

ONTOLOGIAS DO ANTROPOCENO: CRISE CLIMÁTICA, RESPOSTAS SOCIOPOLÍTICAS E TECNOLOGIAS EMERGENTES

ONTOLOGIES OF THE ANTHROPOCENE: CLIMATE CRISIS, SOCIOPOLITICAL RESPONSES AND EMERGING TECHNOLOGIES

DOI: <https://doi.org/10.4000/sociologico.9693>

António Carvalho

■ Universidade de Coimbra, Centro de Estudos Sociais, Núcleo de Estudos sobre Ciência, Economia e Sociedade, Coimbra, Portugal. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6149-8883>

Vera Ferreira

■ Universidade de Coimbra, Centro de Estudos Sociais, Núcleo de Estudos sobre Ciência, Economia e Sociedade, Coimbra, Portugal. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0665-1942>

Ana Raquel Matos

■ Universidade de Coimbra, Faculdade de Economia, Núcleo de Sociologia & Universidade de Coimbra, Centro de Estudos Sociais, Núcleo de Estudos sobre Ciência, Economia e Sociedade, Coimbra, Portugal. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0350-7440>

Resumo

O Antropoceno é uma época geológica proposta para ilustrar o impacto humano no sistema terrestre, exemplificado pelas alterações climáticas. Recorrendo a literatura no âmbito dos estudos de ciência e tecnologia, este artigo reflete sobre a heterogeneidade ontológica do Antropoceno, analisando como diferentes respostas sociais, políticas e tecnológicas são mobilizadas para fazer face aos desafios das alterações climáticas.

O artigo analisa três estudos de caso que ilustram a heterogeneidade ontológica do Antropoceno: políticas europeias e nacionais em matéria de ação climática; o movimento de transição, focado em ações à escala local para a descarbonização das sociedades; a geoengenharia como tecnologia emergente de manipulação climática. Neste trabalho argumentamos que a diversidade de visões, práticas e intervenções associadas aos estudos de caso reforçam o carácter político e controverso do Antropoceno, colocando novos desafios às ciências sociais.

Palavras-chave: Antropoceno, alterações climáticas, ontologia

Abstract

The Anthropocene is a proposed geological epoch to illustrate the human impact on Earth systems – exemplified by climate change. Supported by literature within science and technology studies, this article reflects on the ontological heterogeneity of the Anthropocene, analyzing how different social, political and technological proposals are mobilized to face the challenges of climate change. The article delves into three case studies that illustrate the ontological heterogeneity of the Anthropocene: European and national policies regarding climate change; the Transition Movement, focused on local actions to foster low carbon transitions; emerging technologies of climate manipulation – geoengineering. We argue that the diversity of visions, practices and interventions related to the case studies reinforce the political and controversial dimensions of the Anthropocene, posing new challenges for the social sciences.

Keywords: Anthropocene, climate change, ontology

Introdução

O termo *Antropoceno*, cunhado por Paul Crutzen e Eugene Stoermer, traduz o papel central da espécie humana na geologia e ecologia, particularmente desde o final do século XVIII – momento a partir do qual os efeitos das atividades humanas no sistema terrestre se tornaram por demais evidentes (Crutzen & Stoermer, 2000). O Antropoceno preconiza, por um lado, que a Terra está a transcender a sua atual época geológica – o Holoceno; e, por outro, que as atividades humanas são responsáveis por este acontecimento – “a humanidade transformou-se numa força geológica global de pleno direito” (Steffen *et al.*, 2011, p. 843).

Uma das principais propostas de datação do Antropoceno situa a sua emergência por volta de 1800, associado à Revolução Industrial e à invenção da máquina a vapor – que levou à exploração de combustíveis fósseis (Malm & Hornborg, 2014) –, e à emissão de gases com efeito de estufa (GEE) para a atmosfera (como o dióxido de carbono (CO_2)). Subsequentemente, a “Grande Aceleração” (1945-2010) – como é designada por Steffen *et al.* (2007) – caracteriza-se por um aumento demográfico e de consumo em larga escala, em particular no Ocidente (Steffen *et al.*, 2011), redundando na sua crescente carbonização. Atualmente, caracteriza-se por uma viragem reflexiva, traduzindo a preocupação com os impactos humanos no sistema terrestre (Steffen *et al.*, 2007), transformando os humanos em “navegadores” deste sistema, responsáveis por evitar uma catástrofe planetária. Esta viragem manifesta-se em diversos dispositivos governamentais como o Pacto Ecológico Europeu e o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050, assim como em movimentos sociais que visam a descarbonização das sociedades, promovendo economias circulares, novos hábitos de consumo e formas de produção “verdes”. Muitas das respostas ao Antropoceno enquadram-se na crítica do paradigma do excecionalismo humano, visando a emergência de um novo paradigma ecológico que possa fazer face à crise climática.

Pese embora a relevância que adquiriu nos últimos anos, o Antropoceno não é uma unidade geológica formalmente definida na escala de tempo geológico. Em 2009, foi criado o Grupo de Trabalho sobre o Antropoceno por membros da Sociedade Geológica de Londres e outros especialistas, no âmbito da Subcomissão de Estratigrafia do Quaternário, que integra a Comissão Internacional de Estratigrafia. Em 2016, o Grupo de Trabalho recomendou ao Congresso Internacional de Geologia a necessidade de declarar uma nova época geológica. Tal justificou-se, na ótica de Jan Zalasiewicz (Zalasiewicz *et al.*, 2008, p. 7), – responsável pela criação deste grupo –, pela emergência de provas suficientes de uma mudança estratigráfica significativa que

fundamentam o reconhecimento do Antropoceno. Esse Grupo de Trabalho propôs o final da década de 1940/início de 1950 como data de início desta época geológica. Contudo, registou-se a necessidade de recolher amostras de sedimentos indicativos de “Golden Spike”, uma marca geológica clara associada ao período da Grande Aceleração, nomeadamente aos combustíveis fósseis e às bombas nucleares (Voosen, 2016).

Apesar de oficialmente ainda nos encontrarmos no Holoceno, o termo *Antropoceno* tornou-se extremamente popular na academia, assumindo-se como uma metanarrativa que atravessa as ciências naturais e sociais (Blok & Jensen, 2019). À data da redação deste artigo, uma pesquisa pelo termo *Anthropocene* no *Google Scholar* gerava mais de 200 mil resultados.

Apesar da sua popularidade, este é um tema bastante controverso. Para além da polémica em torno da sua data de origem – com autores sugerindo que se devia recuar até ao advento da agricultura, há 9500 anos (Lewis & Maslin, 2015) –, uma das críticas mais contundentes prende-se com a forma como o coletivo humano é naturalizado, ignorando diferenças sociais, históricas, políticas e tecnológicas que desresponsabilizam o Norte Global pela crise climática. Malm e Hornborg (2014, p. 3) desenvolvem uma crítica pertinente ao Antropoceno, argumentando que a espécie humana não pode ser desvinculada de contextos históricos e económicos: a modernidade e a tecnologia não são características universais, e vastos segmentos da humanidade, nomeadamente no Sul Global, não beneficiam da economia fóssil.

Essa crítica alude à naturalização da “humanidade” enquanto entidade homogénea. Nesse sentido, universalizar o modo de produção capitalista é ignorar as assimetrias globais geradas pela economia fóssil, levando a repensar o termo *Antropoceno* e a substituí-lo por *Capitaloceno* – a era geológica do capitalismo. De acordo com Moore (2016, p. 81), o Capitaloceno reforça a dimensão multiespécies do capitalismo; ilustra a relação entre fontes de energia, poder e formas de produção capitalistas; descentra o Antropoceno da humanidade como um todo, atendendo a aspetos como classe, capital, imperialismo e cultura.

O Capitaloceno procura, assim, enquadrar as desigualdades geradas pelo sistema capitalista global e pela emergência da Revolução Industrial do século XVIII, favorecendo uma reflexão crítica acerca das associações entre economia, tecnociência ocidental, alterações climáticas e crise ambiental. Ao contrário do que sucede com o Antropoceno, o termo evita a diluição das responsabilidades pelas alterações climáticas. Porém, ambos os termos têm sido criticados, na medida em que, na ótica dos seus detratores, constituem uma expressão da matriz

cartesiana ocidental, que reproduz um dualismo artificial entre humanos e não humanos.

É nesse sentido que Donna Haraway (2016) avança com o termo *Chthuluceno*, noção relacionada com a Pímoa Cthulhu, uma aranha que vive nas florestas de Redwood de Sonoma e Mendocino, no centro da Califórnia, metaforizando a teia como expressão de uma visão interdependente do mundo. A proposta de Haraway reconhece que “os seres humanos não são os únicos atores importantes” (2016, p. 55), colocando em causa as narrativas humanistas do Antropoceno e Capitaloceno e argumentando que os relatos de catástrofe ambiental – como as alterações climáticas ou a sexta grande extinção – não devem ser dominados apenas pela figura dos humanos. Esta proposta articula-se com a “viragem ontológica” nos estudos de ciência e tecnologia e ciências sociais. A viragem ontológica confere uma maior atenção ao papel da agência não humana nos repertórios metodológicos das ciências sociais (Jensen *et al.*, 2017) e articula-se com os atuais debates sobre o Antropoceno, considerado emblemático para questionar matrizes teóricas e metodológicas humanistas (Haraway, 2016; Latour, 2017).

De acordo com Latour, no Antropoceno “a Terra recuperou todas as características de um verdadeiro ator. De facto (...) tornou-se uma vez mais num agente da história, ou melhor, num agente daquilo que propus chamar a nossa Geo-história comum” (2014, p. 3). Segundo esta visão, a crise climática assume-se como um indicador da agência não humana, tornando a Terra num agente da História. Na perspetiva de Jensen e colegas, “temas como as alterações climáticas e o Antropoceno são terrenos de teste particularmente importantes para as ontologias orientadas para o objeto, dado que claramente ilustram o poder das forças não humanas” (2017, p. 534).

A relação entre Antropoceno e ontologia transcende a importância da agência não humana, incluindo a forma como diferentes intervenções – movimentos sociais, tecnologias, políticas públicas – respondem às alterações climáticas. Neste artigo argumentamos que a política ontológica (Mol, 1999) do Antropoceno é heterogénea, envolvendo uma diversidade de práticas, escalas e tecnologias. Nesse sentido, urge colocar as seguintes questões: como é que diferentes práticas, tecnologias, instituições, formas de organização social, escalas e estilos de vida são mobilizados para fazer face aos desafios do Antropoceno, em particular às alterações climáticas? Quais as disparidades e pontos de contacto entre estes diferentes atores e as respostas ao Antropoceno? Qual o leque de políticas ontológicas que constituem o Antropoceno?

Partindo das questões anteriores, este artigo baseia-se em estudos de caso que ilustram múltiplas

“respostas” – a nível político, social e tecnológico – para a crise climática. A análise recorre a uma metodologia comparativa, informada por debates teóricos recentes nos estudos de ciência e tecnologia sobre imaginários sociotécnicos, associados a formas coletivas de imaginar o futuro em relação a temas controversos influenciados por desenvolvimentos em ciência e tecnologia (Jasanoff & Kim, 2013). A crise climática suscita, assim, uma proliferação de imaginários que incluem políticas públicas, ligadas ao capitalismo verde, à alteração de padrões de consumo e comportamentos individuais, assim como movimentos sociais, iniciativas de sustentabilidade à escala comunitária e tecnologias emergentes. Os três estudos de caso desenvolvidos neste artigo permitem-nos compreender três respostas emblemáticas para fazer face ao Antropoceno: políticas públicas à escala europeia e nacional; iniciativas comunitárias de transição para a sustentabilidade; abordagens tecnológicas para gerir a crise climática.

A secção “Pacto Ecológico Europeu, RNC2050 e PNEC2030” debruça-se sobre mecanismos políticos para responder às alterações climáticas, com especial ênfase no contexto português. A secção “Movimento de Transição” analisa um movimento social de base constituído para combater as alterações climáticas, consistindo numa série de práticas ao nível local que visam a descarbonização da sociedade. Na secção “Geoengenharia” exploramos um conjunto de técnicas controversas de manipulação climática que procuram evitar os efeitos indesejados das alterações climáticas. Concluimos com uma reflexão acerca da heterogeneidade ontológica do Antropoceno e dos desafios que este coloca às ciências sociais.

Pacto Ecológico Europeu, RNC2050 e PNEC2030

Este estudo de caso diz respeito às principais políticas da União Europeia e de Portugal em matéria de ação climática: o Pacto Ecológico Europeu, apresentado pela Comissão Europeia em dezembro de 2019; e, à escala nacional, o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050) e o Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030 (PNEC2030), aprovados em Conselho de Ministros em julho de 2019 e maio de 2020, respetivamente.

O Pacto Ecológico Europeu assume-se como uma das seis prioridades da Comissão Europeia para o período 2019-2024 e como instrumento fulcral para enfrentar os desafios da recuperação económica pós-COVID-19 e do combate às alterações climáticas. Trata-se de uma nova estratégia de crescimento para atingir a neutralidade climática em 2050, que visa “transformar a UE numa sociedade equitativa e próspera, dotada de uma economia moderna, eficiente na utilização dos recursos e competitiva” (Comissão Europeia, 2019, p. 2), acautelando uma

transição “equitativa e inclusiva”. Os seus domínios de intervenção englobam a biodiversidade, os sistemas alimentares, a agricultura sustentável, a energia limpa, a indústria sustentável, a construção e renovação, a mobilidade sustentável, a eliminação da poluição e a ação climática. O Pacto Ecológico Europeu é acompanhado pelo Plano de Investimento para uma Europa Sustentável – que procurará mobilizar, ao longo da próxima década, pelo menos, um bilião de euros em investimentos sustentáveis, públicos e privados – e pelo Mecanismo para uma Transição Justa – cujo propósito passa por antecipar e atenuar as ramificações económicas e sociais desfavoráveis da transição para a neutralidade climática, assegurando um processo justo, inclusivo e socialmente aceite. Segundo Frans Timmermans, Vice-Presidente da Comissão Europeia, “a nossa ambição deve ajudar, não prejudicar, os mais vulneráveis na sociedade. A transição será justa, ou não ocorrerá” (Comissão Europeia, 2020).

O Pacto Ecológico Europeu será ainda enquadrado pela Lei Europeia do Clima – uma proposta de regulamento apresentada pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho –, que consagra o objetivo vinculativo de alcançar a neutralidade climática na UE no horizonte 2050 (Artigo 1.º), elevando, assim, esta promessa política a obrigação jurídica. Em setembro de 2020, aquando da divulgação do Plano Meta Climática 2030, a Comissão Europeia introduziu uma emenda à Lei Europeia do Clima, de modo a acomodar a sua nova proposta de redução das emissões de GEE da UE em 55% (em relação aos níveis de 1990). Tendo em vista alcançar a neutralidade climática até 2050, a Comissão encetará uma revisão de todos os instrumentos de política energética e climática, com o intuito de lançar novas propostas legislativas até junho de 2021.

No caso português, as alterações climáticas são um dos desafios estratégicos identificados pelo Governo para a XIV Legislatura. O Executivo propõe-se “enfrentar as alterações climáticas garantindo uma transição justa” (Governo Português, 2019, p. 56), privilegiando a transição energética, a mobilidade sustentável, a economia circular e a valorização do capital natural. Em 2016, o Governo Português comprometeu-se a alcançar a neutralidade carbónica até 2050, compromisso que se encontra patente nos dois principais dispositivos que nortearão a política energética e climática ao longo das próximas décadas: o RNC 2050, submetido à Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas enquanto Estratégia Nacional de Desenvolvimento a Longo Prazo com Baixas Emissões de GEE, tal como definido pelo Acordo de Paris, e o PNEC 2030, que se enquadra nas obrigações inerentes ao Regulamento da Governação da União da Energia e da Ação Climática.

O RNC2050 identifica trajetórias possíveis para atingir a neutralidade carbónica em 2050, estimando o potencial de redução de emissões dos diversos setores económicos em diferentes cenários socioeconómicos. São perspectivadas reduções de emissões de GEE entre –45% e –55% em 2030, entre –65% e –75% em 2040 e, finalmente, entre 85% e 90% até 2050 (tendo 2005 como ano de referência). O objetivo da neutralidade carbónica, tal como é preconizado pelo RNC2050, deverá ser concretizado

mediante uma transição socialmente justa e eficiente em termos de custos, reforçando a competitividade da economia nacional, promovendo a criação de postos de trabalho e potenciando cobenefícios associados em particular à qualidade do ar e saúde humana. Esta transição deve ser também um fator de valorização do território e um contributo para a coesão nacional (Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 [RNC2050], 2019, p. 12).

O RNC2050 coloca particular ênfase na transição energética, que assentará, em boa medida, na descarbonização do setor electroprodutor – substituindo os combustíveis fósseis por recursos endógenos renováveis –, na eletrificação da economia, na eficiência energética e na progressiva descentralização e democratização da produção de energia.

O PNEC2030, por seu turno, abarca a primeira etapa do processo de transição para a neutralidade carbónica, a década 2021-2030, que será, segundo o Governo, a mais exigente e decisiva. Contrariamente ao que sucede com o RNC2050, este documento estabelece objetivos, políticas e medidas concretas e vinculativas. O PNEC 2030 determina os contributos nacionais para a execução das metas europeias em matéria de redução das emissões de GEE, energias renováveis, eficiência energética, segurança energética, mercado interno e investigação, inovação e competitividade. A visão estratégica consiste em

promover a descarbonização da economia e a transição energética visando a neutralidade carbónica em 2050, enquanto oportunidade para o país, assente num modelo democrático e justo de coesão territorial que potencie a geração de riqueza e uso eficiente de recursos (Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030 [PNEC 2030], 2019, p. 9).

Esta visão traduz-se em oito objetivos gerais para o horizonte 2030: 1) descarbonizar a economia nacional; 2) priorizar a eficiência energética; 3) reforçar a aposta nas energias renováveis e reduzir a dependência energética do país; 4) garantir a segurança do abastecimento energético; 5) promover a mobilidade sustentável; 6) promover uma

agricultura e uma floresta sustentáveis e potenciar o sequestro de carbono; 7) desenvolver uma indústria inovadora e competitiva; 8) garantir uma transição justa, democrática e coesa.

Todavia, é imperativo assinalar que estes instrumentos políticos *top-down* surgem na sequência de 30 anos de negociações internacionais falhadas e de acordos e compromissos (não vinculativos) sucessivamente esvaziados pelos Estados do Norte Global – desde a Conferência do Rio, em 1992, culminando no Acordo de Paris e nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, adotados em 2015. Assim, perante este adiamento de três décadas no combate às alterações climáticas, as metas assumidas no seio da UE não só pecam por tardias, como poderão revelar-se insuficientes num cenário de emergência climática. Ademais, a Comissão Europeia, ao procurar inscrever a aliança entre crescimento económico e ação climática no Pacto Ecológico – numa conjugação de otimismo tecnológico e economia circular –, não questiona os princípios do sistema económico capitalista, contribuindo, porventura, para a sua reconfiguração e reprodução, sob a forma de capitalismo verde.

Retomando a crítica de Moore (2016) e a proposta de Capitaloceno, é nesta contradição do sistema capitalista – a acumulação infinita de riqueza num planeta com recursos limitados – que radica a crise climática. Verifica-se, pois, que a estratégia de longo prazo da União Europeia, bem como as políticas portuguesas sobre ação climática, não podem ser dissociadas do modelo socioeconómico hegemónico em que se enquadram.

Movimento de Transição

O Movimento de Transição (MT) é um movimento social que visa enfrentar os desafios das alterações climáticas através da transição para sociedades de baixo carbono. O MT foi fundado por Rob Hopkins (2005) e teve início em Kinsale, Irlanda, através da criação de um plano para reduzir a dependência de combustíveis fósseis daquela cidade. Em 2006, procedeu-se ao lançamento oficial do *Transition Town Totnes* (com mais de 400 participantes na Câmara Municipal de Totnes, Reino Unido). Em 2007 foi organizado o primeiro curso de Transição em Totnes e, desde então, estas iniciativas têm-se disseminado um pouco por todo o mundo, principalmente na Europa e na América do Norte. O principal foco do MT é criar um modelo de sociedade não dependente de combustíveis fósseis, almejando a transição para comunidades de baixo carbono que respondam aos desafios das alterações climáticas (e também, inicialmente, do pico petrolífero).

O MT assenta em três princípios: localização, resiliência e permacultura. A localização está relacionada com a capacidade de produzir localmente

produtos como fruta, vegetais, madeira, materiais de construção, etc. No que diz respeito à resiliência, esta engloba vários níveis, como sociedades, ecossistemas, comunidades e indivíduos, e o objetivo é dotar os/as participantes de ferramentas necessárias para se adaptarem à transição para sociedades de baixo carbono (Hopkins, 2011, p. 44). O terceiro princípio consiste na permacultura, a base ética e filosófica do MT:

A permacultura é o desenho e manutenção consciente dos sistemas de produção agrícola que têm a diversidade, estabilidade e resiliência dos ecossistemas naturais. É a integração harmoniosa da paisagem com as pessoas, providenciando-lhes comida, energia, abrigo e outras necessidades materiais e não materiais de uma forma sustentável (Mollison, 1990, p. ix).

O MT recorre a várias práticas de sustentabilidade à escala local para favorecer a transição para sociedades resilientes e de baixo carbono, enfatizando a importância da comunidade, sobretudo ao nível da alteração de estilos de vida (Aiken, 2017). As iniciativas implementadas abarcam um conjunto de práticas e eventos, nomeadamente: hortas urbanas e comunitárias; partilha de sementes, de transportes e de alimentos; diretório de alimentos produzidos localmente; caminhadas ecológicas; ligação com governos locais; palestras para consciencialização sobre alterações climáticas e pico petrolífero; atividades de “transição interior”.

A iniciativa mais emblemática do MT realizou-se na vila de Totnes, que serviu de incubadora das experiências de Transição. Uma das ações consistiu na auditoria de vulnerabilidade de petróleo e traduziu-se na monitorização do modo como as empresas utilizam o petróleo (combustível, lubrificantes, transportes), permitindo identificar onde é utilizado, assim como o conjunto de debilidades caso o preço deste combustível suba. Outras iniciativas incluíram a plantação de árvores na vila, a criação de um diretório de alimentos locais, a implementação de uma moeda local – a libra de Totnes –, a partilha de histórias de transição (envolvendo a imaginação e contos voltados para o futuro), bem como a constituição de grupos domésticos (para apoio mútuo a ambientalistas), no âmbito do que se designa “transição interior”.

O MT desenvolveu uma visão para 2030 que cristaliza os seus imaginários futuros, envolvendo uma série de transformações em setores como alimentação e agricultura, medicina e saúde, educação, economia, transportes, energia e habitação. Ao nível da alimentação e agricultura, regista-se a reintrodução de cavalos e de maquinaria a biodiesel produzido localmente, assim como a prioridade

concedida à agricultura urbana. No que diz respeito à economia, há um enfoque na criação de moedas locais; já na energia, apresenta-se um programa robusto de eficiência energética para reduzir o consumo doméstico em 60%, graças à introdução de painéis solares e turbinas eólicas.

O MT é um exemplo emblemático de “participação material” (Marres, 2012), já que determinadas práticas e artefactos contribuem para a resolução de problemas de ordem ambiental, “incorporando” visões éticas e políticas sobre o tipo de sociedade ambicionada. Este movimento é também caracterizado por uma forte dimensão micropolítica, valorizando a agência individual e comunitária (incluindo o papel da alimentação, do corpo e das escolhas de consumo) e promovendo uma localização – e internalização – das respostas às alterações climáticas.

Se, por um lado, o MT tem sido criticado por mobilizar a participação de indivíduos brancos, com elevada escolaridade, oriundos da classe média, que incorporam as práticas de transição enquanto dispositivos de virtude ética, por outro, também se tem reconhecido o seu contributo para atingir os objetivos de descarbonização através do envolvimento público.

Geoengenharia

O terceiro estudo de caso diz respeito à geoengenharia, entendida como a “manipulação deliberada em larga escala do ambiente planetário”, visando “combater as alterações climáticas antropogénicas” (Royal Society, 2009, p. 1) e “separar o clima das emissões cumulativas de dióxido de carbono emitidas pelas atividades humanas” (Morton, 2015, p. 24). Trata-se de uma solução de tipo futurista, que tem sido alvo de críticas e avisos provenientes de diversos quadrantes. Mesmo os defensores da investigação sobre geoengenharia são cautelosos (por exemplo, Keith (2000) e MacMartin *et al.* (2018)), encarando-a sobretudo como um plano de contingência e uma opção de último recurso, em virtude dos riscos, dilemas éticos e desafios sociais e políticos associados. Nas ciências sociais e nas humanidades, a geoengenharia é frequentemente apontada como solução a evitar não só devido a potenciais impactos ao nível da saúde, mas também por promover uma modificação da atmosfera.

Ao invés de se focar nos processos de mitigação – levando a cabo alterações socioeconómicas para evitar a emissão de CO₂ –, a geoengenharia é uma resposta tecnológica para resolver os problemas climáticos. O objetivo é “limitar o impacto climático de emissões industriais de CO₂ através de medidas como a construção de escudos solares no espaço” (Keith, 2001, p. 420). De acordo com o Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, na sua sigla em inglês), existem

duas formas emblemáticas de geoengenharia: a Gestão da Radiação Solar (SRM, na sua sigla em inglês) e a Remoção de Dióxido de Carbono (CDR, na sua sigla em inglês). A SRM procura atenuar as alterações climáticas através da injeção artificial de aerossóis estratosféricos, ou do embranquecimento de nuvens. No que diz respeito à CDR, o objetivo é remover diretamente o CO₂ da atmosfera, aumentando a capacidade natural de armazenamento de carbono do oceano – e da terra –, ou recorrendo à engenharia química, reduzindo a sua concentração (IPCC, 2011).

Num controverso editorial publicado em 2006, Paul Crutzen afirmava que o incremento artificial do albedo da Terra (provocando um arrefecimento do clima), através da injeção de aerossóis na estratosfera, poderia ser uma solução viável, embora não ideal, para superar a incapacidade de reduzir as emissões de GEE a nível mundial (Crutzen, 2006, p. 212). Como as tentativas para reduzir as emissões de CO₂ têm falhado, poderia considerar-se a possibilidade de introduzir estes aerossóis de dióxido de enxofre na estratosfera através de balões ou de artilharia. De acordo com Crutzen, este processo seria relativamente barato (entre 25 e 50 mil milhões de USD), mas com potenciais efeitos (ambientais, de saúde) indesejados. Longe de gerar consenso na comunidade científica, o polémico artigo do Nobel da Química instigou, tal como era sua intenção, a discussão em torno da geoengenharia (Crutzen, 2006, p. 217).

O impacto institucional e político das propostas de geoengenharia não deve ser descurado. A título de exemplo, em 2009, a Royal Society, do Reino Unido, produziu um relatório onde se ponderam possibilidades e eventuais implicações do recurso à geoengenharia. Do ponto de vista técnico, o documento admite ser este um recurso exequível, reconhecendo o fracasso global na mitigação das alterações climáticas, dada a inexistência de uma ação social e política robusta. De acordo com o relatório, “os métodos de geoengenharia podem providenciar um complemento útil à mitigação e adaptação caso se demonstre que são seguros e economicamente viáveis” (Royal Society, 2009, p. 57).

Para o IPCC, no entanto, existem critérios que devem ser acautelados na avaliação de opções de geoengenharia: eficiência; exequibilidade; escala; sustentabilidade; riscos ambientais; custos; deteção; desafios para a governação; aspetos éticos; aceitação social; e incerteza em relação aos critérios anteriores (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2011). De acordo com um relatório especial publicado em 2018 (IPCC, 2018), a maioria das opções de CDR registam muitas limitações de execução, embora variáveis, condicionando o potencial recurso a uma única opção para se atingir o objetivo de redução da temperatura média global em 1,5 °C.

Também as incertezas em torno da SRM colocam em causa a sua eventual utilização. Alguns dos possíveis efeitos nefastos da geoengenharia incluem: impactos no clima regional; redução da camada de ozono; acidificação dos oceanos; eventualidade de erro humano; e uso militar da tecnologia (Robock, 2008). Em relação à sua aplicação, desde 2018 que existe um projeto, desenvolvido pela universidade de Harvard, intitulado *Stratospheric Controlled Perturbation Experience* (SCoPEX), dedicado a preparar experiências de tecnologias de gestão de radiação solar com recurso a carbonato de cálcio disperso na estratosfera (Grieger *et al.*, 2019).

A geoengenharia tem sido criticada enquanto solução tecnológica, já que suscita sérias preocupações éticas e políticas (Szerszynski *et al.*, 2013) por mascarar as contradições da ecomodernização capitalista (Swyngedouw & Ernstson, 2018), tendo, por isso, gerado vários exercícios de envolvimento público. Estes exercícios, levados a cabo maioritariamente no Norte Global, indicam que, para além do desconhecimento público em relação a estas técnicas, a geoengenharia está associada a imaginários de risco e é frequentemente apontada como último recurso para gerir a crise climática; segundo estes críticos, deverá ser dada preferência à implementação de outras soluções, como a alteração de comportamentos individuais ou do paradigma socioeconómico (Bellamy *et al.*, 2016; Buck, 2018;

Cox *et al.*, 2020). Neste sentido, a partir das ciências sociais, a geoengenharia tem sido criticada pelo seu cariz hipermoderno, que reforça o excecionalismo humano. Já os exercícios de envolvimento público sugerem que a sua aceitação é bastante reduzida.

Conclusão

Os estudos de caso analisados neste artigo indicam que as respostas ao Antropoceno se caracterizam por uma heterogeneidade ontológica. O Antropoceno é diverso e sujeito a controvérsias, confrontando-nos com múltiplos atores, práticas e tecnologias. A política ontológica destas intervenções inclui: respostas tecnocráticas e políticas do tipo *top-down* (como o Pacto Ecológico Europeu, ou o RNC 2050 a nível nacional); a tecnociência *Prometeica* (com práticas de geoengenharia); abordagens filosóficas associadas à permacultura; movimentos sociais de base comunitária como o MT (e, mais recentemente, movimentos de protesto como o *Fridays for Future* e o *Extinction Rebellion*).

Estes exemplos revelam que o Antropoceno opera a diversas escalas – globais, continentais, nacionais, locais – e também ao nível da própria atmosfera. O Antropoceno coloca-nos perante uma série de temporalidades e visões do futuro, implicando visões da história – e do tempo geológico –, e assumindo-se como motor para a produção de

Tabela 1 ▶ Síntese dos estudos de caso

Modelo de resposta à crise climática	Instrumentos	Características
Políticas Públicas	Pacto Ecológico Europeu; Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050); Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030 (PNEC 2030).	Políticas <i>top-down</i> ; Neutralidade carbónica; Capitalismo verde.
Movimento de Transição	Permacultura; Moedas locais; Auditorias de vulnerabilidade petrolífera; Hortas urbanas e comunitárias; Consciencialização sobre alterações climáticas; Transição interior.	Resposta comunitária; “Faça-você-mesmo”; Pequenas ações à escala local; Democracia direta.
Geoengenharia	Gestão de Radiação Solar (SRM); Remoção de Dióxido de Carbono (CDR).	Hipermodernidade; Reforço do excecionalismo humano; Incertezas, riscos e potenciais efeitos indesejáveis.

imaginários sobre como as sociedades vindouras se devem (re)organizar face às alterações climáticas. Esta heterogeneidade de imaginários está presente no caso do RNC2050, do MT e da geoengenharia.

A heterogeneidade de respostas ao Antropoceno sugere, assim, que esta narrativa não implica um consenso político em relação às práticas e ações necessárias para responder à crise climática. Uma vez que nos encontramos perante uma miríade de intervenções e de opções políticas, o argumento de que as alterações climáticas favorecem uma transição “pós-política” (Aiken, 2017), associada a consensos técnicos e científicos, pode ser questionado através da multiplicidade ontológica subjacente aos estudos de caso explorados neste artigo.

Finalmente, um dos desafios a que as ciências sociais terão de responder prende-se com a dificuldade em identificar – e envolver – os *stakeholders* no combate às alterações climáticas. Entre cientistas, líderes políticos e sociedade civil, é crescente a preocupação em expandir os procedimentos de deliberação para além do humano (Latour, 2017), o que exige uma reconfiguração do repertório metodológico das ciências sociais. Este processo requer uma articulação mais robusta com a arte e a subjetividade, permitindo às ciências sociais adaptarem-se aos desafios políticos e ontológicos do Antropoceno, recorrendo a novas metodologias que tenham em consideração a diversidade de públicos desta potencial época geológica, incluindo os não humanos.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado pelo FEDER – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional através do COMPETE 2020 – Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI) e por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, no âmbito do projeto TROPO, n.º 028362 (POCI-01-0145-FEDER-028362).

Referências bibliográficas

- Aiken, G. (2017). The politics of community: Togetherness, transition and post-politics. *Environment and Planning A*, 49(10), 2383-2401.
- Bellamy, R., Chilvers, J., & Vaughan, N. (2016). Deliberative mapping of options for tackling climate change: Citizens and specialists 'open up' appraisal of geoengineering. *Public Understanding of Science*, 25(3), 269-286.
- Blok, A., & Jensen, C. B. (2019). The Anthropocene event in social theory: On ways of problematizing nonhuman materiality differently. *The Sociological Review*, 67(6), 1195-1211.
- Buck, H. J. (2018). Perspectives on solar geoengineering from Finnish Lapland: Local insights on the global imaginary of Arctic geoengineering. *Geoforum*, 91, 78-86.
- Comissão Europeia. (2019). *Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: Pacto Ecológico Europeu*. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0008.02/DOC_1&format=PDF
- Comissão Europeia. (2020). Opening remarks by EVP Timmermans and Commissioner Simson at the press conference on the 2030 climate target plan. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_20_1692
- Cox, E., Spence, E., & Pidgeon, N. (2020). Public perceptions of carbon dioxide removal in the United States and the United Kingdom. *Nature Climate Change*, 10(8), 744-749.
- Crutzen, P. J. (2006). Albedo enhancement by stratospheric sulfur injections: A contribution to resolve a policy dilemma?. *Climatic Change*, 77(3-4), 211.
- Crutzen, P.J., & Stoermer, E. F. (2000). The 'Anthropocene'. *Global Change NewsLetter*, (41), 17-18.
- Governo Português. (2019). *Programa do XXII Governo Constitucional 2019-2023*. <https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=54f1146c-05ee-4f3a-be5c-b10f524d8cec>
- Grieger, K. D., Felgenhauer, T., Renn, O., Wiener, J., & Borsuk, M. (2019). Emerging risk governance for stratospheric aerosol injection as a climate management technology. *Environment Systems and Decisions*, 39(4), 371-382.
- Haraway, D. J. (2016). *Staying with the trouble: Making kin in the Chthulucene*. Duke University Press.
- Hopkins, R. (2005). *Kinsale 2021: An energy descent plan*. Kinsale Further Education College.
- Hopkins, R. (2011). *The transition companion: Making your community more resilient in uncertain times*. Chelsea Green Publishing.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (IPCC) (2011). *Expert meeting on geoengineering* (Meeting Report). Intergovernmental Panel on Climate Change. https://archive.ipcc.ch/pdf/supporting-material/EM_GeoE_Meeting_Report_final.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018). *Global warming of 1.5 °C* (Special Report). <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Jasanoff, S., & Kim, S. H. (2013). Sociotechnical imaginaries and national energy policies. *Science as Culture*, 22(2), 189-196.
- Jensen, C. B., Ballester, A., de la Cadena, M., Fisch, M., & Ishii, M. (2017). New ontologies? Reflections on some recent 'turns' in STS, anthropology and philosophy. *Social Anthropology*, 25(4), 525-545.
- Keith, D. (2000). Geoengineering the climate: History and prospect. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25, 245-284.
- Keith, D. (2001). Geoengineering. *Nature*, 409(6818), 420-420.

- Latour, B. (2014). Agency at the time of the Anthropocene. *New Literary History*, 45(1), 1-18.
- Latour, B. (2017). *Facing Gaia – Eight lectures on the new climatic regime*. Polity Press.
- Lewis, S. L., & Maslin, M. A. (2015). Defining the Anthropocene. *Nature*, 519(7542), 171-180.
- MacMartin, D. G., Ricke, K. L., & Keith, D. W. (2018). Solar geoengineering as part of an overall strategy for meeting the 1.5 °C Paris target. *Philosophical Transactions A*, 376, 1-19.
- Malm, A., & Hornborg, A. (2014). The geology of mankind? A critique of the Anthropocene narrative. *The Anthropocene Review*, 1(1), 62-69.
- Marres, N. (2012). *Material participation: Technology, the environment and everyday publics*. Palgrave.
- Mol, A. (1999). Ontological politics. A word and some questions. *The Sociological Review*, 47(1), 74-89.
- Mollison, B. (1990). *Permaculture. A practical guide for a sustainable future*. Island Press.
- Moore, J. (2016). The rise of cheap nature. In J.W. Moore (Ed.), *Anthropocene or Capitalocene?* (pp. 78-115). PM Press.
- Morton, O. (2015). *The planet remade: How geo-engineering could change the world*. Princeton University Press.
- Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030 (PNEC 2030). (2019). https://apambiente.pt/_zdata/Alteracoes_Climaticas/Mitigacao/PNEC/PNEC%20PT_Template%20Final%202019%2030122019.pdf [19 de outubro de 2020]
- Robock, A. (2008). 20 reasons why geoengineering may be a bad idea. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 64(2), 14-18.
- Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050). (2019). *Estratégia de Longo Prazo para a Neutralidade Carbónica da Economia Portuguesa em 2050*. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RNC2050_PT-22-09-2019.pdf
- Royal Society. (2009). *Geoengineering the climate: Science, governance and uncertainty*. Royal Society.
- Steffen, W., Crutzen, P. J., & McNeill, J. R. (2007). The Anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(8), 614-621.
- Steffen, W., Crutzen, P. J., & McNeill, J. (2011). The Anthropocene: Conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1938), 842-867.
- Swyngedouw, E., & Ernstson, H. (2018). Interrupting the Anthropo-obScene: Immuno-biopolitics and depoliticizing ontologies in the Anthropocene. *Theory, Culture & Society*, 35(6), 3-30.
- Szerszynski, B., Kearnes, M., Macnaghten, P., Owen, R., & Stilgoe, J. (2013). Why solar radiation management and democracy won't mix. *Environment and Planning*, 45(12), 2809-2816.
- Voosen, P. (2016). Atomic bombs and oil addiction herald earth's new epoch: The Anthropocene. *Science*, 353, 6302.
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Smith, A., Barry, T. L., Coe, A. L., Bown, P. R., Brenchley, P., Cantrill, D., Gale, A., Gibbard, P., Gregory, F. J., Hounslow, M. W., Kerr, A. C., Pearson, P. N., Knox, R., Powell, J., Waters, C., Marshall, J., Oates, M., Rawson, P., & Stone, P. (2008). Are we now living in the Anthropocene?. *GSA Today*, 18(2), 4-8.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição – 4.0 (CC BY 4.0).

Recebido a 29/10/2020. Aceite para publicação a 14/05/2021.

António Carvalho. Universidade de Coimbra, Centro de Estudos Sociais, Núcleo de Estudos sobre Ciência, Economia e Sociedade, Coimbra, Portugal. Email: antoniomanuelcarvalho@gmail.com

Vera Ferreira. Universidade de Coimbra, Centro de Estudos Sociais, Núcleo de Estudos sobre Ciência, Economia e Sociedade, Coimbra, Portugal. Email: veraferreira@ces.uc.pt

Ana Raquel Matos. Universidade de Coimbra, Faculdade de Economia, Núcleo de Sociologia & Universidade de Coimbra, Centro de Estudos Sociais, Núcleo de Estudos sobre Ciência, Economia e Sociedade, Coimbra, Portugal. Email: amatos@ces.uc.pt