

Para um grupo específico de agricultores do semiárido, os familiares, os impactos das mudanças climáticas podem ser ainda mais prejudiciais. 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 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 média dos estabelecimentos familiares representa um desses aspectos. Consequência desses fatores combinados, a produção, a renda gerada e o viver desses agricultores e de suas famílias é, frequentemente, difícil e, por vezes, miserável. Nesse contexto, a perspectiva de fenômeno climático que dificulte ainda mais a realização da atividade principal econômica de muitos desses mais de 1 milhão de agricultores familiares no semiárido é preocupante.

Para combater os possíveis impactos das mudanças climáticas sobre a agropecuária no semiárido, existem duas formas: mediante medidas de mitigação das mudanças climáticas e medidas de adaptação às mudanças climáticas. No caso deste artigo, 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. O texto está dividido em quatro partes, além desta introdução. A seção 2 aborda a questão das mudanças climáticas no semiárido no contexto da agricultura familiar nesta região. A seção 3 aborda a capacidade adaptativa da agricultura familiar no semiárido. Por fim, as considerações finais.



MUDANÇAS CLIMÁTICAS, AGRICULTURA FAMILIAR E O SEMIÁRIDO

Considerando que o semiárido brasileiro é o mais populoso do mundo (Marengo, 2008), abrigando mais de 53 milhões de habitantes (IBGE, 2010 – 11,85% da população brasileira) e que os cenários das mudanças climáticas globais indicam aumento da aridez nesta região ao longo do próximo século, essa área é considerada uma das mais vulneráveis do mundo às mudanças climáticas (PAINEL, 2007).

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. No semiárido, a precipitação pluviométrica (chuvas) é irregular e geralmente concentrada em um período curto, com longos períodos de seca. As mudanças climáticas apresentam impactos significativos no Semiárido, uma região que já é naturalmente afetada por condições climáticas adversas. De acordo com projeções do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), espera-se uma redução de aproximadamente 30% na precipitação e um aumento de 3°C a 4°C na temperatura até 2030. 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 (PAINEL, 2021).

Diversos estudos avaliam as projeções das mudanças climáticas e os impactos de eventos extremos e da variabilidade do clima na agricultura familiar no Semiárido (santos *et al.*, 2011; Melo *et al.*, 2020). No geral, tais estudos focam nos possíveis impactos da maior frequência, duração e intensidade dos períodos de seca na região. Um exemplo preocupante é a projeção de que a mandioca desapareça nas regiões semiáridas do Nordeste, destacando a urgência da situação. Além disso, a produção de milho no Agreste do Nordeste também sofrerá impactos significativos, conforme projeções realizadas (Assad *et al.*, 2008).

Algumas culturas adaptadas ao clima tropical podem migrar para o Sul do Brasil ou regiões mais altas devido ao aumento da temperatura, o que pode gerar competição entre áreas e deslocamento da mão de obra rural para regiões mais favoráveis (Assad *et al.*, 2008). Além disso, espera-se que o estresse nos sistemas agrícolas resulte na redução da disponibilidade de água e potencial de irrigação, aumento da incidência de pragas e doenças, alterações nos biomas e diminuição da biodiversidade de animais e plantas (WORLD BANK, 2013).



Dentre os agricultores suscetíveis aos impactos no setor agropecuário do semiárido, incluem-se os familiares. O grupo de agricultores enquadrados na categoria familiar não constitui um grupo homogêneo, muitas importantes variáveis relacionadas ao estabelecimento produtivo e à produção propriamente dita apresentam considerável amplitude, como, por exemplo, renda auferida da atividade, tipologia de produtos e quantidade produzida. De todo modo, para fins legais, a Lei 11.326 de 2006 estabeleceu alguns critérios básicos a serem atendidos para que um agricultor seja oficialmente, para fins estatísticos e de acesso a políticas públicas específicas, classificado como familiar: A área do estabelecimento agropecuário deve ser menor que 4 módulos fiscais (varia de 5 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.

De acordo com dados do censo agro mais recente, “Censo Agropecuário 2017” (IBGE, 2019), existem no semiárido 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. Mais de um terço (37,12%) de todos os estabelecimentos familiares brasileiros localizam-se nessa região – Tabela 1.

Tabela 1 - Número de estabelecimentos agropecuários – total, não-familiares e familiares.

Tipologia	Número de estabelecimentos		
	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).

Caso parte dos prognósticos climáticos se confirmem, a agropecuária na região será duramente afetada e, conseqüentemente, a vida dos agricultores familiares do semiárido (Tabela 1). As conseqüências 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, sobre a economia e sobre a sociedade local. Evidências empíricas sugerem



que o fenômeno tem se manifestado de modo mais frequente.

Uma compilação de registros realizados por pesquisadores diversos (Marengo *et al.*, 2016; Sacconi *et al.*, 2019; Santana & Santos, 2020) evidencia o aumento da frequência do fenômeno na região. Diversos estudos 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, consequentemente, a fome.

Em secas mais recentes, por exemplo, a de 1997-1998, estima-se que 57% da produção agrícola regional foi perdida (Marengo *et al.*, 2016). Santana; Santos (2020) apresentam informações sobre as perdas agrícolas no decorrer da seca prolongada de 2012 a 2017. Esses autores (Santana; Santos, 2020), quanto às consequências sobre a agropecuária da seca de 2012 a 2017, afirmam (p. 127) que houve uma queda na produção e produtividade da maioria dos cultivos agrícolas familiares devido à seca. Os municípios registraram variações negativas significativas, chegando a mais de 90% no início da estiagem, apesar de algumas atividades produtivas terem sido mantidas ou alteradas.

Segundo diversos estudos (Marengo, 2006; Pellegrino *et al.*, 2007; Assad *et al.*, 2008; Viola; Mendes, 2019), 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 diminuição da disponibilidade hídrica, de fundamental importância para as atividades agropecuárias. O aumento da temperatura afeta diretamente a produtividade das culturas. Os impactos na biodiversidade podem 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 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 *et al.*, 2008; Margulis *et al.*, 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); 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 para a



segurança alimentar regional?

Tabela 2 - Produtividade média (kg/ha) das lavouras de mandioca, milho, feijão – em 2017.

Região	Mandioca	Produtividade média (kg/ha)		
		Milho	Feijão de cor	Feijão fradinho
Brasil	8082,4	3997,0	702,8	273,8
Sudeste	8324,8	4357,6	981,3	541,5
Sul	12668,9	5505,5	1334,2	893,0
Centro-Oeste	8098,1	4718,5	1331,6	1036,6
Norte	8978,3	2068,2	893,8	706,5
Nordeste	5348,0	970,2	413,0	246,5
Semiárido	4735,0	897,2	414,1	238,0

Fonte: IBGE (2019).

Algumas características da agricultura familiar no semiárido tornam-a, no geral, bastante suscetível a graves impactos relacionados às mencionadas mudanças. A primeira refere-se à exiguidade da área disponível dos estabelecimentos de muitos agricultores familiares do semiárido (Tabela 3).

Tabela 3 - Estabelecimentos da agricultura familiar por grupos de área – em 2017.

Grupo de área	Estabelecimentos da agricultura familiar por grupos de área			
	Semiárido		Brasil	
	n.	%	n.	%
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).

Pouco mais de cinquenta por cento (50,2% - Tabela 3), dos estabelecimentos familiares do semiárido dispõem de menos de 5 hectares de área total. Um número consi-



derável, 15,2% (Tabela 3), dispõe de menos de 1 hectare para desenvolver sua atividade produtiva. Mesmo em regiões de clima e outras condições naturais favoráveis – solo, por exemplo, (o que não é o caso do semiárido), não é fácil produzir uma quantia razoável para auferir renda e/ou produção para consumo próprio que sustente uma família. Quiçá, realizar isso nas condições do semiárido.

Uma segunda característica desfavorável dos estabelecimentos familiares do semiárido, se comparados aos seus congêneres brasileiros, é representada pela posse de algum tipo de recurso hídrico (Tabela 4). A existência de alguma fonte de recurso hídrico no estabelecimento constitui importante característica em qualquer região; em função das vicissitudes climáticas do semiárido, tal característica é particularmente importante na região. O percentual de estabelecimentos familiares no semiárido que possuem alguma fonte de recurso hídrico (76,6%) é inferior ao percentual para o total dos estabelecimentos familiares brasileiros (72,1%).

Tabela 4 - Existência de fonte de recurso hídrico nos estabelecimentos agropecuários não familiares e familiares – em 2017.

Existência de recurso hídrico no estabelecimento	Tipologia do estabelecimento agropecuário							
	Agricultura não familiar				Agricultura familiar			
	Brasil		Semiárido		Brasil		Semiárido	
	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%
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).

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 fonte de recurso hídrico por tipo de fonte é apresentado na Tabela 5, para as cinco grandes regiões brasileiras e para o semiárido.

A diferença qualitativa 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 presença de nascentes nos estabelecimentos das regiões Norte, Centro-Oeste, Sul e Sudeste é evidente, enquanto nos estabelecimentos do Nordeste e do semiárido tal presença é rara.



Tabela 5 - Existência de recurso hídrico nos estabelecimentos familiares por tipo de fonte – em 2017.

Tipologia de recurso hídrico	Percentual dos estabelecimentos familiares que possuem recurso hídrico por fonte de recurso por grande região					
	NO	NE	SE	S	CO	SA*
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). * SA = Semiárido.

A diferença do percentual de estabelecimentos familiares que possuem rios e/ou riachos no semiárido e no Nordeste para as demais regiões também é significativa. Em compensação, os estabelecimentos familiares do semiárido possuem uma quantidade de cisternas muito superior à observada no caso das demais regiões brasileiras (Tabela 5). Enquanto esse percentual não é (2%) superior para as regiões Norte, Centro-Oeste e Sul, ele atinge a marca de 44% no caso dos estabelecimentos da agricultura familiar no semiárido.

Essa presença de cisternas dentre tais estabelecimentos tem crescido de modo significativo, ano a ano, nas últimas duas décadas (Castro, 2021). Não obstante, ao benefício da posse de tal equipamento, ele provê dificilmente o mesmo grau de segurança hídrica de um estabelecimento que possui uma nascente, um rio e/ou um riacho em seu interior. Face à 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 duas: menor precipitação e 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 questão¹: o solo. Além da baixa fertilidade natural típica da maioria dos so-

¹ Sobre o conceito de adaptação e sobre mecanismos adaptativos pertinentes no semiárido, isso será objeto de consideração na seção 4 deste trabalho.

los 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.

No 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. Os Neossolos cobrem cerca de 32% da área do semiárido, dentre esses, os Neossolos Litólicos constituem o segundo tipo de solo mais comum na região (19%), atrás apenas dos Latossolos (21%) e sua baixa profundidade, dentre outras características, os tornam pouco favoráveis ao desenvolvimento do cultivo de espécies vegetais.

Para mitigar os possíveis impactos negativos das mudanças climáticas sobre a atividade agropecuária dos agricultores familiares do semiárido no decorrer do século XXI, e adiante, primeiro deve-se avaliar a capacidade adaptativa desse conjunto de agricultores. Em segundo lugar, a partir de tal diagnóstico, pode-se criar hipóteses acerca da atuação do Estado, por meio de suas políticas públicas, para promover uma maior capacidade adaptativa por parte dos agricultores familiares do semiárido.

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, de mitigação e de adaptação. De acordo com definição apresentada no portal Adapta Clima do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2023, s.p.):

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.

Em outras palavras, as medidas de mitigação contribuem para a redução das emissões de gases de efeito estufa e as de adaptação para reduzir os impactos das mudanças climáticas. A análise sobre as medidas mitigadoras não constitui objeto deste estudo.

Quanto às medidas de adaptação, elas podem assumir formas muito variadas, a depender da atividade agropecuária realizada pelo agricultor; por exemplo, a depender do tipo de cultivo e/ou a depender do tipo de agricultura desenvolvida, irrigada ou de sequeiro, ou ainda a depender do tipo de animal criado no estabelecimento agropecuário.

Alguns 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 sobre como avaliar tal capacidade adaptativa? Essa avaliação não é fácil. Afirmado de modo objetivo e abrangente, a capacidade adaptativa relaciona-se com diversos aspectos da atividade agropecuária de uma dada região ou, do ponto de vista micro, de um determinado agricultor. De modo não exaustivo, pode-se afirmar que tal capacidade relaciona-se com o nível de instrução do agricultor e de sua capacidade de se manter informado sobre novas tecnologias; relaciona-se, igualmente, com o 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 parte desse.

A capacidade adaptativa se relaciona, ainda, com outra: a do agricultor inovar na sua atividade agropecuária. Tal capacidade de inovar é, por sua vez, influenciada por múltiplas variáveis, algumas das quais mencionadas no parágrafo anterior. Adicionalmente, inovar dependerá desse 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, depende, 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, pública ou privada. O processo de geração se baseia na existência de instituições eficientes nas práticas de ciência e desenvolvimento tecnológico requeridos para tanto.

Após essas breves explanações, a pergunta ainda não foi respondida: como avaliar a capacidade adaptativa dos agricultores familiares do semiárido com relação às mudanças climáticas? Alguns estudos tangenciam, mesmo que indiretamente, a questão. Burney *et al.* (2014) estudaram a questão 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. As conclusões deles são de que os empreendimentos agropecuários dos agricultores familiares da região estudada são pouco resilientes ou, em outras palavras, têm baixa capacidade adaptativa às mudanças climáticas.

Outros estudos se vinculam à questão adaptativa sob outros pontos de vista, ou sob terminologias diferentes. Um conceito que em muitos sentidos apresenta laços com a noção de capacidade adaptativa reside na noção de convivência com as secas. Diversos artigos são desenvolvidos a partir do arcabouço teórico da convivência, difundida desde a década de 1990 por, dentre outros agentes disseminadores, pela Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), organização sem fins lucrativos da sociedade civil. Nessa linha, Freire & Falcão (2013), por exemplo, divulgam eventos de intercâmbio de conhecimento dos próprios agricultores familiares do semiárido.

Respondendo, finalmente, à pergunta apresentada anteriormente, neste estudo, a opção para se avaliar a capacidade adaptativa dos agricultores familiares do semiárido é uma qualitativa. 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 a referida capacidade. Considerando o tamanho da amostra do Censo e o fato ele ainda ser



relativamente recente, julga-se ser válida tal abordagem metodológica.

Desde já se opta por explicitar uma hipótese, cujos dados de variáveis expostas nesta seção e na anterior, podem ou não refutar, qual seja, a de que, no geral, a capacidade adaptativa dos agricultores familiares do semiárido é baixa e, a esse fato relacionado, a resiliência de seus sistemas produtivos às mudanças climáticas é, igualmente, baixa. As tabelas 3, 4 e 5 da seção 2 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.

Feita essa ressalva, sobre a dificuldade de expandir a agricultura irrigada na região sem o correspondente aumento da oferta hídrica para atender a 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 alocação hídrica externa (exemplo: transposição do São Francisco), 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 agricultura irrigada não é baixo, se comparado à média brasileira (Tabela 6). O percentual da região é inferior ao observado para a região Centro-Oeste. O tamanho da área média apta para irrigação dos estabelecimentos familiares que dispõem dessa infraestrutura, entretanto, é o mais baixo dentre todas as regiões consideradas. Isso não surpreende, vide 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 – 2017.

Região	Agricultura irrigada agricultura familiar (AF)			
	Número estabelecimentos com irrigação		Área irrigada	
	Número	% do total de est. da AF	Número (ha)	% do total da área da AF
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).

Tabela 7 - Número de estabelecimentos da agricultura familiar com irrigação, por método – 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).

Comparativamente, a agricultura irrigada dos agricultores familiares do semiárido utiliza, proporcionalmente, métodos mais eficientes no uso da água do que o utilizado nas demais regiões brasileiras (Tabela 7). Dos estabelecimentos familiares com irrigação, proporção maior desses utilizam 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 da região Sudeste no caso da microaspersão.

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, como solo, fontes de recursos hídricos (como nascentes) e vegetação nativa. Algumas recomendações de manejo e conservação do solo incluem aração mínima, rotação de culturas, cultivos em faixas, cobertura morta, cultivos em contornos e pastoreio controlado.

Quanto à utilização dessas práticas, selecionamos algumas delas para compararmos o uso delas dentre os agricultores familiares da região com 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 utilizam a prática no semiárido é significativamente menor do que na região Sul.

O plantio direto na palha, prática tão difundida na região Sul e que poderia beneficiar diversas lavouras cultivadas na região, 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 prática do plantio direto em diferentes lavouras, como melancia, melão, pimentão, dentre outros, demonstram os benefícios do uso da prática (Coelho *et al.*, 2013; Sales *et al.*, 2016).

Tabela 8 - Percentual de estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar que utilizam as práticas conservacionistas de preparo do solo e o percentual dos que não fazem nenhum tipo de preparo do solo – 2017.

Região	Práticas agrícolas dos estabelecimentos familiares (% de estabelecimentos)			
	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).

Para que novas tecnologias sejam utilizadas pelos agricultores familiares, ou seja, adotadas, é necessário o acesso à tecnologia, etapa de difusão, e a efetiva adoção por



parte do agricultor. Quanto à primeira questão, o acesso, será abordado adiante. Quanto à adoção, o nível de instrução dos agricultores contribui para isso. Sobre isso, Souza Filho *et al.* (2011), em artigo cujo objetivo foi o de avaliar o processo de difusão tecnológica na agricultura brasileira, identificaram que no Brasil (p. 223):

[...] 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?.

Em resposta a tais perguntas, esses mesmos autores afirmam, sustentados por relevantes fontes bibliográficas (FAO, 1994; Lacky, 1998), que o nível de instrução do agricultor tem relação significativa com o processo de adoção de tecnologia agrícola. Adicionalmente, mencionam que (p. 229) “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”. Quanto ao nível de instrução médio dos agricultores familiares do semiárido, as estatísticas disponíveis no Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019) são apresentadas nas Tabela 9 (saber ler e escrever) e 10 (curso frequentado).

Tabela 9 - Percentual de agricultores familiares que sabem ler e escrever – 2017.

Região	Agricultores familiares que sabem ler e escrever (%)	
	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).

Com relação aos indicadores, taxa de analfabetismo e frequência à escola, do nível de educação dos agricultores familiares do semiárido, os dados não são, comparativamente, favoráveis (IBGE, 2019). 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 da Nordeste, que abrange a maior parte do semiárido e, portanto, tem sua média influenciada por ele (IBGE, 2019). Mais de um quarto dos agricultores familiares do semiárido nunca frequentou uma escola.

Desse modo, as evidências apresentadas acima sugerem uma menor capacidade do agricultor familiar do semiárido em participar do processo de inovação tecnológica (o qual se supõe ser de extrema relevância quanto à capacidade adaptativa da agricultura regional frente às mudanças climáticas). E quanto ao aspecto do acesso à informação relacionada às novas técnicas e tecnologias e 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 de assistência técnica e extensão rural (ATER) e/ou orientação técnica (neste artigo, as duas denominações são utilizadas como equivalentes). A importância dos serviços de ATER para impulsionar a agricultura familiar do Nordeste, e consequentemente do semiárido é reconhecida em inúmeros estudos (Souza Filho *et al.*, 2011; Castro; Freitas, 2021).

Tabela 10 - Origem da orientação técnica recebida dos agricultores familiares – 2017.

Origem da orientação técnica recebida	Região						
	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro Oeste	Semiárido
Recebe	18,2	8,8	7,3	24,5	48,9	16,4	8,2
Governo*	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

Fonte: IBGE (2019). * Federal, estadual ou municipal; ** Organização Não Governamental.

O percentual de agricultores familiares do semiárido que recebem algum tipo de orientação técnica é baixo, 8,2% (Tabela 10). A principal origem do serviço para esse público é proveniente dos governos estaduais. Compare-se esse percentual de cobertura

na região com a observada para o Sul do Brasil para se perceber o quanto o acesso pode, e possivelmente deve, ser melhorado no semiárido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo focou na análise das mudanças climáticas e seus impactos na agricultura familiar do semiárido brasileiro. Ficou evidente que essa região, com suas condições climáticas já adversas, enfrentará desafios ainda maiores devido às projeções de aumento da aridez e das temperaturas. Os agricultores familiares, que compõem a maioria dos estabelecimentos agrícolas na área, são particularmente vulneráveis a essas mudanças devido à sua baixa renda, pequenas áreas de cultivo e acesso limitado a recursos hídricos.

A diminuição da precipitação, o aumento das temperaturas e a maior frequência de eventos climáticos extremos ameaçam a produção agrícola e a segurança alimentar da região, aumentando o risco de perda de cultivos fundamentais como a mandioca, milho e feijão, vitais para a subsistência e a economia local. Além disso, a escassez de água, a baixa fertilidade do solo e a falta de recursos hídricos confiáveis agravam mais a situação.

Diante dessa realidade, é crucial que se desenvolvam estratégias de adaptação para os agricultores familiares do semiárido. O fortalecimento da capacidade adaptativa desses agricultores se torna uma prioridade, envolvendo a promoção de técnicas agrícolas mais resistentes ao clima, o uso sustentável da água e a diversificação de cultivos. Além disso, políticas públicas e investimentos são essenciais para fornecer acesso a recursos, tecnologias e treinamentos que permitam aos agricultores enfrentar os desafios das mudanças climáticas.

O estudo também ressalta a necessidade de um olhar integrado, considerando não apenas os aspectos climáticos, mas também as condições sociais, econômicas e culturais dos agricultores familiares. A parceria entre governo, instituições de pesquisa, organizações não governamentais e comunidades locais é fundamental para criar soluções eficazes e sustentáveis que garantam a resiliência dos agricultores familiares do semiárido diante das mudanças climáticas.

Em última análise, a adaptação da agricultura familiar do semiárido às mudanças climáticas é um desafio complexo, mas um passo essencial para garantir a segurança alimentar e o sustento dessas comunidades. Por meio do fortalecimento da capacidade adaptativa, investimentos adequados e políticas eficazes, é possível enfrentar esses desa-



fios e criar um futuro mais resiliente para os agricultores familiares na região semiárida do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, E.; PINTO, H. S. **Aquecimento Global e a nova Geografia da Produção agrícola no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2008.

BRASIL. **Lei 11.326 de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Presidência da República: Brasília, 2006.

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

CASTRO, C. N. **Sobre a agricultura irrigada no semiárido: uma análise histórica e atual sobre diferentes opções de política**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para Discussão 2.369. 2018.

CASTRO, C. N.; FREITAS, R. E. **Agricultura familiar nordestina, políticas públicas e segurança alimentar**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para Discussão 2.708. 2021.

CASTRO, C. N. **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: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para Discussão 2.722. 42p. 2021.

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

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Diretrizes de política agrária e desenvolvimento sustentável para a pequena**



produção familiar. Brasília, DF, 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, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2010**. IBGE: Rio de Janeiro, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. IBGE: Rio de Janeiro, 2019.

LACKY, P. **Buscando soluções para a crise do agro: no guichê do banco ou no banco da escola?** Santiago do Chile: FAO, 1998. Mimeo.

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

MACHADO FILHO., et al. Mudança do clima e os impactos na agricultura familiar no Norte e Nordeste do Brasil. **Working Paper**, Brasília, DF, n. 141, May 2016.n.141, 2016.

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. 2016.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, 27, 149–75, 2008.

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.

MARGULIS, S.; DUBEUX, C. B. S.; MARCOVITCH, J. (Ed.). **Economia da**



mudança climática no Brasil: custos e oportunidades. São Paulo: IBEP, 2010.

MELO, T. K. D., et al. Impacts of climate change scenarios in the Brazilian semiarid region on watermelon cultivars. **Revista Caatinga**, v.33, p.794-802, 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Adapta Clima**. Brasília: MMA, 2023.
PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC).
Climate Change 2021: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, NY, USA, 2021.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC).
Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, NY, USA, 2007.

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

SACCONI, C. J. D.; LEITÃO, K. O.; CARVALHO, A.; MUNER, A. **Transposição do rio São Francisco:** planejamento intermitente e prática descolada da realidade. XVIII ENANPUR, Natal, 28 p., 2019.

SALES, R. P.; et al. Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto e preparo convencional no semiárido. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, p.429-438, 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. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Boletim Regional, Urbano e Ambiental, v.22, 2020.

SANTOS, P. M.; et al. Mudanças climáticas globais e a pecuária: cenários futuros para o



Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 6, p. 1176-1196, 2011.

SOUZA FILHO, H. M.; BUAINAIN, A. M.; SILVEIRA, J. M. F. J.; VINHOLIS, M. D. M. B. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 223-255. 2011.

VIOLA, E.; MENDES, V. Agricultura 4.0 e mudanças climáticas no Brasil. **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 62, n. 1, 2019.

WORLD BANK. **Impacts of Climate Change on Brazilian Agriculture**. Washington D. C. World Bank Group, 2013.

