

A Abordagem Nexus+ aplicada a estudos de impactos, vulnerabilidade e adaptação à mudança do Clima no Brasil

The Nexus+ Approach applied to studies of impacts, vulnerability and adaptation to climate change in Brazil

Sonia Maria Viggiani Coutinho^a

Diogo V. Santos^d

Marcel Bursztyn^c

José Antônio Marengo^d

Saulo Rodrigues-Filho^e

André F. P. Lucena^f

Daniel Andres Rodriguez^g

Stoécio Malta Ferreira Maia^h

^a Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
End. Eletrônico: scoutinho@usp.br

^b Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, MCTI, Brasília, DF, Brasil
End. Eletrônico: diogo.santos@mctic.gov.br

^c Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil
End. Eletrônico: marcel.cds@gmail.com

^d Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – Cemaden/MCTI, São José dos Campos, SP, Brasil
End. Eletrônico: jose.marengo@cemaden.gov.br

^e Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil
End. Eletrônico: saulofilhocds@gmail.com

^f Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
End. Eletrônico: andrelucena@ppe.ufrj.br

^g Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
End. Eletrônico: daniel.andres@coc.ufrj.br

^h Instituto Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil
End. Eletrônico: stoecio.maia@ifal.edu.br

doi:10.18472/SustDeb.v11n3.2020.33514

Received: 21/08/2020
Accepted: 09/11/2020

ARTICLE – DOSSIER

Os dados e os resultados apresentados nesta publicação foram desenvolvidos no âmbito do projeto “Quarta Comunicação Nacional e Relatórios de Atualização Bienal do Brasil à Convenção do Clima”, coordenado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, com apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, por meio dos recursos do Fundo Global para o Meio Ambiente, aos quais oferecemos nossos agradecimentos.

RESUMO

Este artigo tem por objetivo apresentar o escopo metodológico para a elaboração da componente de Impactos, Vulnerabilidade e Adaptação (IVA) à mudança do clima, integrante da Quarta Comunicação Nacional (4CN) do Brasil à Convenção do Clima. A opção metodológica adotada contempla a aplicação da abordagem integrada Nexus+ com base em estudos de impactos e vulnerabilidades para as seguranças hídricas, energética, alimentar e socioambiental, nos territórios dos biomas brasileiros, zonas costeiras e cidades. Para cada uma das seguranças, houve identificação dos impactos observados; análise dos fatores condicionantes de risco; definição e avaliação dos impactos-chave; análise integrada dos impactos em uma base territorial; levantamento, seleção e análise de opções de adaptação à luz da abordagem Nexus+, com identificação de sinergias e trade-offs. O processo adotado possibilitou um olhar integrado entre os fatores condicionantes de risco, os impactos e as interfaces entre as opções de adaptação propostas.

Palavras-chave: Abordagem Nexus+. Mudanças Climáticas. Vulnerabilidade e Adaptação. Brasil.

ABSTRACT

This paper aims to present the methodology developed within the Impacts, Vulnerability and Adaptation (IVA) to climate change component of the Fourth National Communication (4CN) of Brazil. The methodological choice of this 4CN involves the application of the nexus+ integrated approach, based on studies of impacts and vulnerabilities for water, energy, food and socio-environmental securities, in the different in the territories of Brazilian biomes, coastal areas and cities. For each of these securities it were identified the observed impacts; analysis of risk conditions; definition and assessments of integrated analysis of key impacts at territorial level; inventory, selection and analysis of adaption options in the context of Nexus+, identifying synergies and trade-offs. This process made possible an integrated assessment among the conditioning risk factors, impacts and interactions among proposed adaptation options.

Keywords: Nexus+ Approach. Climate Change. Vulnerability and Adaptation. Brazil.

1 INTRODUÇÃO

A partir de emergências globais de diversas ordens, nossa percepção sobre a vulnerabilidade humana diante de fenômenos naturais antropicamente induzidos assume uma nova e surpreendente dimensão que, embora sob escalas temporais e espaciais distintas, dialoga e oferece lições importantes para o enfrentamento da urgência das mudanças climáticas. Como se não bastassem as evidências de nossa vulnerabilidade, as pesquisas aplicadas às mudanças climáticas têm demonstrado elevada dependência do sistema econômico aos serviços ecossistêmicos. Revelam, também, a vulnerabilidade de populações aos efeitos dos desastres relacionados ao clima, seja pelo excesso ou pela ausência de chuvas, sob um clima global que transita para um novo padrão de temperaturas em elevação.

Diante desse contexto, o estudo das mudanças climáticas e as ações para o seu enfrentamento se intensificaram desde o final do século XX, com acúmulo de evidências de que a variabilidade natural do clima sofre interferência significativa da ação humana. Essas implicações são de tal ordem que a agenda ambiental vem sendo progressivamente sobreposta pela agenda climática (RODRIGUES FILHO et al., 2016).

A urgência do tema se revela ainda mais evidente quando observamos os efeitos da profunda desigualdade estrutural no Brasil na capacidade de enfrentamento dos impactos, sejam sanitários ou climáticos, por parte de uma vasta parcela da população sem acesso a condições dignas de moradia e saneamento, por exemplo. Portanto, não se deve tratar os desafios da redução da desigualdade de maneira setorializada – questões relativas às seguranças alimentar, hídrica e energética, além da dimensão socioambiental, apresentam grande interconexão e sua compreensão mostra-se fundamental para o planejamento de políticas públicas para sociedades mais resilientes.

Medidas são necessárias para a mitigação das causas e a adaptação aos efeitos das mudanças climáticas para atender à demanda crescente de energia, alimentos e água, devido ao acelerado processo de urbanização, e ao mesmo tempo evitar o colapso dos serviços ecossistêmicos dos quais dependemos.

O Brasil, como País signatário da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assumiu o compromisso de reportar periodicamente seus esforços para implementação da Convenção, a partir das denominadas Comunicações Nacionais, sendo a primeira submetida em 2004. No âmbito da elaboração da Quarta Comunicação Nacional (4CN), coordenada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), entre outros estudos, foram realizadas análises de Impactos, Vulnerabilidade e Adaptação (IVA) à mudança do clima.

Diferentemente da Terceira Comunicação Nacional – TCN, que foi elaborada com base em setores, a 4CN buscou uma maior integração a partir das Seguranças Hídrica, Energética, Alimentar e Socioambiental, adotando como recortes territoriais os biomas, a zona costeira e as cidades. As seguranças representam também abordagens mais sistêmicas sobre os eixos temáticos/setoriais contidos no Plano Nacional de Adaptação – PNA (2016) e cobrem grande parte de seus temas.

Nesse sentido, este artigo tem por objetivo apresentar a metodologia desenvolvida e adotada para a elaboração da 4CN, no que tange à componente de IVA. O segundo tópico versa sobre a importância da integração de políticas públicas, lacunas e dificuldades. Delineado o pano de fundo conceitual, o terceiro tópico traz o percurso metodológico utilizado para a avaliação dos impactos e vulnerabilidades às mudanças climáticas, no contexto das 04 seguranças, incluindo a abordagem *Nexus+*, que foi utilizada para a articulação dos estudos da 4CN. Foram consideradas as inter-relações existentes entre as seguranças, sob uma perspectiva integrada e transversal, especialmente aplicada no contexto da adaptação. Finalizamos com breve apresentação das interfaces entre as seguranças, com base em sinergias e *trade-offs*.

2 SOBRE O IMPERATIVO DE INTEGRAR POLÍTICAS

A Constituição Federal – CF (1988) estabelece o dever de preservação e de defesa do ambiente como questão imposta ao Poder Público, em todas as suas esferas (art. 225), pressupondo a consideração do ambiente nas políticas públicas de forma integrada e em todos os níveis de governo.

É necessário diferenciar a “integração de políticas públicas” de “políticas integradoras”, no que tange à gestão de aspectos relacionados às mudanças climáticas. No primeiro caso, trata-se de incorporar os objetivos de adaptação e mitigação das mudanças climáticas na formulação de políticas setoriais; já no segundo, refere-se a políticas que são transversais em relação a outras desde a sua concepção.

A integração de políticas voltada às questões climáticas se desenvolve a partir dos movimentos ambientais e sob diversas perspectivas (RIETIG, 2012), e pode ser entendida como a

incorporação dos objetivos de adaptação e mitigação das mudanças climáticas em todas as etapas da formulação de políticas de outros setores (não ambientais e ambientais), minimizando as contradições entre as políticas climáticas e outras políticas, [...], possibilitando que incentivos e mecanismos de diferentes políticas, climáticas ou não, não sejam conflitantes (VAN BOMMEL; KUINDERSMA, 2008, p.17),

ou que, por outro lado, sejam potencializadas as sinergias, tendo como exemplos a Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA (1981), o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (2008), a Política Nacional sobre Mudança do Clima (2009, art. 11) e o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima – PNA (2016-2020) (MERCURE et al., 2019).

O tema da integração de políticas também é tratado em grande parte da literatura sobre as abordagens Nexus e Nexus+ (ARAÚJO et al., 2019; CASTRO; BURSZTYN, 2019; HAGEMANN; KIRSCHKE, 2017; HOWELLS; ROGNER, 2014; PAHL-WOSTL, 2017; RINGLER; BHADURI; LAWFORD, 2013; SCOTT, 2017; WEITZ et al., 2017).

As dificuldades na integração de políticas climáticas no Brasil envolvem setores que trabalham de maneira específica para o atingimento de metas. Há lacunas em processos de governança que restringem as possibilidades de coordenação de iniciativas mais amplas e relacionadas, e geram inconsistências entre os objetivos da política climática e de políticas setoriais (ADELLE; RUSSEL, 2013; BURSZTYN; BURSZTYN, 2017; CASTRO; SABOURIN; BURSZTYN, 2020; MICKWITZ et al., 2009; WEIZ et al., 2017).

Entre as lacunas que podem dificultar a transversalidade das políticas e a ação cooperada necessárias entre os setores envolvidos na política ambiental, Neves (2012) cita a tradição administrativa do setor público, na qual cada tema é organizado de forma compartimentada e tratado em um determinado setor, além das escalas territoriais das questões ambientais que, muitas vezes, ultrapassam fronteiras e ocorrem em escalas de tempo diferentes dos mandatos eleitorais.

São exemplos de políticas integradoras, que podem avançar na resolução dessas lacunas, a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (e a Gestão Integrada de Recursos Hídricos – Girh), o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, o Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE (realizado em vários níveis), o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais e o Programa Territórios da Cidadania. Os recortes territoriais desses instrumentos não respeitam necessariamente as fronteiras de estados e municípios, exigindo, portanto, governança colaborativa, legislação abrangente, planos e programas integrados.

A Girh define a Bacia Hidrográfica como unidade territorial da PNRH. Embora essa delimitação territorial avance em direção a uma gestão descentralizada e com ampla participação, há ainda uma falta de concordância entre a escala territorial da PNRH e a dos Planos Diretores, ou mesmo com a gestão das águas subterrâneas. Impõe-se a integração dos recursos hídricos com a gestão ambiental, com os sistemas estuarinos e costeiros, com as políticas setoriais e com outros recursos relacionados (ROGERS; HALL, 2003; SOARES; THEODORO; JACOB, 2008).

Existem várias ferramentas para o disciplinamento do uso do solo em bacias hidrográficas, com o objetivo da conservação dos recursos hídricos compatibilizada com o desenvolvimento socioeconômico (AQUINO; MOTA, 2019), como o Zoneamento Ambiental, incluindo delimitação de Áreas de Preservação Permanente – APP, as Unidades de Conservação, e o controle do parcelamento do solo em bacias hidrográficas.

No âmbito climático, a operacionalização dessa integração e a redução de sensibilidades e riscos (KLEIN et al., 2007) podem ser alcançadas pela implementação de medidas de adaptação “como parte de um

conjunto mais amplo de medidas dentro de planos de desenvolvimento e de decisão já existentes” (OCDE, 2009, p. 60). Reconhecendo o caráter cíclico do processo de adaptação, a incorporação de riscos relacionados ao clima nos diversos instrumentos políticos deve ser promovida de modo sistemático (UNDP, 2009; IPCC, 2014).

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA 4CN PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS E VULNERABILIDADES

3.1 A ABORDAGEM NEXUS+ NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Os estudos iniciais sobre a abordagem Nexus datam da década de 1990 e tratavam da relação água-alimento, e consideravam a ideia de “água virtual”, isto é, toda água envolvida no processo produtivo de qualquer bem industrial ou agrícola, escassez hídrica e comércio de alimentos (ALLAN, 1998, 2003).

Desenvolvimentos no tema ganharam espaço nas agendas das organizações internacionais durante a década de 2000, ampliando-se para a relação água-energia-alimento (ALLOUCHE; MIDDLETON; GYAWALI, 2014; ARTIOLI; ACUTO; MCARTHUR, 2017; BELLFIELD, 2015; BIGGS et al., 2015; ENDO et al., 2017; FAO, 2014; MULLER, 2015; SHANNAK; MABREY; VITTORIO, 2018), com especial destaque da Conferência de Bonn 2011 (*Bonn 2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus – Solutions for a Green Economy*).

O conceito emerge em resposta às mudanças climáticas e sociais, como uma abordagem intersetorial para tratar de interdependências e limites após repetidas crises hídricas, energéticas e de preços dos alimentos em países emergentes, sendo voltada à promoção da segurança de acesso a serviços básicos (HOFF, 2011; ARTIOLI; ACUTO; MCARTHUR, 2017).

A abordagem também é utilizada em relatórios orientados a soluções interdisciplinares para os desafios de fornecimento de água, energia e alimentos para todos, ao gerenciamento das sinergias e dos conflitos de escolha (*trade-offs*) entre eles, e ao entendimento de como essas interações, que não podem ser abordadas apenas pelo método de um setor, são moldadas por mudanças ambientais, econômicas, sociais e políticas (WORLD ECONOMIC FORUM, 2011; FUTURE EARTH, 2014).

Ações de adaptação que potencializam outras ações, ou trazem cobenefícios com outros objetivos podem ser entendidas como sinérgicas. Há ações que minimizam determinados riscos, mas que agravam outros, gerando *trade-offs*. Por exemplo, a mesma água que gera energia também serve ao abastecimento e à produção alimentar (MILHORANCE; SABOURIN; BURSZTYN, 2018). Assim, a gestão dos recursos hídricos deve levar em consideração, além do abastecimento, a energia e a produção alimentar.

Os recursos considerados pela abordagem Nexus já vêm sofrendo estresse e déficits significativos, sendo previstas demandas cada vez maiores nos próximos anos, pelo aumento populacional e da urbanização, ao lado dos impactos das mudanças climáticas. Esse aumento da demanda virá com desafios significativos, visto que os recursos tratados na abordagem Nexus são fundamentais para o funcionamento da sociedade (BAZILIAN et al., 2011).

Assim, ao Nexus passa a ser incorporada a expressão “segurança” – hídrica, energética e alimentar, inserindo-o no contexto das mudanças climáticas (AGRAWAL; LEMOS, 2015; ENDO et al., 2017; FROESE; SCHILLING, 2019; HOFF, 2011; PARDOE et al., 2018).

As seguranças estão relacionadas não somente à disponibilidade dos recursos (água, alimentos e energia), mas também ao acesso e à distribuição justa desses recursos à população, à saúde, à proteção ambiental e ao desenvolvimento econômico, envolvendo questões políticas, conjunturais e

institucionais. É uma evolução sobre as abordagens setoriais (IISD, 2013; RINGLER; BHADURI; LAWFFORD, 2013; SIMPSON; JEWITT, 2019).

O quinto relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, em inglês) indica que as mudanças climáticas estão minando a possibilidade de subsistência de milhões de pessoas em todo o mundo. Aponta para a importância da manutenção dos meios de subsistência, da adaptação antecipada em contextos de elevada pobreza e vulnerabilidade, da redução do risco de desastres e proteção social em diferentes contextos, além das dimensões éticas e políticas do engajamento com o conhecimento local e tradicional sobre mudanças climáticas (IPCC, 2014a), inserindo a ideia da segurança socioambiental.

As dinâmicas socioambientais ou, como preferem alguns autores, socioecológicas, revelam a relação entre a existência humana e os ecossistemas, por meio da apropriação dos recursos naturais, ou da prestação de serviços ecossistêmicos de provisão, suporte e regulação para o bem-estar da população (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005; OSTROM, 2009).

Diferenças na vulnerabilidade e na exposição das populações surgem de fatores não climáticos e de desigualdades multidimensionais, frequentemente produzidas por processos de desenvolvimento social, e moldam os riscos das mudanças climáticas e aos eventos extremos (ERIKSEN; O'BRIEN, 2007; IPCC, 2014; OLSSOM et al., 2014; PNUD, 2008; SMITH, 2007). Assim, as populações marginalizadas social, econômica e culturalmente são também as mais vulneráveis às mudanças climáticas.

A partir de Araújo et al. (2019) e Milhorange e Bursztyn (2019, p. 216), o quadro analítico da abordagem *Nexus+*, adotado na 4CN, converge para os trabalhos de Agrawal e Lemos (2015) e Biggs et al. (2014), adicionando, no escopo das estratégias de adaptação, a dimensão socioambiental aonexo entre água-alimento-energia (Figura 1).

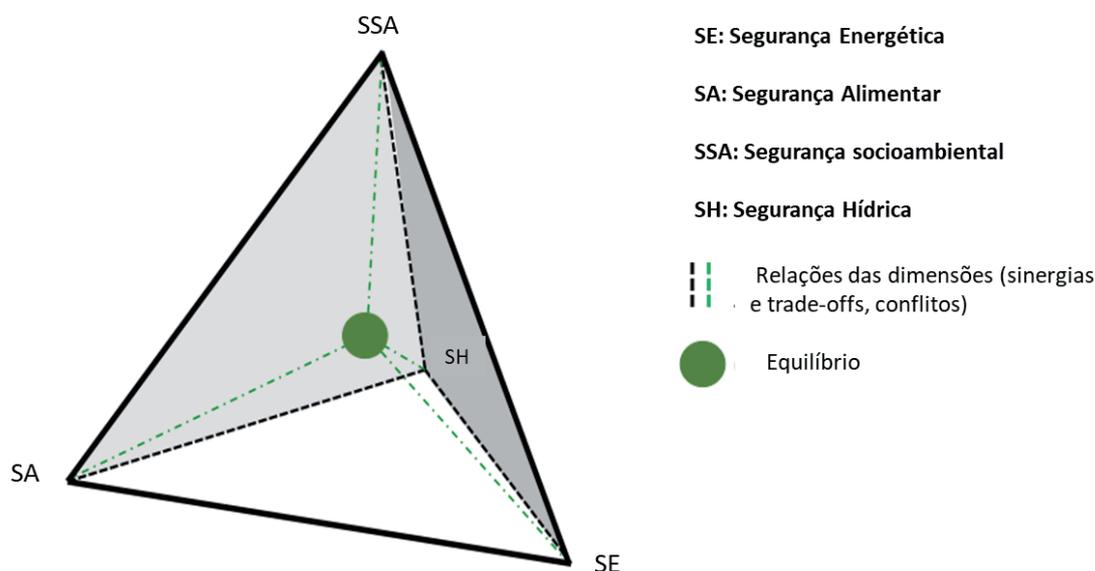


Figura 1 | Ilustração da abordagem *Nexus+*

Fonte: Araújo et al., 2019, p. 64.

3.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS E VULNERABILIDADES

Frequentemente, na literatura técnico-científica, o risco é representado como a probabilidade da ocorrência de eventos perigosos ou tendências, multiplicados pelos impactos, se esses eventos ou

tendências ocorrerem. O IPCC (2014a) entende o risco de uma forma mais flexível, como o potencial para consequências, nas quais uma diversidade de valores está em jogo e onde o resultado é incerto.

A mudança do clima é apenas um dos muitos processos que influenciam os riscos aos sistemas citados, e a ela se sobrepõem aspectos socioeconômicos, políticos e outros tipos de mudanças ambientais, distribuídos de forma desigual no território. Em resumo, é necessário englobar as múltiplas fontes de geração de riscos, considerando como os riscos relacionados ao clima podem ser reduzidos ou exacerbados por outros processos biofísicos ou sociais, inclusive além das fronteiras geográficas (KLEIN et al., 2017).

Para a análise dos fatores de risco, ou de impacto (termo adotado de forma genérica, observando-se pela perspectiva das consequências associadas aos riscos), e problemas, foram considerados:

- os impactos atuais e futuros relacionados ao clima (variabilidade climática e mudança do clima);
- as interações entre clima, fatores socioeconômicos e outras pressões não climáticas que poderiam ampliar a vulnerabilidade e/ou a exposição à variabilidade e à mudança do clima;
- as cadeias de impactos, que podem agir individualmente ou em combinação, direta ou indiretamente, em setores individuais ou de forma transversal (CCRA, 2017).

As análises foram centradas nos riscos e impactos e, em seguida, foram explorados os condicionantes climáticos e não climáticos (*drivers*), em sentido inverso. Essa abordagem não tradicional, amparada em Reeder e Ranger (2011), significa que, em vez de se iniciar com a geração e interpretação de projeções climáticas para o planejamento da adaptação, parte-se primeiramente do contexto, dos fatores de impacto e dos problemas, para, em seguida, analisar os condicionantes climáticos e não climáticos, como forma de apoiar estratégias de adaptação que sejam mais apropriadas e transformadoras (Figura 2).

Observa-se a aplicação dessa abordagem na elaboração do documento *UK Climate Change Risk Assessment*, com um método baseado em três passos: 1 – compreensão de vulnerabilidades presentes, com base na avaliação de riscos e oportunidades atuais relacionados ao clima, bem como níveis de adaptação; 2 – compreensão de vulnerabilidades e adaptação futuras, com base na avaliação de como a mudança do clima e de fatores socioeconômicos pode alterar os riscos e oportunidades futuros relacionados ao clima; e 3 – priorizar riscos e oportunidades para os quais ações adicionais são necessárias (no horizonte de cinco anos). Nesse trabalho, a identificação e a priorização de riscos e impactos são elementos preponderantes no processo de análise, com ênfase no papel de multiplicadores não climáticos (WARREN et al., 2016).

Wise et al. (2014) reforçam a importância de considerar o contexto histórico e a trajetória em que está o sistema socioecológico para se entender vulnerabilidades existentes e subsidiar planejamentos e respostas futuras.

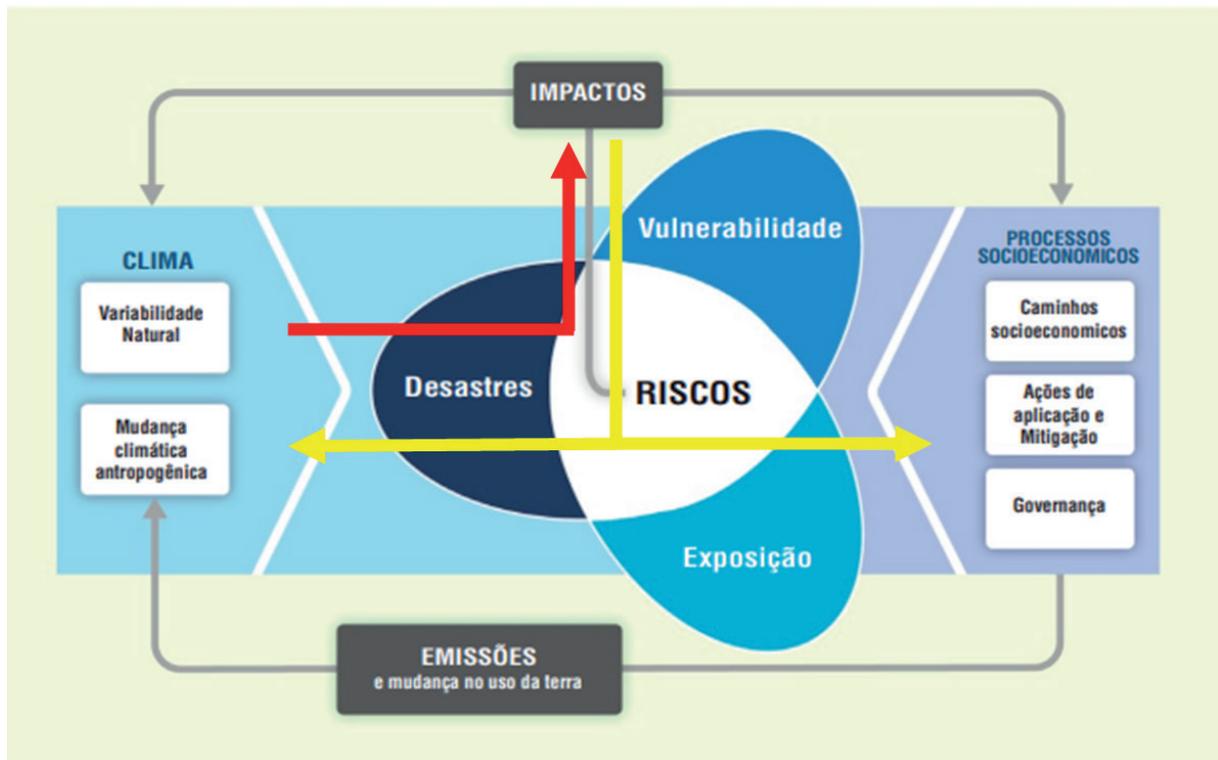


Figura 2 | Ilustração dos principais conceitos do Grupo de Trabalho II, do AR5, com adaptações.

Fonte: Adaptado de IPCC, 2012, p. 3.

O risco de impactos relacionados ao clima resulta da interação das ameaças climáticas (incluindo eventos perigosos e tendências) com a vulnerabilidade e exposição dos sistemas humanos e naturais. Mudanças no sistema climático (esquerda) e nos processos socioeconômicos, incluindo adaptação e mitigação (à direita), são fatores determinantes de riscos, exposição e vulnerabilidade.

Compreender as tendências socioeconômicas não climáticas, como o crescimento econômico e as mudanças demográficas (populacionais), pode ser tão importante na determinação dos futuros impactos relacionados ao clima e dos custos econômicos associados, quanto a mudança na frequência ou intensidade de extremos climáticos. Não considerar isso significaria assumir que as mudanças climáticas futuras ocorrerão em um mundo semelhante ao de hoje, o que não é realista, já que as relações entre mudanças climáticas, seus impactos, mitigação e adaptação variam de acordo com o contexto socioeconômico e não é linear (WARREN et al., 2015, 2016; EVANS et al., 2004).

Essa avaliação mais ampla dos fatores condicionantes dos impactos relacionados ao clima pode subsidiar um adequado plano de adaptação. Segundo Wise et al. (2014), a adaptação é parte de uma trajetória de mudanças e respostas, na qual sua intenção e o resultado não seriam somente a redução de risco, mas também a abordagem dos fatores sistêmicos da vulnerabilidade em sistemas dinâmicos.

Buth et al. (2017) recomendam a criação de cadeias de impacto para avaliar a relação de causa-efeito entre os estímulos climáticos e os possíveis impactos climáticos. Estas podem auxiliar a entender, sistematizar e priorizar quais fatores em um sistema influenciam os impactos de extremos climáticos e mudanças climáticas, incluindo tanto os impactos climáticos diretos nos sistemas biofísicos e socioeconômicos, que são o resultado da simples ação causa-efeito, quanto os impactos climáticos indiretos que são resultantes de uma reação secundária, ou quando são parte de uma cadeia de reações.

Os estudos de impactos-chave e vulnerabilidades foram realizados para as seguranças hídricas, energética, alimentar e socioambiental, com análises territorializadas dos resultados. Alguns temas

ou setores foram abordados de maneira transversal nas seguranças. Para cada uma das seguranças, os estudos consideraram as seguintes etapas: conceituação, relevância e governança de cada segurança; delineamento da cadeia de impactos e fatores condicionantes; identificação de impactos observados (presente); caracterização e avaliação de impactos-chave futuros, considerando tendências de fatores de pressão climáticos e não climáticos (socioeconômicos e ambientais); análise integrada dos impactos-chave e vulnerabilidades em uma base territorial (Figura 3); inter-relação com as demais seguranças; levantamento e seleção de opções de adaptação, com identificação de sinergias e *trade-offs*.

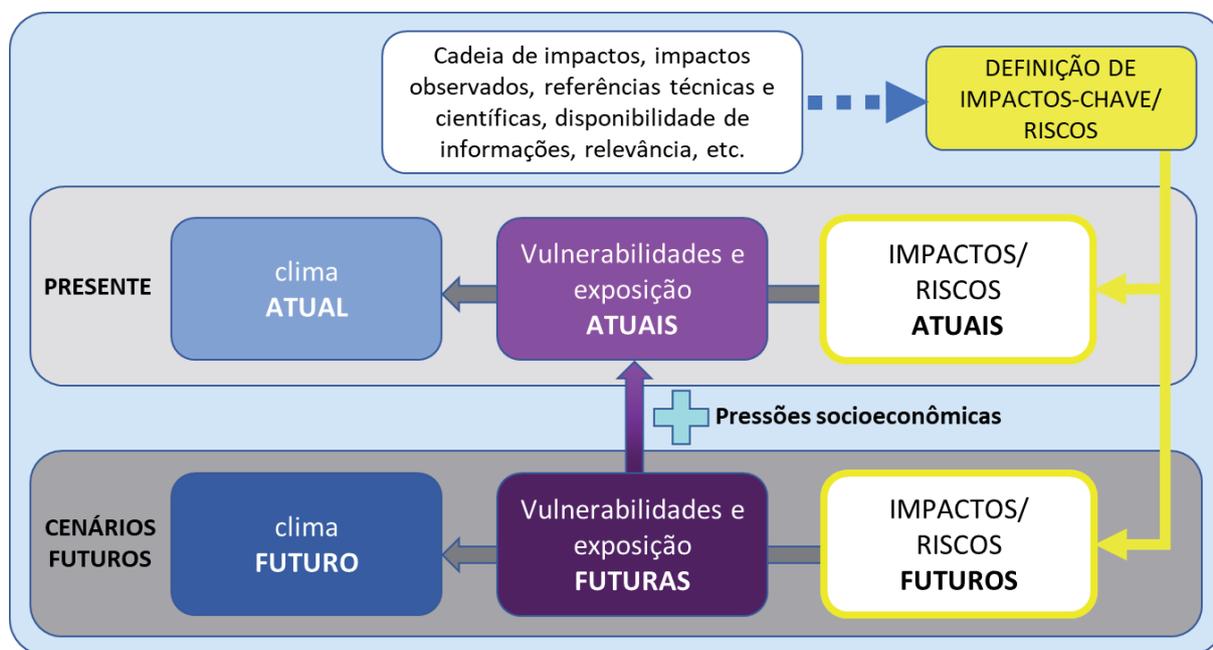


Figura 3 | Esquema da abordagem metodológica para análise de impactos e vulnerabilidades adotada para a 4CN

Fonte: Elaborada pelos autores

A análise dos impactos e vulnerabilidades no contexto das seguranças foi realizada com base em métodos específicos relacionados a cada campo do conhecimento, informações e referências disponíveis, e fatores condicionantes considerados críticos. De maneira ilustrativa, houve a adoção de modelagens de risco (a partir de projeções climáticas e de fatores não climáticos, quando disponíveis), análise histórica de impactos relacionados ao clima, desenvolvimento de índice de fatores de riscos, entre outras abordagens metodológicas (cujo detalhamento e principais resultados são apresentados em outros artigos deste Dossiê).

Em oficina realizada em 2019, com 41 participantes, entre eles representantes do governo e da academia, foram apresentados resultados das análises de impactos e vulnerabilidades atuais e futuros no contexto das quatro seguranças, seguindo-se a identificação de opções de adaptação, considerando-se as especificidades territoriais, fatores conjunturais e condicionantes para cada uma das seguranças.

Tal processo foi orientado de maneira transversal e envolveu interações multidisciplinares, levando à identificação de opções de adaptação para cada uma das seguranças, à luz de critérios de seleção, como: i) opções que considerem a variabilidade climática atual e/ou que surjam de ações de “não arrependimento”, ou seja, que se justifiquem mesmo na ausência de alterações climáticas futuras; ii) que levem a decisões com repercussão de longo prazo ou gerem consequências duradouras; ou iii) que estejam vinculadas a um longo tempo de implementação (medidas estruturantes e lentas).

Esses critérios têm por base a necessidade, trazida em Wise et al. (2014), de ações adaptativas voltadas tanto para causas próximas de vulnerabilidade (incrementais) quanto para mudanças mais amplas e

sistêmicas (transformadoras) de longo prazo. Esse tipo de abordagem se justifica, visto que a maioria dos esforços de adaptação até o momento vem adotando uma abordagem científica racionalista e linear, baseada em uma comparação estática de um cenário de referência, que se concentra em riscos específicos, em vez de riscos genéricos e complexos que caracterizam a tomada de decisões no mundo real (DOWNING et al., 2012).

O IPCC (2014) reconhece que as medidas de adaptação vêm se tornando mais integradas às estruturas políticas, o que pode evitar incompatibilidades com os objetivos do planejamento, facilitar a combinação de várias fontes de financiamento e reduzir a possibilidade de ações “desadaptativas”, possibilitando agir melhor diante da incerteza sobre a extensão das mudanças climáticas e a natureza de seus impactos.

Há cobenefícios, sinergias e *trade-offs* significativos entre diferentes respostas de adaptação. Tais interações ocorrem dentro e entre regiões (IPCC, 2014), e devem ser consideradas para a formulação e implementação de opções de adaptação. Abordagens políticas setorializadas podem resultar em ações concorrentes e/ou contraproducentes. Portanto, mudanças no sentido de abordagens integradas, com coerência política entre os setores, podem maximizar o ganho, otimizar os *trade-offs* e evitar impactos negativos. As sinergias podem ser entendidas como ações de adaptação que potencializam outras, ou trazem cobenefícios com outros objetivos (DI GIULIO et al., 2017). Contudo, há ações de adaptação que minimizam determinados riscos, mas que agravam outros, gerando *trade-offs*.

No total, a partir dos critérios de seleção citados acima, foram identificadas 28 opções de adaptação, sendo cinco relativas à socioeconomia e seis relativas ao meio ambiente no âmbito da segurança socioambiental, seis relativas à segurança alimentar, seis relativas à segurança energética e quatro relativas à segurança hídrica.

4 INTERFACES DAS OPÇÕES DE ADAPTAÇÃO ENTRE AS SEGURANÇAS HÍDRICA, ENERGÉTICA, ALIMENTAR E SOCIOAMBIENTAL

Algumas interfaces das opções de adaptação entre as seguranças são trazidas a seguir.

4.1 INTERFACES DA SEGURANÇA HÍDRICA COM AS DEMAIS SEGURANÇAS

Ao tratar-se de sinergias entre opções de adaptação, a água ocupa posição central entre as seguranças, destacando-se sua governança, já complexa em si mesmo e desafiada a integrar a segurança energética e alimentar ante os impactos das mudanças climáticas, necessitando de arranjos mais complexos e diversos de governança, citados como “desafios de coordenação multinível” (PAHL-WOSTL, 2009).

Dessa forma, o fortalecimento de capacidades e da articulação político-institucional para abordagens transversais com outras políticas, e em diferentes níveis, pode amplificar a gestão e o uso mais eficiente da água, evitando crises e os impactos da baixa disponibilidade hídrica, favorecendo a disponibilidade hídrica também para a produção de alimentos e de energia.

Promover ações de uso eficiente da água, assim como a priorização de água de reúso nos setores industriais, agrícolas e urbanos, é uma medida de adaptação que oferece sinergia com as demais seguranças, tendo em vista os usos múltiplos da água.

Incrementar intervenções de infraestrutura pode garantir oferta de água para abastecimento humano e para uso em atividades produtivas, e reduzir os riscos associados a eventos críticos, como secas e cheias, beneficiando setores de energia e de produção de alimentos. Contudo, intervenções puramente estruturais/físicas têm alto custo ambiental, podendo influenciar negativamente a gestão pesqueira,

resultam em remoção de vegetação, em perdas de conectividade de áreas protegidas e em alteração de ecossistemas aquáticos, gerando *trade-offs* para a segurança socioambiental.

Opções que fortaleçam a integração da infraestrutura verde e a gestão integrada de recursos naturais com a infraestrutura cinza para produção de água e proteção dos recursos hídricos possuem sinergia com o planejamento urbano integrado, com a minimização da ocorrência de desastres e com benefícios para a saúde.

4.2 INTERFACES DA SEGURANÇA ENERGÉTICA COM AS DEMAIS SEGURANÇAS

As fontes de energia renováveis (hidrelétrica, solar, eólica e biomassa) no Brasil já apresentam vulnerabilidades diante de alterações no clima. Ações que fortaleçam a resiliência e a capacidade adaptativa do sistema energético podem ser benéficas para todas as outras seguranças, assim como medidas de eficiência e conservação da energia em todos os setores usuários podem contribuir para a redução da demanda de energia.

A melhoria da infraestrutura física energética pode contribuir para a estabilidade e/ou aumentar a oferta de energia, mas haveria *trade-offs* com as demais seguranças. Destaca-se o impacto das obras sobre o ambiente e nos serviços ecossistêmicos, a redução da disponibilidade hídrica para outros usos e de áreas para produção de alimentos e recursos pesqueiros, além do aumento das emissões de poluentes atmosféricos locais e GEE, no caso das termelétricas.

Aprofundamento de estudos de complementariedade da fonte energética hídrica, considerando como opções de adaptação, por exemplo, a implementação de usinas híbridas eólico-fotovoltaicas e o incentivo à geração de energia descentralizada, de fontes renováveis não hidrelétricas, pode beneficiar a segurança hídrica na disponibilidade do recurso para outros usuários, incluindo uso pela agropecuária.

O incentivo à bioenergia, com o melhoramento genético, poderá viabilizar cultivos em cenários climáticos futuros, podendo contribuir para a segurança hídrica na disponibilidade do recurso para outros usuários (com uso complementar ao hidrelétrico), embora a demanda por irrigação possa aumentar (com aumento das áreas de cultivo de cana e soja). Para as seguranças alimentar e socioambiental, poderão ser gerados *trade-offs* pelo avanço dessas culturas sobre áreas de preservação e de produção agrícola para consumo alimentar.

O uso da biomassa residual como fonte alternativa de energia, por outro lado, pode gerar sinergias com as demais seguranças, uma vez que sua base está no uso de resíduos agrícolas, agroindustriais e sólidos urbanos, dando destinação a tais resíduos que, de outra forma, seriam encaminhados para disposição.

4.3 INTERFACES DA SEGURANÇA ALIMENTAR COM AS DEMAIS SEGURANÇAS

A segurança alimentar pode gerar sinergias com as demais seguranças especialmente quando as opções de adaptação contemplarem a manutenção e a recuperação de ambientes naturais e/ou por meio da agricultura sustentável, com o desenvolvimento de variedades e sistemas de manejo agrícolas adaptados às mudanças do clima.

A redução e/ou gestão do uso do fogo, uso eficiente da água na agricultura, aumento da produtividade e promoção de sistemas integrados são opções de adaptação que apresentam sinergias com todas as demais seguranças. O manejo agrícola sem uso do fogo minimiza a ocorrência de incêndios florestais, protegendo os ecossistemas e contribuindo para a conservação dos solos.

O aumento da produtividade em detrimento da qualidade do solo e com maior uso de agrotóxicos podem causar *trade-offs* com as seguranças socioambiental, hídrica e alimentar. Da mesma forma, a

irrigação pode gerar *trade-offs* com as demais seguranças, ao reduzir a disponibilidade de água para outros usos.

O fortalecimento dos sistemas de monitoramento de riscos agroclimáticos e de mecanismos de transferência de risco pode auxiliar os produtores na gestão do risco rural, tendo sinergia com a segurança socioambiental. Contudo, a eventual migração de cultivos para áreas mais favoráveis poderá aumentar a demanda por conversão de uso da terra e ocasionar perda de serviços dos ecossistemas, sendo um *trade-off* para a segurança socioambiental e hídrica.

Ações de assistência técnica e transferência de renda para populações tradicionais e para agricultura familiar podem capacitá-las para o uso de tecnologias mais adequadas, permitindo a fixação à terra, contribuindo para a manutenção de áreas protegidas e para a subsistência dessas comunidades.

A melhoria da infraestrutura de distribuição e armazenamento de alimentos pode favorecer agricultores familiares, conectando a produção agrícola às demandas de mercado, com sinergias para as demais seguranças.

O incentivo à agricultura urbana reduz a pressão das áreas urbanas sobre os ecossistemas e áreas rurais, gerando sinergias com as demais seguranças.

4.4 INTERFACES DA SEGURANÇA SOCIOAMBIENTAL COM AS DEMAIS SEGURANÇAS

Os serviços ecossistêmicos proporcionam inúmeros benefícios às necessidades humanas, sendo essencial mantê-los como sinergia para todas as seguranças. As ações de adaptação baseadas na gestão integrada dos recursos naturais são as que mais contribuem para o balanço geral do *Nexus+*, envolvendo a Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE); as Soluções baseadas na Natureza, entre outras.

Benefícios econômicos, sociais, ambientais e culturais podem ser obtidos pela utilização da AbE, uma vez que ambientes saudáveis desempenham um importante papel na proteção da infraestrutura e na ampliação da segurança humana, agindo como barreiras naturais e reduzindo os impactos dos desastres deflagrados por eventos extremos do tempo e clima.

A manutenção e recuperação de áreas com vegetação natural favorecem a polinização, beneficiando tanto o equilíbrio ecológico quanto a produção agrícola (MEA, 2005), contribuindo também para reduzir o risco de crise hídrica diante de futuros estresses climáticos (OZMENT; DIFRANCESCO; GARTNER, 2015). A preservação da Amazônia e a recomposição das matas nativas na Região Sudeste favorecem condições para que os jatos de água continuem atuando e alimentando reservatórios (FUNDAÇÃO Boticário; ICLEI, 2015), com sinergia com a segurança energética.

Destaca-se o planejamento urbano integrado, priorizando a arborização, a permeabilidade do solo, a agricultura urbana, o adensamento inteligente das áreas regularizadas e consolidadas das cidades, a urbanização de assentamentos precários e a manutenção das relações sociais das populações de baixa renda. Tais medidas contribuem para a minimização de ilhas de calor e o gasto de energia com climatização, permitindo a captação da água pluvial e redução da poluição dos corpos-d'água pelo esgoto urbano. Essas ações possuem sinergias com os sistemas de monitoramento e comunicação dos riscos, com a disponibilidade hídrica subterrânea e superficial, e com a saúde da população.

Fomentar e aperfeiçoar sistemas de gerenciamento e comunicação de riscos e desastres, ondas de calor e incêndios florestais possuem sinergia com todas as seguranças.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma proposta metodológica respaldada em uma experiência concreta. Na elaboração da 4CN, optou-se pela estratégia de tratar de forma integrada o complexo quadro de temas, territórios e recortes setoriais que dão conteúdo à realidade. A prática usual é decompor o todo em partes que são estudadas isoladamente por especialistas. Em sentido oposto, buscou-se identificar elementos que permitam enfoques das diferentes facetas que dão consistência à compreensão da dinâmica do objeto: a mudança climática e o entendimento dos seus impactos, vulnerabilidades e processos de adaptação no Brasil.

O risco de enfoques integradores é sempre cair em reducionismo e simplificação da realidade, que é complexa. Mas o risco da busca de recortar a realidade em enfoques setoriais é a falta de organicidade das análises. A abordagem Nexus, que tem a água como eixo integrador dos contextos de alimentação, energia e abastecimento hídrico, permite, de modo objetivo, tratar das interfaces de tais temas. A opção pelo Nexus+, na forma como foi preparada a 4CN, introduziu novos ingredientes, que asseguraram maior organicidade e abrangência ao processo. Em termos práticos, a estratégia foi:

- a abordagem pela ótica das seguranças;
- a inclusão do eixo segurança socioambiental, que permite a consideração de aspectos tais como as relações da esfera humana com o mundo natural, e os serviços ecossistêmicos em suas interfaces com a dinâmica da economia;
- o enfoque de acordo com os diferentes biomas e ecossistemas costeiros;
- a análise das cidades como ambiente de características próprias, independentemente do bioma onde se situam;
- a consideração de questões transversais, como saúde, povos e populações tradicionais e as políticas públicas (tanto as setoriais, quanto as que visam ações que envolvem diferentes setores, com sinergias e trade-offs).

Foi preciso recorrer a uma equipe interdisciplinar e a eventos integradores, como reuniões de trabalho, consultas a especialistas e seminários reunindo acadêmicos e formuladores/operadores de políticas públicas. O modo como o resultado será assimilado pelas esferas de decisões que podem agir sobre o mundo real é ainda uma incógnita e um desafio. Mas fica aqui documentado o procedimento metodológico adotado, como uma proposta a ser considerada e aprimorada.

REFERÊNCIAS

- ADELLE, C.; RUSSEL, D. Climate policy integration: a case of déjà vu? **Environ Pol Gov**, v. 23, p. 1-12, 2013.
- AGRAWAL, A.; LEMOS, M. C. Adaptive development. **Nat Clim Chang**, v. 5, p. 185-187, 2015.
- ALLAN, J. A. Virtual Water: the water, food, and trade Nexus useful concept or misleading metaphor? **IWRA. Water International**, v. 28, n. 1, mar. 2003.
- _____. Virtual Water: a strategic resource. Global Solutions to Regional Deficits. **Groundwater**, v. 36, n. 4, p. 546, 1998.
- ALLOUCHE, J.; MIDDLETON, C.; GYAWALI, D. **Nexus Nirvana or Nexus Nullity?** A dynamic approach to security and sustainability in the water-energy-food nexus. Brighton: STEPS Centre, 2014.
- AQUINO, M. D.; MOTA, S. Planejamento ambiental e ordenamento territorial em bacias hidrográficas. In: PHILIPPI

- JÚNIOR, A.; SOBRAL, M. do C. **Gestão de Bacias Hidrográficas e sustentabilidade**, Barueri, SP, 2019.
- ARAÚJO, M. et al. The socio-ecological *Nexus+* approach used by the Brazilian Research Network on Global Climate Change. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 39, p. 62-70, 2019.
- ARTIOLI, F.; ACUTO, M.; MCARTHUR, J. The water-energy-food *nexus*: an integration agenda and implications for urban governance. **Political Geography**, Elsevier, v. 61, p. 215-223, 2017.
- BAZILIAN, M. et al. Considering the energy, water and food *nexus*: towards an integrated modelling approach. **Energy Policy**, v. 39, n. 12, p. 7896-7906, 2011.
- BELLFIELD, H. **Water, Energy and Food Security Nexus in Latin América and the Caribbean**. Global Canopy Programme, 2015.
- BIGGS, E. M. et al. **Environmental livelihood security in Southeast Asia and Oceania: a water-energy-food-livelihoods nexus approach for spatially assessing change**. White paper. International Water Management Institute (IWMI), 2014.
- BIGGS, E. M. et al. Sustainable development and the water – energy – food *nexus*: a perspective on livelihoods. **Environmental Science & Policy**, v. 54, p. 389-397, 2015.
- BOMMEL, S. V.; KUINDERSMA, W. **Policy integration, coherence and governance in Dutch climate policy**. A multi-level analysis of mitigation and adaptation policy. Wageningen, Alterra, 2008.
- BURSZTYN, M.; BURSZTYN, M. A. A. Climate change and integration of public policies. In: ISSBERNER, L. R.; LÉNA, P. (Org.). **Brazil in the Anthropocene: conflicts between predatory development and environmental policies**. Abingdon e NY: Esarhcan/Routledge, 2017, v. 1, p. 292-304.
- BUTH, M. et al. **Guidelines for Climate Impact and Vulnerability Assessments Recommendations of the Interministerial Working Group on Adaptation to Climate Change of the German Federal Government**, Umweltbundesamt, 2017.
- CASTRO, C. M.; BURSZTYN, M. Climate adaptation and policy conflicts in the Brazilian Amazon: prospects for a Nexus + approach. **Climatic Change**, v. 154, p. 1-22, 2019.
- CASTRO, C. M.; SABOURIN, E.; BURSZTYN, M. From policy mix to policy networks: assessing climate and land use policy interactions in Mato Grosso, Brazil. **Journal of Environmental Policy & Planning**, v. 22, p. 1-16, 2020.
- CCRA. **UK Climate Change Risk Assessment 2017**. Synthesis report: priorities for the next five years, 2017.
- DIGIULIO, G. M. et al. Mudanças climáticas, riscos e adaptação na megacidade de São Paulo, Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 8, n. 2, p. 75-87, 2017.
- DOWNING, T. E. Views of the frontiers in climate change adaptation economics. *Wires*. **Climate Change**, v. 3, p. 161-170, 2012.
- ENDO, A. et al. A review of the current state of research on the water, energy, and food *nexus*. **Journal of Hydrology: regional studies**, v. 11, p. 20-30, 2017.
- ERIKSEN, S. H.; O'BRIEN, K. Vulnerability, poverty and the need for sustainable adaptation measures. **Climate Policy**, v. 7, n. 4, p. 337-352, 2007.
- EVANS, E. et al. **Foresight Future Flooding**. Scientific Summary. v. 1. Future risks and their drivers. Office of Science and Technology, London, UK, 2004.
- FAO. **The Water-Energy-Food Nexus**. A new approach in support of food security and sustainable agriculture, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-bl496e.pdf>>.
- FROESE, R.; SCHILLIN, J. The *Nexus* of Climate Change, Land Use, and Conflicts. **Current Climate Change Reports**. v. 5, Issue 1, p. 24-35, 2019. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s40641-019-00122-1>>.

FUNDAÇÃO BOTICÁRIO/ICLEI. **Adaptação baseada em ecossistemas.** Oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas. 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/sonia/Downloads/AbE_2015%20(9).pdf>.

FUTURE EARTH. **Future Earth 2025 Vision.** Future Earth Secretariat, Paris, 2014. Disponível em: <http://futureearth.org/sites/default/files/future-earth_10-year-vision_web.pdf>.

HAGEMANN, N.; KIRSCHKE, S. Key issues of interdisciplinary *Nexus* governance analyses: lessons learned from research on integrated water resources management. **Resources**, v. 6, n. 9, 2017.

HOFF, H. Understanding the *Nexus*, background paper for the Bonn 2011 Conference. In: **The Water, Energy and Food Security Nexus: solutions for the green economy.** 2011, Stockholm. Background paper: Stockholm: SEI, 2011. 52p, 2011.

HOWELLS, M.; ROGNER, H. H. Assessing integrated systems. **Nat. Clim. Change**, 2014.

IISD. The Water–Energy–Food Security *Nexus*: towards a practical planning and decision-support framework for landscape investment and risk management, 2013. Disponível em: <https://www.iisd.org/pdf/2013/wef_nexus_2013.pdf>.

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. et al. (Ed.). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 p., 2012.

IPCC. **Climate Change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability.** Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. BARROS, V. R. et al. (Ed.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 688, 2014.

IPCC. Summary for policymakers. In: **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. FIELD, C. B. et al. (Ed.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 1-32, 2014a.

KLEIN, R. et al. **Portfolio screening to support the mainstreaming of adaptation to climate change into development assistance.** Tyndall Centre for Climate Change Research. 2007. Working Paper, nº 102.

KLEIN, R. J. T. et al. **Advancing climate adaptation practices and solutions:** emerging research priorities. Working paper nº 2. Stockholm Environment Institute, 2017.

MCTI. IV Reunião técnica da componente de vulnerabilidade e adaptação. **Relatório Oficina.** MIRÁ – Design de Ideias, 2019.

MERCURE, J. F. et al. System complexity and policy integration challenges: the Brazilian Energy-Water-Food *Nexus*. **Renewable & Sustainable Energy Reviews.** v. 105, p. 230-243, 2019.

MICKWITZ, P. et al. **Climate Policy Integration as a Necessity for an Efficient Climate Policy.** Paper Presented at the 9th European Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change, Volendam, p. 2-4, 2009.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystem and Human Well-Being: synthesis.** Island press, 2005.

MILHORANCE, C.; BURSZTYN, M. Climate adaptation and policy conflicts in the Brazilian Amazon: prospects for a *Nexus +* approach. **Climatic Change**, 2019.

MILHORANCE, C.; SABOURIN, E.; CHECHI, L. **Adaptação às mudanças climáticas e integração de políticas públicas no semiárido pernambucano.** Texto para Discussão. Série Working Papers, n. 2, 2018.

MULLER, M. The *nexus* as a step back towards a more coherent water resource management paradigm. **Water Alternatives**, v. 8, n. 1, p. 675-694, 2015.

NEVES, E. M. S. C. Política ambiental, municípios e cooperação intergovernamental no Brasil. **Revista Estudos Avançados.** v. 26, n. 74, 2012.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation**. Policy Guidance, 2009. Disponível em: <<https://www.oecd.org/env/cc/44887764.pdf>>.

OLSSON, L. M. et al. Livelihoods and Poverty. In: **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. FIELD, C. B. et al. (Ed.) tran. R. E1421, p. 793-832. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2014.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. **Science**, v. 325, 2009.

OZMENT, S.; DIFRANCESCO, K.; GARTNER, T. **The role of natural infrastructure in the water, energy and food nexus**. Nexus Dialogue Synthesis Papers. Gland, Switzerland: IUCN, 2015.

PAHL-WOSTL, C. A conceptual framework for analyzing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. **Global Environmental Change**, v. 19, p. 354-65, 2009.

_____. Governance of the water-energy-food security *nexus*: a multi-level coordination challenge. **Environ. Sci. Policy**, v. 92, p. 356-367, 2017.

PARDOE, J. et al. Climate change and the water–energy–food *nexus*: insights from policy and practice in Tanzania. **Climate Policy**, v. 18, n. 7, p. 863-877, 2018.

PNUD. **Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008**. Combater as alterações climáticas: solidariedade humana num mundo dividido, 2008. Disponível em: <<file:///C:/Users/sonia/Downloads/undp-br-hdr-portuguese-2007-8.pdf>>.

REEDER, T.; RANGER, N. How do you adapt in an uncertain world? Lessons from the Thames Estuary 2100 project. **World Resources Report**, Washington DC, 2011.

RIETIG, K. **Climate policy integration beyond principled priority: a framework for analysis**. Centre for Climate Change Economics and Policy. Working Paper, n. 99 Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. Working Paper, n. 86, 2012.

RINGLER, C.; BHADURI, A.; LAWFORD, R. The *nexus* across water, energy, land and food (WELF): potential for improved resource use efficiency? *Curr. Opin. Environ. Sustain.* v. 5, p. 617-624, 2013.

RODRIGUES FILHO, S.; BURSZTYN, M.; SAITO, C. Introdução ao Clima em Transe. In: BURSZTYN, M.; RODRIGUES FILHO, S. (Org.). **O clima em transe: vulnerabilidade e adaptação da agricultura familiar**. Rio de Janeiro: Garamond, 2016, p. 9-18.

ROGERS, P.; HALL, A. W. **Effective Water Governance**. Global Water Partnership (GWP). TEC background papers n. 7, Suécia, 2003.

SCOTT, A. **Making Governance Work for Water–Energy–Food Nexus Approaches**. Climate and Development Knowledge Network (CDKN). Working Paper Series. London: Overseas Development Institute, 2017.

SHANNAK, S.; MABREY, D.; VITTORIO, M. Moving from theory to practice in the water–energy–food *nexus*: an evaluation of existing models and frameworks. **Water-Energy Nexus**, v. 1, Issue 1, p. 17-25, 2018.

SIMPSON, G. B.; JEWITT, G. P. W. **The Development of the Water-Energy-Food Nexus as a Framework for Achieving Resource Security: a review**, 2019.

SMITH, M. D. **Sólo tenemos un planeta: pobreza, justicia y cambio climático**. Lima, Soluciones prácticas (ITDG), 2007.

SOARES, S. L. de O.; THEODORO, H. D.; JACOBI, P. R. **Governança e política nacional de recursos hídricos: qual a posição da gestão das águas no Brasil?** IV ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, Brasília, 4, 5 e 6 de junho de 2008, 2008.

UNDP. **Adaptation definitions and levels**, 2009.

WARREN, R. et al. **Literature review and synthesis of recent climate change impacts research**. DECC: 1104872/AVOID2 WPB.1b. Report 1, 2015.

WARREN, R. et al. **UK Climate Change Risk Assessment Evidence Report**. Chapter 2, Approach and Context. Report prepared for the Adaptation Sub-Committee of the Committee on Climate Change, London, 2016.

WEITZ, N. et al. Closing the governance gaps in the water-energy-food *nexus*: insights from integrative governance. **Glob. Environ. Change**, v. 45, p. 165-73, 2017.

WISE, R. M. et al. Reconceptualising adaptation to climate change as part of pathways of change and response. **Global Environmental Change**, n. 28, p. 325-336, 2014.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Global Risks 2011**. Sixth Edition. An initiative of the Risk Response Network. 2011. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2011.pdf>.

