

Impactos das mudanças climáticas na produção agrícola e medidas de adaptação sob a percepção de atores e produtores rurais de Nova Friburgo, RJ

Impacts of climate change on agricultural production and adaptation measures under the perception of actors and rural producers in Nova Friburgo, RJ

Impactos del cambio climático en la producción agrícola y medidas de adaptación bajo la percepción de los actores y productores rurales de Nova Friburgo, RJ

Samira França Oliveira¹

Rachel Bardy Prado¹

Joyce Maria Guimarães Monteiro¹

Recebido em: 29/10/2021; aceito em: 28/09/2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v23i4.3548>

Resumo: A agricultura é um dos setores mais vulneráveis às mudanças climáticas, devido à dependência intrínseca dos fatores climáticos e recursos naturais, principalmente os agricultores familiares. Os impactos das mudanças climáticas podem ser minimizados por meio de medidas de adaptação adotadas, que devem ser adequadas ao contexto da região. O objetivo é identificar a percepção dos produtores e atores rurais sobre os impactos das mudanças climáticas na produção agrícola, bem como as medidas de adaptação adotadas, analisando também a relação entre a percepção dos produtores e atores rurais e os dados climáticos e da produção agrícola do município de Nova Friburgo, Rio de Janeiro. Os dados resultam de entrevistas aplicadas aos produtores e atores rurais de Nova Friburgo e em base de dados secundários (produção agrícola municipal e dados históricos meteorológicos); eles foram relacionados para identificar a percepção dos entrevistados em relação aos impactos das mudanças climáticas e as medidas de adaptação adotadas. A maioria dos atores rurais e dos produtores convencionais e orgânicos percebe os impactos das mudanças climáticas na produção agrícola; entretanto, não identificou com precisão o ano em que ocorreu o impacto. Predominam as adaptações adotadas do tipo incrementais e coincidem com o que é descrito na literatura científica.

Palavras-chave: eventos climáticos extremos; incremental; transformacional; adaptação baseada em ecossistemas.

Abstract: Agriculture is one of the most vulnerable sectors to climate change due to its intrinsic dependence on climatic factors and natural resources, especially family farmers. The impacts of climate change can be minimized through adaptation measures adopted, which must be appropriate to the context of the region. The aim is to identify the perception of producers and rural actors on the impacts of climate change on agricultural production, as well as the adaptation measures adopted, analyzing also the relationship between the perception of producers and rural actors and the climate and agricultural production data of the municipality of Nova Friburgo, Rio de Janeiro. Data results from interviews applied to producers and rural actors in Nova Friburgo and in secondary data base (municipal agricultural production and meteorological historical data); they were related to identify interviewees' perception regarding climate change impacts and adaptation measures adopted. Most rural actors and conventional and organic producers perceive the impacts of climate change on agricultural production; however, they did not identify precisely the year when the impact occurred. The adopted incremental adaptations predominate and coincide with what is described in the scientific literature.

Keywords: extreme weather events; incremental; transformational; ecosystem-based adaptation.

Resumen: La agricultura es uno de los sectores más vulnerables al cambio climático debido a la dependencia intrínseca de los factores climáticos y los recursos naturales, especialmente de los agricultores familiares. Los impactos del cambio climático pueden minimizarse mediante la adopción de medidas de adaptación, que deben ser adecuadas al contexto de la región. El objetivo es identificar la percepción de los productores y actores rurales sobre los impactos del cambio climático en la producción agrícola, así como las medidas de adaptación adoptadas, analizando también la relación entre la percepción de los productores y actores rurales y los datos climáticos y de producción agrícola del municipio de Nova Friburgo, Rio de Janeiro. Los



¹ EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

datos resultan de las entrevistas aplicadas a los productores y actores rurales de Nova Friburgo y en la base de datos secundaria (producción agrícola municipal y datos históricos meteorológicos); ellos fueron relacionados para identificar la percepción de los entrevistados con respecto a los impactos del cambio climático y las medidas de adaptación adoptadas. La mayoría de los actores rurales y de los productores convencionales y ecológicos percibe los impactos del cambio climático en la producción agrícola, sin embargo no identificaron con precisión el año en que se produjo el impacto. Las adaptaciones incrementales adoptadas predominan y coinciden con lo descrito en la literatura científica.

Palabras clave: Fenómenos meteorológicos extremos; incremental; transformacional; adaptación basada en el ecosistema.

1 INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais e sociais relacionados às mudanças climáticas afetarão a maioria dos interesses vitais das sociedades (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC], 2014; 2019). Entre os impactos relacionados às mudanças climáticas, destaca-se o aumento da frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos (ECE), em relação aos extremos de calor e precipitação, com ocorrência de inundações, alagamentos, deslizamentos, movimentos de massa e seca para algumas regiões (MARENGO *et al.*, 2009); para o sudeste da América do Sul, onde se localiza o Brasil, são projetados aumentos na frequência e intensidade de precipitações extremas, além dos aumentos de precipitação média e extrema já observados desde 1960 (IPCC, 2021). O setor agrícola é diretamente impactado pelas mudanças climáticas e extremamente vulnerável (MARENGO *et al.*, 2009; TOL, 2018; NOGUEIRA; SANTOS; CUNHA, 2020) e, neste setor, os agricultores familiares, em função do menor acesso aos recursos financeiros e de dependerem diretamente da produção agrícola para sua subsistência, em geral, apresentam maior vulnerabilidade e menor condição de adaptação diante da variabilidade climática atual e projetada em função do aquecimento global (LINDOSO; EIRÓ; ROCHA, 2013; MILANÉS, 2021).

No estado do Rio de Janeiro, a região serrana é um importante polo de produção de hortaliças (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE], 2018) para o segundo maior mercado consumidor do Brasil, e é altamente vulnerável aos ECE (ANDRADE; PINHEIRO, 2011). A característica fundiária do Estado do Rio de Janeiro, onde cerca de 92% dos 66 mil estabelecimentos rurais possuem menos de 100 ha, indica a predominância de pequenas e médias propriedades, reconhecidas como estabelecimento de agricultura familiar (BRASIL, 2006). A pressão do crescimento populacional acelerada nessa região, o relevo montanhoso, o uso e a ocupação do solo desordenado, associados à predominância da economia agropecuária de baixa produtividade, principalmente a olericultura, tornam imperativos estudos sobre a adaptação do setor agrícola regional aos impactos da mudança do clima.

Cabe destacar que o grau que um sistema (natural ou humano) é suscetível ou capaz de lidar com os efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo a variabilidade climática e os efeitos climáticos extremos, determina a vulnerabilidade desse sistema às mudanças climáticas (IPCC, 2014a). A vulnerabilidade é uma função da característica, magnitude e da taxa de ameaça climática ao qual o sistema é exposto, de sua sensibilidade (grau que o sistema é afetado) e da sua capacidade de adaptação (IPCC, 2007).

A exposição refere-se ao nível de duração e/ou extensão que pessoas, espécies, ecossistemas, meios de subsistência, infraestrutura e recursos econômicos, sociais ou culturais, entre outros, estão em contato com a ameaça climática (IPCC, 2014a; MINISTÉRIO DO MEIOA

AMBIENTE [MMA], 2018; PLATAFORMA DE CONHECIMENTO EM ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA [ADAPTACLIMA], 2021). A capacidade adaptativa corresponde a quanto um sistema, indivíduo, instituição ou qualquer outro organismo é capaz de lidar com possíveis danos, aproveitar oportunidades ou se ajustar às consequências das mudanças climáticas (IPCC, 2012; 2014b).

O IPCC (2018) classifica a adaptação às mudanças climáticas em: incremental e transformacional. A *adaptação incremental* pode ser entendida como a promoção de ações e comportamentos que reduzem as perdas ou aumentam os benefícios da variação climática e dos eventos climáticos extremos, sem que haja reorganização permanente ou uma mudança fundamental do sistema. Já a *adaptação transformacional* é definida como a que adota medidas que mudam os atributos fundamentais de um sistema socioecológico, em antecipação às mudanças climáticas e seus impactos (IPCC, 2018).

Outra medida de adaptação considerada é a *Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE)*, que ganhou destaque a partir da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005) e se refere a uma adaptação que tem como objetivo aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade das pessoas às mudanças climáticas, por meio do uso sustentável e da conservação dos ecossistemas (EUROPEAN UNION [EU], 2021). Trata-se de uma estratégia para ajudar as pessoas e as comunidades a se adaptarem aos efeitos negativos das mudanças climáticas no nível nacional, regional e local, a partir do uso sustentável da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (MÜLLER *et al.*, 2015). Nesse cenário, manter a qualidade do ecossistema e assegurar a provisão de serviços ecossistêmicos é importante, pois a sua degradação também aumenta a vulnerabilidade dos sistemas socioecológicos (SEDDON *et al.*, 2020). Medidas de adaptação às mudanças climáticas no setor agrícola podem incluir a adoção de práticas conservacionistas do solo, da água, da biodiversidade (MILANÉS, 2021) e, ainda, estar relacionadas ao manejo agrícola com baixa emissão de carbono e que mantenham a provisão dos serviços ecossistêmicos (AGOVINO *et al.*, 2019; MONTEIRO; ANGELOTTI; SANTOS, 2017).

Mas há ainda vários desafios no que concerne à adaptação, principalmente devido ao fato de a variação dos aspectos ambientais, sociais e econômicos inerentemente locais determinar a vulnerabilidade dos sistemas e a sua capacidade de adaptação e, portanto, a efetividade das medidas de adaptação (ADGER, 2006; GALLOPÍN, 2006; IPCC, 2015). Um primeiro passo para o planejamento de medidas de adaptação é conhecer a vulnerabilidade e a capacidade local diante das mudanças climáticas, e, nesse sentido, a percepção dos grupos sociais envolvidos é importante para subsidiar o desenvolvimento de estratégias e a adoção de medidas de adaptação, para reduzir os impactos das mudanças climáticas (HOFFMANN, 2011; SALMAN *et al.*, 2018; GEEST *et al.*, 2019; MAHMOOD *et al.*, 2021). A percepção dos produtores e atores rurais em relação às mudanças climáticas pode ser entendida como um indivíduo detecta a mudança do clima e seus impactos no seu cotidiano, auxiliando na tomada de decisão, na adoção das medidas de adaptação, na formulação de políticas públicas de forma participativa e nas ações de capacitação, de forma a garantir a sustentabilidade da agricultura familiar diante das mudanças climáticas (HOFFMANN, 2011; LINDOSO; EIRÓ; ROCHA, 2013; KADRY; PIÑA-RODRIGUES; PIRATELLI, 2017).

O propósito neste estudo é verificar o quão cientes os entrevistados estão sobre os impactos das mudanças climáticas e se estão buscando medidas de adaptação para enfrentar esse problema, de forma que seja possível apontar a efetividade das medidas de adaptação do setor agrícola em uma região altamente vulnerável às mudanças do clima, impactada recentemente por um ECE de grande magnitude.

Visando contribuir com o avanço do conhecimento nas áreas abordadas, o presente estudo teve por objetivo identificar a percepção dos produtores e atores rurais sobre os impactos das mudanças climáticas na produção agrícola, como a respeito das medidas de adaptação às mudanças climáticas adotadas. Para tal, foram realizadas entrevistas, e os resultados foram comparados com os dados de variabilidade climática, de ECE e de variabilidade da produção agrícola no município de Nova Friburgo (Região Serrana do estado do Rio de Janeiro), no período de 2014 a 2018.

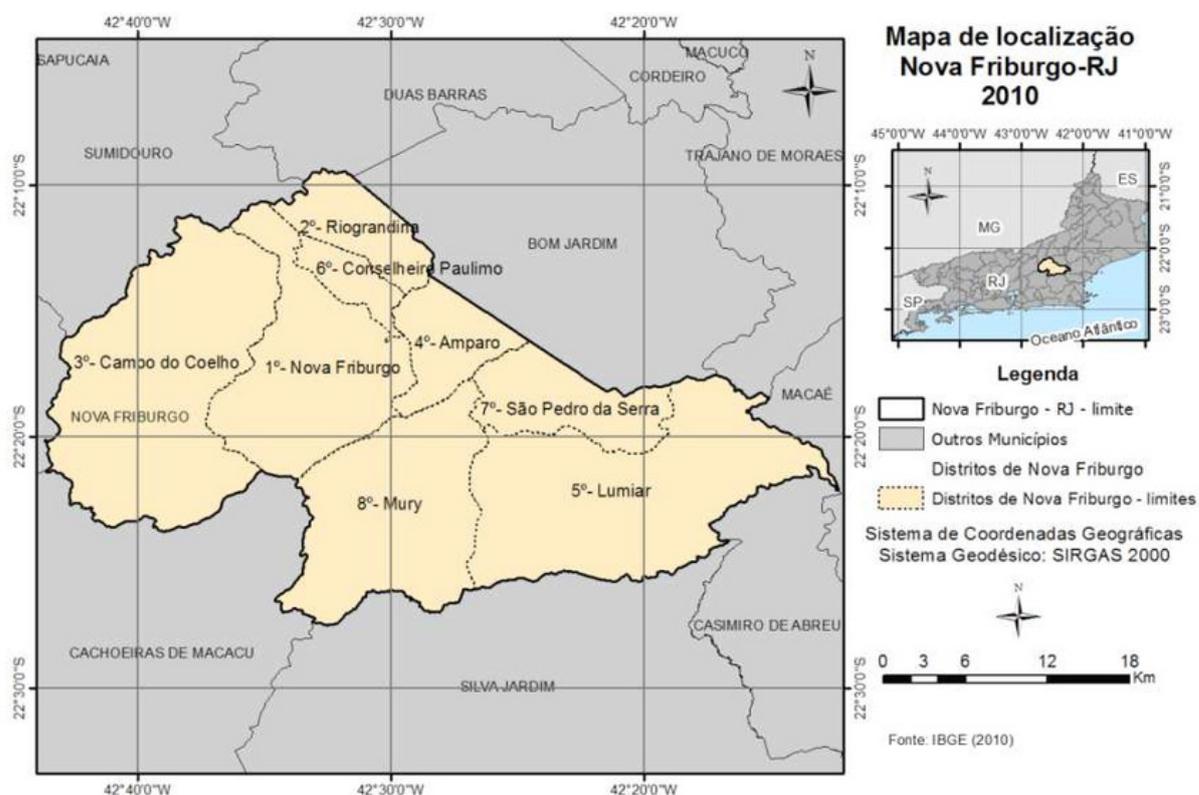
O artigo está organizado em quatro seções, a saber: Introdução, em que se apresenta o contexto do impacto das mudanças climáticas e a vulnerabilidade da agricultura, principalmente de agricultores familiares, no contexto de Nova Friburgo, principal produtor de olerícola e um dos setes municípios da região serrana no Rio de Janeiro mais afetados no ECE de 2011. Na seguinte seção, são apresentados os procedimentos metodológicos de forma detalhada. Na terceira seção, discutem-se os resultados obtidos da percepção dos atores e produtores rurais convencionais e orgânicos, comparando-os com os dados de variabilidade climática, de ECE e de variabilidade da produção agrícola no município de Nova Friburgo. Nesta etapa, são classificadas as medidas de adaptação adotadas, conforme preconiza a literatura. Por último, as conclusões sobre os principais resultados discutidos neste artigo são apresentadas.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido no município de Nova Friburgo, Região Serrana do estado do Rio de Janeiro, localizado entre as coordenadas geográficas 22°19'45" e 22° 23'45" de Latitude Sul e 42°35'05" e 42°40'10" de Longitude Oeste (Figura 1). O clima é o tropical de altitude (Cwa), com temperatura média anual variando entre 10°C e 15°C. A precipitação média anual é de 1.279,8 mm, com os meses mais chuvosos de novembro a março, e os meses mais secos de maio a agosto, marcando o período sazonal de chuvas no verão e secas no inverno (MATA, 2006; COMPLEXO PETROQUÍMICO DO RIO DE JANEIRO [COMPERJ], 2011).

Figura 1 – Localização do município de Nova Friburgo com seus oito distritos



Fonte: Gonzalez e Da Costa (2016).

Uma das principais atividades econômicas do município é a agricultura relacionada à produção da olericultura, floricultura, fruticultura e agroindústria, sendo predominante a agricultura familiar. São cultivadas mais de 50 espécies e variedades agrícolas, com destaque para a couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), que constituem uma produção agrícola de significativa importância para o abastecimento estadual, em especial da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (COMPERJ, 2011).

Nova Friburgo foi um dos sete municípios mais afetados com as chuvas de grande intensidade no ECE, que caracterizou o pior desastre natural climático brasileiro dos últimos tempos, entre os dias 11 e 12 de janeiro de 2011. Como consequência, 916 pessoas morreram e mais de 300 mil pessoas ou 42% da população dos municípios atingidos foram impactadas. O volume acumulado de chuva na cidade de Nova Friburgo foi de 209,6 mm de 11 a 14 de janeiro de 2011, sendo 182,8 mm apenas em 24 horas (MEDEIROS; BARROS, 2011; ANDRADE; PINHEIRO, 2011). Pelo fato de Nova Friburgo estar localizada em uma região que vem sofrendo com os eventos extremos e impactos das mudanças climáticas e por ser uma região de grande produção agrícola (olerícolas) de alta relevância para a segurança alimentar da região metropolitana do Rio de Janeiro é que se justifica o presente estudo, pois é preciso identificar o quanto os produtores e atores locais estão sobre o problema, quais as medidas de adaptação estão adotando, visando corrigir rumos, capacitá-los e buscar apoio financeiro, seja por linhas de crédito, seja por meio de mecanismos de compensação econômica.

2.2 Sistematização e análise de dados

Trata-se de uma pesquisa qualitativa para o levantamento de dados (CRESWELL, 2010; PARANHOS *et al.*, 2016). Os dados da percepção dos produtores rurais convencionais e orgânicos e atores rurais foram obtidos por meio da aplicação de questionários semiabertos baseados em Rangel e Nauditt (2017), adaptados para abordar o tema em questão e reduzir o tempo das entrevistas. As perguntas foram agrupadas nos seguintes tópicos: perfil do entrevistado, percepção sobre a ocorrência de mudanças climáticas na região, percepção da variação da produção em função das variações climáticas na região e medidas de adaptação adotadas.

Utilizou-se nesta pesquisa o conceito de produtores orgânicos da Lei n. 10.831 (BRASIL, 2003), sendo referente àqueles que adotam sistemas de produção com a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos. Os produtores convencionais são aqueles que praticam sistemas de produção baseados na aplicação de adubos químicos, agrotóxicos e com adoção de práticas não conservacionistas, como “plantio com aração morro abaixo”, quando o cultivo é feito em uma linha reta acompanhando a declividade do terreno, de forma que o trator ara as linhas iniciando na parte alta do morro e termina na porção baixa (COMPERJ, 2011; MARIANI; HENKES, 2014).

Foram considerados como atores rurais os envolvidos na tomada de decisão, capazes de influenciar os produtores rurais quanto às práticas de manejo adotadas e, por conseguinte, apoiá-los no processo de adaptação às mudanças climáticas (técnicos do Instituto de Assistência Técnica de Extensão Rural do Rio de Janeiro [EMATER-Rio], do Comitê de Bacias Rio 2 Rios e outros).

Os produtores e atores rurais entrevistados foram mapeados com auxílio de um ator-chave, sendo um técnico agrícola que atuava na região e conhecia os produtores e atores rurais locais. Este foi um fator que otimizou o tempo e a eficácia da aplicação e dos resultados das entrevistas. As entrevistas ocorreram no período de uma semana (de 10 a 14 de dezembro de 2018), em locais estratégicos no 1º e 3º Distritos de Nova Friburgo. O 1º Distrito foi selecionado porque é onde se encontram sediados diversos órgãos públicos relacionados ao setor agropecuário. E o 3º Distrito foi selecionado devido ao fato de ter sido um dos mais afetados pelo ECE de 2011 (MONTEIRO, 2014), em que mais de 60% das áreas atingidas eram cultivadas com olericultura (SEAPEC, 2011).

Os dados meteorológicos foram obtidos na estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de Nova Friburgo, RJ, localizada entre as coordenadas 22°19'S e 42°40'W, altitude de 1,070 m, no Instituto Bélgica (IBELGA – Nova Friburgo), situado no distrito de Baixada de Salinas, localizado no 3º distrito. Os dados selecionados foram os relacionados à precipitação e temperatura do ar para o período de 2010 a 2018. A partir dos dados meteorológicos organizados em planilha Excel, foram calculadas as médias de chuvas mensais e de temperatura do ar do município de Nova Friburgo para elaboração do climograma, que representa a dinâmica climática dos últimos 10 anos (2010 a 2018).

Os dados da produção agrícola local foram adquiridos no *site* da EMATER-Rio (SEAPPA-RJ, 2018), considerando-se a produção agrícola total (em toneladas) de cada ano, abrangendo o período de 2014 a 2018. Os dados da produção agrícola anual de Nova Friburgo também foram organizados em planilha Excel.

A primeira análise foi da percepção dos entrevistados sobre os impactos das mudanças climáticas na produção agrícola da área de estudo. Na sequência, realizou-se uma comparação da percepção dos entrevistados sobre os impactos das mudanças climáticas e os dados das alterações climáticas e da produção agrícola no mesmo período. Para tanto, foram coletados os dados do climograma associados à variabilidade climática, bem como as informações sobre a ocorrência de ECE registrados na literatura e os dados de alteração da produção agrícola de Nova Friburgo. E, por fim, foi realizada uma classificação das medidas de adaptação adotadas pelos entrevistados, com base nas classes preconizadas pela literatura incremental e transformacional (IPCC, 2018) e na classe Adaptação baseada em Ecossistemas (INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE [IUCN], 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

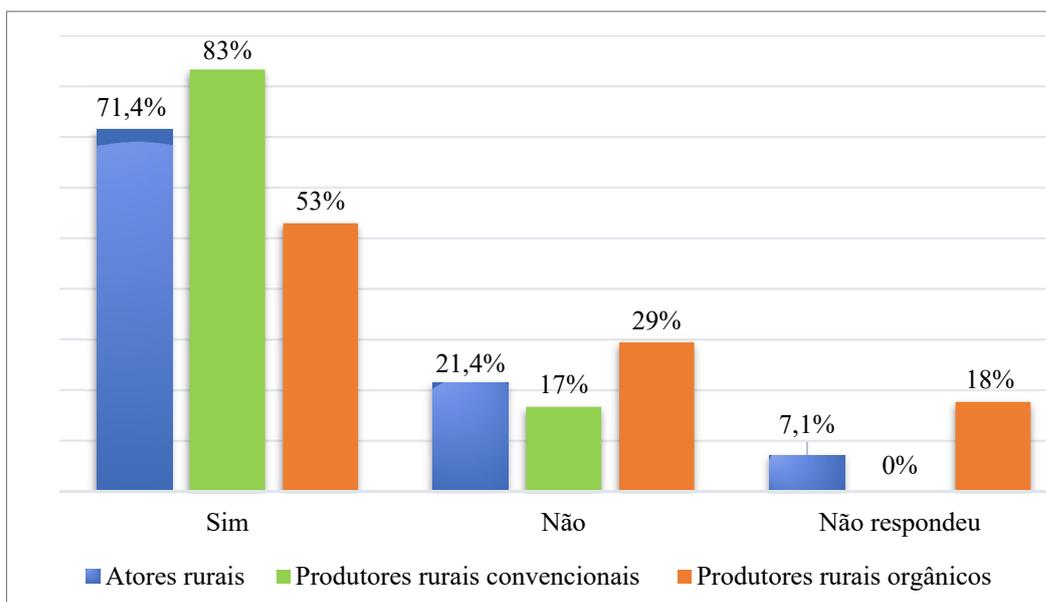
3.1 Percepção dos entrevistados sobre os impactos das mudanças climáticas na produção agrícola

Foram entrevistados 49 pessoas, sendo 18 produtores convencionais, 17 produtores orgânicos e 14 atores rurais. O gênero masculino foi predominante tanto no grupo de atores rurais (71%) quanto no de produtores rurais (77%). Segundo o Censo Agropecuário (IBGE, 2017), em Nova Friburgo, os produtores rurais, proprietários, em sua maioria, são do gênero masculino (83,5%), em relação ao gênero feminino (16,5%), sendo as pessoas que trabalham em estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar 66% do gênero masculino e 34% do gênero feminino.

Para avaliar a percepção dos atores rurais e produtores rurais convencionais e orgânicos sobre os impactos das mudanças climáticas na produção agrícola da região, foi questionado se, nos últimos cinco anos, as mudanças climáticas na região afetaram de alguma forma a produção agrícola.

A maioria dos atores rurais e dos produtores convencionais e orgânicos respondeu que sim, ou seja, positivamente em relação à percepção das mudanças climáticas, que afetaram de alguma forma a produção agrícola em Nova Friburgo, nos últimos cinco anos. Observou-se também que a porcentagem de produtores orgânicos que não conseguiu relacionar as mudanças climáticas à perda da produção agrícola é maior em relação aos produtores convencionais (Figura 2).

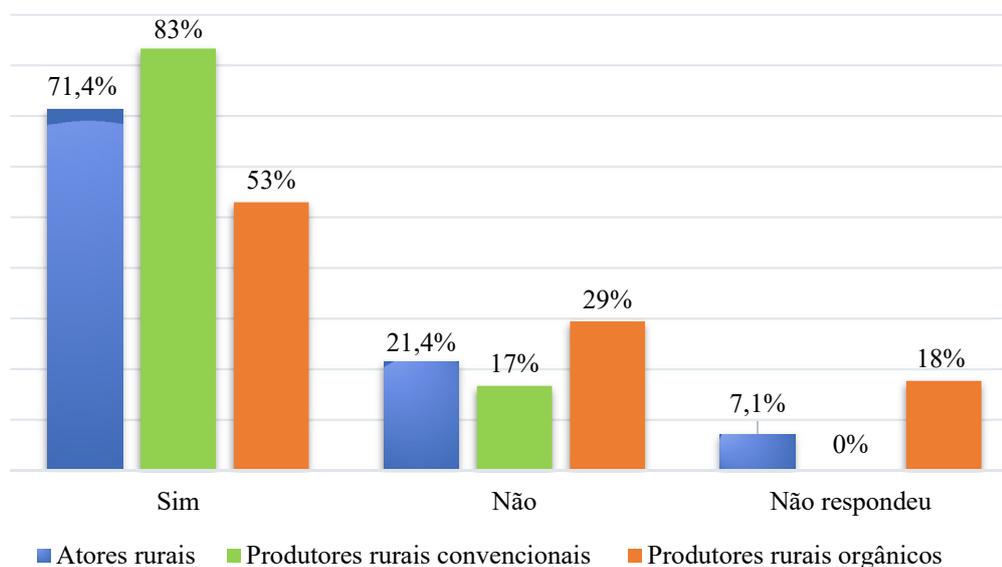
Figura 2 – Percepção dos entrevistados em relação aos impactos das mudanças climáticas na produção agrícola no município de Nova Friburgo



Fonte: Elaborado pelos autores.

Aos entrevistados que responderam SIM, pediu-se para identificar em quais anos ocorreram os impactos que afetaram a produção agrícola nos últimos cinco anos (período de 2014 a 2018). A percepção dos atores rurais e produtores rurais convencionais e orgânicos se mostrou distinta, pois 23,5% dos atores rurais responderam que foi em 2015, 26% dos produtores convencionais responderam que foi em 2016 e 11% dos produtores rurais orgânicos mencionaram que foi o ano de 2016. A maioria dos atores (29,4%) e produtores rurais orgânicos (89%) não conseguiu identificar em quais anos exatamente ocorreram os impactos que afetaram a produção agrícola (Figura 3).

Figura 3 – Anos identificados pelos entrevistados em que ocorreram impactos das mudanças climáticas na produção agrícola no município de Nova Friburgo



Fonte: Elaborado pelos autores.

No que diz respeito à diferença de percepção dos produtores rurais convencionais e orgânicos em relacionar os anos em que ocorreram os impactos das mudanças climáticas que afetaram a produção agrícola, isso possivelmente se deve às práticas aplicadas na produção convencional, como revolvimento do solo, aplicação de agroquímicos e plantio “morro abaixo”, que afetam a qualidade e a quantidade dos recursos naturais, com destaque para a água e o solo, tornando o sistema agrícola mais vulnerável aos impactos das mudanças climáticas. Calbo e Aroca (2009) e Teixeira e Pires (2017) mencionam que a produção agrícola baseada em sistemas agroecológicos, com a utilização de práticas sustentáveis, dos recursos naturais com eficiência e visando à conservação ambiental, torna os sistemas de produção mais resilientes, diminuindo a exposição aos riscos climáticos.

Alguns dos entrevistados, com destaque para os produtores convencionais, fizeram referência aos anos anteriores, principalmente de 2011, como atípicos. Para eles, o ano de 2011, conforme esperado, foi apontado como um ano com fortes impactos das mudanças climáticas na produção agrícola, devido ao ECE ocorrido na Região Serrana do Rio de Janeiro.

Considerando-se o ECE de 2011 que atingiu as áreas de produção agrícola de Nova Friburgo, 61% dos produtores rurais convencionais e 12% dos produtores orgânicos relataram que receberam orientação para mudar as práticas agrícolas convencionais utilizadas para práticas conservacionistas, com destaque para o apoio do Programa Rio Rural, que possibilitou a orientação aos produtores por agrônomos e técnicos em agropecuária locais (RIO DE JANEIRO, 2014).

Os atores rurais (86%) e produtores rurais convencionais (56%) e orgânicos (76%) consideraram em suas respostas que o produtor pode ajudar a minimizar os impactos das mudanças climáticas na região. O grupo de produtores convencionais é o que mais respondeu negativamente (22%), seguido de talvez (22%), mostrando que ainda não estão totalmente convencidos em relação ao papel dos produtores rurais no processo de adaptação e mitigação das mudanças climáticas. Em relação aos grupos dos atores e produtores rurais orgânicos,

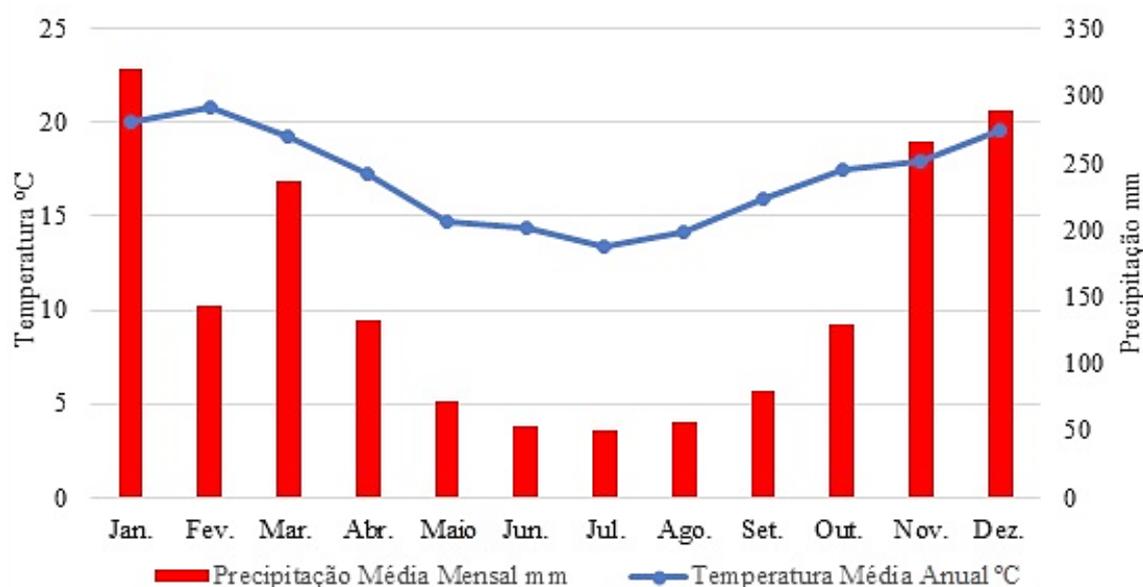
verificou-se resposta negativa, respectivamente, para 7% e 6%, mostrando as suas visões otimistas e o reconhecimento em relação aos benefícios que as práticas da agricultura orgânica podem exercer na adaptação e mitigação dos efeitos dos impactos das mudanças climáticas.

Paiva e Coelho (2015) mencionam que a conscientização ambiental e disponibilização de informações, bem como a assistência técnica por meio de instituições locais de pesquisa e extensão, são fatores responsáveis por ações de recuperação e conservação dos recursos naturais em médio e longo prazos. A conscientização dos atores e produtores rurais orgânicos, de que os produtores rurais podem minimizar os impactos das mudanças climáticas nos sistemas de produção por meio de suas práticas conservacionistas, pode provavelmente ser atribuída ao nível de escolaridade que eles apresentam, pois a informação formal, científica e acadêmica é capaz de inserir os indivíduos no contexto dos problemas ambientais e promover consciência ambiental, fomentando a adoção de práticas sustentáveis pelos produtores rurais (KADRY; PIÑA-RODRIGUES; PIRATELLI, 2017; MAHMOOD *et al.*, 2021).

3.2 Comparação dos dados meteorológicos e de produção agrícola municipal de Nova Friburgo com a percepção dos entrevistados

A partir do climograma (Figura 4), verifica-se que as chuvas em Nova Friburgo são concentradas de outubro a abril, sendo que janeiro é o mês de maior precipitação. As temperaturas médias anuais também se mostram mais elevadas nesse período úmido, com temperaturas entre 17,4°C e 20,8°C. O período de estiagem, com pouca precipitação, ocorre entre os meses de maio e setembro, período de registro das menores temperaturas médias anuais, entre 14,7°C e 15,9°C.

Figura 4 – Climograma da precipitação e temperatura média anual de Nova Friburgo, RJ, de 2010 a 2018



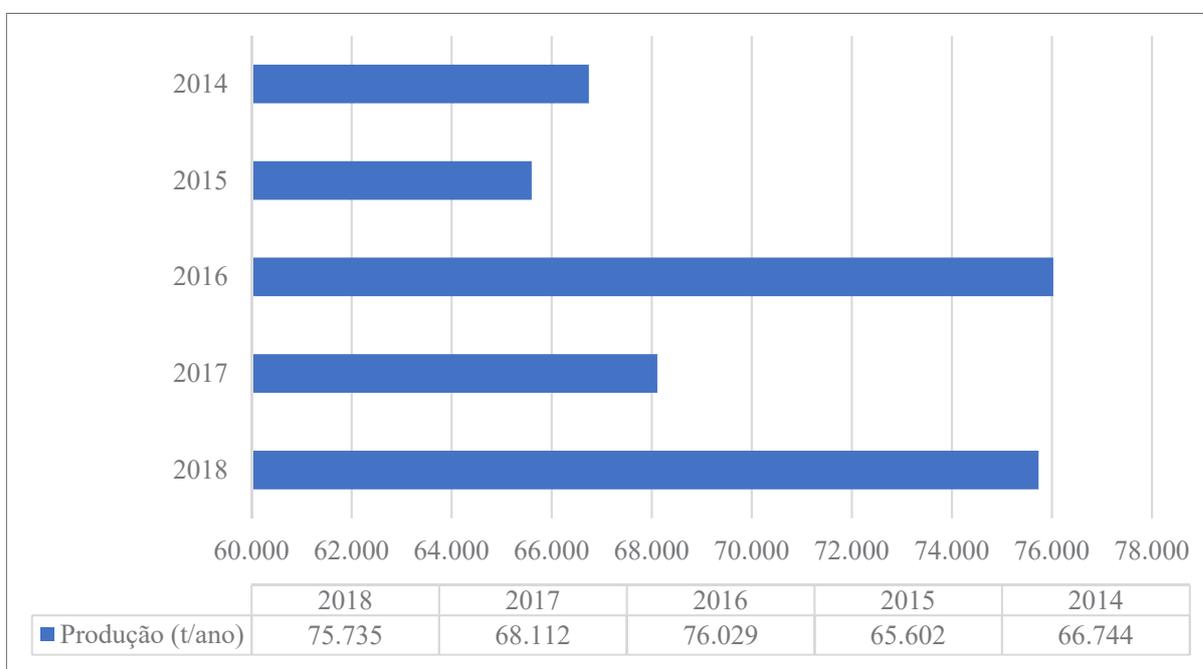
Fonte: Adaptada de INMET (2010 a 2018).

Nos anos de 2014 e 2015, houve estiagem severa na região Sudeste, com impactos na disponibilidade hídrica em diversos municípios do Rio de Janeiro (COSTA; FARIAS JÚNIOR; CHARGEL, 2018). No ano de 2016, foram registradas anomalias no nível de precipitação em quase todo o Brasil, com secas principalmente na região Nordeste e chuvas acima da média no Sul e Sudeste (INMET, 2016). A percepção dos entrevistados coincidiu com os anos de anomalias climáticas presentes na literatura, como o ano de 2015, mais indicado pelos atores rurais, e 2016, mais indicado pelos produtores rurais orgânicos e convencionais, como sendo os anos onde ocorreram os maiores impactos das mudanças climáticas na produção agrícola.

A percepção dos produtores orgânicos em relação aos anos que ocorreram os maiores impactos das mudanças climáticas na produção agrícola se relacionou aos últimos cinco anos (2014 a 2018), em que ocorreram eventos de estiagem. Destaca-se que a maioria dos produtores orgânicos entrevistados tinham suas unidades de produção agrícola localizadas em áreas com maior grau de conservação ambiental, o que permitiu uma maior resiliência no que tange a *deficits* hídricos, comparativamente às unidades de produção dos produtores convencionais entrevistados. A percepção dos entrevistados, de um modo geral, foi diferente em relação aos impactos decorrentes do excesso de chuva que afetou os produtores, sendo os impactos voltados aos aspectos coletivos mais evidenciados, como as perdas de estradas e os deslizamentos.

De acordo com as informações do Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola (ASPA) de Nova Friburgo, de 2014 a 2018 (SEAPPA-RJ, 2018), os anos de 2014 (produção de 66.744 t/ano) e 2015 (produção de 65.602 t/ano), considerando-se o período analisado (2014 a 2018), foram os anos com menor produção agrícola anual do município de Nova Friburgo (Figura 5).

Figura 5 – Produção agrícola anual de 2014 a 2018 em Nova Friburgo



Fonte: ASPA (2014 a 2018).

Os produtores rurais convencionais e orgânicos identificaram que as mudanças climáticas impactaram de forma mais severa a produção agrícola no ano de 2016, o que não corresponde

aos dados da base de Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola (ASPA) da EMATER, pois foi o ano que apresentou a maior produção agrícola (76.029 t/ano). Em relação aos impactos das mudanças climáticas na produção agrícola da região, considerando os últimos 5 anos (2014 a 2018), a percepção dos atores rurais mostrou-se mais coerente ao indicarem o ano de 2015.

No ano de 2016, não houve impacto severo na produção agrícola municipal, uma vez que foi contabilizada uma produção de 76.029 toneladas, considerando os últimos 5 anos (2014 a 2018), sendo o ano com maior produção agrícola em Nova Friburgo. Possivelmente, a percepção divergente dos entrevistados em relação aos dados oficiais deve estar relacionada ao fato de que os anos anteriores a 2016 (2014 e 2015) foram caracterizados como anos de crise hídrica, com estiagem severa.

Segundo Costa, Farias Júnior e Chargel (2018), nos períodos 2013/2014 a 2016/2017, a Precipitação Normal (PN) variou de úmido baixo a seco fraco em 2013/2014. Já o Índice de Precipitação Padronizada (*Standardized Precipitation Index* [SPI]) variou do normal ao severamente seco nos períodos de 2014/2015 e 2015/2016. Como exemplo, destaca-se que a cultura do tomate no município de Nova Friburgo, importante cultivo na região, sofreu com a diminuição do volume de água nos cursos d'água e com a menor oferta para irrigação, especialmente nos períodos de grande demanda de água pela cultura, de outubro a março, sendo 2014 e 2015 os anos com menor produção nos últimos 5 anos (2014 a 2018), com, respectivamente, uma produção de 66.744 toneladas e 65.602 toneladas.

3.3 Classificação das medidas de adaptação às mudanças climáticas adotadas e identificadas pelos entrevistados e comparação com as medidas de adaptação citadas na literatura

Na Tabela 1, são apresentadas as medidas de adaptação identificadas pelos entrevistados em relação aos impactos das mudanças climáticas, sua classificação, assim como medidas de adaptação relacionadas na literatura.

Tabela 1 – Medidas de adaptação aos impactos das mudanças climáticas identificadas pelos entrevistados, classificadas e comparadas à literatura

Impactos das mudanças climáticas sob a percepção dos entrevistados	Medidas de adaptação adotadas	Medidas de adaptação identificadas na literatura	Referências	Classificação da medida de adaptação adotada
As abelhas reduziram	Manter área florestal	Necessidade de áreas não tão fragmentadas que suportem as populações	Viana, Formiga-Johnsson e Strauch (2012)	AbE
	Redução do uso de agrotóxicos	Diminuição do uso de agrotóxicos	Pires <i>et al.</i> (2016)	Incremental
Alteração das épocas de chuva e estiagem	–	Mudanças no calendário agrícola	Khan <i>et al.</i> (2020)	–
	Plantio direto	Plantio direto	Lima e Alves (2008)	Incremental
Longo período de estiagem	Terraços	Terraços	Prado, Formiga-Johnsson e Marques (2017)	Incremental
	Plantio em nível	O uso da captação de água da chuva	IPCC (2014a)	Incremental
Frentes frias mais severas	–	Cultivos protegidos em estufa	Calbo e Aroca (2009)	–
	Sistemas agroflorestais	Sistemas de subsistência diversificados visando aumentar a resiliência	IPCC (2014a)	Transformacional
Chuvas mais intensas	Produção orgânica	Sistemas de subsistência diversificados visando aumentar a resiliência	IPCC (2014a)	Transformacional
	Práticas conservacionistas	Práticas conservacionistas	Moroda, Tolossa e Semie (2018)	Incremental
Fortes ventanias	–	Plantio de espécies florestais como quebra-vento	Shah, Zhou e Shah (2019)	–
	Cobertura do solo com palhada	Cobertura do solo com palhada	Hasan <i>et al.</i> (2018)	Incremental
Diminuição da disponibilidade de água	Adubação verde	Adubação verde	Espindola, Guerra e Almeida (1997)	Incremental
	Recuperação de áreas degradadas	Recuperação de áreas degradadas	Parron <i>et al.</i> (2015)	Transformacional
Movimento de massa ou deslizamento de morros	Manter área florestal	Área de Preservação	MMA (2020)	AbE

Impactos das mudanças climáticas sob a percepção dos entrevistados	Medidas de adaptação adotadas	Medidas de adaptação identificadas na literatura	Referências	Classificação da medida de adaptação adotada
Erosão do solo	Cobertura do solo com palhada	Cobertura do solo com palhada	Sousa, Martins Filho e Matias (2012)	Incremental
	Rotação de culturas	Rotação de culturas	Angelotti, Fernandes e Sá (2011)	Incremental
	Terraços	Terraços	De Moraes <i>et al.</i> (2016)	Incremental
	Plantio em nível	Plantio em nível	Shah, Zhou e Shah (2019)	Incremental
	Plantio direto	Plantio direto	Lima e Alves (2008)	Incremental
Teve que parar de produzir uma variedade de hortaliça	Parar de cultivar a cebolinha (<i>Allium schoenoprasum</i> . L.)	Diversificação de culturas, alteração da variedade de culturas	Khan <i>et al.</i> (2020)	Transformacional
Diminuição da produção de algumas variedades de hortaliça	Sistemas agroflorestais	Sistemas de subsistência diversificados, a fim de aumentar a resiliência	IPCC (2014a)	Transformacional
		Rotação de culturas	Angelotti, Fernandes e Sá (2011)	–
Perda de áreas agricultáveis	–	Consórcios	Redin <i>et al.</i> (2016)	–
		Cultivos protegidos	Calbo e Aroca (2009)	–
Não teve produção de mel	–	Diversificação de culturas	Sanogo <i>et al.</i> (2017)	–
		Plantio de espécies melíferas	EMBRAPA (2020)	–
Seca de nascentes	Proteção de nascentes	Áreas de preservação permanente	AdaptaClima (2020)	AbE
	Cobertura do solo com palhada	–	–	Incremental
	Adubação verde	–	–	Incremental

Fonte: Elaborado pelos autores.

Verificou-se que a maioria dos impactos apresentou medidas de adaptação identificadas pelos atores e produtores rurais de Nova Friburgo, coincidindo com as medidas de adaptação às mudanças climáticas citadas na literatura, o que mostra o quão os produtores da região parecem estar cientes da necessidade de adaptação no manejo da produção agrícola, por meio da adoção de medidas efetivas que possam mitigar os impactos das mudanças climáticas.

Em relação às práticas agrícolas conservacionistas adotadas como estratégias de adaptação, destacam-se as adaptações incrementais, a partir da orientação de políticas e programas de desenvolvimento rural em andamento na região, como o Programa Rio Rural (as práticas conservacionistas recomendadas incentivavam a produção sustentável, adequação ambiental e agroecologia) (MONTEIRO, 2014; ANTONIO, 2020) e o Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) (MONTEIRO, 2014). Dentre estas práticas, foi mencionada a implantação da tecnologia da EMBRAPA, denominada Tomatec, que consiste na produção de tomate com menor uso de agrotóxicos, inserindo no cultivo práticas agrícolas mais sustentáveis, como fertirrigação por gotejamento, o ensacamento de pencas, a utilização de fitilho nas lavouras e o manejo integrado de pragas (LAFORET *et al.*, 2020).

A decisão de adoção de medidas de adaptação é feita principalmente a partir da decisão individual e autônoma do agricultor. Dada a experiência dos agricultores com o ECE de 2011, as mudanças incrementais podem ter sido uma resposta imediata de baixo custo e risco na redução às perdas e no aumento dos benefícios aos impactos da variação do clima e eventos extremos, aumentando a resiliência dos sistemas de produção com a diminuição da vulnerabilidade ambiental encontrada em Nova Friburgo pela prática da agricultura convencional, predominante na região que admite práticas não sustentáveis (GRISEL; ASSIS, 2015). A adoção das adaptações, em sua maioria incrementais, diante dos impactos das mudanças climática por agricultores familiares e pequenos agricultores, também é relatada por Moroda, Tolossa e Semie (2018), Khan *et al.* (2020) e Mardiyati, Natsir e Nailah (2021), mesmo que os autores não tenham classificado os tipos de adaptação adotadas.

A baixa adoção das medidas de adaptação do tipo transformacional e AbE deve estar relacionada ao investimento para adoção dessas adaptações, que têm maiores exigências de recursos em relação às medidas de adaptação incremental, com implicações e necessidades de políticas públicas e investimentos, sendo que a adaptação AbE tem seus resultados em longo prazo. Ainda, na adaptação transformacional, embora também possa ser uma decisão autônoma e individual do produtor rural, o risco aumenta, uma vez que se muda o contexto de produção e é possível sofrer impactos nos rendimentos; geralmente, é uma adaptação adotada na incapacidade total de continuar a produção agrícola como anteriormente ou uma resposta a novas oportunidades antes não possíveis ao produtor rural, que necessita de mais estudos e planejamento, com o objetivo de mitigar impactos nas mudanças climáticas atuais e esperadas (VERMEULEN *et al.*, 2018).

Medidas de adaptação não foram identificadas pelos entrevistados em relação aos impactos – alteração das épocas de chuva e estiagem, frentes frias mais severas, fortes ventanias, perda de áreas agricultáveis e ausência da produção de mel –, o que indica que, na percepção dos produtores convencionais e atores rurais, há impactos relacionados a mudanças climáticas que necessitam de medidas de adaptação no município de Nova Friburgo. Isto mostra a demanda local em termos de capacitação, adoção de novas tecnologias e a necessidade de se buscar recursos e apoio para que a adaptação possa ocorrer, prevalecendo o tipo de adaptação mais adequada ao contexto local (IPCC, 2014a).

4 CONCLUSÕES

Os agricultores de Nova Friburgo têm ciência sobre os impactos das mudanças climáticas, embora o estudo tenha apontado uma certa diferença entre a percepção dos agricultores convencionais e orgânicos e atores rurais, indicando que o fato de o agricultor investir na produção sustentável de olerícolas e o grau de acesso a informações podem influenciar o nível de percepção quanto aos impactos da variabilidade climática e de eventos climáticos extremos na produção agrícola.

Ficou evidente a percepção dos entrevistados sobre os impactos das mudanças climáticas na produção agrícola na região nos últimos 5 anos (2014–2018), embora a percepção na identificação dos anos não seja tão precisa ao se confrontar com os dados de produção agrícola. O ano de 2015 foi o ano dos últimos 5 anos (2014-2018) que apresenta menor produção agrícola sob a percepção dos atores rurais e, segundo a literatura, foi um ano de estiagem severa para a região. A percepção em relação aos impactos das mudanças climáticas, provavelmente, deve-se à tragédia ocorrida em Nova Friburgo, em 2011, causada por um ECE, com chuvas intensas que levaram à perda de produção, pessoas e infraestrutura, assim como pela orientação aos produtores por agrônomos e técnicos em agropecuária em relação à mudança das práticas agrícolas convencionais para conservacionistas, que, após o ECE, receberam incentivos financeiros e orientação técnica do programa Rio Rural, para a recuperação das áreas agrícolas atingidas pelo ECE.

As medidas de adaptação adotadas pelos agricultores em Nova Friburgo estão alinhadas ao que é previsto na literatura, com algumas exceções. Destaca-se o plantio direto, adubação verde, cobertura do solo com palhada, plantio em nível, terraços e sistemas agroflorestais, sendo em sua maioria adaptações incrementais, com ajustes no sistema de produção em curso e de baixo custo, uma vez que as adaptações transformacionais e AbE demandam um maior investimento de recursos.

O estudo evidenciou a importância da percepção dos atores rurais para o estabelecimento de medidas de adaptação que considerem o contexto socioeconômico local, a fim de reduzir a vulnerabilidade diante das ameaças das mudanças climáticas que vêm afetando a produção agrícola local, projetadas de forma cada vez mais frequente e intensa. Os resultados indicaram também que não se identificam medidas de adaptação para alguns tipos de impactos, como a alteração das épocas de chuva e estiagem, frentes frias mais severas, fortes ventanias, perda de áreas agricultáveis e a baixa produção de mel. Isto demonstra que a adaptação é um exercício contínuo de implementação, monitoramento e ajustes de práticas em curso e novas, de acordo com as necessidades dos produtores e atores rurais. Para tal, como se trata de agricultura familiar, é preciso o apoio de políticas públicas voltadas à mitigação das mudanças climáticas, linhas de crédito e mecanismos de compensação econômica.

Por fim, recomenda-se, para trabalhos futuros, averiguar a não identificação na percepção dos atores e produtores rurais para medidas de adaptação aos seguintes impactos climáticos: frentes frias mais severas, fortes ventanias, perda de áreas agricultáveis e ausência de produção de mel, incluindo outras localidades do município de Nova Friburgo, o que poderia agregar mais informações futuramente, complementando o estudo realizado.

REFERÊNCIAS

- PLATAFORMA DE CONHECIMENTO EM ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA [ADAPTACLIMA]. *Biodiversidade e ecossistemas*: no contexto da mudança do clima. Brasília, 2020. Disponível em: <http://adaptaclima.mma.gov.br/>. Acesso em: 30 abr. 2020.
- PLATAFORMA DE CONHECIMENTO EM ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA [ADAPTACLIMA]. *Glossário*. Brasília, 2021. Disponível em: <http://adaptaclima.mma.gov.br/glossario>. Acesso em: 22 fev. 2021.
- ADGER, W. N. Vulnerability. *Global Environmental Change*, Amsterdã, v. 16, n. 3, p. 268–81, ago. 2006.
- AGOVINO, M.; CASACCIAB, M.; CIOMMIC, M.; FERRARAA, M.; MARCHESANOD, M. Agriculture, climate change and sustainability: The case of EU-28. *Ecological Indicators*, Coimbra, v. 105, p. 525–43, 2019.
- ANGELOTTI, F.; FERNANDES, P. I. J.; SÁ, I. B. Mudanças climáticas no semiárido brasileiro: medidas de mitigação e adaptação. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 6, p. 1097–111, 2011.
- ANDRADE, K. M.; PINHEIRO, H. R. Simulação de eventos extremos de precipitação na Região Serrana do Rio de Janeiro no clima presente e futuro utilizando o modelo ETA-HADCM3. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, edição., 2011, João Pessoa, PB. *Anais [...]*. Belém-PA: UFPA/CEBN, 2011.
- ANTONIO, G. J. Y.; BRAGA, C. D. G.; DE ASSIS, R. L.; DE AQUINO, A. M. O protagonismo das mulheres rurais. Realidade atemporal: o caso de Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. *Boletín de Estudios Geográficos*, n. 113, p. 69-89, 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, Seção 1, p. 8, 24 de dezembro de 2003.
- BRASIL. Senado Federal. *Lei n. 11.326*, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, DF, 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em: 3 mar. 2020.
- CALBO, A. G.; AROCA, S. C. Medidas para mitigar os efeitos das mudanças climáticas na produção de hortaliças. In: GUEDES, I. M. R. Mudanças climáticas globais e a produção de hortaliças I. *Embrapa Hortaliças – Publicações Técnicas (INFOTECA-E)*, 1. ed., 2009. p. 95-126
- COMPLEXO PETROQUÍMICO DO RIO DE JANEIRO [COMPERJ]. *Agenda 21 COMPERJ*: Agenda 21 Nova Friburgo. Rio de Janeiro: COMPERJ, 2011. 178 P.
- COSTA, L. F.; FARIAS JÚNIOR, J. E. F.; CHARGEL, L. T. A precipitação traduzida em índices: o Estado do Rio de Janeiro enfrentando a pior estiagem dos últimos 85 anos. *Ineaana*, Rio de Janeiro, especial, novembro, p. 57–75, 2018.
- CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Tradução de Luciana de Oliveira da Rocha. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DE MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; FRANCHIN, J. C.; DA SILVA, V. R. Benefícios das plantas de cobertura sobre as propriedades físicas do solo. In: TIECHER, T. *Práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água*. Brasil: Porto Alegre- UFRGS, 2016. p. 34-48.
- EMBRAPA. *Flora Apícola*. Embrapa Meio-Norte, Teresina, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: 12 abr. 2020.

EUROPEAN UNION [EU]. *EU Biodiversity Strategy for 2030 – bringing nature back into our lives*. Communication for the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions. Russian: EU, 35 p. 2021. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/31e4609f-b91e-11eb-8aca-01aa75ed71a1>. Acesso em: 5 jun. 2021.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; DE ALMEIDA, D. L. Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável. *Embrapa Agrobiologia – Documentos (INFOTECA- E)*, Seropédica, 1997. p. 20

GALLOPÍN, G. C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global environmental change*, Norwich, v. 16, n. 3, p. 293–303, 2006.

GEEST, K. V. D.; DE SHERBININ, A.; KIENBERGER, S.; ZOMMERS, Z.; SITATI, A.; ROBERTS, E.; JAMES, R. The impacts of climate change on ecosystem services and resulting losses and damages to people and society. *In: MECHLER, Reinhard; BOUWER, Laurens; SCHINKO, Thomas; SURMINSKI, Swenja; LINNEROOTH-BAYER, JoAnne. Loss and damage from climate change concepts, methods and policy options*. [S.l.]: Springer, p. 221–36. 2019.

GONZALEZ, D.; DA COSTA, A. Análise da percepção de risco e vulnerabilidade a partir dos alunos do ensino médio na vivência de Nova Friburgo RJ após desastre natural de 2011. *Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, v. 1, n. 9, p. 187–211, 2016.

VAN DER GEEST, K. V. D.; DE SHERBININ, A.; KIENBERGER, S.; ZOMMERS, Z.; SITATI, A.; ROBERTS, E.; JAMES, R. The impacts of climate change on ecosystem services and resulting losses and damages to people and society. *In: MECHLER, R.; BOUWER, L.; SCHINKO, T.; SURMINSKI, S.; LINNEROOTH-BAYER, J. Loss and damage from climate change concepts, methods and policy options*. Springer, Cham, p. 221–36. 2019.

GRISEL, N. P.; DE ASSIS, R. L. Dinâmica agrária da Região Sudoeste do município de Nova Friburgo e os atuais desafios de sua produção hortícola familiar. *Embrapa Agrobiologia-Documentos (INFOTECA-E)*, Seropédica, 2015.

HASAN, M. K.; DESIERE, S.; D’HAESE, M.; KUMAR, L. Impact of climate-smart agriculture adoption on the food security of coastal farmers in Bangladesh. *Food Security*, The Netherlands, v. 10, n. 4, p. 1073–88, 2018.

HOFFMANN, A. F. *A percepção e o contexto no desenho de estratégias de adaptação à mudança climática no uso agrícola das terras*. 2011. 149 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. *PAM – Produção Agrícola Municipal*. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?edicao=25369&t=resultados>. Acesso em: 10 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. Censo Agropecuário. Cidades. *Nova Friburgo*. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 17 jan. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA [INMET]. *Panorama geral das condições meteorológicas e os principais eventos extremos significativos ocorridos no Brasil em 2016*. Brasília, DF: CGMADP, 2016. 11p. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 3 mar. 2020.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC]. *Summary for Policymakers: climate change 2021 – the physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [MASSON-DELMOTTE, V., ZHAI, P.; PIRANI, A.; CONNORS,

S. L.; PÉAN, C.; BERGER, S.; CAUD, N.; CHEN, Y.; GOLDFARB, L.; GOMIS, M. I.; HUANG, M.; LEITZELL, K.; LONNOY, E.; MATTHEWS, J. B. R.; MAYCOCK, T. K.; WATERFIELD, T.; YELEKÇI, O.; YU, R.; ZHOU B. (Ed.)). Cambridge: Cambridge University Press, 2021. 3949 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC]. *Climate Change and Land: special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [SHUKLA, P.R. *et al.* (Ed.)]. Cambridge: Cambridge University Press, 2019. 43 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC]. *Annex I: Glossary* [Matthews, J.B.R. (ed.)]. In: IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5° C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty, V. Masson-Delmotte et al., Eds.(Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2018), 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC]. *Alterações climáticas: impactos, adaptação e vulnerabilidade – resumo para decisores*. Contribuição do grupo de trabalho II para o quinto relatório de avaliação do painel intergovernamental sobre alterações climáticas. Tradução de Iniciativa Verde. Cambridge: Cambridge University Press, 2015. 47 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC]. *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [MIMURA, N.; PULWARTY, R. S.; DUC, D.M.; ELSHINNAWY, I.; REDSTEER, M. H.; HUANG, H.Q.; NKEM, J. N.; SANCHEZ RODRIGUEZ, R. A. (Ed.)]. *Adaptation planning and implementation*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014a. p. 869–98.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC]. *Alterações climáticas: impactos, adaptação e vulnerabilidade – resumo para decisores*. Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas. [FIELD, C. B., BARROS, V. R., DOKKEN, D. J.; MACH, K. J.; MASTRANDREA, M. D.; BILIR, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. L.; ESTRADA, Y. O.; GENOVA, R. C.; GIRMA, B.; KISSEL, E. S.; LEVY, A. N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P. R.; WHITE, L. L. (Ed.)]. Genebra, Suíça: WMO, 34 p. 2014b. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: 18 nov. 2019.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC]. *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*. A special report of working groups I and II of the intergovernmental panel on climate change. [FIELD, C. B.; BARROS, V.; STOCKER, T. F.; QIN, D.; DOKKEN, D. J.; EBI, K. L. (Ed.)] Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 594 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC]. *The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, MILLER, M. H. L. (Ed.)]. Cambridge: Cambridge University Press; New York, NY: United Kingdom, 2007. 996 p.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE [IUCN]. *Issues Brief: Ecosystem-based Adaptation*. Switzerland, 2017. Disponível em: <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/ecosystem-based-adaptation>. Acesso em: 5 nov. 2020.

LAFORÉ, M. R. C.; DE MACEDO, J. R.; NASCIMENTO, P. P.; DE JESUS, I. R. D. *O uso de marcas na agricultura: Tomatec® tomate em cultivo sustentável*, In: A.C.P. Vieira, K.L. Bruch and L. Locatelli (Eds.), *Propriedade Intelectual, Desenvolvimento e Inovação: Desafios para o Futuro* (1a ed., pp. 65-82), Aya Editora, Ponta Grossa. 2020.

KADRY, V. O.; PIÑA-RODRIGUES, F. M.; PIRATELLI, A. J. Percepção de agricultores familiares de Ubatuba-SP sobre serviços ecossistêmicos. *Biotemas*, Florianópolis, v. 30, n. 4, p. 101–15, 2017.

KHAN, I.; LEIA, H.; SHAHB, I. A.; ALIA, I.; KHANC, I.; MUHAMMADD, I.; HUOA, X.; JAVED, T. Farm households' risk perception, attitude and adaptation strategies in dealing with climate change: Promise and perils from rural Pakistan. *Land Use Policy*, Enschede, v. 91, dez. 2019, p. 1–11, 2020.

LIMA, M. A.; ALVES, B. J. R. Vulnerabilidades, impactos e adaptação à mudança do clima no setor agropecuário e solos agrícolas. *Parcerias Estratégicas*, Brasília, v. 27, p. 73–111, 2008.

LINDOSO, D.; EIRÓ, F.; ROCHA, J. D. Desenvolvimento sustentável, adaptação e vulnerabilidade à mudança climática no semiárido nordestino: um estudo de caso no Sertão do São Francisco. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 44, n. especial, p. 301–32, 2013.

MARDIYATI, S., NATSIR, M.; NAILAH. Literacy and adaptation strategy of rainfed lowland farmer on climate change risk in Takalar Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Scienc*, Boston, n. 50, v. 601, p. 12080, 2021.

MAHMOOD, N.; ARSHAD, M.; MEHMOOD, Y.; SHAHZAD, M. F.; K'ACHELE, H. Farmers' perceptions and role of institutional arrangements in climate change adaptation: Insights from rainfed Pakistan. *Climate Risk Management*, Florida, v. 32, p. 100288, 2021.

MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H. S., ZEE, D. M. W. *Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil*. Rio de Janeiro: FBDS, 2009. 76 p.

MARIANI, C. M.; HENKES, J. A. Agricultura orgânica x agricultura convencional soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 3, n. 2, p. 315-338, 2014.

MATA, A. P. *Legislação ambiental e uso atual do solo: o caso da micro-bacia do Córrego de São Lourenço – Nova Friburgo, RJ*. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2006.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT [MEA]. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC: Island Press, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/>. Acesso em: 10 fev. 2019.

MEDEIROS, V. S.; BARROS, M. T. L. Análise de eventos críticos de precipitação ocorridos na região serrana do estado do Rio de Janeiro nos dias 11 e 12 de janeiro de 2011. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19., 27 nov. a 1º dez. 2011, Maceió. *Anais [...]*. Porto Alegre: ABRHidro, 2011. p. 1–19.

MILANÉS, O. A. G. *Agricultura familiar y la adaptación al cambio climático en coaprocor – Paraná, Brasil*. Guarujá: Editora Científica Digital, p. 379–98. 2021.

MARIANI, C. M.; HENKES, J. A. Agricultura orgânica x agricultura convencional soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, Palhoça, v. 3, n. 2, p. 315–38, 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE [MMA]. *Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) frente à mudança climática*. O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do Projeto Biodiversidade e Mudanças Climáticas na Mata Atlântica. O projeto é uma realização do governo brasileiro, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), no contexto da Cooperação para o Desenvolvimento Sustentável Brasil-Alemanha, no âmbito da Iniciativa Internacional de Proteção do Clima (IKI) do Ministério Federal do Meio Ambiente, Proteção da Natureza, Construção e Segurança Nuclear (BMUB) da Alemanha. O projeto conta com apoio técnico da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH e apoio financeiro do KfW Banco de Fomento Alemão. [Apostila do curso]. Brasília, DF, 2018. 103 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE [MMA]. *Ciência da mudança do clima: adaptação à mudança do clima*. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 13 mar. 2020.

MONTEIRO, J. M. *Lições aprendidas sobre como enfrentar os efeitos de eventos hidrometeorológicos extremos em sistemas agrícolas*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2014. (Documentos, n. 171).

MONTEIRO, J. M.; ANGELOTTI, F.; SANTOS, M. M. DE O. Adaptação e mitigação às mudanças climáticas. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, n. 43, p. 31–6, 2017.

MORODA, G. T.; TOLOSSA, D.; SEMIE, N. Perception and adaptation strategies of rural people against the adverse effects of climate variability: a case study of Boset District, East Shewa, Ethiopia. *Environmental Development*, Delft, v. 27, p. 2–13, 2018.

MÜLLER, F.; MYTANZ, C.; OLIVIER, J.; RENNER, I.; RIHA, K. Adaptação baseada em ecossistemas. Sedes da sociedade Bonn e Eschborn, Alemanha: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH [Tradução: Projeto Biodiversidade e Mudanças Climáticas na Mata Atlântica], p. 1–8, 2015. Disponível em: [file:///C:/Users/Samira/Downloads/giz2015_pt_abe-resumo%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Samira/Downloads/giz2015_pt_abe-resumo%20(1).pdf). Acesso em: 10 de dez. 2019.

NOGUEIRA, V. G.; SANTOS, E. A.; DA CUNHA, D. A. Vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas: análise de agricultores da bacia hidrográfica do Rio das Contas. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, Curitiba, v. 14, n. 1, p. 26–53, 2020.

PAIVA, R. F. P. S.; COELHO, R. C. O Programa Produtor de Água e Floresta de Rio Claro/RJ enquanto ferramenta de gestão ambiental: o perfil e a percepção ambiental dos produtores inscritos. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Paraná, v. 33, Abril, p. 51–62, 2015.

PARANHOS, R.; FIGUEIREDO FILHO, D. B. F.; DA ROCHA, E. C.; SILVA JÚNIOR, J. A.; FREITAS, D. Uma introdução aos métodos mistos. *Sociologias*, Porto Alegre, v. 18, n. 42, p. 384–411, 2016.

PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B.; BROWN, G. G., PRADO, R. B. (Ed.). *Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica*. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 12 dez. 2018.

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O.; PETTIS, J. S.; TEIXEIRA, E. W. Weakness and collapse of bee colonies in Brazil: Are there cases of CCD? *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 51, n. 5, p. 422–42, 2016.

PRADO, R. B.; FORMIGA-JOHNSON, R. M.; MARQUES, G. Uso e gestão da água. *Boletim Informativo da SBCS*, Viçosa, v. 43, n. 2, p. 43–48, 2017.

RANGEL, M. C.; NAUDITT, A. *Avaliação dos impactos socioeconômicos e ambientais da seca no meio rural da bacia do rio Muriaé – Zona da Mata de Minas Gerais e Noroeste do Rio de Janeiro – Brasil*. In: WATER SECURITY AND CLIMATE CHANGE CONFERENCE- 2017. 18-21 de setembro de 2017, Germany. Anais [...] Cologne; CNRD (TH Köln), 2017. p. 101.

REDIN, M.; GIACOMINI, S. J.; FERREIRA, P. A. V.; ECKHARDT, D. P. Plantas de cobertura de solo e agricultura sustentável: espécies, matéria seca e ciclagem de carbono e nitrogênio. In: TIECHER, T. *Práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água*. Porto Alegre: UFRGS, 2016. p. 7–22.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Agricultura e Pecuária. Superintendência de Desenvolvimento Sustentável. *Programa de desenvolvimento rural sustentável em microbacias hidrográficas* [Programa Rio Rural]. Rio de Janeiro, maio 2014. Disponível em: <http://www.greenrio.com.br/>. Acesso em: 23 nov. 2020.

SALMAN, A.; HUSNAIN, M.; JAN, I.; ASHFAQ, M.; RASHID, M.; SHAKOOR, U. Farmers' adaptation to climate change in Pakistan: perceptions, options and constraints. *Sarhad Journal of Agriculture*, Peshawar, v. 34, n. 4, p. 963–72, 2018.

SANOGO, K.; BINAM, J.; BAYALA, J.; VILLAMOR, G. B.; KALINGANIRE, A.; DODIOMON, S. Farmers' perceptions of climate change impacts on ecosystem services delivery of parklands in southern Mali. *Agroforestry Systems*, Montpellier, v. 91, n. 2, p. 345–61, 2017.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DO RIO DE JANEIRO [SEAPEC-RJ]. *Projeto Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas* do Estado do Rio de Janeiro – Rio Rural. BIRD – Plano Executivo da Microbacia de Barracão dos Mendes. Rio de Janeiro, 2011.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO RIO DE JANEIRO [SEAPPA-RJ]. *Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola – ASPA*. Rio de Janeiro: EMATER, 2018. Disponível em: <http://www.emater.rj.gov.br/tecnica.asp>. Acesso em: 20 dez. 2019.

SEDDON, N.; CHAUSSON, A.; BERRY, P.; GIRARDIN, C. A.; SMITH, A.; TURNER, B. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, London, v. 375, n. 1794, p. 20190120, 2020.

SHAH, S. I. A.; ZHOU, J.; SHAH, A. A. Ecosystem-based Adaptation (EbA) practices in smallholder agriculture; emerging evidence from rural Pakistan. *Journal of Cleaner Production*, Tennessee, v. 218, p. 673–84, 2019.

SOUSA, G. B.; MARTINS FILHO, M. V.; MATIAS, S. S. R. Perdas de solo, matéria orgânica e nutrientes por erosão hídrica em uma vertente coberta com diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar em guariba- sp. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 490–500, 2012.

TEIXEIRA, C. T. M.; PIRES, M. L. L. S. Análise da relação entre produção agroecológica, resiliência e reprodução social da agricultura familiar no sertão do Araripe. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 47–64, 2017.

TOL, R. S. The economic impacts of climate change. *Review of Environmental Economics and Policy*, Chicago, v. 12, n. 1, p. 4–25, 2018.

VERMEULEN, S. J.; DINESH, D.; HOWDEN, S. M.; CRAMER, L.; THORNTON, P. K. Transformation in practice: a review of empirical cases of transformational adaptation in agriculture under climate change. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Canada, v. 2, p. 65, 2018.

VIANA, V. J.; FORMIGA-JOHNSON, R. M.; STRAUCH, C. E. Riscos ambientais envolvendo o transporte de produtos perigosos para as águas captadas pela ETA Guandu, RJ. *Revista Ineana*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 46–63, 2012.

Sobre as autoras:

Samira França Oliveira: Mestre em Engenharia de Biosistemas da Universidade Federal Fluminense (UFF). Bióloga, bacharel, pela UFF. Atualmente, é pesquisadora bolsista pelo CNPq/MCTI na EMBRAPA Solos, RJ. Com experiência em meio ambiente, serviços ecossistêmicos, restauração ecológica e na educação básica, leciona as disciplinas de Ciências e Biologia. **E-mail:** oliveira.sf@hotmail.com, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-4568-734X>

Rachel Bardy Prado: Doutorado e mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo (USP). Especialização em Planejamento e Gerenciamento de Águas pela

Universidade Federal da Amazônia (UFRA). Tem MBA em Gestão de Projetos pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), USP, e realizou capacitação no tema Avaliação de Serviços Ecossistêmicos em instituições da Espanha, com bolsa da Fundação Carolina. Bióloga pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). É pesquisadora da EMBRAPA Solos há 20 anos, Rio de Janeiro. Participa da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) coordenando a elaboração do Relatório Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. **E-mail:** rachel.prado@embrapa.br, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-1893-4915>

Joyce Maria Guimarães Monteiro: Doutora em Planejamento Energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Mestre em Ecologia pela Universidade de Brasília (UnB). Graduada em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Atualmente, é pesquisadora nível A da EMBRAPA Solos, na área de mudanças climáticas. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em ecologia e planejamento ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: serviços ecossistêmicos do solo em sistemas agropecuários e florestais como estratégia de adaptação e mitigação às mudanças climáticas, avaliação da sustentabilidade rural, Soluções Baseadas na Natureza e políticas públicas para segurança alimentar, hídrica e energética. **E-mail:** joyce.monteiro@embrapa.br, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-0598-5609>

