

A MAGNITUDE DA TECNOSFERA: UMA IMPORTANTE REFLEXÃO PARA A ARQUEOLOGIA

Orestes Jayme Mega

*Doutor em Antropologia com área de concentração em Arqueologia pela UFPel
Pesquisador Voluntário do Museu Histórico de Ipê*

Ipê – RS

E-mail: orestesjaymemega@gmail.com

https://orcid.org/0000-0003-0749-1829

RESUMO

O Antropoceno é tema de intensos debates científicos desde a primeira vez em que foi apresentado no ano 2000. De lá para cá, vários termos cruzaram fronteiras disciplinares e começaram a ser abordados de forma interdisciplinar. Entre estes termos estão: tecnodiversidade, tecnosfera, psicotecnosfera, tecnofóssil, tecnoestratigrafia e Sexta Extinção em Massa. Este artigo traz uma reflexão sobre a importância destes termos para a Arqueologia, mostrando um estudo que visa apreender a magnitude de tudo o que foi produzido pela humanidade. A partir deste estudo, elaborei algumas ideias que podem ser úteis para a reflexão arqueológica dos ambientes que construímos.

PALAVRAS-CHAVE: Antropoceno; Tecnosfera, Tecnodiversidade; Tecnoestratigrafia; Sexta extinção em massa



ABSTRACT

The Anthropocene is a theme of intense scientific debates since the first time that it was presented in the year 2000. Since this date, many terms crossed disciplinary frontiers and started to be approached in an interdisciplinary way. Among these terms are: technodiversity, technosphere, psychotechnosphere, technofossil, technostratigraphy, and the Sixth Mass Extinction. This article brings a reflection about the importance of these terms to Archaeology, showing a study that aims to apprehend the magnitude of everything that was produced by humankind. Through this study, I elaborated some ideas that may be useful to an archaeological reflection on the environments we build.

KEYWORDS: Anthropocene; Technosphere, Technodiversity; Technostratigraphy; Sixth mass extinction

RESUMEN

El Antropoceno ha sido objeto de un intenso debate científico desde que se presentó por primera vez en el año 2000. Desde entonces, muchos términos han traspasado los límites disciplinarios y han comenzado a ser abordados de manera interdisciplinaria. Entre estos términos se encuentran: tecnodiversidad, tecnosfera, psicotecnosfera, tecnofósil, tecnoestratigrafía y Sexta Extinción Masiva. Este artículo reflexiona sobre la importancia de estos términos para la Arqueología, presentando un estudio que pretende aprehender la magnitud de todo lo que fue producido por la humanidad. A partir de este estudio, desarrollé algunas ideas que pueden ser útiles para la reflexión arqueológica de los ambientes que construimos.

PALABRAS CLAVE: Antropoceno; Tecnosfera, Tecnodiversidad; Tecnoestratigrafía; Sexta extincion masiva



Introdução

O Antropoceno se caracteriza por ser tanto uma proposta de uma nova época geológica da história do planeta, na qual as ações humanas modificaram vários parâmetros ambientais que caracterizam o Holoceno, quanto um amplo e efervescente debate científico interdisciplinar, além de uma metanarrativa capaz de explicar a antropização de parte significativa do planeta (BONNEUIL, 2015). Entre as modificações no sistema Terra estão as mudanças climáticas; o elevado índice de extinção de espécies, que vem sendo chamado de Sexta Extinção em Massa (CEBALLOS et al., 2015. KOLBERT, 2015); a crescente homogeneização da fauna e flora de diversos locais do planeta e, principalmente, a gigantesca produção industrial, o que gerou uma camada estratigráfica que não pode ser desprezada (CRUTZEN, STOERMER, 2000). Esta camada estratigráfica recebeu o nome de tecnoestratigrafia (ZALASIEWICZ et al., 2014) e é caracterizada por um amplo conjunto de elementos que inclui o que os arqueólogos chamam de artefatos, mas que, numa perspectiva baseada no Antropoceno, também podem ser chamados de tecnofósseis (ZALASIEWICZ et al., 2014). Os artefatos, em conjunto, formam o que em Arqueologia se convencionou chamar de cultura material. Porém, também numa perspectiva baseada no Antropoceno, o conjunto de tecnofósseis pode ser chamado de tecnodiversidade (HUI, 2018). Neste artigo, escolhi usar os termos tecnofóssil e tecnodiversidade a fim de melhor introduzir uma discussão recente e de grande importância para a Arqueologia, que é o da crescente magnitude da tecnosfera. Além disso, o termo tecnodiversidade é mais fácil de se contrapor ao termo biodiversidade e, desta forma, gerar um conjunto de reflexões relevantes sobre a conflituosa interação entre algumas formas de organização socioeconômica e a biodiversidade.

Neste artigo, defendo a perspectiva de que a tecnodiversidade pode ser analisada de duas formas. Uma delas enfatiza sua diversidade, onde diferentes povos, a fim de enfrentar diferentes desafios socioambientais, desenvolveram diferentes tecnologias através do tempo. A outra forma enfatiza sua unidade multifacetada, onde, embora se reconheça as diferenças existentes em seu interior, se enfatiza seu aspecto unitário, no qual a tecnodiversidade é parte de uma unidade multifacetada que tem sido chamada de tecnosfera (ZALASIEWICZ et al., 2016; LEMMENS e HUI, 2017; HAFF, 2014; MILSUM, 1968; SANTOS, 2006) A biodiversidade também pode ser analisada nestas duas formas. Uma das formas enfatiza o fato de que as diferentes formas de vida desenvolveram diferentes características biológicas a fim de lidarem com diferentes desafios ecológicos. A outra forma enfatiza seu aspecto unitário, no qual a biodiversidade é parte de uma unidade multifacetada denominada biosfera. A recente relação conflituosa entre a tecnosfera em



crescimento e a biosfera em declínio constitui o cerne deste artigo, que abordará o disruptivo crescimento e complexificação da tecnosfera e a conseqüente diminuição e simplificação da biosfera.

Para a Arqueologia, a importância de se discutir o Antropoceno se baseia na necessidade de se compreender, a partir de teorias e métodos de nossa disciplina, um fenômeno que já vem sendo amplamente discutido em outras disciplinas. Além disso, o conceito em discussão amplia as reflexões a respeito da ação humana sobre o planeta, favorecendo o surgimento de abordagens interdisciplinares que visam compreender o papel que a cultura material ou, como prefiro, a tecnodiversidade, possui na configuração da biodiversidade atual. Neste sentido, é preciso ressaltar que a atual configuração da biodiversidade foi, em parte significativa, moldada pela ação humana, que, através de ações diversas tais como queimadas deliberadas ou acidentais, caça, coleta, pastoreio, agricultura, urbanização, industrialização e demais formas de modificações ambientais, geraram um acúmulo de alterações que afetaram a biodiversidade em todo o planeta.

1. Uma brevíssima história da Tecnosfera

A fim de melhor contextualizar a questão da magnitude da tecnosfera e sua importância para a Arqueologia, apresentarei uma brevíssima história da tecnodiversidade. Obviamente que, nesta breve apresentação, não poderei adentrar em pormenores. Meu objetivo é apenas o de apresentar, em linhas gerais, o processo pelo qual surgiu uma tecnosfera no planeta Terra que, numa fração ínfima da história planetária, se tornou uma força geológica capaz de rivalizar com os processos geológicos mais antigos.

A tecnodiversidade se originou há aproximadamente 3.3 milhões de anos e seus primeiros exemplares são constituídos por ferramentas líticas encontradas às margens do lago Turkana, no Quênia (CONDEMI, SAVATIER 2019). As ferramentas líticas permanecem como os principais elementos da tecnodiversidade até uma época relativamente recente, pois, além de resistirem aos processos tafonômicos, também representaram a principal ferramenta usada para a obtenção e processamento de alimentos cinegéticos, essenciais para a nutrição das populações pleistocênicas. É importante salientar que o período paleolítico foi caracterizado pela disseminação de espécies hominídeas pelo Velho Mundo. Da África, berço de nosso gênero (*Homo*), espécies já portadoras de tecnodiversidade migraram para a Ásia, Europa e, mais tarde, para a Oceania, onde, ao entrarem em contato com outras condições ambientais, desenvolveram



tecnologias próprias, o que gerou uma diversificação dos utensílios utilizados por cada grupo. Neste processo de colonização de novos ambientes, a biodiversidade não foi severamente afetada, pois tanto a população hominídea quanto seus tecnofóssies não tinham poder de alterar significativamente os novos ecossistemas colonizados. Obviamente que queimadas antropogênicas ocorreram e que algumas espécies podem ter tido suas populações diminuídas ou, em alguns casos extremos, extintas. Contudo, tais populações deveriam ser pequenas e frágeis, já estando à beira da extinção antes da chegada dos hominídeos.

Quando os seres humanos chegam ao continente americano, em data ainda sendo intensamente debatida, mas por volta de 15 mil anos a.P., entram em contato com a megafauna local. Estes animais, totalmente despreparados para lidar com predadores e competidores armados com pontas de projéteis, fogo e demais “armas”, sofreram um duro golpe que (e aqui vale lembrar que esta é uma questão que também está sendo intensamente debatida) pode tê-los levado à extinção. Uma das teorias mais disseminadas sobre a extinção da megafauna é conhecida como o Massacre (Overkill) e foi elaborada pelo paleontólogo Paul S. Martin em 1973. De acordo com esta teoria, a megafauna pleistocênica desapareceu devido à intensa atividade de caça por parte dos grupos humanos que adentraram no continente, causando, num espaço de aproximadamente mil anos, a extinção da megafauna. A rapidez com que esta extinção ocorreu recebeu o nome de blitzkrieg (guerra relâmpago) e representa um dos primeiros exemplos do possível impacto das atividades humanas sobre a biodiversidade. Entretanto, é necessário salientar que existem outras teorias da extinção da megafauna que são contrárias à ideia de que os grupos humanos de então tinham tanto a capacidade quanto o desejo de causarem esta extinção (MEGA et al., 2015).

Com o advento do Holoceno, há aproximadamente 12 mil anos, a tecnodiversidade se expande tanto em número quanto em variedade, passando a exibir uma maior diversidade, pois o processo de sedentarização faz surgir novos tipos de ferramentas. Com o advento da idade do ferro e conforme as civilizações tanto no velho quanto no novo mundo se desenvolvem, a variedade se expande ainda mais. Contudo, é a partir da Revolução Industrial do final do século XVIII que a produção em massa passa a estabelecer as condições atuais caracterizadas acima. Na metade do século XX ocorre um salto na trajetória da tecnodiversidade denominado de Grande Aceleração, no qual há a expansão hiperbólica tanto numérica quanto geográfica de produtos industriais, gerando a atual situação em que a tecnodiversidade se contrapõe à biodiversidade, ocasionando uma acelerada taxa de extinção de espécies (STEFFEN et al 2011).



Ao conjunto de todos os itens da tecnodiversidade presentes em todo o planeta se têm denominado de tecnosfera¹ (ZALASIEWICZ et al 2016). Todavia, prefiro o termo psicotecnosfera, pois ele permite refletir sobre os aspectos ideológicos presentes em todos os tecnofósseis que compõem a tecnosfera, entendida por mim como sendo a parte física e “palpável” da psicotecnosfera. Este termo consiste na junção dos termos psicofosfera e tecnosfera, usados pelo geógrafo Milton Santos que os descreve da seguinte forma:

Ao mesmo tempo em que se instala uma tecnosfera dependente da ciência e da tecnologia, cria-se, paralelamente, e com as mesmas bases, uma psicofosfera. A tecnosfera se adapta aos mandamentos da produção e do intercâmbio e, desse modo, frequentemente traduz interesses distantes; desde, porém, que se instala, substituindo o meio natural ou o meio técnico que a precedeu, constitui um dado local, aderindo ao lugar como uma prótese. A psicofosfera, reino das ideias, crenças, paixões e lugar da produção de um sentido, também faz parte desse meio ambiente, desse entorno da vida, fornecendo regras à racionalidade ou estimulando o imaginário. Ambas - tecnosfera e psicofosfera - são locais, mas constituem o produto de uma sociedade bem mais ampla que o lugar. Sua inspiração e suas leis têm dimensões mais amplas e mais complexas. (2006, p, 172)

Estimativas têm sido feitas para averiguar a magnitude da tecnosfera. Neste artigo, apresento uma destas estimativas e algumas reflexões úteis para a Arqueologia.

A atual magnitude da tecnosfera é um fator importante para a compreensão do Antropoceno pois permite mensurar o quanto as ações humanas modificaram o planeta. A fim de apresentar dados e reflexões a respeito desta magnitude, apresentarei o resumo de um estudo realizado por vinte e cinco autores, entre os quais se encontram pesquisadores da Geologia, História, Arqueologia, Arquitetura, Oceanografia etc., que resultou no artigo intitulado Scale and Diversity of the Physical Technosphere: a Geological Perspective² (ZALASIEWICZ et al, 2016). Neste artigo, os pesquisadores estimam que a tecnosfera possui uma massa de aproximadamente trinta trilhões de toneladas que, por sua vez, contribui para dar suporte à uma biomassa humana estimada em cinco ordens de magnitude menor (p. 1). Isto é, considerando que o peso médio do ser humano é de 50 quilos, para cada quilo de biomassa humana, os pesquisadores estimam que existam 5 quilos de tecnomassa. Além disso, é necessário destacar que muitos componentes da tecnosfera se acumulam, pois muitos deles, ao contrário do que acontece com os componentes da biosfera, não se reciclam. Objetos de plástico, por exemplo, se degradam lentamente em pedaços cada vez menores. Como, até o presente momento, não surgiu

¹ Technosphere.

² Escala e diversidade da tecnosfera física: uma perspectiva geológica.



nenhum organismo capaz de digerir plástico de forma eficaz, estes pedaços cada vez menores vão se acumulando nos ambientes em que se depositam, gerando um acúmulo tecnosférico capaz de impactar a biosfera.

O artigo destaca o fato de que o *Homo sapiens* não é o único animal capaz de modificar os ambientes em que vive. Além dos ancestrais diretos dos seres humanos, outros animais como alguns primatas, cetáceos, pássaros, insetos, moluscos etc., também fazem algumas alterações nos ambientes em que vivem e até mesmo usam ferramentas. Algumas espécies, tais como os castores, podem até mesmo ser consideradas engenheiras ambientais, mas nenhuma espécie é capaz de rivalizar com a nossa na capacidade de utilizar ferramentas e modificar importantes características em tantos tipos de ambientes diferentes. De acordo com os autores do artigo, essa capacidade humana provém das estruturas sociais e de uma “orientação para os objetos” (object orientation) que nos predispõe para o uso da tecnologia (p. 1). Essa predisposição para a tecnologia é fruto de uma coevolução da espécie humana com a tecnodiversidade. Neste ponto, é sempre necessário lembrar que a tecnodiversidade precede o *Homo sapiens* e que nossa espécie surgiu imersa em relações socioecológicas onde ela já exercia um papel relevante.

Ainda de acordo com o artigo, a tecnosfera e a biosfera convivem num mesmo espaço, mas geralmente através de um empobrecimento da biodiversidade, pois os animais e vegetais que mais “prosperam” tanto em número de indivíduos quanto em área ocupada são aqueles que são considerados úteis para os seres humanos tais como cães, gatos, animais de abate, trigo, soja, arroz etc. Neste sentido, os elementos da biosfera que são capazes de “prosperar” na tecnosfera são, de alguma forma, também parte da tecnosfera, pois foram selecionados por critérios culturais e não naturais, sendo assim exemplos da capacidade técnica humana.

O artigo prossegue apresentando uma proposta inicial de uma taxonomia da tecnosfera. Contudo, também admite que tal classificação ainda não foi testada e que, portanto, é um esforço intelectual inicial para se entender uma questão emergente. Nesta taxonomia proposta, a tecnosfera é primeiramente definida como sendo constituída por:

(...) materiais tecnológicos dentre os quais um componente humano pode ser distinguido com parte em uso ativo e parte sendo um material residual. A assinatura humana pode ser reconhecida por características incluindo forma, função e composição que resultam de projeto deliberado, manufatura e processamento. Isso inclui extração, processamento e refinamento de materiais geológicos em novas formas e combinações de elementos, componentes e produtos (p. 3)³.

³ Trecho original: (...) technological materials within which a human component can be distinguished, with part in active use and part being a material residue. The human signature may be recognized by



A tecnosfera pode ser entendida como sendo constituída pela ação transformadora humana sobre o meio físico. Nesta ação transformadora, as primeiras ferramentas líticas podem ser consideradas como os primeiros elementos “potencializadores” das demais transformações impostas aos ambientes colonizados pelos ancestrais dos seres humanos. Conforme a produção de ferramentas se tornava mais eficiente tanto em critérios quantitativos (maior quantidade de ferramentas produzidas) quanto qualitativos (produção de ferramentas mais eficazes), a tecnosfera crescia e tornava a vida humana mais segura. Todavia, os autores enfatizam o fato de que animais e vegetais domesticados também devem ser considerados como componentes da tecnosfera, pois também resultam da manipulação humana dos elementos dos ambientes em que viviam. Desta forma, a tecnosfera também possui uma parte viva, que se expande cada vez mais sobre o mundo conforme a população humana aumenta e faz crescer a demanda de alimentos.

Alguns componentes da tecnosfera são recicláveis dentro dela mesma através da transformação de seus materiais constituintes em novos itens. Os autores destacam os objetos de ferro, alumínio, vidro, papel, plástico etc., como recicláveis dentro da própria tecnosfera, mas asseveram que há um crescente material residual que não se recicla, não necessariamente por impossibilidade de ser reciclado, mas pelo fato de que as estruturas sociais em que são produzidos, usados e descartados não estarem prontas para esta reciclagem, fazendo com que este material residual se torne não apenas inútil, mas também nocivo. Entre estes materiais residuais está o dióxido de carbono, que se acumula na atmosfera gerando o efeito estufa e, conseqüentemente, as mudanças climáticas. Este material residual poderia ser reciclado por um programa intensivo de reflorestamento, fazendo com que as novas florestas absorvam o dióxido de carbono e os transformem em madeira, folhas, flores, frutos, raízes etc.

A taxonomia da tecnosfera proposta no artigo a divide em cinco partes, que são:

- **Tecnosfera urbana**, que se caracteriza por ser um “sistema sedimentar antropogenicamente dirigido” (anthropogenically driven sedimentary system p. 6), isto é, um sistema onde suas partes constituintes (tijolos, blocos, vidro, objetos de metal e de plástico etc., participam de um fluxo de acreção e erosão constante

characteristics including form, function and composition that result from deliberate design, manufacture and processing. This includes extraction, processing and refining raw geological materials into novel forms and combinations of elements, compounds and products.



sendo movimentados para dentro e para fora das áreas urbanas, assim como no interior das áreas urbanas.

- **Tecnosfera rural**, que se caracteriza por conter solos quimicamente alterados a fim de satisfazer necessidades humanas, além de cursos d'água alterados com o mesmo propósito através de canais para irrigação. A tecnosfera rural concentra a maior parte das espécies animais e vegetais usadas para alimentação humana e, portanto, a maior parte da tecnosfera “viva”.
- **Tecnosfera marinha**, caracterizada por embarcações civis e militares que afetam a vida marinha através da pesca predatória praticada com uso de redes de grande extensão capazes de capturar não apenas grandes cardumes de espécies comercializáveis, mas também espécies não comercializáveis, que acabam sendo vitimadas pelas redes. Os oceanos também se tornaram o ponto de deposição de parte significativa do lixo plástico, que cada vez mais se aglutina em “ilhas”. Vazamentos de petróleo e fluxo de pesticidas e fertilizantes oriundos de rios que cruzam áreas agrícolas estão gerando zonas marinhas mortas em estuários.
- **Tecnosfera aérea**, que se caracteriza pela presença de aeronaves civis e militares em voo que revolucionaram os transportes no decorrer do século XX. A tecnosfera aérea é, em sua maior parte, constituída por gases oriundos dos processos industriais e agrícolas tais como o dióxido de carbono, o óxido nitroso, metano etc.
- **Tecnosfera subterrânea**, que se caracteriza por cavidades feitas pelos seres humanos com propósitos diversos tais como mineração, habitação, transporte, deposição de resíduos etc.

A proposta de taxonomia da tecnosfera e a estimativa de sua magnitude, abrem novas possibilidades de estudá-la a partir de suas relações com a biosfera, de onde se originou, assim como com os aspectos culturais mais diretamente relacionados com a variedade cultural humana no tempo e no espaço. Nesta perspectiva, o artigo abre novas possibilidades para a Arqueologia e para o estudo do Antropoceno.

A partir das ideias apresentadas acima, refleti que a psicotecnosfera (insisto em usar este termo ao termo tecnosfera por considera-lo mais abrangente ao incluir os fatores ideológicos como partes constituintes dos diversos elementos da tecnodiversidade que a formam) possui uma história caracterizada por sete processos que apresento a seguir:



- **Expansão geográfica:** a psicotecnosfera tem um ponto de origem na África que, atualmente, acredita-se estar situado próximo à margem ocidental do lago Turkana, no Quênia, mais precisamente no sítio arqueológico chamado Lomekwi 3, onde foram encontradas ferramentas líticas datadas de 3.3 milhões de anos, provavelmente feitas por australopithecínios (CONDEMI, SAVATIER, 2019, p. 32). A partir da margem ocidental do lago Turkana, a psicotecnosfera se expandiu geograficamente, primeiramente para outras regiões africanas e, em seguida, para o restante do planeta e até mesmo para além deste, tendo já ultrapassado as “fronteiras” do sistema solar (ver o caso das naves Voyager 1 e 2).
- **Expansão numérica:** simultaneamente à expansão geográfica, também houve a expansão numérica da psicotecnosfera, pois a quantidade de ferramentas aumentou com o tempo. A partir da Revolução Industrial, este aumento foi explosivo. Contudo, foi a partir da “Grande Aceleração” do pós-Segunda Guerra Mundial que o número de itens da psicotecnosfera se tornou excessivamente grande, alcançando as proporções atuais, onde sua massa é calculada em trinta trilhões de toneladas (ZALASIEWICZ et al, 2016).
- **Diversificação:** Nos 3.3 milhões de anos de sua existência, a psicotecnosfera se diversificou em um número impressionante de formas. Das primeiras ferramentas líticas aos smartphones, satélites, supercomputadores e armas nucleares que existem atualmente. O processo de diversificação da psicotecnosfera constituiu um importante fator para a sobrevivência do Homo *sapiens* assim como de seus ancestrais diretos, pois proporcionou diferentes “ferramentas” para uso em diferentes situações, gerando melhores condições de sobrevivência.
- **Evolução:** a psicotecnosfera evolui pois se adapta às diferentes condições ambientais em que os seres humanos e seus ancestrais viveram/vivem. Conforme as necessidades humanas se diferenciam no espaço e no tempo, a psicotecnosfera evolui para satisfazer estas necessidades, assumindo novas formas e se tornando cada vez mais capaz de fazer frente aos desafios ambientais cambiantes.
- **Aperfeiçoamento:** além de assumir novas formas, a psicotecnosfera também aperfeiçoa as formas preexistentes. O aperfeiçoamento não se dá apenas nos objetos em si, mas também na maneira de produzi-los, tanto quantitativamente quanto qualitativamente.



- **Impacto:** ao se tornar cada vez mais eficaz na tarefa de proporcionar aos seres humanos (e também aos seus ancestrais diretos) melhores condições de vida, a psicotecnosfera impactou a biosfera. Instrumentos de caça cada vez mais eficazes causaram o aumento das taxas de mortalidade de diversas espécies animais, podendo até mesmo ter gerado a extinção da megafauna pleistocênica no continente americano (teoria Overkill). A agricultura gerou novas pressões sobre a biosfera ao aumentar o desmatamento e a destruição de habitats. A Revolução Industrial expandiu o impacto da psicotecnosfera sobre a biosfera a um nível alarmante, donde provêm as forças que estão conduzindo a Sexta Extinção em Massa.
- **Retração:** como parte da tecnosfera atualmente existente é constituída por materiais naturais, ocorrem processos de “reincorporação” ao mundo natural caso não haja nenhum esforço de conservação destes elementos. Desta forma, cidades abandonadas perdem parte de sua tecnosfera. No caso de uma possível (e até mesmo provável!) extinção da humanidade (BOSTROM, 2002; MEGA & MIYAKE, 2016), a biosfera vai recuperar o espaço perdido para a tecnosfera até o momento em que, em um processo que pode durar milhões de anos, a única forma de reconhecer a presença de uma “paleotecnosfera”, seria através da análise de assinaturas químicas nas rochas, tais como apontam os estudos da assim chamada hipótese Siluriano (SCHMIDT & FRANK, 2019).

Nesta perspectiva, a Arqueologia encontra um campo fértil de pesquisa e reflexão teórico-metodológica no estudo dos processos pelos quais a psicotecnosfera passa. Tendo a consciência de que a atual psicotecnosfera é fruto de processos históricos e socioecológicos complexos, nos quais transformações sociais ora ampliaram e ora diminuíram a sua magnitude em contextos locais, compreende-se que distintas abordagens podem ser usadas em seu estudo. Neste sentido, tanto abordagens globais, tais como a apresentada no artigo de Zalasiewicz et al (2016), conviveriam com abordagens locais que enfatizariam aspectos históricos, sociológicos, econômicos e antropológicos específicos de determinadas regiões do planeta. Neste sentido, é importante salientar que uma das principais críticas ao conceito de Antropoceno emerge de autores que criticam sua crítica universalista que unifica sob um mesmo rótulo (*antropos*) uma questão muito mais multifacetada na qual disparidades econômicas, políticas, sociais e,



sobretudo, culturais, possuem um papel em determinar os que se beneficiarão da tecnosfera em ascensão e os que serão prejudicados por esta mesma ascensão (MALM & HORNBORG, 2014).

Com o propósito de apresentar uma análise que enfatiza a psicotecnosfera em um contexto local, apresento a seguir o estudo que realizei da tecnodiversidade presente no Museu Histórico de Ipê (doravante MHI), localizado no município de Ipê, Rio Grande do Sul.

2. Aspectos locais de um fenômeno global

A psicotecnosfera é indubitavelmente um fenômeno global. Todavia, ela possui aspectos locais que não podem ser negligenciados. Em outras palavras, cada local do planeta tem sua relação específica com o desenvolvimento da psicotecnosfera, podendo existir contextos em que ela se expande ou se retrai, conforme o tempo passa. Neste sentido, o seu estudo pode assumir um caráter contextual que, por sua vez, trará o “colorido” local do fenômeno multifacetado do Antropoceno. Com este propósito, apresento, de forma resumida, o estudo que realizei no município de Ipê, estado do Rio Grande do Sul, onde pesquisei as mudanças ocorridas na tecnodiversidade do período que vai da chegada dos primeiros colonos italianos na região, que se deu no final do século XIX até a atualidade, com ênfase para o período compreendido entre os anos de 1968 e 2018.

O município de Ipê se localiza na região denominada de Campos de Cima da Serra, nordeste do Rio Grande do Sul, e possui uma história caracterizada pela colonização italiana, que se iniciou no final do século XIX. No ano de 2021 sua população estimada era a de 6.736 habitantes (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/ipe/panorama>). Sua área territorial é de, aproximadamente, 599 quilômetros quadrados. Até 1987 Ipê era um distrito do município de Vacaria. Sua população é, majoritariamente, constituída por ítalo-descendentes que se dedicam à produção agropecuária.

A pesquisa foi realizada com o acervo do MHI entre os anos de 2020 e 2021 e visava compreender as mudanças na composição material dos tecnofósseis do acervo, verificando a frequência com que diferentes componentes materiais foram utilizados. Ênfase foi dada à análise do número de componentes materiais usados em cada tecnofóssil e à origem destes componentes. A pesquisa partiu do pressuposto de quanto maior o número de componentes presentes em um único tecnofóssil mais complexo ele é, pois, para sua confecção, um maior número de elementos teve que ser combinado. Quanto às origens dos componentes, a pesquisa



partiu do pressuposto de que tecnofósseis que contenham componentes de origem artificial são mais complexos do que aqueles que contenham apenas componentes de origem natural.

Quanto ao número de componentes materiais, os tecnofósseis foram classificados em quatro categorias:

Unicomponenciais: tecnofósseis constituídos de apenas um componente material.

Bicomponenciais: tecnofósseis constituídos por dois componentes materiais.

Tricomponenciais: tecnofósseis constituídos por três componentes materiais.

Pluricomponenciais: tecnofósseis constituídos por quatro ou mais componentes materiais.

Quanto à origem dos componentes materiais, os tecnofósseis foram divididos em quatro categorias:

Natural, que engloba tecnofósseis confeccionados a partir de materiais existentes na natureza tais como madeira, ferro, fibras vegetais, pedra etc.

Artificial, que engloba tecnofósseis confeccionados a partir de materiais não existentes na natureza tais como plástico, alumínio, latão, aço, resinas industriais etc.

Mista, que engloba tecnofósseis confeccionados por materiais tanto de origem natural quanto artificial.

Não identificada, que engloba tecnofósseis constituídos por materiais que não puderam ter seus componentes identificados no que se refere à origem dos mesmos.

Ao todo, foram analisados 1767 tecnofósseis, entre os quais havia a presença de ferramentas agrícolas, livros, peças de vestuário, mobília, discos de vinil, fitas cassete, vitrolas, telefones, aparelhos eletrônicos etc. No desenvolvimento da pesquisa, foi verificada a existência de duas tecnoestratigrafias no acervo do museu. A mais antiga era constituída por tecnofósseis produzidos de forma artesanal pelos colonos ítalo-descendentes e, devido a este fato, ela foi denominada de colonial, pois seus produtores se autodeclaravam colonos que, no contexto local, significa pessoas que moravam nas colônias⁴. Ao todo, foram identificados 87 tecnofósseis desta tecnoestratigrafia. A tecnoestratigrafia mais recente é denominada industrial, pois existe a prevalência de tecnofósseis de origem industrial em sua composição. No entanto, é preciso salientar que estas duas tecnoestratigrafias não são estanques, mas se interpenetram até certo ponto, formando interfaces pouco nítidas. Foram identificados 1680 tecnofósseis pertencentes a esta tecnoestratigrafia.

⁴ Pequenas propriedades agrícolas de aproximadamente 25 hectares.



2.1 A Tecnoestratigrafia Colonial

No que concerne ao número de componentes presentes nos tecnofósseis da tecnoestratigrafia colonial, constatou-se o seguinte quadro:

Unicomponenciais: 14%

Bicomponenciais: 33%

Tricomponenciais: 20%

Pluricomponenciais: 33%

A análise por número de componentes mostra que tecnofósseis bicomponenciais e pluricomponenciais compartilham a predominância do conjunto da tecnoestratigrafia colonial. Ao todo, aproximadamente dois terços dos tecnofósseis coloniais são constituídos por instrumentos com dois, quatro ou mais componentes. Também aproximadamente um terço da tecnoestratigrafia colonial é constituída por tecnofósseis de um ou três componentes. Chama atenção o fato de que 14% dos tecnofósseis serem constituídos de apenas um componente, o que os torna muito simples, pois minha análise parte do princípio de que quanto menos componentes um tecnofóssil tiver, mais simples ele é. Ao somar a porcentagem de tecnofósseis unicomponenciais (14%) à porcentagem de bicomponenciais (33%), verifica-se que quase a metade (47%) da tecnoestratigrafia colonial é constituída por tecnofósseis de apenas um ou dois componentes.

Quanto à origem dos componentes, a tecnoestratigrafia colonial apresenta o seguinte quadro:

Natural: 40%

Mista: 54%

Artificial: 6%

A análise por origem dos componentes mostrou que os tecnofósseis que possuem tanto componentes naturais quanto artificiais (origem mista) são predominantes no conjunto da tecnoestratigrafia colonial (54%). Esta predominância é interpretada como refletindo um aspecto importante na formação do registro arqueológico sendo analisado: o processo de transição entre a tecnoestratigrafia colonial e a industrial, período no qual a oferta de produtos de origem industrial se fez mais presente e acessível para o consumo dos colonos. Entre estes produtos se encontra o plástico, presente em 29% dos tecnofósseis coloniais, principalmente sob a forma de botões para roupa de bebê. Também chama a atenção a pequena, mas não desprezível, porcentagem de tecnofósseis cujos componentes possuem origem completamente artificial (6%), sendo que entre estes tecnofósseis estão aqueles feitos de latão (liga de cobre e zinco) e também tecidos



sintéticos. Ao somar as porcentagens de tecnofósseis constituídos por componentes de origem mista com os de origem artificial o valor alcançado é de 60%, o que indica que já no final do período “colonial”, isto é, o período caracterizado pela produção de tecnofósseis feitos nas colônias, onde predomina a produção artesanal, mas já hibridizada com elementos industriais que, com o passar do tempo, vão crescendo em número e importância, o ambiente, pelo menos no que condiz à composição da tecnodiversidade, já se encontrava significativamente artificializado. Entretanto, se se atentar ao fato de que os tecnofósseis de origem mista também possuem pelo menos um componente de origem natural, então conclui-se que este processo de artificialização da tecnodiversidade era ainda bastante rudimentar. Ao se somar as porcentagens de tecnofósseis constituídos por componentes de origem mista (54%) com os constituídos por componentes de origem natural (40%) conclui-se que a quase totalidade da tecnoestratigrafia colonial (94%) tinha ao menos um componente natural.

2.2 A Tecnoestratigrafia Industrial

No que condiz ao número de componentes com os quais os tecnofósseis industriais foram produzidos, constatou-se o seguinte quadro:

Unicomponenciais: 2%

Bicomponenciais: 16%

Tricomponenciais: 31%

Pluricomponenciais: 51%

A análise por número de componentes mostra que a tecnoestratigrafia industrial é caracterizada pelos tecnofósseis pluricomponenciais que, na amostra referente ao Museu Histórico de Ipê, corresponde a pouco mais da metade de todos os tecnofósseis desta tecnoestratigrafia (51%). Esta predominância dos tecnofósseis pluricomponenciais está relacionada à ideia de aumento da complexidade dos sistemas de produção dos tecnofósseis industriais que, de modo geral, congregam redes socioeconômicas mais amplas e complexas que os tecnofósseis pertencentes à tecnoestratigrafia colonial. Quando as porcentagens dos tecnofósseis pluricomponenciais e dos tricomponenciais são somadas, o número atingido é de 82%, isto é, oito em cada dez tecnofósseis industriais possuem três ou mais componentes. Na tecnoestratigrafia colonial, apenas cinco em dez tecnofósseis possuem três ou mais componentes. Outra questão que chama a atenção é que os tecnofósseis unicomponenciais representam apenas 2% da tecnoestratigrafia industrial. Quando as porcentagens de tecnofósseis



unicomponenciais e bicomponenciais são somadas, constata-se que apenas 18% (menos de um quinto dos tecnofósseis) possuem um ou dois componentes.

No que concerne à origem dos componentes, a tecnoestratigrafia industrial apresenta o seguinte quadro:

Natural: 1%

Mista: 20%

Artificial: 79%

A análise da origem dos componentes mostra que há a absoluta predominância de componentes de origem artificial no conjunto da tecnoestratigrafia industrial. Ao todo, quase oito em dez (79%) dos tecnofósseis industriais presentes no MHI foram produzidos a partir de elementos que não existem na natureza, como o plástico e tintas à base de petróleo. Este número indica um rápido processo de artificialização da tecnodiversidade e, portanto, da ecologia do Antropoceno. Quando a porcentagem de tecnofósseis cujos componentes são de origem artificial (79%) é somada à porcentagem de tecnofósseis que combinam componentes de origem natural e artificial e que, portanto, são considerados como sendo de origem mista (20%), o valor alcançado é de 99%. Isto significa que a tecnodiversidade industrial é quase que inteiramente composta por tecnofósseis que possuem, ao menos, um componente de origem artificial.

2.3 Comparando as Tecnoestratigrafias Colonial e Industrial

A soma dos tecnofósseis pertencentes às tecnoestratigrafias colonial e industrial resulta em 1767 itens que se distribuem da seguinte forma: 1680 (95%) industriais e 87 (5%) coloniais.

O fato de que 19 em cada 20 tecnofósseis que compõem o acervo do MHI pertencerem à tecnoestratigrafia industrial reflete ao menos dois processos que devem ser levados em consideração. O primeiro deles é a reconhecida superioridade da produção industrial sobre a produção artesanal que caracteriza a tecnoestratigrafia colonial. Neste artigo, trabalho com a ideia de que vivemos numa época de excesso material (RUIBAL, 2018) e que tal excesso procede da intensificação e aperfeiçoamento dos processos produtivos tipicamente industriais. Desta forma, é possível interpretar a proporção existente entre tecnofósseis industriais e coloniais como refletindo, em parte, a maior velocidade e maior intensidade da produção industrial sobre a produção colonial. O outro processo é o de doação de peças para o MHI por parte das famílias ipeenses. No decorrer de minha pesquisa, verifiquei que tecnofósseis coloniais congregam uma



carga emocional mais forte que tecnofósseis industriais, o que se traduz em apego e resistência à doação. Contudo, não foi possível determinar até que ponto estes dois fatores contribuíram para a proporção de 19 para 1 existente no conjunto da tecnodiversidade em análise.

No que concerne às proporções de tecnofósseis uni, bi, tri e pluricomponenciais em cada tecnoestratigrafia, verifica-se o seguinte quadro:

Tecnoestratigrafia Colonial	Tecnoestratigrafia Industrial
Tecnofósseis unicomponenciais = 14%	Tecnofósseis unicomponenciais = 2%
Tecnofósseis bicomponenciais = 33%	Tecnofósseis bicomponenciais = 16%
Tecnofósseis tricomponenciais = 20%	Tecnofósseis tricomponenciais = 31%
Tecnofósseis pluricomponenciais = 33%	Tecnofósseis pluricomponenciais = 51%

Quando as duas tecnoestratigrafias são comparadas no que concerne ao número de componentes com os quais os tecnofósseis foram produzidos, observa-se que há o aumento da pluricomponencialidade da tecnoestratigrafia industrial. As proporções de tecnofósseis uni e bicomponenciais são muito maiores na tecnoestratigrafia colonial do que na industrial. Ao todo, 47% dos tecnofósseis coloniais são uni ou bicomponenciais, enquanto apenas 18% dos industriais são uni ou bicomponenciais. Quando somente as proporções de tecnofósseis unicomponenciais em cada tecnoestratigrafia são comparadas, observa-se que a proporção de tecnofósseis constituídos de apenas um componente diferencia-se muito de uma para outra. A proporção de tecnofósseis unicomponenciais na tecnoestratigrafia colonial (14%) é sete vezes maior do que na industrial (2%). Já entre os tecnofósseis bicomponenciais, a proporção é duas vezes maior na tecnoestratigrafia colonial (33%) do que na industrial (16%). Tecnofósseis uni e bicomponenciais são os mais simples e, portanto, quando suas proporções caem de uma tecnoestratigrafia para outra, conclui-se que houve um processo de aumento da complexidade da tecnodiversidade na tecnoestratigrafia onde estes tecnofósseis se tornaram mais raros. Por outro lado, no que concerne aos tecnofósseis tri e pluricomponenciais, as posições se invertem, passando a tecnoestratigrafia industrial possuir proporções maiores destes tecnofósseis. Ao todo 51% dos tecnofósseis coloniais possuem três ou mais componentes, enquanto 82% dos industriais possuem três ou mais componentes. No que diz respeito somente aos tecnofósseis



tricomponenciais, a proporção aumentou de dois em cada dez (20%), na tecnoestratigrafia colonial, para três em cada dez (31%), na tecnoestratigrafia industrial. Já entre os pluricomponenciais a proporção variou de um terço (33%) de todos os tecnofósseis na tecnoestratigrafia colonial, para pouco mais da metade (51%) na industrial.

Quando são comparadas as proporções de tecnofósseis cujos componentes são de origem natural, mista e artificial em cada tecnoestratigrafia, verifica-se o seguinte quadro:

Tecnoestratigrafia Colonial	Tecnoestratigrafia Industrial
Tecnofósseis com componentes naturais = 40%	Tecnofósseis com componentes naturais = 2%
Tecnofósseis com componentes mistos = 54%	Tecnofósseis com componentes mistos = 20%
Tecnofósseis com componentes artificiais = 6%	Tecnofósseis com componentes artificiais = 79%

Quando as origens dos componentes das duas tecnoestratigrafias são comparadas, constata-se que houve um grande aumento do uso de componentes de origem artificial na tecnoestratigrafia industrial. A comparação entre proporções que mais chama a atenção é a dos tecnofósseis produzidos exclusivamente por componentes naturais que, na tecnoestratigrafia colonial, atinge 40% de todo o conjunto de itens deste grupo. Já entre os tecnofósseis industriais, apenas 1% é constituído exclusivamente por componentes naturais, o que indica um processo de “desnaturalização” da tecnodiversidade local. Quando as proporções de tecnofósseis cujos componentes possuem uma origem mista, isto é, provêm tanto da “natureza” quanto de materiais sintéticos, são comparadas, verifica-se que na tecnoestratigrafia industrial sua ocorrência cai para menos da metade do que ocorre na colonial, indo de 54% na tecnoestratigrafia colonial para 20% na industrial. Contudo, quando se compara a proporção de tecnofósseis produzidos exclusivamente a partir de materiais artificiais, constata-se que há um crescimento de no mínimo 13 vezes na tecnoestratigrafia industrial em relação à colonial, passando de 6% nesta última para 79% na tecnoestratigrafia industrial.

Os resultados da pesquisa realizada em Ipê mostram que as duas tecnoestratigrafias representadas no museu municipal evidenciam as rápidas transformações ocorridas na psicotecnosfera local no decorrer do século XX, com ênfase em sua última metade, assim como princípios do século XXI. Essas transformações ocorreram não apenas no nível da complexidade dos tecnofósseis, que passaram a ser compostos com um número maior de componentes, mas também no explosivo crescimento do uso de componentes de origem artificial. Além disso, a



proporção observada de 19 tecnofósseis industriais para cada tecnofóssil colonial indica o quão intensas foram as transformações dos aspectos locais da psicotecnosfera. Entretanto, é preciso levar em consideração o processo de doação das famílias ipeenses de tecnofósseis coloniais, onde fatores emocionais se fazem presentes, fazendo com que haja coleções familiares destes tecnofósseis que, caso fossem doadas, certamente diminuiriam esta proporção.

Considerações finais

As mudanças climáticas e o processo de extinção em massa que estamos assistindo constituem fenômenos que podem ser analisados a partir de uma perspectiva arqueológica focada na gigantesca produção de tecnofósseis que caracteriza a existência do *Homo sapiens*, principalmente nos últimos dois séculos e meio, nos quais a Revolução Industrial e seus efeitos tiveram como resultados simultâneos o exponencial aumento da população humana e a preocupante taxa de extinção de espécies. A ideia de Antropoceno ganha força não apenas como um debate científico se o planeta adentrou ou não numa nova época geológica, mas também como um campo de estudos interdisciplinar onde a Arqueologia pode expandir suas fronteiras epistemológicas ao estudar como a psicotecnosfera surgiu, se expandiu numérica e geograficamente, se diversificou em milhões de formas, se aperfeiçoou tanto quantitativamente quanto qualitativamente, evoluiu para melhor atender às necessidades humanas e impactou a biosfera, gerando as atuais condições ecológicas caracterizadas por uma crescente homogeneização da fauna e da flora em todo o mundo.

As muitas reflexões abertas pelos termos tecnodiversidade, tecnosfera, psicotecnosfera, tecnofóssil e Sexta Extinção em Massa favorecem uma compreensão mais interdisciplinar de uma situação que se manifesta como sendo completamente inédita na história planetária. A biosfera possui, aproximadamente, quatro bilhões de anos de existência, nos quais, na maior parte do tempo, se expandiu numérica e geograficamente, assim como se diversificou em milhões de formas. Todavia, em determinados momentos, ela se retraiu até o ponto do quase desaparecimento (a extinção do Permiano, por exemplo). Os processos de expansão e retração da biosfera são temas de relevante importância para a Paleontologia. Já a Arqueologia tem na



psicotecnosfera, e em seus, aproximadamente, 3,3 milhões de anos de expansão e diversificação, uma fonte abundante de reflexões e pesquisas.

Referências Bibliográficas

- BONNEUIL, Christophe. The Geological Turn: Narratives of the Anthropocene. In BONNEUIL, Christophe; GEMENNE, François; HAMILTON, Clive (editors). **The Anthropocene and the Global Environmental Crisis: Rethinking Modernity in a New Epoch**. Routledge. Londres. 2015.
- BOSTROM, Nick. Existential Risks: Analyzing Human Extinction Scenarios and Related Hazards. **Journal of Evolution and Technology**, Vol. 9, Páginas 1 - 39. Março de 2002.
- CEBALLOS, Gerardo; EHRLICH, Paul R.; BARNOSKY, Anthony; GARCÍA, Andrés; PRINGLE Robert; PALMER, Todd. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. **Sci. Adv.** 1. Junho de 2015.
- CONDEMI, Silvana; SAVATIER, François. **As Últimas Notícias do Sapiens: Uma Revolução nas Nossas Origens**. Tradução de Mauro Pinheiro. 1ª edição. São Paulo. Editora Vestígio. 2019.
- CRUTZEN. Paul J., STOERMER. Eugene F. The “Anthropocene”. **Global Change Newsletter**. N. 41. Páginas 17– 18. Maio de 2000. Disponível em: <http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf>. Acesso em 08/09/2019.
- HAFF, Peter. Technology as a geological phenomenon: Implications for human well-being. In: WATERS, Collin, ZALASIEWICZ, Jan, WILLIAMS Mark; ELLIS, Michael. SNELLING, Andrea et al. (eds) **A stratigraphical basis for the Anthropocene**. Geological Society, London, Special Publications 395: 301–309. 2014
- HUI, Yuk. **The Question Concerning Technology in China: An Essay in Cosmotronics. Urbanomic. Hong Kong 2018.**
- KOLBERT. Elizabeth. **A Sexta Extinção em Massa: uma história não natural**. 1ª edição. Rio de Janeiro. Editora Intrínseca. 2015.
- LEMMENS, Pieter., HUI, Yuk. Reframing the Technosphere: Peter Sloterdijk and Bernard Stiegler’s Anthropotechnological Diagnoses of the Anthropocene. in **Krisis**, assunto 2, páginas 26 – 41. 2017.
- MALM, Andreas; HORNBORG, Alf. The Geology of Mankind? A Critique of the Anthropocene Narrative. **The Anthropocene Review**. Volume 1. Assunto 1. Páginas 62 – 69. Abril de 2014
- MARTIN, Paul. The Discovery of America: The first Americans may have swept the Western Hemisphere and decimated its fauna within 1000 years. **Science**. Número 179(4077). Páginas 969–974. 1973.
- MEGA, Orestes Jayme.; LOPES, Melina Figueiredo.; ARAÚJO, Áldima. **A Fauna Americana Sob Ataque: As Duas Ondas de Impacto da Presença Humana Sobre a Fauna do Continente**



Americano e Um Pequeno Debate Sobre a Questão dos Direitos dos Animais em Nossos Dias. **Cadernos do Lepaaq**. Pelotas, v. 12, n. 24, p. 133–152. 2015.

MEGA, Orestes Jayme; MIYAKE, Edson. O fim está próximo: Arqueologia da sexta grande extinção - refletindo sobre as possibilidades de extinção humana. *Tessituras*, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 235-258, jan./jun. 2016.

MILSUM, John. The technosphere, the biosphere, the sociosphere. **IEEE Spectrum** 5(6). Páginas 76–82. 1968

RUIBAL. Alfredo Gonzalez. **An Archaeology of the Contemporary Era**. Editora Routledge. 2018. Disponível em: https://www.academia.edu/38020019/An_Archaeology_of_the_Contemporary_Era. Consultado em 30/07/2019. Acesso em: 10/05/2019.

SANTOS. Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo. Razão e Emoção**. 4ª edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006

SCHMIDT, Gavin; FRANK, Adam. The Silurian Hypothesis: Would it be Possible to Detect an Industrial Civilization in the Geological Record? **International Journal of Astrobiology**, nº 18, páginas 142–150. Disponível em [S1473550418000095jira](https://doi.org/10.1017/S1473550418000095jira) 142..150 (cambridge.org). Acesso em 20/02/2022.

STEFFEN, Will, GRINEVALD, Jacques; CRUTZEN, Paul; MCNEIL, John. The Anthropocene: Conceptual and historical perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal Society**. Número 369. Páginas 842–867. 2011

ZALASIEWICZ, Jan; WILLIAMS, Mark; WATERS, Collin; BARNOSKY, Anthony; HAFF, Peter. The Technofossil Record of Humans. **The Anthropocene Review**. Volume 1. Número 1. Páginas 34 – 43. 2014.

ZALASIEWICZ, Jan; WILLIAMS, Mark; WATERS, Colin; BARNOSKY, Anthony; PALMESINO, John; RÖNNKOG, Ann-Sofi; EDGEWORTH, Matt; NEAL, Cath; CEARRETA, Alejandro; ELLIS, Earle; GRINEVALD, Jacques; HAFF, Peter; IVAR DO SUL, Juliana; JEANDEL, Catherine; LEINFELDER, Reinhold; McNEILL, John; ODADA, Eric; ORESKES, Naomi; PRICE, Simon; REVKIN, Andrew; STEFFEN, Will; SUMMERHAYES, Colin; VIDAS, Davor; WING, Scott; WOLFE, Alexander. Scale and Diversity of the Physical Technosphere. A Geological Perspective. **The Anthropocene Review**. Volume 4. Tema 1. 2016.