



Academy

INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS”

O Papel da Energia Solar na Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas: Perspectivas para o Brasil 2030

MARQUES, G. S.^{a*}, PIMENTEL, P. E. O.^b, VIANNA, J. N.^c

a. Universidade de Brasília, Distrito Federal

b. Universidade de Brasília, Distrito Federal

c. Universidade de Brasília, Distrito Federal

*gilmar.marx@gmail.com

Resumo

Este artigo tem como objetivo analisar as possíveis contribuições da energia solar (fonte renovável), associada com a segurança alimentar, hídrica e energética, como parte da agenda de adaptação e mitigação para minimizar os impactos negativos provocados pelas Mudanças Climáticas que fazem parte da Contribuição Nacional Determinada (NDC) do Brasil ao Acordo de Paris. Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho foram: pesquisa bibliográfica e exploratória: a) bibliográfica, pesquisou livros e artigos que tratam da Abordagem Nexus (AN); b) exploratória, analisou documentos do planejamento energético do Brasil para 2030, em especial das fontes renováveis (energia solar), Plano Nacional de Energia (PNE), Contribuição Nacional Determinada (NDC) e análise de 2 (dois) casos, sendo: 1 (um) de energia solar em residências (casas e apartamentos) do Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) e 1 (um) caso de energia solar em pequenas propriedades rurais. O estudo demonstra como resultado: Caso 1 - Empreendimentos MCMV e MRV com kit de energia solar e o Caso 2 - Energia solar em Pequenas Propriedades Rurais, apresenta uma forte correlação com as estratégias de adaptação e mitigação às vulnerabilidades às Mudanças Climáticas. Quanto à sinergia com segurança alimentar, hídrica e energética, o caso 1 demonstra que tem baixa sinergia com água, alta com energia e média com alimento; o caso 2 apresenta alta sinergia com água, energia e alimento. O estudo é relevante cientificamente porque procurou analisar casos que combinam as estratégias de adaptação e mitigação às vulnerabilidades provocadas pelas Mudanças Climáticas.

Palavras-chave: *Mudanças climáticas, energias renováveis, mitigação e adaptação.*

1. Introdução

O mundo tem passado por grandes crises, cada uma tem sido mais próxima da outra e elas refletem problemas complexos que afetam a vida das pessoas em todos os continentes. O fenômeno das Mudanças Climáticas representa a maior ameaça que a humanidade já enfrentou no decorrer de sua história. As alterações resultantes do aumento do efeito estufa poderão elevar o número de catástrofes ambientais a níveis realmente assustadores, aumentando muito o risco sistêmico de ameaça à vida na Terra. (GIDDENS, 2010; RIFKIN, 2012).

Como resultado de um esforço de 195 países para enfrentar as mudanças climáticas, na 21^a Conferência das Partes (COP21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, em Paris, foi adotado um novo acordo com o objetivo central de fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima e de reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças. O compromisso ocorre no sentido de impedir que o aumento da temperatura média

“CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS”

Barranquilla - Colombia - June 21st and 22nd - 2018

global supere 2°C acima dos níveis pré-industriais, buscando limitar o aumento da temperatura a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais (MMA, 2017).

No Brasil, o Congresso Nacional aprovou e concluiu o processo de ratificação do Acordo de Paris em 12 de setembro de 2016. No dia 21 de setembro, o instrumento foi entregue às Nações Unidas. Com isso, as metas brasileiras tornaram-se compromissos oficiais por meio das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC, na sigla em inglês), na qual o País apresentou sua contribuição de redução de emissões dos gases de efeito estufa (MMA, 2017).

A NDC do Brasil compromete-se a reduzir, até 2025, as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, com uma contribuição indicativa subsequente de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030. Para isso, o país se compromete a aumentar a participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética para aproximadamente 18% até 2030, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, bem como alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030 (MMA, 2017).

Nesse contexto, repleto de problemas complexos para que se busque uma situação de equilíbrio que possa minimizar os efeitos das Mudanças Climáticas, têm-se a tendência de aumento da demanda de energia da ordem de 50% até 2035, em um momento que há fortes pressões para que haja investimento em fontes renováveis de energia (BRASIL 2035, 2017).

Em que pese a matriz energética brasileira ser considerada uma das limpas do mundo, onde as fontes de renováveis de energia respondem por 43,8% do total, faz-se necessário repensar o modelo uma vez que a fonte de energia hidráulica é responsável por 67,9% da oferta, com forte vulnerabilidade às mudanças climáticas (MICHELS, 2018). Quando a análise concentra-se no grupo energia elétrica, a fonte hidráulica pode representar em torno de 83,3% em 2017, contra um indicador médio mundial da ordem de 24,1% (MME, 2017).

Essa alta concentração em uma fonte, que mesmo sendo renovável é altamente dependente de regularidade no regime de chuvas, implica na elevação do risco de segurança energética e frequentemente envolve impactos socioambientais de grandes proporções e alto custo de implantação. A necessidade de adaptação às mudanças no regime de chuvas, bem como aos longos períodos de estiagens vividos nos últimos 5 anos, acendeu um alerta para se construir uma agenda que combine mitigação e adaptação às Mudanças Climáticas no tange ao risco iminente de colapso do modelo de geração de energia elétrica de fonte hidráulica do país.

Diante do quadro ora exposto, este artigo tem como propósito responder a seguinte situação problema: como a energia solar pode contribuir para a agenda de adaptação e mitigação às Mudanças Climáticas no Brasil até 2030?

Uma das formas de responder este questionamento é tratar o tema por meio da abordagem nexus (AN) de Rasul e Sharma (2015), que busca aproveitar o nexo entre a segurança alimentar, água e energia, aproveitando a sinergia entre elas, aumentando a eficiência do uso dos recursos e incentivando uma maior coerência política das ações, individuais, coletivas e do próprio Estado, combinando programas de adaptação e mitigação dos efeitos das Mudanças Climáticas.

Este trabalho tem como objetivo geral analisar as possíveis contribuições da energia solar associada com a segurança alimentar, água e geração de energia, como parte da agenda de adaptação e mitigação para minimizar os impactos negativos provocados pelas Mudanças Climáticas diante dos compromissos firmados na Contribuição Nacional Determinada (NDC) do Brasil ao Acordo de Paris até 2030.

Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho foram: pesquisa bibliográfica e exploratória: a) bibliográfica, pesquisou livros e artigos que tratam da AN; b) exploratória, com análise de documentos do planejamento energético do Brasil para 2030, em especial das fontes renováveis (energia solar), Plano Nacional de Energia (PNE), Plano Nacional de Adaptação e a NDC do Brasil junto ao Acordo de Paris. À análise documental acrescentou-se a apresentação de 2 (dois) casos de energia

solar em residências (casas e apartamentos) do Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) e 1 (um) caso de energia solar em pequenas propriedades rurais. Os três casos procuraram combinar as estratégias de adaptação e mitigação às vulnerabilidades provocadas pelas Mudanças Climáticas.

A justificativa para realização deste trabalho decorre da necessidade de avaliar as possíveis contribuições das fontes renováveis de energia, para que o Brasil possa implementar com sucesso uma agenda conjunta que envolva ações de adaptação e mitigação às vulnerabilidade provocadas pelas Mudanças Climáticas, em decorrência do efeito estufa e, ao mesmo tempo, cumprir o que foi proposto na NDC Brasil, para atender ao que foi acertado no Acordo de Paris para o ano de 2030.

2. Referencial teórico

2.1 Conceitos de adaptação e mitigação às mudanças climáticas

O conceito de adaptação, embora tenha recebido diferentes abordagens desde os postulados de Darwin, em relação ao clima, refere-se ao ajuste dos sistemas socioecológicos às condições naturais que se alteram. No âmbito das pesquisas sobre mudanças climáticas, o conceito relaciona-se à vulnerabilidade, definida como o grau em que um sistema é suscetível ou incapaz de lidar com os efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo variabilidade climática e extremos climáticos. (SMIT et al., 2001 *apud* RODRIGUES FILHO; LINDOSO, 2016).

Para o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês), a adaptação à mudança do clima é o processo de ajuste ao clima atual ou futuro e seus efeitos. Em sistemas humanos, a adaptação procura mitigar, evitar danos ou explorar oportunidades benéficas. Em sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar o ajuste ao clima futuro e seus efeitos (IPCC, 2014).

Nesse sentido, desde a década de 1990, diversos países incorporaram o debate sobre a necessidade de atuar frente às mudanças do clima e a consequente adoção de políticas com vistas a reduzir os impactos negativos sobre os sistemas socioecológicos. Assim, as ações de mitigação destinam-se a atuar nas fontes geradoras de Gases do Efeito Estufa (GEE), principalmente o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O) (IPCC, 2014).

A mitigação é definida como a intervenção humana para reduzir as emissões por fontes de gases de efeito estufa e fortalecer as remoções por sumidouros de carbono, tais como florestas e oceanos. (MMA, 2017).

Frente ao desafio das mudanças climáticas, o Estado assume um papel fundamental no enfrentamento das características do problema. Toledo (2016) ressalta as causas difusas por toda a economia, que mesmo diferenciadas em cada País, apresentam impactos globais, a desvinculação entre as responsabilidades pelas fontes de emissão e a persistência dos efeitos dos gases na atmosfera.

Assim, políticas nacionais vêm sendo desenhadas por cada país para reduzir as emissões e apresentar seus resultados no esforço que envolve a maioria dos países como partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC em inglês). As principais políticas estão agrupadas em três categorias principais: a) mecanismos de precificação das emissões; b) Políticas de redução de barreiras às reduções das emissões e c) Políticas de fomento a P&D adicionais aos investimentos privados (TOLEDO, 2016).

Para o mesmo autor, das experiências em mitigação e adaptação ao longo das últimas décadas, muitos casos, principalmente na União Europeia, apresentaram a necessidade de integração e articulação das políticas nacionais e as setoriais. A coordenação entre as políticas envolve a incorporação dos objetivos de uma política em todas as etapas do ciclo político da outra.

Nesse sentido, a Abordagem Nexus (AN) surgiu como uma resposta aos desafios do mundo atual, que visa aproveitar a sinergia entre os investimentos que buscam aumentar a segurança entre água, energia e produção de alimentos (BELLFIELD, 2015).

A essa abordagem que trata de forma integrada segurança alimentar, segurança hídrica e segurança energética, dá-se o nome de “nexus”, termo que ganhou destaque em 2011 quando o governo alemão organizou a Conferência Internacional “The Water Energy and Food Security Nexus – solutions for the Green Economy” (RASUL & SHARMA, 2015).

2.2 Os Marcos Legais do Clima e a Abordagem Nexus (AN): segurança alimentar, hídrica e energética

Rasul & Sharma (2016) descreveram uma abordagem que identifica a importância dos nexos, ou interligações existentes entre água, energia e segurança alimentar, e como estes aspectos são tratados de forma setorial nas políticas de desenvolvimento e no que se refere às mudanças climáticas.

No Brasil, o marco legal para o enfrentamento das mudanças climáticas é a Política Nacional de Mudança do Clima (Lei 12.187/2009) e o Decreto 7.390/2010 que regulamenta a PNMC e determina a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima. Para a elaboração desses Planos setoriais, foi criado em 2012 um Grupo de Trabalho para o desenvolvimento do Plano Nacional de Adaptação (PNA).

O PNA está dividido por setores como: Agricultura, Recursos Hídricos, Segurança Alimentar e Nutricional, Biodiversidade, Cidades, Gestão de Risco de Desastres, Indústria e Mineração, Infraestrutura, Povos e Populações Vulneráveis, Saúde e Zonas Costeiras. O setor de energia está contemplado em infraestrutura.

Em 2013, o GT Adaptação iniciou suas atividades e no ano seguinte realizou uma Chamada pública do PNA e mobilização das redes temáticas. Em 2015 realizou-se a Consulta pública do PNA e, em 2016, o Plano foi lançado. O Plano que orienta a adaptação do setor de energia é o Plano Decenal de Energia.

Essa segmentação em setores é uma das críticas presentes na abordagem Nexus no que se refere às políticas de adaptação. Rasul & Sharma (2016) defendem a importância das interligações nas abordagens sobre água, energia e produção de alimentos e as respectivas implicações para desenvolvimento sustentável e adaptação. As potenciais sinergias e complementaridades entre os setores devem ser usadas como guia para a formulação de opções de adaptação efetivas. As questões destacam a necessidade de uma mudança nas abordagens políticas setorializadas, que pode resultar em ações concorrentes e/ou contraproducentes, para uma abordagem integrada com coerência política entre os setores que utilizam o conhecimento das interligações para maximizar o ganho, otimizar os trade-offs e evitar impactos negativos.

Por conseguinte, o Plano Decenal de Energia 2026 apresenta uma estimativa de que até 48% da Oferta Interna de Energia será por fontes renováveis. Entretanto, dados divulgados em 2018 mostram que, embora a eólica tenha registrado um aumento percentual, a expansão de renováveis, em números absolutos, para a geração de energia elétrica é bastante tímida. Para tanto, o PDE prevê o crescimento do uso de biocombustíveis e o aumento das medidas de eficiência energética.

Por outro lado, o mesmo PDE apresenta a previsão de produção de 5 milhões de barris de petróleo/dia em 2026, o dobro do valor registrado em 2016. No fim do decênio, o pré-sal responderá por quase 75% da produção nacional de petróleo.

Assim, percebe-se que a interligação entre os setores é um ponto frágil da adaptação às mudanças climáticas no Brasil.

A abordagem Nexus demonstra que a falha em desconsiderar o nexo de água, energia e alimento nas avaliações e na elaboração de políticas levou a estratégias contraditórias e a uma utilização ineficiente dos recursos.

Em geral, existem duas perspectivas distintas sobre como abordar a adaptação no contexto dos países em desenvolvimento. O primeiro centra-se na redução dos impactos das alterações climáticas e o segundo, na redução da vulnerabilidade e criando resiliência, abordando não apenas as mudanças climáticas, mas também outros fatores de vulnerabilidade, pobreza, gênero, equidade social, bem

como outros fatores estruturais que dificultam em longo prazo o desenvolvimento sustentável (RASUL & SHARMA, 2016).

A abordagem Nexus orientada para o desenvolvimento surgiu com base na premissa de que as pessoas são vulneráveis não apenas às mudanças climáticas, mas também a uma série de outros estresses, dependendo de acesso a recursos e outras circunstâncias socioambientais moldadas por políticas e processos econômicos. As medidas tecnológicas destinadas a ajudar as pessoas na adaptação a mudanças específicas no clima podem não abordar as questões que as comunidades consideram mais urgente, como o acesso à água, à alimentação, à energia e à segurança dos meios de subsistência.

É cada vez mais reconhecido que uma adaptação bem sucedida exigirá intervenções que abordem a todo o espectro de desafios, incluindo as causas subjacentes da vulnerabilidade, gestão dos riscos e capacidade de resposta no contexto de outras teorias de risco e desenvolvimento (RASUL & SHARMA, 2016).

Rasul & Sharma (2016) citam o trabalho de Schipper (2007) que destaca que a adaptação não será efetiva a menos que seja integrada nas políticas e processos de desenvolvimento. Segundo os autores, até agora, não existe um quadro ou conjunto de princípios para a adaptação sustentável que tenha sido acordado por todas as partes interessadas, sendo que alguns princípios fundamentais podem ser discernidos: a) adaptação implica medidas que reduzem a pobreza e a vulnerabilidade e aumentam a resiliência em longo prazo; b) adaptação compreende ações que fortaleçam as capacidades adaptativas dos pobres, incluindo a gestão dos recursos naturais dos quais dependem seus meios de subsistência; gerenciamento de riscos; e uso dos recursos de forma eficiente e sustentável para atender às necessidades das presentes e futuras gerações; c) a adaptação em um setor ou por uma comunidade não prejudica a resiliência dos outros; d) as respostas e mecanismos de adaptação não prejudicam a sustentabilidade em longo prazo.

Assim, as estratégias de adaptação setorial podem aumentar a vulnerabilidade ou prejudicar a resiliência, diminuindo a capacidade ou promovendo o aumento dos riscos em outro local ou setor, resultando em uma adaptação ruim.

O Balochistan, região árida do Paquistão, agora está cultivando maçãs e outras frutas usando irrigação de águas subterrâneas, o que requer enormes quantidades de energia. Enquanto isso, o país enfrenta escassez de energia (RASUL & SHARMA, 2016).

Assim, para os autores, uma vez que a capacidade de adaptação daqueles afetados pela mudança climática depende, em última instância, do seu acesso a oportunidades de redução da pobreza, os planos de adaptação só podem ser efetivos se forem incorporados à agenda de desenvolvimento. Isso é necessário para garantir que as políticas de adaptação não sejam contrárias ao desenvolvimento - a chamada "inadaptação".

Assim, os planos de adaptação devem estar integrados, considerando as políticas do clima e as políticas setoriais, com foco em três eixos centrais dos sistemas socioecológicos: água, energia e segurança alimentar.

2.3 Segurança energética e o papel das fontes renováveis no Brasil

A demanda por mais energia é uma constante num mundo sempre em movimento em torno de crescimento e desenvolvimento econômico. Em 2010, a Agência de Informação de Energia (AIE) dos EUA projeta que a demanda global de energia crescerá 44% até o ano de 2030, com previsão de que o preço do barril de petróleo chegue a US\$ 130 dólares (DOGGETT, 2010).

No que se refere à demanda de energia no Brasil para o mesmo período é crescente, e a previsão é que a Oferta Interna de Energia (OIE) deve ser da ordem de 99,6%, que será detalhada a seguir, ao apresentar a evolução da matriz energética brasileira de 2005 a 2030 (MME/EPE, 2015).

O crescimento da OIE projetado para 2030 é necessário justamente para atender à expectativa de demanda para o mesmo período. Daí a importância de planejar e investir em fontes renováveis de energia, como a energia solar, eólica e bioenergia, o que não é demonstrado no documento matriz energética nacional 2030 do MME e EPE, que na verdade mantém a ênfase em fontes hidráulicas e nos investimentos na fonte eólica (EPE, 2016).

O planejamento energético brasileiro prevê que a segurança energética está garantida até 2030, contando com a conclusão de empreendimentos em andamento e investimentos ainda em fase de planejamento. O PNE 2030, elaborado pelo MME/EPE (2015), reconhece que ao analisar o "comportamento do consumo de energia vis-à-vis a evolução do PIB sugere a existência de uma componente inercial que inibe o crescimento da demanda energética no caso de taxas de expansão elevadas do PIB" (MME/EPE, 2015).

A matriz energética brasileira é uma das mais diversificadas do mundo, apresentando em 2017 uma leve queda na participação de fontes fósseis em relação ao ano anterior, que era de 36,8% para 36,2%, respectivamente. O conjunto de fontes renováveis demonstra o inverso, ou seja, um crescimento na oferta de 43,6% para 43,8%, no mesmo período. Percentual este próximo do compromisso feito pelo Brasil, que visa elevar a meta da participação das fontes renováveis de energia para 45% da matriz energética nacional no ano de 2030. Esse aparente conforto começa a se tornar preocupante quando se verifica que a OIE no país precisa crescer aproximadamente 100% até 2030, contra um aumento médio mundial da ordem de 40% (MME, 2017).

Quanto ao segmento de energia elétrica, o Brasil mantém-se no topo mundial da oferta oriunda de fontes renováveis, com participação de 83,3% em 2017 anti 82,7% em 2016 (MME, 2017).

Mesmo em tempos de longos períodos de estiagem, que exigem a necessidade de ampliar a oferta de energia elétrica, por meio do acionamento das termoeletricas, a OIE, oriunda de Derivados de Petróleo e Carvão, tem apresentado queda na participação, sendo que a primeira caiu de 2,1% em 2016 para 1,5% em 2017, a segunda caiu de 2,8% para 2,5%, no mesmo período, conforme indicado na figura anterior (MME, 2017).

As projeções sobre a matriz energética nacional, elaboradas pelo MME e EPE (2007), indicam que a OIE tanto para 2020 quanto para 2030 será puxada pelo aumento da demanda, uma vez que há uma correlação entre OIE e PIB, o que é confirmado pelo comportamento do indicador de IE. Já OIE per capita apresenta um acréscimo significativo, cujo indicador (tep/hab) aumenta 95,8% entre 2005 e 2030.

O Indicador de Intensidade Energética (IIE), que em 2005 era de 0,28 (tep/mil US\$), chegou à casa de 0,29 (tep/mil US\$) até 2020 e deverá cair em 2030 para 0,26 (tep/mil US\$), o que confirma que a economia brasileira caminha na linha da descarbonização, conforme figura 2 (MME/EPE, 2015).

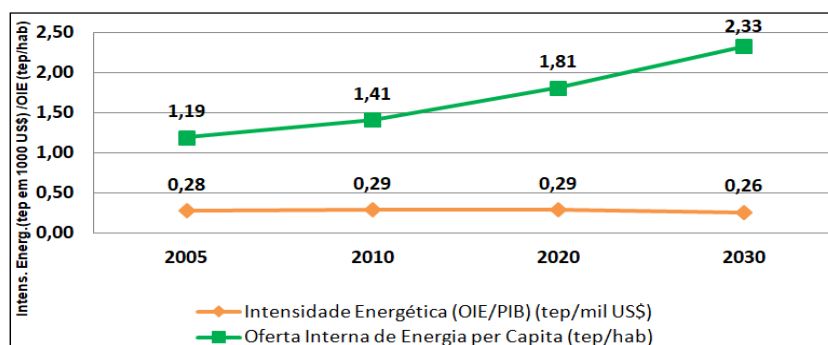


Fig. 1. Indicador de IE e OIE per capita (OIE $\text{tep}10^6$ / PIB em $\text{US}\$10^6$ em 2005). Elaborado pelos autores com base em dados do MME (2017) e EPE (2015).

O indicador de OIE per capita (tep/hab) deixa claro a crescente demanda de energia por parte das pessoas, em que pese o indicador de IE (OIE/PIB) apresentar uma queda entre 2020 e 2030, conforme figura anterior.

A ANEEL estima que em 2024 devam ser ao menos 1,2 milhão de unidades totalizando 4,5 GW, aptas a gerar a sua própria energia da fonte mais abundante do mundo, e em particular no Brasil, a solar. Em 2030 deve chegar a 10% com 25 GW, ainda muito aquém de países como China e Alemanha, com capacidade instalada de 75 GW e 40 GW, respectivamente (ANEEL *apud* CANTO, 2017).

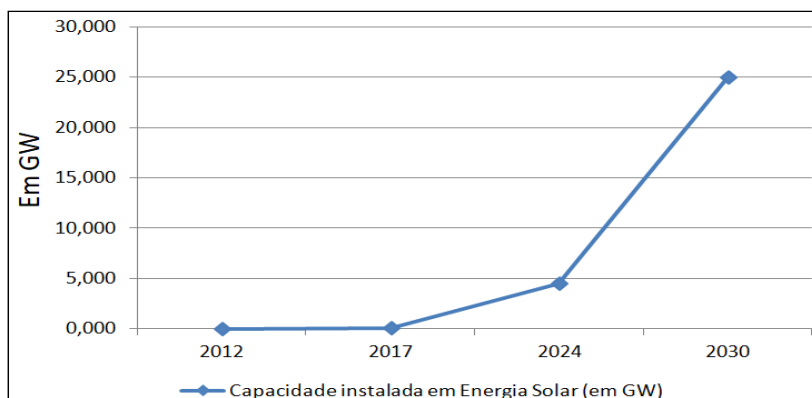


Fig. 2. Capacidade instalada de energia solar de 2012 e 2017, previsão para 2024 e 2030. Elaborado pelos autores com dados da EPE (2016).

O potencial energético brasileiro de fonte renovável de geração de energia solar é de 28.500 GW (EPE, 2016).

3. Casos que combinam a agenda de adaptação e mitigação: energia solar

Caso 1: Residencial - Programa MCMV e Construtora MRV

O programa habitacional Minha Casa Minha Vida (MCMV), do Governo Federal, movimentou boa parte do mercado de construção civil, entre 2008 e 2017, quando foram lançados 6,3 milhões de unidades habitacionais, segundo dados da Associação Brasileira das Incorporadoras Imobiliárias (ABRAINC), de acordo com a FIPE (2017). Esses dados, quando atualizados, chegam a uma média de 630 mil unidades/ano. A Construtora MRV, de Belo Horizonte (MG), que é a maior do país atualmente, prevê um demanda de 11,9 milhões de unidades de moradia, para o período compreendido entre 2017 a 2025, mais ou menos 1.437,5 mil unidades/ano (FERNANDES, 2017).

A MRV inseriu, em plano estratégico para os próximos 5 anos, um investimento no valor de R\$ 800 milhões de reais, para produzir 40 mil novas unidades com kit de energia solar. Neste período, serão 200 mil unidades equipadas com o sistema de geração distribuída que, se estendido até 2030, poderá atingir 60 mil unidades/ano a partir de 2023 (2023 a 2030), perfazendo um total de 680 mil nos dois ciclos (FERNANDES, 2017; VIEIRA, 2017).

A tabela 1 a seguir resume a demanda do mercado imobiliário brasileiro, bem como demonstra o potencial de crescimento da energia solar nos empreendimentos residenciais (FERNANDES, 2017; VIEIRA, 2017).

Período (Previsão)	Quantidade (mil unidades)	Média/ano (mil unidades)	Classe de Renda (mil unidades)	
			Média/Alta = 10%	Baixa = 90%
2018 a 2025	11.900,0	1.487,5	1.190	10.790
2026 a 2030	8.000,0	1.600,0	800	7.200
	19.900,0		1.990	17.920

Tab. 1. Demanda por unidades habitacionais no Brasil - de 2018 a 2030. Elaborado pelos autores a partir de dados de Fernandes (2017) e Vieira (2017).

Partindo de iniciativas como a da Construtora MRV e do programa MCMV, é possível acreditar que o programa de geração distribuída a partir da energia solar deverá decolar nos próximos anos. Os empreendimentos destinados ao público de baixa renda respondem por 90% do mercado, com cerca de 900 mil unidades/ano de 2017 a 2030 e 600 mil unidades/ano de 2026 a 2030 (FERNANDES, 2017; VIEIRA, 2017).

O caso em análise tem um potencial de mitigação às Mudanças Climáticas, por meio da redução de emissões de CO₂ na Geração de Energia Elétrica Distribuída (GEED) oriunda da fonte solar, que será da ordem de 11.676,06891 Mt de CO₂ ou 42.851,17288 Mt de CO₂ até 2030.

A estratégia de adaptação, também, está presente nesse contexto de produção de unidade residencial com energia solar, pois tal iniciativa proporcionará um reforço na renda familiar desse público da ordem de R\$ 125,963 milhões em 2018 e R\$ 1.685,160 milhões em 2030. Despesas menores têm impacto direto no aumento da renda líquida das famílias e maior disponibilidade para o suprimento de alimentos no lar.

Caso 2: Propriedades rurais: pequenas propriedade e agricultura familiar

O potencial de crescimento da capacidade instalada de energia solar em propriedades rurais é muito grande desde que sejam criadas linhas de crédito de longo prazo com taxa de juros baixo, condizente com as já praticadas na agricultura familiar e alinhado com a estrutura fundiária do Brasil, onde 85% das 3.871.671 propriedades, ou seja, 3.275.123 têm área menor que 100 ha e fazem parte do grupo de produtores do segmento de agricultura familiar, que demandam energia solar como forma de adaptação às Mudanças Climáticas (INCRA, 2017).

O crescimento de energia solar na geração distribuída deve ocorrer, em grande escala, no segmento de pequenos produtores vinculados à agricultura familiar, conforme a seguir: 1) Estratégia de adaptação: a) possibilita o abastecimento de água para uso das famílias e consumo de animais, em função da redução de água de córregos e represas (que têm secado no período de junho a novembro); b) contribui para a adequação ao código florestal, com fechamento de APPs; c) proporciona regularidade na produção da agricultura familiar. A redução de despesas anuais com energia atingirá R\$ 223,527 milhões em 2030, com impacto positivo direto na renda das famílias. 2) Estratégia de mitigação: a) redução do uso de combustíveis fósseis para bombear água, que fica cada vez mais longe, ao longo dos últimos anos; b) redução de investimento em redes de energia elétrica de concessionárias, caso haja necessidade de atender mais de um ponto na propriedade. A mitigação de emissões acumuladas até 2030 será da ordem de 957,06818 Mt de CO₂e.

4. Resultados e discussão

Esta seção apresenta os resultados e a discussão da pesquisa exploratória, bibliográfica e documental, pertinentes à energia solar, em especial, à geração distribuída, tanto em residências do programa MCMV (casas e apartamentos voltados para famílias de baixa renda), quanto em pequenas propriedades rurais, conforme explorado nos Casos 1 e 2, apresentados anteriormente.

Os casos 1 e 2 analisados seguiram a Abordagem Nexus, com foco na segurança alimentar, hídrica e energética, a partir da combinação entre um mercado que demanda tecnologia, equipamentos para gerar energia solar, com fornecedores qualificados e dispostos a atendê-lo, que viabilizou a análise proposta neste trabalho, compreendendo as estratégias de mitigação e adaptação à vulnerabilidade das Mudanças Climáticas.

CASOS		ÁGUA	ENERGIA	ALIMENTO	ESTRATÉGIA	
					Adaptação	Mitigação
1	Energia Solar - MCMV	Baixa	Alta	Média	Sim	Sim
	Energia Solar - MRV	Baixa	Alta	Média	Sim	Sim
2	Energia Solar - PPR	Alta	Alta	Alta	Sim	Sim

Tab. 1. Análise AN: segurança alimentar, hídrica e energética. Elaborado pelos autores.

Os casos de energia solar MCMV e MRV receberam avaliação de "baixa" relevância no item "Água", por apenas contribuírem de forma marginal com o abastecimento no caso de prédio (bombeamento) e colaborar de forma efetiva com aquecimento de água; o item "Energia" foi avaliado como de "alta" relevância por ser energia renovável "solar"; o item "Alimento" recebeu avaliação de relevância "média" por ser atingido de forma indireta pelo aumento de disponibilidade do orçamento familiar em função da redução da conta de energia elétrica - o que deve reforçar as aquisições de alimentos de melhor qualidade nutricional.

As estratégias de adaptação e mitigação, nos casos MCMV e MRV, receberam resposta "sim", pois estão presentes nos empreendimentos, por meio da fonte de geração de energia renovável solar, o que contribui para adaptação no enfrentamento da escassez de energia de fonte hidrelétrica e para mitigação, por reduzir a possibilidade de uso de energia elétrica de fonte não renovável (fóssil) das termoelétricas.

O Caso de energia solar em pequenas propriedades rurais (PPR) recebeu avaliação de "alta" relevância nos três itens: Água, Energia e Alimento, e "sim" para as estratégias de adaptação e mitigação, porque ambas se fazem presentes nos empreendimentos. A adaptação recebeu "sim" por combinar abastecimento de água, proteção de nascentes pelo fechamento de APPs (adequação ao Código Florestal), uso de energia renovável "solar fotovoltaica", bombeamento de água que ajuda na regularidade da produção de alimentos (agricultura familiar: leite e derivados, carne e produtos de hortaliças irrigados). O "sim" para mitigação deve-se ao fato de substituir o uso de energia fóssil (óleo diesel) no bombeamento de água.

5. Considerações finais

Os desafios da adaptação e mitigação às mudanças climáticas no Brasil consistem em, principalmente, integrar múltiplos objetivos políticos e aumentar a colaboração das partes interessadas na adaptação sustentável, no planejamento do desenvolvimento e na tomada de decisões.

As iniciativas em energias renováveis e em biocombustíveis requerem investimentos em infraestrutura inteligente, ecossistemas multifuncionais, tecnologias e instituições inovadoras, fazendo a introdução de incentivos, regulamentos e pagamentos apropriados para os serviços dos ecossistemas.

Assim, os planos nacionais de adaptação e mitigação serão fortalecidos a partir de uma abordagem de adaptação sistemática, passando de uma abordagem setorial para uma trans-setorial para que diferentes respostas de adaptação e medidas se apoiem. Assim, a sinergia é aprimorada e os trade-offs são minimizados.

O sucesso do papel das energias renováveis nos objetivos relacionados à adaptação e mitigação depende da integração das políticas e investimentos em segurança alimentar, hídrica e energética. Caso contrário, os casos aqui estudados seriam exemplos de "inadaptação" ou fracasso frente aos riscos decorrentes da mudança do clima.

Verificou-se, também, que o Estado possui um papel central na promoção de opções de ganha-ganha para segurança e adaptação às mudanças climáticas, fortalecendo um ambiente facilitador entre empresas, universidade e organizações públicas, visando melhorar a eficiência e a produtividade do uso de recursos e aumentar o uso múltiplo de recursos por meio de incentivos econômicos, governança, coerência institucional e política, e promoção de parcerias público-privadas para aumentar o benefício dos ecossistemas produtivos.

Referências

BELLFIELD, H. Water, 2015. Energy and Food Security in Latin America and the Caribbean: Global Canopy Programme.

BORGES, V. P, 2017. Energia solar fotovoltaica em pequenas e médias propriedade rurais. SOLUSOL, Campinorte.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia, 2015. Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2024 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética, Brasília.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2016. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: sumário executivo / Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Renováveis devem manter participação de 43% na matriz energética em 2017. http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/renovaveis-devemmanter-participacao-de-43-na-matriz-energetica-em-2017. Acessado em novembro/2017.

_____. Ministério de Minas e Energia, 2017. Boletim mensal de energia. MME, Brasília.

_____. Ministério de Minas e Energia. A NDC do Brasil no contexto do Acordo de Paris. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>. Acessado em novembro/2017.

CANTO, R. Energia alternativa: o que falta para o Brasil ser a maior potência de energia solar. São Paulo: CartaCapital, 2017. <https://www.cartacapital.com.br/politica/o-que-falta-para-o-brasil-ser-a-maior-potencia-em-energia-solar>. Acessado em novembro/2017.

DOGGETT, T. Demanda global por energia subirá 44% até 2030, segundo AIE. Washington, DC: Reuters, 2010. Disponível em: <https://extra.globo.com/noticias/economia/demanda-global-por-energia-subira-44-ate-2030-segundo-aie-290245.html>. Acessado em novembro/2017.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética, 2016. Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica. EPE, Rio de Janeiro.

GIDDENS, Anthony, 2010. A Política da Mudança Climática. Zahar, Rio de Janeiro.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Working Group III. FAR: Summary for Policymakers. <http://www.ipcc.ch/SPM040507.pdf>. Acessado em novembro/2017.

IPEA, 2015. BRASIL 2035: Cenários para o desenvolvimento. IPEA, ASSECOR, Brasília.

MICHELS A, 2018. O desempenho da UHE Belo Monte em um cenário de mudanças climáticas de longo prazo. Dissertação de Mestrado CDS da UnB, Brasília

RASUL, Golam; SHARMA, Bikash. The nexus approach to water-energy-food security: an option for adaptation to climate change. UK Limited, 2015. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/14693062.2015.1029865?needAccess=true>>. - DOI: 10.1080/14693062.2015.1029865 Acessado em novembro/2017.

RIFKIN, J, 2012. A terceira revolução industrial - como o poder lateral está transformando a energia, economia e mundo. M.Books, São Paulo.

RODRIGUES FILHO, S. & LINDOSO, D, 2016. Vulnerabilidade e adaptação: bases teóricas e conceituais da pesquisa. In: BURSZTYN, M. & RODRIGUES FILHO, S. (Orgs) O clima em transe: vulnerabilidade e adaptação da agricultura familiar. 1 Ed. – Garamond, Rio de Janeiro.

TOLEDO, D, 2016. Políticas Nacionais de Mitigação de Emissões e o papel dos Estados Nacionais na transição para a sociedade de baixo carbono. In: BURSZTYN, M. & RODRIGUES FILHO, S. (Orgs) O clima em transe: vulnerabilidade e adaptação da agricultura familiar. 1 Ed. Garamond, Rio de Janeiro.

VIEIRA, R, 2017. Novas frentes de crescimento na energia renovável. In: Revista Exame: o mundo em 2030. Ed. Abril, São Paulo.