

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

MESSIAS JOSÉ PRUDENTE FERREIRA

**A CONTRIBUIÇÃO DO MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE PONTA GROSSA PARA A COMPREENSÃO DO ANTROPOCENO**

PONTA GROSSA

2025

MESSIAS JOSÉ PRUDENTE FERREIRA

**A CONTRIBUIÇÃO DO MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE PONTA GROSSA PARA A COMPREENSÃO DO ANTROPOCENO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
para obtenção de título de licenciado em
Geografia na Universidade Estadual de Ponta
Grossa. Área de Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Liccardo

PONTA GROSSA

2025



ANEXO H – FOLHA DE APROVAÇÃO/ATA DA DEFESA

FOLHA DE APROVAÇÃO ATA DE DEFESA

Aos 12 dias do mês de novembro de 2025, na sala Auditório do MCN, reuniu-se a Banca Examinadora composta pelos(as) professores(as): DR. ANTONIO LICCARDO (Presidente-Orientador), DR. CARLOS ALEXANDRE ROGOSKI (membro) e MSC. ANA PAULA MEIRA (membro) para a análise do trabalho de Conclusão de Curso sob o Título “A CONTRIBUIÇÃO DO MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA PARA A COMPREENSÃO DO ANTROPOCENO”, elaborado por MESSIAS JOSÉ PRUDENTE FERREIRA, concluinte do Curso de Licenciatura em Geografia. Aberta a sessão, o autor teve vinte minutos para a apresentação do seu trabalho, sendo, posteriormente, arguido pelos integrantes da Banca. Após o procedimento da avaliação, chegou-se aos seguintes resultados:

O trabalho foi considerado APROVADO

Nada mais havendo a tratar, encerrou-se a presente sessão, da qual lavrou-se a presente ata que vai assinada por todos os membros da Banca Examinadora.

1) Presidente: ANTONIO LICCARDO

2) Membro 1: CARLOS ALEXANDRE ROGOSKI

3) Membro 2: ANA PAULA MEIRA

Ponta Grossa, 12 de novembro de 2025.



ANEXO G - DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO ÉTICO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Setor de Ciências Exatas e Naturais
Departamento de Geociências
Coordenação de Trabalho de Conclusão de Curso

DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO ÉTICO

Eu, Messias José Prudente Ferreira, RA: 22000202, RG: 15.516.997-4, asseguro que o **Trabalho de Conclusão de Curso** foi por mim elaborado e, portanto, responsabilizo-me pelo texto escrito que apresenta os resultados de minha pesquisa científica.

Atesto que todo e qualquer texto, que não seja de minha autoria, transcrito em sua íntegra ou parafraseado de outros documentos, estejam eles publicados ou não, estão devidamente referenciados conforme reza a boa conduta ética, o respeito aos direitos autorais e à propriedade intelectual.

Tenho conhecimento de que os textos transcritos na íntegra de outras fontes devem apontar a autoria, o ano da obra, a página de onde foi extraído e ainda apresentar a marcação de tal transcrição, conforme as regras da ABNT. No caso de parafrase, o trecho deve vir com a referência de autoria e ano da obra utilizada.

Além disso, declaro ter sido informado pelos responsáveis do Curso de Licenciatura em Geografia das leis que regulam os direitos autorais e das penalidades a serem aplicadas em caso de infração, conforme constam na Lei 10.695 de julho de 2003.

Sendo assim, declaro que estou ciente de que, caso infrinja as disposições que constam na Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998, serei responsabilizado juridicamente pelos meus atos e terei que arcar com qualquer prejuízo moral e financeiro deles decorrentes.

Ponta Grossa, 13 de Outubro de 2025.

Dedico este presente trabalho em agradecimento à minha mãe, irmãos e amigos que depositaram confiança em mim para alcançar uma boa formação educacional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, o qual nunca me desamparou nessa jornada.

A minha mãe e irmãos, os quais me apoiaram indescritivelmente com todos os esforços possíveis desde o primeiro ano de formação do curso de licenciatura em Geografia.

Aos meus colegas que dedicaram boas palavras de encorajamento em meio aos momentos de desânimo e provas.

A equipe docente do curso de Licenciatura em Geografia, que exerceu seus trabalhos e permitiu livre acesso a seus conhecimentos, tornando viável uma experiência enriquecedora e sólida que agregou muito para minha formação ao longo dos quatro anos de universidade.

Ao professor Antonio Liccardo, o qual me concedeu diretrizes que clarearam meu entendimento das bases fundamentais para a realização e condução deste trabalho.

RESUMO

FERREIRA, M, J, P. A contribuição do Museu de Ciências Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa para a compreensão do antropoceno. Orientador: Antonio Liccardo. Ponta Grossa, 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2025.

O Museu de Ciências Naturais (MCN) da Universidade Estadual de Ponta Grossa é dedicado a muitos aspectos de cunho científico-educacional, com uma extensa divulgação de elementos da geodiversidade e biodiversidade do planeta, tendo maior enfoque no contexto do estado do Paraná. Neste trabalho, o objetivo geral fundamenta-se na apresentação de uma análise de como o MCN pode contribuir para a compreensão do Antropoceno, tendo por objetivos específicos elencar os eventos que o caracterizam e a identificação de elementos no interior do museu que se conectam ao Antropoceno. O Antropoceno, trata-se de um conceito popularizado no começo dos anos 2000 que propõe uma nova periodização na escala do tempo geológico, tendo sido, no entanto, recentemente rejeitada pela União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS). Com a sua rejeição como conceito geológico, tornou-se uma forma de medidor da intervenção humana no planeta, e a partir deste aspecto, este trabalho buscou explorá-lo, seja nos impactos provocados ao meio ambiente, histórico, marcadores propostos e, finalmente, como a expografia do museu pode colaborar para que seus visitantes conheçam e reflitam sobre o que de fato é o Antropoceno. A metodologia para o desenvolvimento deste trabalho é fundamentada em uma revisão bibliográfica para explicar os diferentes aspectos do Antropoceno, e como ele se manifesta mesmo após a rejeição na escala do tempo geológico, pautando-se também em visitas ao próprio museu para explorá-lo e verificar como esse tema pode ser abordado, construído e apresentado às pessoas que o visitam. Ao final deste trabalho, chega-se à conclusão de que a unificação do acervo interno, como as seções de mineração, minérios, a linha do tempo geológica com os televisores apresentando cada um dos grandes éons da Terra, e a vitrine do Antropoceno, são elementos com grande potencial de gerar uma reflexão sobre o que as ações humanas vêm provocando no ambiente em que vive, mostrando que o tempo atual difere-se de qualquer outro que antes tenha existido, devido à inclusão do ser humano como o mais novo agente de transformação. Desse modo, o museu se apresenta como um local qualificado para promover uma consciência ambiental, tendo potencial e condições para tornar essa reflexão possível a todos.

Palavras-chave: Antropoceno; Consciência ambiental; Expografia; MCN.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Amostra de Rocha Plástica.....	25
FIGURA 2 - Piroplásticos do Litoral da Inglaterra.....	26
FIGURA 3 - Albatroz de Laysan com Plástico no Aparelho Digestório.....	28
FIGURA 4 - A Grande Mancha de Lixo no Pacífico.....	29
FIGURA 5 - Amostra de Trinitita na Lupa.....	31
FIGURA 6 – Trinitita do MCN.....	31
FIGURA 7 - Visão Interna Geral do MCN.....	34
FIGURA 8 - Vitrine com Minerais.....	35
FIGURA 9 - Seção de Floresta Ombrófila Densa e sua Biodiversidade.....	35
FIGURA 10 - Jardim Geológico do MCN.....	36
FIGURA 11 - Escala do Tempo Geológico - A História da Terra.....	37
FIGURA 12 - Troncos Fossilizados - 250 milhões de anos.....	39
FIGURA 13 - Anéis de Crescimento.....	39
FIGURA 14 - Varvito e suas Camadas.....	40
FIGURA 15 - Estromatólito do MCN.....	40
FIGURA 16 - Seção de Mineração em Ponta Grossa.....	41
FIGURA 17 - Seção de Minérios.....	42
FIGURA 18 - Pinguim Coberto de Petróleo.....	42
FIGURA 19 - Coral Oceânico.....	43
FIGURA 20 - Vitrine do Antropoceno.....	43
FIGURA 21 - Seção do Antropoceno no Museu do Amanhã.....	48
GRÁFICO 1 - Emissões de poluentes por setores no Brasil (1990-2023).....	21
GRÁFICO 2 - Produção global de plásticos (1950-2019).....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CH₄ – Metano

CO₂ – Dióxido de Carbono

N₂O – Óxido Nitroso

O₃ – Ozônio

CFCs – Clorofluorcarbonetos

IUGS – União Internacional de Ciências Geológicas

ICS – Comissão Internacional de Estratigrafia

SQS – Subcomissão de Estratigrafia Quaternária

IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas

PPM – Partes por Milhão

PPB – Partes por Bilhão

WMO – World Meteorological Organization (Organização Meteorológica Mundial)

EPA – Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental)

SEEG – Sistema de Estimativas e Remoções de Gases de Efeito Estufa

pH – Potencial Hidrogeniônico

OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PET – Polietileno de Tereftalato

PVC – Policloreto de Polivinila

MCN – Museu de Ciências Naturais

PROEX – Pró - Reitoria de Extensão e Assuntos Culturais

UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa

UFPR – Universidade Federal do Paraná

FUNABI – Fundação João José Bigarella

SGB – Serviço Geológico Brasileiro

A.C – Antes de Cristo

MDA – Museu do Amanhã

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1 - ANTROPOCENO	13
1.1- Definição e características	13
1.2- Marcadores propostos	14
1.3- Rejeição na Comissão Estratigráfica Internacional	16
CAPÍTULO 2 - INDICADORES DE IMPACTO	19
2.1- Mudanças climáticas	19
2.2- Nível do mar e acidificação dos oceanos	22
2.3- Onipresença do plástico	24
2.4- Radiação nuclear	30
CAPÍTULO 3 - O MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS DA UEPG	33
3.1- Histórico e missão	33
3.2- Testemunhos de mudanças climáticas no passado	38
3.3- Seções complementares ao antropoceno	41
3.4- Seção sobre o antropoceno	43
CAPÍTULO 4 - EDUCAÇÃO MUSEAL E CONSCIÊNCIA AMBIENTAL	
COLETIVA	46
CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	52

INTRODUÇÃO

A temática apresentada neste trabalho refere-se ao Antropoceno, uma proposta relativamente recente no meio acadêmico e que vem sendo debatida acaloradamente por muitos pesquisadores. Basicamente, trata-se do poder de intervenção humana atual sobre o planeta, embora não tenha sido apenas essa a concepção inicial associada ao termo. Conforme relata Pimenta (2022), o Antropoceno foi propagado por Paul Crutzen em 2002, tendo o papel de destacar que as atividades humanas são intensas a ponto de interferir nas condições de vida e funcionamento do planeta como um todo, propondo-se a ser uma nova época na escala de tempo geológico.

Embora o termo seja recente, a ideia que remete ao Antropoceno não é nova, sendo considerada pela primeira vez ainda no século XIX, por meio do geólogo italiano Antonio Stoppani, quando escreveu:

Na geologia, o aparecimento do homem marca uma nova era para a Terra; um novo agente na natureza que tende a cada dia a predominar sobre os outros. Uma comparação entre as regiões mais cultivadas da Europa, onde não há um palmo de terra, nem um curso de água, nem quase nenhuma planta ou animal que não seja moldado, dirigido e distribuído à sua maneira, com as regiões mais selvagens da América, onde tudo está sob o domínio, como se costuma dizer, da natureza virgem, é suficiente para nos convencer do valor deste novo elemento que extrai sua força da natureza física, bem como daquela inteligência que tende a predominar sobre todas as forças telúricas (Stoppani, 1886 p. 13).

Embora o termo Antropoceno ainda não existisse, Mendes (2020) aponta que o geólogo italiano Antonio Stoppani chamava esse poder humano sobre a Terra de era antropozoica¹, para destacar a força humana de interferir no meio natural. Nesse sentido, Angus (2025) destaca que o Antropoceno não é apenas uma nova palavra criada, mas trata-se de uma nova realidade e forma de se pensar a crise do sistema terrestre. Há décadas, tem sido mencionado nos diferentes meios de comunicação grandes transformações que o ser humano vem promovendo sobre o planeta, bem como os impactos a nível global, os quais os cientistas alertam todos os anos. Em uma declaração proferida na Conferência *Planet Under Pressure* no ano de 2012 em Londres, foi dito:

¹ Conforme Araujo (2025), alguns pesquisadores da geologia no século XIX chegaram a cunhar o termo “antropozoica” para marcar uma nova época geológica no planeta, marcada pela intervenção humana já visível naquela época.

O impacto da humanidade no sistema terrestre tornou-se comparável a processos geológicos em escala planetária, como eras glaciais. Cresce o consenso de que conduzimos o planeta a uma nova era, o Antropoceno, na qual muitos processos do sistema terrestre e o tecido vivo dos ecossistemas são agora dominados por atividades humanas. O fato de a Terra ter experimentado mudanças abruptas e em larga escala no passado indica que poderá experimentar mudanças semelhantes no futuro. Esse reconhecimento levou pesquisadores a dar o primeiro passo para identificar limites e fronteiras planetárias e regionais que, se ultrapassados, podem gerar mudanças ambientais e sociais inaceitáveis (*State of the Planet Declaration*, 2012, p.6).

Uma menção como esta apenas reitera que é impossível negar o impacto das ações humanas sobre o planeta, e neste trabalho isso será mostrado em meio ao levantamento realizado. Em linhas gerais, esse trabalho apresenta como objeto de estudo o Museu de Ciências Naturais (MCN) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), visando analisar, a partir da literatura existente e de visitas ao local, as contribuições da proposta expositiva do MCN para a reflexão sobre o Antropoceno.

O trabalho escrito divide-se em 4 capítulos, a saber: 1) Antropoceno; 2) Indicadores de impacto do Antropoceno; 3) MCN; 4) Educação museal e consciência ambiental coletiva. O capítulo 1 apresenta o conceito e a proposta do Antropoceno, características, os marcadores que consistem em diferentes propostas de início para o Antropoceno como época geológica e sua rejeição pela Comissão Estratigráfica Internacional. O capítulo 2 irá abordar alguns dos impactos das atividades antrópicas sobre o planeta, tendo um levantamento dos problemas existentes para verificar a intensidade e desdobramentos de cada ocorrência. O capítulo 3 será uma apresentação do MCN, seu espaço e objetivos. E o capítulo 4 apresenta a contribuição da educação museal para se desenvolver uma consciência ambiental coletiva, buscando mostrar como o trabalho desenvolvido em espaços museológicos como o MCN pode ajudar os visitantes a pensarem no poder da intervenção humana sobre o meio ambiente.

CAPÍTULO 1 – ANTROPOCENO

1.1 - DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS

A primeira menção oficial do termo “Antropoceno” aconteceu no ano de 2002, por meio de um artigo intitulado “*Geology of Mankind*” (Geologia da Humanidade), escrito pelo químico holandês Paul Crutzen, alegando:

Nos últimos três séculos, os efeitos dos seres humanos no meio ambiente global aumentaram. Devido a essas emissões antropogênicas de dióxido de carbono, o clima global pode se desviar significativamente do comportamento natural por muitos milênios que virão. Parece apropriado atribuir o termo 'Antropoceno' ao presente, uma época geológica dominada de muitas maneiras pelos humanos, complementando o Holoceno — o período quente dos últimos 10–12 mil anos (Crutzen, 2002 p. 1).

Artaxo (2014) menciona que o Antropoceno vem sendo definido como uma época em que os efeitos da humanidade estariam afetando o planeta globalmente. Conforme aponta Mendes (2020), ao longo do Holoceno², as atividades humanas cresceram a um nível elevado a ponto de serem comparadas às forças geológicas e morfológicas do planeta. O termo Antropoceno, como aponta Artaxo (2014), conseguiu se popularizar após Crutzen ter ganhado o Prêmio Nobel de Química em 1995 e pelas suas posteriores publicações nos anos 2000, onde discutia a ideia do Antropoceno como uma nova era geológica. Como rememora Natalio (2022), o termo foi popularizado por Crutzen, mas a criação do termo se deve ao biólogo Eugene Stoermer na década de 1980.

Smith e Zeder (2013) mencionam que a ideia original dos autores ao estabelecer o termo “Antropoceno” era chamar a atenção para os desafios contínuos que a humanidade enfrenta, bem como o estabelecimento preciso do limite temporal entre o Holoceno e essa nova época que estava sendo proposta na divisão do tempo geológico. Trischler (2016) relata que alguns anos após o aparecimento do termo, foi estabelecido o Grupo de Trabalho do Antropoceno, que passou a buscar evidências científicas junto da comunidade geológica para analisar a proposta de uma nova periodização, ao mesmo tempo que acadêmicos de outras áreas passaram a utilizar o conceito em um sentido mais cultural.

² Como explica Sinha *et. al*, o Holoceno é a época mais recente na escala de tempo geológico e estende-se até o presente, tendo seu início há 11700 anos.

1.2 - MARCADORES PROPOSTOS

Cook, Rickards e Rutherford (2015) mencionam que, nos debates científicos que se seguiram após a introdução do termo, as discussões se atentaram ao momento de transição do Holoceno para o Antropoceno, no qual as datas propostas para essa mudança deveriam vir acompanhadas de um marcador geoestratigráfico.

Nesse contexto, Waters *et. al* (2016) faz dois questionamentos a respeito dos marcadores:

Os humanos mudaram o sistema terrestre a tal ponto que os depósitos geológicos recentes e em formação incluem uma assinatura distinta daquelas do Holoceno e de épocas anteriores, que permanecerão no registro geológico? Em caso afirmativo, quando esse sinal estratigráfico (não necessariamente a primeira mudança antropogênica detectável) se tornou reconhecível mundialmente? (Waters *et. al*, 2016 p. 138).

Neste trecho, o autor traz duas perguntas essenciais, que podem conduzir a uma reflexão sobre quais elementos, eventualmente, poderiam caracterizar os chamados marcadores do Antropoceno e quando eles se tornaram visíveis em estudos a nível global para que seja possível estabelecer uma marca que possa distinguir o Antropoceno de divisões geológicas anteriores. Para fins de simplificação, um marcador seria o momento inicial do Antropoceno, quando ele exatamente começou. E, para responder a essa pergunta, foram elaboradas diversas propostas.

Steffen *et. al* (2011), por exemplo, seguem a linha de que o marcador inicial do Antropoceno seria a revolução industrial. Dentre esses autores, encontra-se o próprio Paul Crutzen (2002), que registra no artigo "*Geology of Mankind*", que coincidentemente ao início das concentrações globais de CH₄ e CO₂ ao final do século XVIII, houve o surgimento da máquina a vapor de James Watt no ano de 1784 e o início da chamada Revolução Industrial. Steffen *et. al* (2011) relatam que nesse contexto o problema também passa a ser atmosférico, devido o aumento do CH₄ e N₂O que são gases de efeito estufa, e principalmente do CO₂, que passa a ser um gás inevitável como resultado da queima de combustíveis fósseis na revolução industrial.

Conforme relata Hamilton *et. al* (2015), outros autores teriam sugerido que o início do Antropoceno se deu com o surgimento da agricultura (cerca de 7000 ou 8000 anos atrás), mas que nesse contexto as evidências de impacto humano seriam insuficientes para desestabilizar o sistema terrestre. Ruddiman (2003) defende esse marcador ao mencionar que as concentrações atmosféricas de gases como o CO₂ se elevaram de forma anormal por volta de 8000 anos atrás e de CH₄ há 5000 anos atrás.

Pelo que consta, emissões antropogênicas como essas ligadas à agricultura primitiva teriam ocorrido na região da Eurásia, incluindo também um desmatamento ocorrido por volta de 5 mil anos atrás (Ruddiman, 2003).

Outro marcador proposto para o Antropoceno é a chamada Grande Aceleração. Conforme Shoshitaishvili (2021), a Grande Aceleração refere-se a uma série de mudanças globais na área social, ambiental e tecnológica impulsionadas drasticamente pelo homem desde o ano de 1950. Dentre as mudanças que ocorreram após esse ano, Santos *et. al* (2025) destacam o aumento da queima dos combustíveis fósseis que acabou por elevar o acúmulo de CO₂ na atmosfera. Embora alguns autores, como o próprio Crutzen defendam a revolução industrial como ponto de partida para o Antropoceno, eles destacam alguns outros elementos que demais autores tomam como ponto de defesa para a Grande Aceleração ser demarcada como o início do Antropoceno, dentre os quais seriam o crescimento dobrado da população mundial de 1950 a 2000, a alta de 3,5 vezes no consumo do petróleo desde 1960 e o crescimento de 30% para 50% da população urbana mundial de 1950 a 2000 (Steffen, Crutzen e McNeill, 2007). Dados como estes seriam um demonstrativo de que o mundo como um todo estaria sendo afetado pelo consumo dos recursos naturais e destruição de alguns ecossistemas para atender à demanda de uma sociedade que cresceu consideravelmente nas últimas décadas, sendo estes apenas alguns dos indicativos da Grande Aceleração como um dos marcadores do Antropoceno.

Outra possibilidade para o começo do Antropoceno, como indica Waters *et. al* (2015) seriam os testes nucleares, que iniciaram em 1945. Spencer (2022) menciona que o teste de armas termonucleares indica que o ser humano possui, nesse sentido, uma nova capacidade de mudanças ambientais rápidas e destrutivas em escala global. Eriksen e Herzog (2023) explicam que os resíduos nucleares seriam símbolos do Antropoceno, devido à energia e armas nucleares produzidas em grande escala, o que acarretaria em um perigo de alto nível que pode perdurar por milênios. McBrien (2016) relata que, com o início dos testes nucleares, começou sobre o planeta a chamada precipitação radioativa, mencionando como exemplo o estrôncio - 90 que não existia na atmosfera antes de 1945, mas que, após essa data, foi lançado para a estratosfera e se dispersou, precipitando-se como um manto sobre a superfície terrestre.

E há quem considere também a colonização europeia como um possível marcador. Lightfoot *et. al* (2013) relatam que o colonialismo europeu de 1500 até o

século XIX causou uma transformação na relação entre o ser humano e o meio ambiente no mundo como um todo, seja pelas plantações, postos de comércio de peles, sistemas comerciais de pesca e caça às baleias em ecossistemas tropicais e temperados nos diversos continentes, sendo que conforme os autores, estas e outras intervenções teriam levado a algumas consequências como a invasão de diversas espécies exóticas, perturbação dos habitats nativos e a uma grande perda da biodiversidade.

Essas são apenas algumas dentre as propostas de marcadores levantadas desde que o termo ‘Antropoceno’ foi popularizado. Como se percebe, há uma enorme complexidade para se definir o início deste tempo, não obstante as muitas evidências de um novo panorama na história da Terra.

1.3 - REJEIÇÃO NA COMISSÃO ESTRATIGRÁFICA INTERNACIONAL

Após vários anos de estudos realizados por diversos geólogos, ficou circunscrito em declaração da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS) registrada no dia 20 de março de 2024, o seguinte exposto:

É com a autoridade delegada do Presidente e do Secretário-Geral da IUGS e em nome da Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS) que o voto da Subcomissão da ICS sobre Estratigrafia Quaternária (SQS) para rejeitar a proposta de uma Época Antropocênica como uma unidade formal da Escala de Tempo Geológico é aprovado. Os membros votantes da SQS têm vasta experiência e ampla especialização em estratigrafia e cronoestratigrafia quaternária. Seu voto foi aprovado pela diretoria da ICS, e essa aprovação foi amplamente apoiada pelos presidentes das subcomissões da ICS. Apesar de sua rejeição como uma unidade formal da Escala de Tempo Geológico, o Antropoceno continuará a ser utilizado não apenas por cientistas da Terra e ambientais, mas também por cientistas sociais, políticos e economistas, assim como pelo público em geral. Ele continuará sendo um descritor inestimável do impacto humano no sistema terrestre. (IUGS, 2024 p. 1).

Neste trecho, a IUGS (2024) atesta formalmente a rejeição do Antropoceno na escala do tempo geológico, mas deixa exposto a continuidade de uso do termo para pesquisadores das ciências humanas e naturais como uma régua de parâmetro do impacto humano sobre o planeta. Fernandino e Elliff (2025) mencionam que, apesar do Antropoceno ter sido negado como época na escala do tempo geológico em 2024, não se contesta a influência das atividades humanas sobre os ciclos naturais do planeta e suas esferas, que abarcam a litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera.

Após a rejeição, houve autores que não concordaram com a decisão e publicaram artigos justificando suas motivações para esse posicionamento. Skelton e Noone (2025) relatam que de uma perspectiva geológica, a justificativa para a aprovação do Antropoceno seria mais consistente do que a do próprio Holoceno, considerando que a partir da mesma base lógica utilizada para rejeitá-lo, também poderia ser efetuada a rejeição de outras épocas dentro da era cenozoica. Skelton e Noone (2025) relatam que, além do Holoceno, seria também o caso do Pleistoceno que não possuiria uma assinatura climática clara a nível global, Plioceno que foi aceito sem também possuir um evento global para sua oficialização, e o Mioceno, que conforme os autores foi pautado em um evento de ordem transitória.

Estes autores alegam nas conclusões de seu trabalho que, no caso da rejeição destas épocas, poderia ser considerado o que aconteceu ao Antropoceno, mas, em caso contrário, o critério de aceitação destes também deveria validar a proposta de Crutzen, uma vez que os demais não possuiriam características de ordem global para sua aprovação.

Damianos (2024), no entanto, conta que o Antropoceno foi proclamado inicialmente como uma declaração de ordem política, e que somente posteriormente se iniciaram trabalhos para relatar evidências científicas de eventos geológicos de cunho antropogênico, estando muitos cientes da face política que o termo carrega. Damianos (2024) elenca que um dos pontos também seria o início relativamente recente se pautado a partir da radiação nuclear, tornando inviável a formação de estratos geológicos consolidados com o material, diferente de outras divisões no tempo geológico que possuem um tempo bem maior para seu estabelecimento.

Em um sentido geral, a rejeição do Antropoceno em uma perspectiva geológica foi turbulenta, repleta de desentendimentos quanto à natureza da proposta, se havia uma projeção política sobre o termo e se era viável o estabelecimento de critérios puramente geológicos. No entanto, como a rejeição foi oficializada, a própria declaração oficial da IUGS não inibe o termo, permitindo que seja utilizado como descritor do impacto humano sobre o meio ambiente. E nessa perspectiva, o termo continuará sendo utilizado, uma vez que a temática da interferência humana no ambiente não cessa.

Para Kilhavn *et. al* (2024) os problemas ambientais globais são complexos, fazendo com que o ser humano tenha o seu papel reconhecido no estado atual do planeta. Os impactos são constantes, considerando que Crutzen (2002) já

mencionava no início dos anos 2000 que a rápida expansão da humanidade e exploração *per capita* dos recursos da Terra estava a todo vapor, citando até mesmo o aumento populacional de dez vezes em relação aos últimos três séculos (XVIII, XIX e XX) que culminou já no início do segundo milênio a um valor superior a 6 bilhões de habitantes no planeta. Isso apenas dimensiona que, mesmo com a rejeição, o Antropoceno prossegue como um termo de valor agregado, considerando as mudanças e interferências do presente e provocando questionamentos a respeito do meio ambiente no futuro.

CAPÍTULO 2 - INDICADORES DE IMPACTO

2.1 – MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Segundo Crutzen (2002), o crescimento das concentrações globais de metano e dióxido de carbono coincidem com a data do projeto da máquina a vapor de James Watt em 1784, no início da primeira revolução industrial. Conforme Sperandio e Gomes (2020), muitos trabalhos da comunidade científica vêm esclarecendo que o lançamento de gases poluentes e de efeito estufa estão contribuindo para a alteração química da atmosfera terrestre, denotando uma interferência antrópica no meio natural. Dentre os gases que causam aquecimento atmosférico, Conti (2005) cita, além do CO₂ (dióxido de carbono), o CH₄ (metano), o NO₂ (dióxido de nitrogênio), O₃ (ozônio), clorofluorcarbonetos (CFCs) e até mesmo alguns tipos de aerossóis.

Para melhor compreender a intervenção humana nos elementos atmosféricos, é necessário abordar uma definição para o conceito de “forçamento radiativo”, que conforme Forster *et. al* (2007) é um conceito utilizado para realizar comparações quantitativas da intensidade de força dos agentes humanos e naturais no processo de causa das mudanças climáticas.

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) registra o forçamento radiativo como uma perturbação, segundo o qual:

Pode ser causada por mudanças seculares nas concentrações de espécies radiativamente ativas (por exemplo, CO₂, aerossóis), mudanças na irradiância solar incidente sobre o planeta ou outras mudanças que afetam a energia radiativa absorvida pela superfície (por exemplo, mudanças nas propriedades de reflexão da superfície) (IPCC, 2001 p. 353).

De forma mais simplificada, estes trechos resumem que o forçamento radiativo é um valor divergente do padrão comum de energia recebida pelo planeta em seu sistema climático. Conforme Forster *et. al* (2007), o forçamento radiativo é utilizado para avaliar e comparar os fatores antropogênicos e naturais da mudança climática. E para um maior aprofundamento:

No contexto das mudanças climáticas, o termo forçamento é restrito a mudanças no balanço de radiação do sistema da troposfera superficial impostas por fatores externos, sem mudanças na dinâmica estratosférica, sem quaisquer retroalimentações na superfície e na troposfera em operação (ou seja, sem efeitos secundários induzidos devido a mudanças nos movimentos troposféricos ou em seu estado termodinâmico), e sem mudanças induzidas dinamicamente na quantidade e na distribuição de água atmosférica (vapor, líquido e formas sólidas) (IPCC, 2001 p. 353).

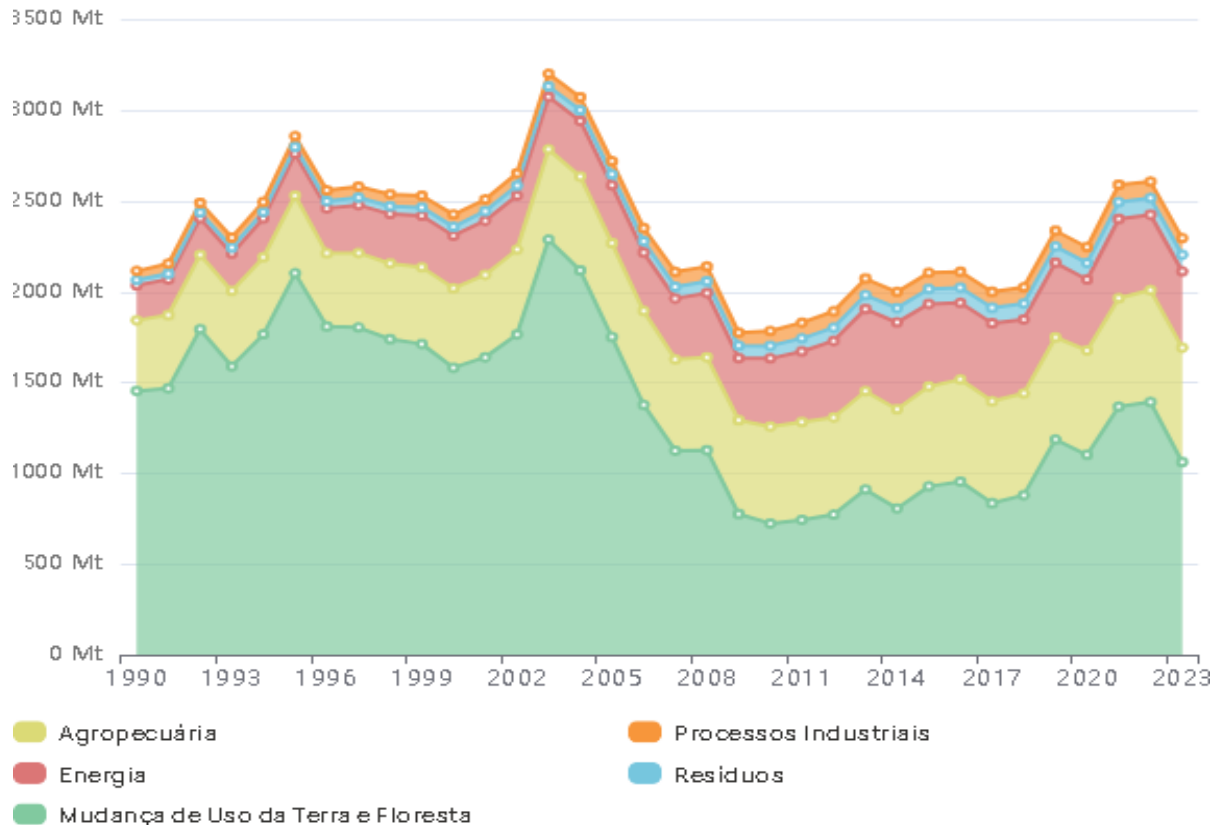
Conforme a citação, não há elementos troposféricos que causem alteração no balanço radiativo, precisa ser algo externo à sua própria dinâmica de funcionamento para que ocorra oscilações, e uma das possibilidades para essas variações pode ser a intervenção humana. Para Forster *et. al* (2007), uma ampla gama de medições diretas e indiretas confirma que a proporção de mistura de dióxido de carbono na atmosfera aumentou globalmente em cerca de 100 ppm (partes por milhão) (36%) nos últimos 250 anos, de uma faixa de 275 a 285 ppm na era pré-industrial (1000–1750) para 379 ppm em 2005. Apenas para termos de simplificação, isso significa que a cada um milhão de moléculas atmosféricas no ar, 379 eram de CO₂ no ano de 2005.

Mas para fins de dados mais atualizados, em um relatório circunscrito pela World Meteorological Organization (WMO) (2020), os valores de CO₂ já estavam concentrados em 410 ppm em 2020.

O CO₂, conforme Schirmer e Lisboa (2008), é o gás mais associado ao aquecimento global devido à sua grande capacidade de absorção da radiação infravermelha. Já em relação ao metano (CH₄), trata-se do segundo gás com maior quantidade concentrada na atmosfera depois do dióxido de carbono (Ramaswamy, 2001; EPA, 2025). Conforme Vieira *et. al* (2008), o aumento das concentrações de metano na atmosfera afeta direta e indiretamente o clima, de modo que esse processo pode acabar desencadeando diversas reações químicas e interferir nas proporções de ozônio estratosférico e vapor d'água.

Falando em uma escala nacional, é pertinente mencionar o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) (2025), que destaca no Brasil os setores que estão na base dos maiores níveis de emissão de poluentes, sendo eles: energia, agropecuária, mudança de uso da terra e floresta, processos industriais e resíduos (Gráfico 01).

Gráfico 01: Emissões de Poluentes por Setores no Brasil (1990-2023)



Fonte: SEEG, 2025

O gráfico acima destaca os níveis de poluição em megatoneladas (mt), evidenciando que a área com predomínio neste contexto corresponde às atividades industriais, tendo logo em seguida uma liberação pela produção de resíduos na emissão de poluentes. Na base, verificam-se variações nos níveis de “mudança de uso da terra e floresta”, que é basicamente a forma como os seres humanos utilizam ou administram a superfície terrestre por meio de suas alterações. Logo acima, ainda com grande destaque nas emissões de poluentes, vem o setor agropecuário. Esse gráfico explana uma variação contínua nos níveis de emissões de poluentes por setor no Brasil no hiato de 1990 a 2023, que se alternam na posição de quantidade conforme o ano. No Brasil, esses seriam os setores que denotam em grande medida a intervenção antrópica no meio ambiente.

Tornando a falar em uma escala mais ampla, e mais especificamente do metano, Silva *et. al* (2017) mencionam que o aquecimento global agiliza o

derretimento do *permafrost*³ e, conseqüentemente, a produção desse gás, que acaba concentrando-se em grandes proporções. Vieira *et. al* (2008) mencionam que há várias fontes naturais e antropogênicas para a emissão do metano, as quais incluem: cultivo de arroz irrigado, resíduos de origem animal e humana, queima de biomassa, extração de combustíveis com origem fóssil como o petróleo e o carvão, entre outros.

Outro gás de grande relevância a ser mencionado no contexto das mudanças climáticas vem a ser o N₂O (óxido nitroso), que, conforme Griffs (2017), é um gás potente para o efeito estufa e grande destruidor da camada de ozônio estratosférico, sendo resultado de práticas agrícolas inadequadas (Conti, 2005). E ainda existe outro poluente, o NO₂ (dióxido de nitrogênio), em que Schirmer e Lisboa (2008) relatam que as emissões referentes a esse gás são advindas de fontes fixas, como as indústrias, e de fontes móveis, como os veículos.

Para fins de análise dos gases CO₂, CH₄ e N₂O, as concentrações no ano de 2019 ficaram respectivamente em 410 ppm, 1877 ppb (partes por bilhão) e 332 ppb, com aumentos de 148%, 260% e 123% em relação aos valores pré-industriais (anterior a 1750) (WMO, 2020).

2.2 – NÍVEL DO MAR E ACIDIFICAÇÃO DOS OCEANOS

Bijma, Barange e Brander (2009) mencionam que há um acúmulo contínuo de evidências científicas mostrando o poder de absorção do CO₂ pelos oceanos, que segundo os autores, elevou o nível médio de acidez dos corpos d'água se comparado aos valores pré-industriais. Bijma, Barange e Brander (2009) alegam que, conforme os oceanos sofrem com o processo de acidificação, esses corpos tendem a perder a capacidade de absorver o CO₂, fazendo com que as futuras emissões do gás conduzam a um aquecimento global mais acelerado. Castro (2014) e Nogueira *et. al* (2023) explicam que, o aumento de CO₂ na atmosfera eleva a pressão do mesmo sobre as águas dos oceanos, fazendo com que haja uma alteração química do carbonato, que de acordo com o primeiro autor, acaba por resultar na redução do pH da água. Castro (2014) menciona que atualmente os níveis de pH se encontram em

³ Conforme Dobinski (2012), o *permafrost* ocupa mais de 25% da superfície do planeta junto de camadas de gelo e calotas polares, consistindo em solos que estejam em estado térmico de no máximo 0° C por pelo menos dois anos consecutivos.

8,2 unidades, sendo um décimo inferior aos níveis pré-industriais, podendo haver um decréscimo médio de 0,4 unidades até 2100.

Hatje *et. al* (2013) destacam que as mudanças provocadas pelos seres humanos alteraram a habitabilidade e qualidade dos ambientes, sendo mudanças tão profundas que, em longo prazo, possuem a capacidade de alterar negativamente até mesmo os oceanos por meio da influência de grandes cidades. Ainda sobre a acidificação dos oceanos, Castro (2014) e Nogueira *et. al* (2023) destacam algumas consequências e impactos, como uma perda global de biodiversidade, distúrbios em ecossistemas, diminuição das taxas de calcificação em organismos marinhos e alterações em processos fisiológicos, mudanças em comportamentos de algumas espécies de peixes, alteração na distribuição geográfica de diferentes espécies, entre outras consequências.

No relatório de 2021, o IPCC menciona que as áreas urbanas serão afetadas por eventos extremos mais frequentes, causados pelo aquecimento global. Esses eventos extremos incluiriam ondas de calor, aumento do nível do mar e elevação da intensidade das tempestades. Pelo que consta, a elevação relativa do nível do mar continuará ao longo do século XXI, colaborando para o aumento das inundações costeiras em áreas baixas e fazendo com que haja erosão ao longo dos cordões arenosos dos litorais, constando que o nível do mar continuará a se elevar após 2100 (IPCC, 2021, p. 120). Bessat (2003) já relatava no início do milênio que, a partir de modelos climáticos com sensibilidade ao aumento dos níveis de concentrações de gases de efeito estufa, pode se chegar a algumas conclusões, das quais duas delas seriam as seguintes: De 1990 a 2100, o clima iria elevar-se em pelo menos 2°C, e a segunda conclusão poderia aqui ser colocada como uma extensão da primeira, em que o nível do mar se elevaria numa faixa entre 0,50 m a 0,80 m até o ano de 2100. O autor ainda menciona que essa elevação estaria relacionada ao aquecimento dos oceanos, degelo da neve nas montanhas e derretimento das calotas polares (Bessat, 2003).

O contexto de elevação do nível do mar agrava-se ao ter a constatação de que microestados-insulares como Kiribati, Tuvalu, Maldivas e Ilhas Marshall “[...] podem ser os primeiros Estados do globo a deixar de existir, quer pelo desaparecimento do seu território ou pela inviabilização deste para manter a vida humana” (Mazuolli e Fiorenza, 2013, p. 276). Alguns anos depois, como relatado por More (2020), as lideranças das nações insulares do Pacífico reuniram-se no dia 30 de

julho de 2019 para proclamar uma crise climática que afetava a região, e posteriormente, entre os dias 13 e 16 de agosto daquele mesmo ano, tornaram a reunir-se e declararam em conjunto uma relação em que as mudanças climáticas seriam a maior ameaça “[...] ao meio de vida, segurança e bem-estar dos povos do Pacífico” (More, 2020, p. 38).

2.3 – ONIPRESENÇA DO PLÁSTICO

Fernandino *et. al* (2020) declaram que o plástico é um representante do quão profundos seriam os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente. Já Zalasiewicz (2016) revela o plástico como um poluente ambiental desde o início do século XX, o qual se tornou evidente em depósitos sedimentares marinhos rasos e profundos.

Conforme informação relatada no site oficial da Universidade Federal do Paraná (UFPR) em 2023, houve a descoberta de rochas compostas por plásticos na ilha vulcânica de Trindade por Fernanda Avelar Santos, localizada a 1140 km em relação à Vitória (ES). Conforme a UFPR (2023), os materiais coletados por seus pesquisadores datavam de no máximo 20 anos em relação à primeira visualização feita em campo no ano de 2019. Santos *et. al* (2022) relatam que, embora a poluição plástica tenha se manifestado em algumas regiões do mundo com a aparência de rochas, ainda são escassas as análises por parte da geologia a respeito deste assunto. Santos *et. al* (2022) contam que, sobre os sedimentos da praia de Trindade, foram encontrados a princípio dois tipos diferentes de detritos plásticos, entre os quais seriam o polipropileno e polietileno, havendo alguns fragmentos análogos a conglomerados.

De forma mais resumida, trata-se de plásticos advindos de poluição marinha que se juntaram a sedimentos, mas que após vários anos passaram a apresentar uma aparência rochosa, como pode ser visto na figura 01. Santos *et.al* (2022) mencionam que esses materiais estão no contexto do Antropoceno, onde a pesquisa por eles estabelecida pode contribuir no entendimento de como os detritos plásticos se integraram no ciclo geológico.

Figura 01: Amostra de rocha plástica



Fonte: UFPR, 2023

Essa não é a primeira menção de rochas plásticas que ocorre. A primeira ocorrência e citação deste achado se passa em 2014, quando Corcoran *et. al* (2014) reportam a aparição de uma nova “pedra”, constituída pela mistura de plástico derretido, sedimentos litorâneos, lava basáltica e detritos orgânicos, encontrada na praia Kamilo na ilha do Havaí. Neste contexto, Corcoran *et. al* (2014) se referem ao material encontrado como “plastiglomerado”, considerando naquele momento o referido achado como uma possível sinalização da ocorrência do Antropoceno. Algo semelhante também foi noticiado pela National Geographic (2019), ao mencionar a presença de fragmentos de plásticos cinza e arredondados que remetem à aparência de seixos nas praias ao sul e sudeste da Inglaterra conforme pode ser visto na figura 02.

Figura 02: Piroplásticos do litoral da Inglaterra



Fonte: Turner *et.al*, 2019

Fernandino e Elliff (2025) explicam que os componentes de ordem antropogênica estão fazendo parte dos processos naturais e geológicos, tais como transporte, deposição, diagênese e litificação, assim como ocorre com algumas partículas de ordem natural. Isso facilita o entendimento de como as rochas plásticas estão se formando no contexto global.

Conforme Corcoran *et. al* (2014), os plásticos são abundantes nos oceanos, mares e lagos, tendo uma acumulação na superfície da água, e no fundo destes compartimentos, além de estarem presentes nas regiões costeiras. Zalasiewicz (2016) relata que, devido à facilidade de descarte e múltiplos usos, o alcance de contaminação do plástico em termos de extensão se elevou nas últimas décadas. E Villarrubia-Gómez (2024) dimensiona o desafio ao relatar que existem milhares de tipos de plásticos e que cada um impacta de uma forma distinta, a depender do tamanho, composição e tempo de permanência, também podendo variar de como e onde sofrem o seu processo de degradação. Conforme a OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) (2022), a produção mundial de plásticos dobrou de 234 milhões de toneladas no ano 2000 para 460 milhões de toneladas em 2019. Apenas para título comparativo, Ritchie *et. al* (2023) relatam, que em 1950, a produção plástica girava em uma média de 2 milhões de toneladas. Esses dados

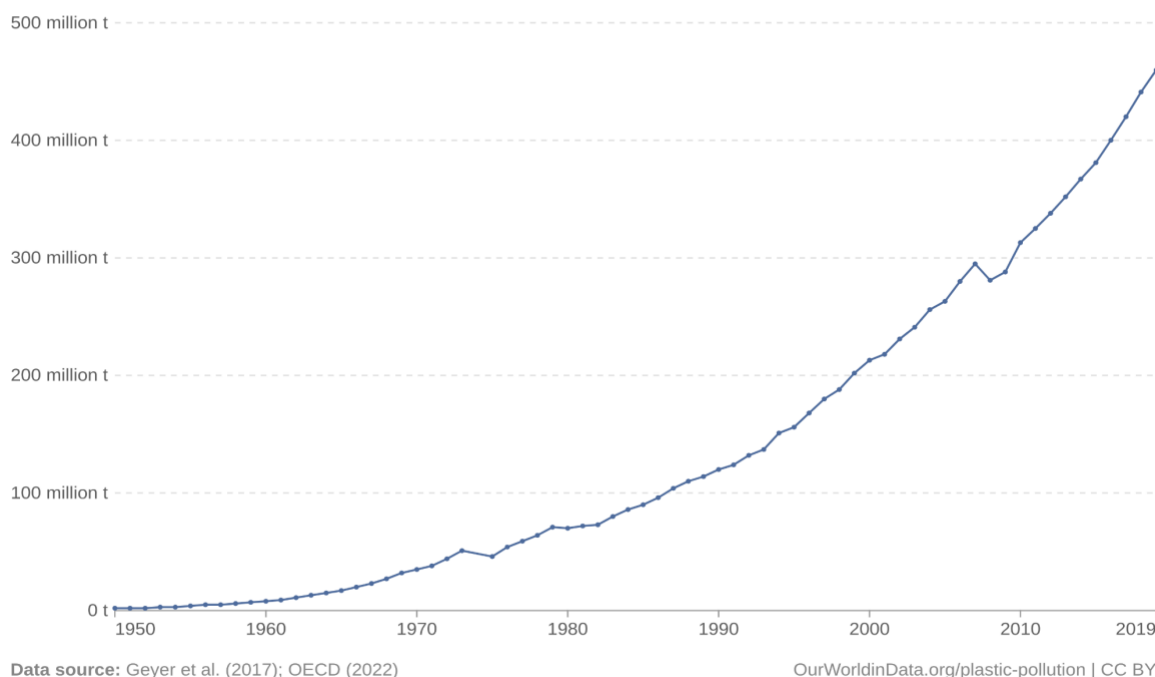
apenas dimensionam o quão acentuada se tornou a demanda pelos polímeros nas últimas décadas. O gráfico 02 concede visualmente a dimensão da questão:

Gráfico 02: Produção global de plásticos (1950-2019)

Global plastics production

Annual production of polymer resin and fibers.

Our World
in Data



Fonte: Geyer et. al, 2017; OCDE, 2022; Our World in Data, 2023

Nesse sentido, verifica-se nos últimos 70 anos uma produção de larga escala do material, o que pode eventualmente contribuir cada vez mais com os problemas ambientais e com o atípico aparecimento das rochas plásticas discutidas neste tópico.

Todo esse plástico vem atualmente prejudicando diversas espécies pelo planeta, e como testemunho dessa ocorrência, vale a pena destacar uma menção realizada por Araújo e Silva-Cavalcanti (2016), que citam como emblema da relação plástico e espécies animais o atol de Midway no Oceano Pacífico, estando localizado entre a América do Norte e a Ásia. No assunto em questão, os autores relembram a experiência do fotógrafo Chris Jordan no ano de 2009, quando se deparou na ilha de Midway com um albatroz de laysan (ave marinha de grande porte presente na ilha) morto, era apenas um filhote, mas em cujos restos mortais encontrava-se diversos itens de plástico no seu aparelho digestório, como é mostrado na figura 03 (Araújo e Silva-Cavalcanti, 2016).

Figura 03: Albatroz de laysan com plástico no aparelho digestório



Fonte: Jordan, 2009

Outra dimensão diretamente ligada à poluição plástica que não deve ser omitida são os microplásticos. Em uma breve definição de Olivatto *et. al* (2018), os microplásticos consistem em polímeros de tamanho inferior a 5 mm. E, como rememora Pastor e Agulló (2019), os plásticos não impactam apenas o meio ambiente, mas já possuem um efeito direto sobre os seres vivos por meio da sua ingestão ou toxicidade, por exemplo. Conforme relata Criado (2018), em um estudo realizado com pessoas de diferentes países como Reino Unido, Japão, Itália e Rússia, foi realizada a detecção de microplásticos nas fezes dos participantes, os quais, segundo a análise, continham pelo menos uma dezena de variedades do material, como partículas de polietileno de tereftalato (PET) e policloreto de polivinila (PVC). Já em outra análise realizada na região da ilha australiana de Macquarie, foi verificado na amostra das fezes de focas a presença de 164 partículas plásticas, as quais mediam 4,1 mm de comprimento (Eriksson e Burton, 2003).

Os estudos mencionados acima apenas dimensionam um pouco da ocorrência dos microplásticos, embora Montagner (2021) relate que esse material antropogênico já possa ser encontrado no mundo todo, seja nos oceanos, rios, solos, sedimentos, ar, organismos vivos e até mesmo nas geleiras (Castañeta *et. al*, 2020). Geyer *et. al* (2017) destacam que a produção em larga escala do plástico data de

1950, tendo sido gerado no hiato de 2015 a 2017 mais de 6 milhões de toneladas, das quais 9% teria sido recicladas, 12% incineradas e 79% descartadas no ambiente natural ou parados em aterros sanitários.

Com relação à distribuição dos detritos plásticos, Barnes *et. al* (2009) mencionam que essa configuração se realiza pela hidrodinâmica, geomorfologia e pelas ações antropogênicas, tendo uma variabilidade de acumulação na superfície, alto-mar e regiões costeiras. A National Geographic (2025) relata que no ano de 1997, o capitão Charles J. Moore avistou uma grande mancha de lixo no Pacífico norte. Essa mesma mancha, a qual é mostrada na figura 04, é abordada 20 anos depois por Lebreton *et. al* (2018) em um artigo publicado, onde relata-se que, com o levantamento de dados realizados, havia cerca de 79 mil toneladas de plásticos flutuando em uma área de 1,6 milhão de km², na medida em que muitos dos detritos eram maiores que 5 cm e 46% do total de resíduos da ilha correspondiam a redes de pesca e 8% do volume referiam-se a microplásticos.

Figura 04: A grande mancha de lixo no Pacífico



Fonte: Powell, 2017

A revista National Geographic (2025) relata que a grande mancha de lixo no Pacífico não é a única no mundo, mas sim a maior, havendo ainda outras manchas de lixo marinho no Oceano Atlântico e Pacífico, o que dá uma ideia de dispersão global.

2.4 - RADIAÇÃO NUCLEAR

Com o advento de testes atômicos, Burrows *et. al* (2023) mencionam que os locais desses testes são importantes indicadores do Antropoceno, uma vez que há estreita relação entre a intervenção humana e o relevo nesse contexto. Embora o Antropoceno não tenha sido formalizado na escala do tempo geológico, Burrows *et. al* (2023) mencionam que as explosões de testes nucleares deixam marcas no planeta, uma espécie de registro global. Waters *et. al* (2015) confirmavam essa menção ao falar do plutônio 239 utilizado em armas nucleares, que foi indicado pelos autores como um bom marcador por permanecer estável em camadas de rochas ou dos solos, o que poderia sinalizar um registro favorável ao Antropoceno. Essa ideia, no entanto, foi desconsiderada com a rejeição do termo Antropoceno, embora fosse fundamentada.

Outro elemento a ser elencado no contexto da discussão é a chamada trinitita, a qual é mostrado nas figuras 05 e 06. Eby *et. al* (2010) relatam que no dia 16 de julho de 1945 em Alamogordo no Novo México, EUA, a primeira bomba atômica foi explodida, dando origem a partir da explosão em contato com a areia um novo material, o qual era verde e vítreo, a trinitita. Eby *et. al* (2010) revelam que no vidro estavam contidos pedaços derretidos da bomba, vidros de variada composição e grãos de quartzo não derretidos, sendo que, conforme o autor, vidros semelhantes se formam em detonações nucleares ao nível do solo. Eby *et. al* (2015) mencionam que a maior parte do vidro é da cor verde garrafa, mas também menciona tons avermelhados na porção norte do local do teste nuclear. Belluci (2014), porém, relata que a composição da trinitita irá depender das fases durante o processo de fusão, mas que geralmente há minerais como o quartzo, feldspato, calcita e gesso, que estão presentes no material protólito da trinitita.

Figura 05: Amostra de trinitita na lupa



Fonte: O autor, 2024

Figura 06: Trinitita do MCN



Fonte: O autor, 2024

Ross (1948) faz uma descrição mais precisa do material vítreo formado com a explosão em Alamogordo, relatando que o vidro possuía uma camada de 1 a 2 centímetros de espessura, sendo um material de característica vesicular esverdeada como pode ser visto na figura 05. Ross (1948) ainda menciona que o material manteve o comportamento de fluido em um momento muito curto, o que, conforme o autor, explica os fluxos no material que poderiam ter se formado em uma camada fina que derreteu brevemente em uma temperatura estimada de no mínimo 1470°C, o que teria levado os grãos de quartzo na areia a fundirem-se em vidro de sílica.

Waters *et. al* (2015) relatam que a trinitita pode ser considerada como um marcador para o Antropoceno, mas apenas um registro pontual, por não cobrir extensas áreas. Mas, de qualquer forma, como Waters *et. al* (2015) apontam, os testes de armas nucleares mostram uma série de mudanças causadas no mundo pelo homem, onde a radioatividade pode ser uma delas.

E no contexto do Antropoceno, diante de diversos impactos ambientais como mostrado no levantamento de dados, o MCN entra na discussão a fim de colaborar no desenvolvimento e compreensão do tema como é mostrado nos capítulos a seguir.

CAPÍTULO 3 - O MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS DA UEPG

3.1- HISTÓRICO E MISSÃO

O Museu de Ciências Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa (MCN) localiza-se no campus de Uvaranas, no município de Ponta Grossa, estando vinculado à Pró-reitoria de Extensão e Assuntos Culturais (PROEX) da referida universidade (Santos *et. al*, 2023). Conforme estes mesmos autores, o museu teve a sua gênese a partir de projetos de extensão com temas de arqueologia, geodiversidade e biodiversidade em 2011, sendo criado em 2019 e inaugurado sua exposição permanente em junho de 2022 (Santos *et. al*, 2023). Considerando o MCN como resultado de um trabalho coletivo e participativo de diversas áreas e profissionais como geólogos, geógrafos, biólogos e vários outros, conforme apontado por Santos *et. al* (2023), estes mesmos autores destacam que o MCN possui uma missão, a qual é definida como o ato da divulgação do patrimônio natural para a sociedade como um todo, havendo um enfoque na porção do território paranaense nas áreas da geodiversidade e biodiversidade como base de um entendimento ambiental que precisa ocorrer de forma integrada.

Para além disso, o MCN (2025) complementa, alegando que a missão se estabelece ao promover o letramento científico da população, por meio dos acervos das diferentes áreas das ciências naturais e encabeçando o ensino, pesquisa, comunicação, preservação e dinamização do patrimônio museológico natural e cultural, para que haja um acesso democrático ao patrimônio museal.

Conforme Pimentel *et. al* (2021), o MCN foi planejado como parte de um complexo científico-educativo-turístico da região, onde as exposições presentes no local buscam articular uma comunicação entre conteúdo científico e o acervo material. Liccardo *et. al* (2021) reforçam essa menção ao afirmar que um dos objetivos do museu é expor ao público geral o acervo científico que representa a história da Terra, por meio da geodiversidade e biodiversidade, regional e estadual. Santos *et. al* (2021) relatam que o MCN dispõe de um acervo com pelo menos 1200 amostras entre minerais, rochas, fósseis, meteoritos, mapas, maquetes, instrumentos de mineração e de uso nas geociências. Além disso, estes autores mencionam que o acervo do museu resulta de coletas, pesquisas e doações feitas por pesquisadores da UEPG.

De forma mais resumida, o MCN está dividido em duas grandes áreas, a geodiversidade e a biodiversidade (Psibiovski, 2023). A área da geodiversidade é composta pelas seguintes seções: minerais, minérios, rochas (ciclo das rochas, ígneas, sedimentares e metamórficas), meteoritos, geologia do Paraná, arqueologia, geodiversidade de Ponta Grossa, mineração do Paraná e fósseis. E a área da biodiversidade é formada por: biodiversidade marinha, litoral do Paraná, ecossistemas aquáticos, floresta ombrófila densa, floresta ombrófila mista, invertebrados terrestres e fauna dos Campos Gerais. Ao longo das exposições de biodiversidade, é possível verificar a reconstituição óssea de uma baleia e toninha, diversos animais taxidermizados e painéis explicando a fitofisionomia do Paraná e a fauna que vive nesses ambientes. Já na geodiversidade, há também diversos painéis com imagens, descrição de minerais, rochas, ciclo das rochas e diferentes usos aplicados a cada minério.

Figura 07: Visão interna geral do MCN



Fonte: O autor, 2025

Na porção superior da imagem 07 é possível visualizar algumas imagens que destacam temas da geodiversidade e biodiversidade que podem ser encontrados no museu. Dentre eles, o quartzo, divisão das camadas da Terra, trilobitas e os próprios meteoritos como uma alusão a ciência astronômica.

Figura 08: Vitrine com minerais



Fonte: O autor, 2025

Figura 09: Seção de floresta ombrófila densa e sua biodiversidade



Fonte: O autor, 2025.

As figuras 07 e 08 dimensionam um pouco dos aspectos promovidos pelo museu, como a geodiversidade e biodiversidade anteriormente citados. Na área externa, o museu prossegue com uma exposição a céu aberto do Jardim Geológico, como pode ser visto na figura 10. O Jardim possui a forma do Estado do Paraná e está recoberto por pedriscos, com diferentes rochas nomeadas e localizadas conforme a área de coleta de cada uma delas no estado (UEPG, 2023).

A UEPG (2023) ainda destaca que as peças em exposição no Jardim foram concedidas pela Fundação João José Bigarella (Funabi) ao MCN, sendo ao todo mais de 500 amostras entre rochas, cristais e fósseis coletados ao longo da vida do geólogo

que porta o nome da instituição concedente do acervo. Leajanski *et. al* (2024) relatam que, ao conhecer o Jardim Geológico, as pessoas podem ter uma experiência sensorial, em que é possível estabelecer relações entre os elementos geológicos e as paisagens do Paraná. E há também uma marcação que registra o caminho do Peabiru, uma via transcontinental que, conforme Parellada (2021), tinha o seu trajeto principal passando por estados como Paraná, São Paulo e atravessando países sul-americanos até chegar no Oceano Pacífico.

Figura 10: Jardim Geológico do MCN



Fonte: O autor, 2025

Voltando para o interior do MCN, é necessário mencionar a escala do tempo geológico presente no museu, intitulada de “História da Terra”. Representada na figura 11, esta parte em especial, faz a integração dos conteúdos e possui um papel para se pensar o Antropoceno, que é caracterizado por um momento distinto de qualquer outro que já tenha existido na história da Terra.

Figura 11: Escala do Tempo Geológico - A História da Terra



Fonte: O autor, 2025.

Logo abaixo da escala do tempo geológico, há alguns televisores que contam em forma de documentário cada um dos grandes períodos da Terra, abordando principalmente a partir de éons para explicar os acontecimentos que marcaram cada um desses divisores geológicos, sejam eles aspectos relacionados à vida ou à geografia do planeta que foi sendo transformada ao longo dos 4,6 bilhões de anos.

Conforme aponta Liccardo (2022):

Para representar a evolução do planeta e da vida na escala do Tempo Geológico, o Museu de Ciências Naturais da UEPG projetou painéis ilustrados que contemplam os principais eventos e características que marcaram o planeta. Buscando facilitar a leitura e compreensão, nesta representação foi acrescentada uma escala comparativa, onde os 4,57 bilhões de anos equivalem aos 365 dias do calendário humano em cada dia que passa, nesta comparação, são representados cerca de 12,5 milhões de anos (Liccardo, 2022, p. 22).

Nesse sentido, o museu buscou trazer uma analogia didática para a compreensão do tempo geológico com o calendário de 12 meses conhecido por todos. Nesse comparativo, a formação inicial do planeta há 4,56 bilhões de anos seria à meia-noite do dia 01 de janeiro e o surgimento da humanidade ocorreria somente há 2,5 milhões de anos, equivalente às 19h00 de 31 de dezembro no calendário. O Antropoceno, independentemente de quando o ser humano tenha iniciado a intervir significativamente no planeta, é muito recente se comparado à escala do tempo geológico, mesmo porque ele em si só, é recente.

3.2- TESTEMUNHOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO PASSADO

Um dos trabalhos do MCN é contar a história da Terra e destacar alguns dos grandes eventos que culminaram nas grandes transformações no planeta, mudanças estas que ocorreram em diferentes fases desde os 4,56 bilhões de anos de sua existência. Carneiro, Gonçalves e Lopes (2009) contam que as rochas são uma forma de memória inanimada do planeta, por guardarem registros de alterações e fenômenos da história geológica da Terra. Além disso, Lear *et. al* (2020) relatam que o registro geológico também pode mostrar mudanças na temperatura e na concentração dos gases de efeito estufa, o que evidencia uma perspectiva de intervenção antropogênica. Muitos, no entanto, imaginam mudanças climáticas como sendo algo apenas vinculado às ações humanas, quando na verdade também pode ser um fator de ordem natural.

Sampaio, Marengo e Nobre (2008, p.7) informam que o planeta “sempre passou por ciclos de aquecimento e resfriamento, ou seja, mudanças climáticas naturais sempre ocorreram no planeta”, sendo ainda estas variações, conforme os autores, decorrentes de diferentes quantidades da radiação solar que chegava à Terra, deriva continental, alterações nos padrões de órbita do planeta, erupções vulcânicas, entre outros fatores. Sendo a paleoclimatologia a ciência que estuda as mudanças ou variações do clima no passado da Terra, vale elencar os elementos utilizados em seus estudos, os quais Ramos (2020) destaca: os anéis de árvores, pólenes, fósseis, espeleotemas e testemunhos no gelo, por exemplo.

De modo mais objetivo, as árvores fossilizadas como mostrado na figura 12 são um testemunho das condições climáticas do passado, uma vez que os anéis não marcam apenas a idade, mas como eram as condições de temperatura e umidade da região e época em que o material fossilizado se encontrava. A espessura dos anéis como apresentado na figura 13, pode indicar as condições climáticas que existiram em uma região, com anéis mais espessos demonstrando uma disponibilidade maior de água ou umidade e os mais finos indicando períodos mais secos ou até mesmo mais frios.

Figura 12: Troncos fossilizados – 250 milhões de anos



Fonte: O autor, 2025

Figura 13: Anéis de crescimento



Fonte: O autor, 2025

Outro exemplo que o MCN possui e pode indicar também variação do clima são os varvitos, como apresentado na figura 14. Conforme o Serviço Geológico Brasileiro (SGB) (2014), os varvitos são rochas sedimentares de formação lacustre glacial. Ocorre que, no verão, com o degelo, a água e os sedimentos contidos nas geleiras descem para os lagos, depositando-se no seu fundo formando uma lâmina de coloração cinza-clara. Já no inverno, a superfície dos lagos congela, impedindo a deposição de sedimentos no fundo lacustre. No entanto, como explica o SGB (2014), ocorre neste momento a decantação da água sob o gelo, permitindo que sedimentos mais finos, como a argila e matéria orgânica, se depositem e formem camadas cinza-

escuras. Com a sucessão de estações, as camadas vão se formando horizontalmente, em um processo lento e demorado, mas que após muitos anos é possível observar intervalos espessos mais claros que correspondem a um verão mais quente ou prolongado, ao passo que intervalos espessos mais escuros correspondem a um inverno mais prolongado (SGB, 2014).

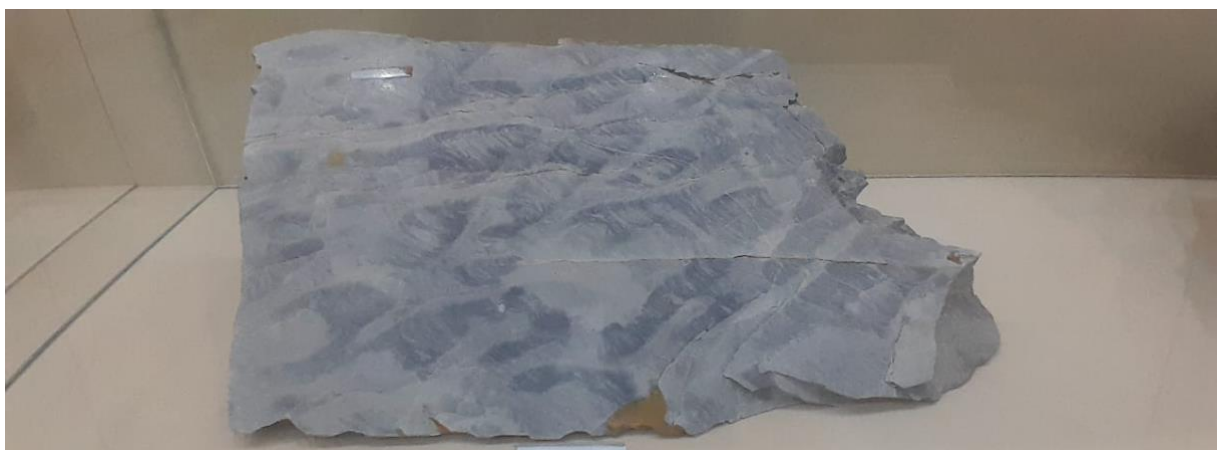
Figura 14: Varvito e suas camadas



Fonte: O autor, 2025

Outro testemunho que o MCN possui são os estromatólitos, como apresentado na figura 15 deste trabalho. Filho *et. al* (2010, p.2) apresentam os estromatólitos como “[...] estruturas biossedimentares originadas por atividade microbiana que ocorrem desde o Arqueano até hoje”. Filho *et. al* (2010) ainda explicam que o desenvolvimento dos estromatólitos depende de condições ambientais como claridade, profundidade, salinidade, energia da água e exposição ao ar, fatores esses que se tiverem ocorrido de forma adequada, permitem segundo os autores avaliar condições ambientais, paleogeográficas e climáticas do passado.

Figura 15: Estromatólito do MCN



Fonte: O autor, 2025

3.3- SEÇÕES COMPLEMENTARES AO ANTROPOCENO

Para se pensar o Antropoceno, o MCN busca estabelecer uma conexão de diversos elementos do seu interior, desde os elementos do passado que remetem a transformações naturais na história da Terra, bem como as atividades que o ser humano desenvolveu ao longo da história. Isso permite uma reflexão de que não é apenas a natureza que molda a Terra, mas que agora há um novo agente em ação.

Para fortalecer o pensamento do Antropoceno enquanto premissa da intervenção humana na Terra, é interessante mencionar a seção da mineração em Ponta Grossa que aparece na figura 16. Da Silva e Andrade (2017) destacam como sendo de alto grau os impactos provocados pela atividade de mineração, elencando a poluição da água, ar, solo, fauna, flora, alteração da paisagem pelo desmatamento, entre outros. Essa vitrine possui alguns elementos expostos como areia do Rio Tibagi, diabásio usado nas calçadas e amostras de metacalcário advindas de Itaiacoca.

Figura 16: Seção de mineração em Ponta Grossa



Fonte: O autor, 2025

Meira (2022, p. 50) destaca que o material referente à mineração “[...] pode ser usado como discussão da ação humana na obtenção dos recursos naturais e para abordar as transformações no relevo que resultam dessa atividade [...]”. Pensando nesse sentido, o museu ainda apresenta a seção de minérios, que dispõe de alguns exemplares em exposição e destino aplicado na fabricação de produtos como lâmpadas. Da Luz, Lins e França (2019) definem minério como toda rocha de um mineral ou agregado de minerais valiosos que possuem aproveitamento econômico.

A figura 17 mostra a seção de minérios, a qual demonstra o potencial industrial de converter elementos da geodiversidade para o uso e beneficiamento humano.

Figura 17: Seção de Minérios



Fonte: O autor, 2025

Além dessas seções, o MCN ainda possui elementos adicionais no seu interior, como um pinguim taxidermizado coberto com manchas de petróleo, um símbolo fatídico de como a vida animal está sujeita a atividades de poluição ao nível marinho e amostras diversas de corais no seu interior que, como já mencionado, sofrem no período atual com o branqueamento, seja pelo aquecimento das águas dos oceanos ou mudanças no teor de salinidade.

Figura 18: Pinguim coberto de petróleo



Fonte: O autor, 2025

Figura 19: Coral oceânico



Fonte: O autor, 2025

Juntas, estas seções e elementos no interior do MCN unificam algumas das atividades e indícios que são vinculados à ideia do Antropoceno, por caracterizarem atividades de grande potencial transformador no espaço. Os materiais anteriormente citados colaboram para criar uma percepção de que o ser humano consegue intervir significativamente no ambiente em que vive, sendo isso por si só um prelúdio à seção do Antropoceno que marca o ponto final da experiência ao interior do museu

3.4- SEÇÃO SOBRE O ANTROPOCENO

Na vitrine do Antropoceno criada pelos colaboradores do MCN, são expostas peças como a trinitita, o ferro, peças de sílex, cerâmica e o petróleo.

Figura 20: Vitrine do Antropoceno



Fonte: O autor, 2025

Dentre os materiais expostos como pode ser observado na figura 21, o mais antigo em termos de uso seriam as peças de sílex. Conforme conta Fester (2024), o sílex advém da extração de rochas sedimentares ricas em silício (dióxido de silício), tendo sido utilizado na produção de ferramentas cortantes como facas, pontas de lança ou de flecha. A cerâmica é outro material arqueológico na vitrine, obtida a partir da argila e que, se umedecida, ganha maleabilidade para ser moldada e posteriormente conduzida ao fogo, para atingir a sua rigidez. Conforme conta Napoli (2025), a cerâmica existe há milhares de anos, sendo uma das produções mais antigas já realizadas pelo homem, tendo possibilitado no passado a criação de vasilhas para armazenamento de água e alimentos, além de mostrar-se como um material eficiente para a construção de casas.

Já o metal é um material posterior, que conforme aponta Duarte (2019), teve a sua era inicial no período de 1200 a 300 A.C, tendo sido utilizado para desenvolver ferramentas para agricultura, caça e a guerra. O ferro em si foi uma revolução no seu próprio tempo, sendo hoje indispensável para muitas atividades e construções. O ferro e a cerâmica foram materiais processados pelo homem, indispensáveis para o progresso da civilização humana, sendo elementos que ajudaram a moldar o espaço e permitiram a transição de um modo de vida nômade para um sedentário, colaborando para o estabelecimento das primeiras cidades.

A trinitita na vitrine aparece devido ao que já foi anteriormente discutido, um elemento pontual de intervenção humana no espaço, um produto de reação nuclear. Já o petróleo é muito mais evidente no nível de problemas que traz ao ambiente, basta revisar a discussão e os dados advindos da poluição plástica. Santos (2012), relata que como resultado da atuação do homem sobre o meio, aparecem os problemas ambientais relacionados à perfuração de poços de petróleo, os quais podem prejudicar a fauna, flora e a sociedade. Esse mesmo autor aponta quais seriam alguns desses impactos relacionados à exploração do petróleo, os quais incluem, por exemplo, [...] derramamentos de óleo, poluição de praias, costões rochosos, manguezais, alteração em ecossistemas marinhos e terrestres, consumo e captação desordenada de água [...], entre outros (Santos, 2012, p. 155).

Uma das premissas de um museu, é instigar o pensamento, a curiosidade e trazer questões à mente de quem o visita. Evidentemente, esse espaço é acompanhado pelo painel da história da Terra e os televisores que contam cada um dos grandes divisores geológicos do planeta, sendo um espaço em que o visitante

pode acompanhar as mudanças e transformações pelo qual o planeta passou, antes que chegue à vitrine final destinada ao Antropoceno. Porém, nesse momento torna-se necessário o acompanhamento de um mediador, a fim de explicar o Antropoceno e o significado dos materiais em exposição. E incrementa-se que a reflexão sobre o Antropoceno não deve começar ali, mas deve ser amarrada a outras seções do MCN que demonstrem a intervenção humana no meio ambiente.

CAPÍTULO 4 - EDUCAÇÃO MUSEAL E CONSCIÊNCIA AMBIENTAL COLETIVA

A Lei 11904 de 14 de janeiro de 2009 estabelece o chamado Estatuto dos Museus, o qual define a organização e declara oficialmente alguns dos seus objetivos e papéis perante a sociedade. No artigo segundo, que destaca os princípios fundamentais de um museu, e especificamente no inciso de número IV, é dito: valorização e preservação do patrimônio cultural e ambiental. Aqui, o enfoque volta-se mais para o aspecto ambiental, o qual é indispensável na esfera de educação promovida por um museu. Muniz e Saladino (2021) realçam os museus como um dos agentes de sensibilização para a sustentabilidade, tendo um papel de transformação em si mesmo e no seu papel educacional para a temática ambiental. Ao se tratar do Antropoceno, o MCN possui um papel indispensável na reflexão ambiental, afinal, até aqui estão elencados diversos impactos que vêm marcando o planeta desde o século XX com alguma intensidade. E é essa percepção da intervenção humana no planeta que precisa ser despertada nos visitantes.

Lonkhuijzen *et. al* (2022) conta que, além da educação museal em si, os museus possuem a educação ambiental como uma ferramenta de comunicação para fortalecer a identidade coletiva local junto ao patrimônio cultural, bem como colaborar para a formação de sociedades mais sustentáveis, com valores embasados em uma educação ambiental crítica e de viés transformador. Sendo o MCN um espaço que privilegia e defende o patrimônio natural, torna-se de suma importância no contexto do Antropoceno promover sua conservação. Meira (2022) destaca que os museus permitem estabelecer uma interconexão entre o ser humano e a natureza, podendo estabelecer uma reflexão sobre a questão ambiental.

Neste contexto, é curioso pensar em uma fala promovida por Kunzler e Oliveira (2021), em que o Antropoceno pode ser tido como uma dualidade, em que a relação da humanidade e sistema Terra é marcada pela simultaneidade entre destruir e prosperar. É inegável o nível de conforto, recursos e avanços que a atual sociedade dispõe, mas também não há como negar os problemas já citados no planeta. E essas seriam questões ou reflexões que um museu precisaria despertar nos seus visitantes.

Auricchio (2001) relata que, diferente das escolas, os museus podem desenvolver uma educação ambiental de forma livre e sem cobrança, evidentemente não sendo descompromissada com a sociedade. Nesse sentido, Auricchio (2001) explica que, em um museu, não há a obrigatoriedade de estar vinculado a um

esquema ou sistematização rígida de listagens a serem cumpridas, elemento ao qual as escolas precisam muitas vezes seguir para atender às demandas curriculares. O museu, nesse sentido, possui um ambiente mais flexível no processo de qualificação da educação. Meira (2022) relata que conforme se estabelece uma política de educação museal no Brasil, os museus podem ser reconhecidos como espaços de reflexão e de interação social com o patrimônio.

O Museu do Amanhã (MDA) no Rio de Janeiro, criado em 2015, possui uma seção inteira dedicada ao Antropoceno. Soderi e Pugliese (2025) registram que o MDA possui painéis laterais com explicações por tópicos e totens com cada tema do Antropoceno, havendo na porção central uma estrutura com vídeos para os visitantes.

O museu parte da ideia do Antropoceno ainda como uma possível época geológica, elencando as mudanças que teriam conduzido a esse novo tempo. Soderi e Pugliese (2025) contam que nos totens passam informações sobre acontecimentos de impacto global, como as mudanças climáticas, degelo, ciclo do carbono e nitrogênio, entre outros.

Neto e Costa (2019) relatam que um dos motivos para a ocorrência da exposição é mostrar a danosa ação do ser humano sobre o planeta, destacando problemas advindos do aumento da população global, produção descontrolada de barris de petróleo e a quantidade de resíduos tóxicos no meio ambiente, com intuito de levar os visitantes a refletirem sobre as suas próprias ações e relação com o planeta, defendendo a ideia do desenvolvimento sustentável e consumo consciente como solução aos efeitos da ação antrópica no meio ambiente. O MCN, nesse sentido, pode e deve fazer uso de seu acervo para mostrar desde o início da visita as seções que mais se relacionam aos impactos da atividade humana. Isso deve ocorrer porque o Antropoceno no MCN não se resume apenas à vitrine, mas também aos demais elementos no seu interior que permitam refletir sobre os danos ambientais, o que pode ser exemplificado com o pinguim e o coral anteriormente citado. Novamente a mediação mostra a sua importância nesse papel, pois é necessário fazer menção desses aspectos e até mesmo um convite a se pensar nessas questões durante a visita ou explicação das partes do museu que tenham ligação com o Antropoceno.

FIGURA 21: Seção do antropoceno no Museu do Amanhã



Fonte: Museu do Amanhã, 2025

O MCN e o MDA, possuem objetivos semelhantes com relação ao Antropoceno, à medida em que ambos montaram um material que possa conduzir a uma crítica da intensidade antrópica, ou minimamente pensar no poder de impacto e provocar algum pensamento de sensibilização.

Auricchio (2001) considera que, se é com a escola que as pessoas aprendem a ir ao museu, é indispensável que o primeiro contato ocorra de forma eficiente, para que os visitantes percebam a importância dos museus para a sociedade. Studart (2014) relata que há no Brasil um número significativo de instituições que apresentam

aspectos relacionados à questão ambiental, e que os museus como espaços de educação não formal e de divulgação científica não podem ficar alheios a essa temática, por serem locais privilegiados para a discussão dos problemas ambientais da atualidade.

Pensando nesses aspectos, o MCN agrega muito valor à experiência daqueles que o visitam, pois em nenhum momento se propunha a ser um mero espaço de visualização com diferentes materiais em exposição de vitrine, mas sim em contribuir para a formação do conhecimento científico e do pensamento de conservação do patrimônio natural e cultural, com uma proposta de cunho reflexivo para seus visitantes, independentemente da faixa etária.

Com uma pequena parte destinada diretamente ao Antropoceno, o museu passa a convidar os visitantes a pensarem na força do processo de intervenção humana no meio ambiente. Uma intervenção que a princípio parecia mais tímida em sua história com a cerâmica e o gradativo domínio dos metais, mas que se intensificou em boa medida com alguns milhares de anos se considerar o petróleo/plástico e a trinitita como produtos mais recentes da atividade humana.

Talvez uma das reflexões possa se desenvolver nesse sentido, na rápida velocidade com que o nível de intervenção se deu em poucos milhares de anos, os impactos são hoje muito maiores e certamente impensáveis para as primeiras civilizações do passado. Andrade e Oliveira (2021) mencionam que a complexidade do Antropoceno não está apenas na compreensão dos impactos antropogênicos, mas também na forma de como a sociedade relaciona-se aos seus efeitos, o que se torna essencial para pensar o futuro.

Meira (2024) destaca que, embora o aprendizado da questão ambiental possa ocorrer em diversos espaços e contextos, dificilmente o trabalho isolado de um desses espaços conseguiria desenvolver uma percepção ambiental consciente como menciona a autora, mas que para além disso, requer uma vida repleta de experiências plurais para se chegar a esse estágio. Nesse sentido, o MCN logicamente não irá provocar uma percepção de mudança radical em apenas uma visita, mas poderá despertar um impacto reflexivo que é gradativamente construído, podendo ter o museu como um dos primeiros indutores para desenvolver uma percepção ambiental consciente, e também coletiva, que precisa atingir o maior número possível de pessoas a fim de que esse propósito seja alcançado.

Vale destacar que a situação agravante do meio ambiente não deve ser apenas abordada em escala mundial, pois a nível nacional os problemas também não perdem a intensidade. Andrade e Oliveira (2021) destacam que na sociedade brasileira atual é possível notar um desmonte de políticas ambientais bem estabelecidas, desastres ambientais com toque antropogênico e uma fragilização que também é retroalimentada pela polarização política. O que se percebe muitas vezes é uma tentativa de descridibilização das questões ambientais, a qual acaba sendo tratada como uma fantasia ou discurso de alarde, o que já está resultando em um alto custo na realidade prática da sociedade. Como aponta Meira (2024), torna-se de extrema importância que o acesso e democratização da ciência ocorram, a fim de se contrapor a movimentos de negacionismo e desinformação que se alastram a nível nacional e internacional.

Segundo Santos e De Souza (2021), os adventos que decorrem das mudanças climáticas, como a desertificação, elevação do nível do mar e enxurradas, por exemplo, terão maior impacto sobre as populações que estão em condição de vulnerabilidade socioambiental, afinal, as condições de vida neste caso não favorecem e não há muitas vezes uma infraestrutura adequada e nem qualquer forma de apoio para famílias inteiras que vivem em situações como estas. Essa é outra dimensão que necessita ser pensada, pois afinal são estas as pessoas que mais precisam de modo imediato do acesso não apenas ao suporte, mas ao acesso democrático anteriormente falado, seja da educação, conhecimento científico e aos museus como um direito fundamental, seja como lazer, aprendizado e reflexão, seja para pensar o contexto em que vivem e como podem ser afetados.

O MCN no momento dispõe da sua vitrine e da integração de outras seções para que seja gerada uma indagação final do que o ser humano é capaz de realizar no seu meio, e embora não consiga conter os imensos danos ambientais, já é capaz de mostrar qual agente pode gerar muitos dos danos hoje presentes. Isso por si só já estabelece uma consciência do papel humano em relação às questões ambientais, mas também do desanimador potencial de adoecer o sistema Terra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram elencados diversos elementos que caracterizam o poder da ação humana sobre o meio ambiente e foram expostos dados preocupantes sobre a presença do plástico, acidificação dos oceanos, aumento do nível dos mares e as mudanças climáticas que deflagram boa parte desses eventos.

Talvez à primeira vista possa parecer um pouco utópico o que um museu pode oferecer para problemas que já assumiram uma magnitude global, e com uma boa chance de que esses problemas persistam e continuem avançando como tem acontecido até o presente momento. A população global tem aumentado cada vez mais, e junto disso, a necessidade da exploração de recursos aumentado para suprir suas necessidades, somando-se a um mundo exposto à ideia do consumismo desenfreado.

Como relembra Auricchio (2001), a associação da educação ambiental com os museus, desde que bem estruturada, pode colaborar com o dinamismo nessas instituições, sendo a questão ambiental um dos anseios da sociedade e uma oportunidade em que os museus podem estreitar os vínculos junto a ela, melhorando assim a compreensão do assunto.

No momento em que o visitante do MCN explorar o seu espaço, ele terá um vislumbre de diversos elementos da geodiversidade e biodiversidade, algo que certamente agregará à sua bagagem de conhecimentos, se bem aproveitado. Porém, ao se deslocar em frente à escala do tempo geológico, poderá compreender transformações pelas quais o planeta passou em sequência didática, desde o seu surgimento até o momento atual. Chegando ao final, irá se deparar com uma simples vitrine, disposta internamente com alguns materiais que marcaram a história humana na Terra, trazendo grandes mudanças, não somente a ele, mas ao mundo em que vive. Ao final, logo abaixo, estará uma breve e singela questão: “Antropoceno?”. Em outras palavras: o ser humano realmente está alterando o planeta a ponto de gerar grandes transformações negativas em seu equilíbrio natural? Que essa reflexão possa ser feita com clareza e com a devida atenção que o meio ambiente tanto precisa.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, K; DE OLIVEIRA, J. G. B. Educação ambiental: estratégias de conscientização ou sensibilização sobre as ações antrópicas no Brasil. **Problemas socioambientais emergentes: contribuições teóricas e práticas**, v. 1, p. 17-33, 2021.

ANGUS, I. Quem tenta cancelar o antropoceno. Outras Palavras, 2025. Disponível em: <https://outraspalavras.net/terraeantropoceno/quem-tenta-cancelar-antropoceno/>. Acesso em: 16 out 2025.

ARAÚJO, M. C. B; SILVA-CAVALCANTI, J. S. Dieta indigesta: milhares de animais marinhos estão consumindo plásticos. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 10, n. 5, p. 74-81, jan./maio. 2016.

ARAÚJO, M. D. A ideia do Antropoceno dos séculos XVIII e XIX comparada à do século XXI: Implicações para o debate sobre mudanças climáticas. **Researchgate.net**, Rio de Janeiro, p. 1-18, jan. 2025.

ARTAXO, P. Uma nova era geológica em nosso planeta: o antropoceno ?. **Revista USP**, São Paulo, v. 13, n. 103, p. 13-24, nov. 2014.

AURICCHIO, A. L. R. Os museus e a questão ambiental. **Revista Educação: Teoria e Prática. Rio Claro: UNESP–Instituto de Biociências**, Rio Claro, n. 16, p. 49-100, mar. 2001.

BARNES, D. K. A.; GALGANI, F.; THOMPSON, R. C.; BARLAZ, M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences**, Plymouth, v. 364, n. 1526, p. 1985-1998, jul. 2009.

BELLUCCI, J. J. *et al.* A detailed geochemical investigation of post-nuclear detonation trinitite glass at high spatial resolution: Delineating anthropogenic vs. natural components. **Chemical Geology**, v. 365, p. 69-86, fev. 2014.

BESSAT, F. A mudança climática entre ciência, desafios e decisões: olhar geográfico. **Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 11-26, jan/jul. 2003.

BIJMA, J. BARANGE, M. BRANDER, L. Impacts of ocean acidification. **Briefing de Política Científica da ESF**, v. 37, p. 1-12, ago. 2009.

BRASIL. Lei nº 11.904/09. Institui o Estatuto de Museus e dá outras providências. **Presidência da República e Casa Civil, Brasília**, 2009. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11904.htm. Acesso em: 11 ago 2025.

BRITO, L., STAFFORD-SMITH, M. 2012. State of the Planet Declaration. Planet Under Pressure: New Knowledge Towards Solutions conference, London, 26-29 March 2012. Disponível em: http://www.igbp.net/download/18.6b007aff13cb59eff6411bbc/1376383161076/SotP_declaration-A5-for_web.pdf. Acesso em: 16 out 2025.

BURROWS, L; HOLDEN, D; TYNAN, E. Untangling Maralinga: Spatial and Temporal Complexities of Australia's Atomic Anthropocene. **Journal of Australian Studies**, v. 47, n. 3, p. 515-530, abr. 2023.

CARNEIRO, C. D. R; GONÇALVES, P. W; LOPES, O. R. O ciclo das rochas na natureza. **Terrae didática**, v. 5, n. 1, p. 50-62, 2009.

CASTAÑETA, G *et al.* Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición. **Revista boliviana de química**, v. 37, n. 3, p. 160-175, jul/ago. 2020.

CASTRO, J. M. P. P. **Acidification effects in the behavioural responses of temperate reef fish larvae**. Dissertação (Mestrado em Ecologia Marinha). Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.

Ciência ufpr: pesquisadores encontram rochas formadas por plástico na ilha da trindade. **UFPR**, 19 jan. 2023. Disponível em: <https://ufpr.br/ciencia-ufpr-pesquisadores-encontram-rochas-formadas-por-plastico-na-ilha-de-trindade/>. Acesso em: 02 jul. 2025.

COOK, B. R.; RICKARDS, L. A.; RUTHERFURD, I. A. N. Geographies of the Anthropocene. **Geographical Research**, Melbourne, v. 53, n. 1-13, maio. 2015.

CONTI, J. B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. **Revista da ANPEGE**, São Paulo, v. 2, n. 02, p. 81-87, ago. 2005.

CORCORAN, P. L.; MOORE, C. J. JAZVAC, K. An anthropogenic marker horizon in the future rock record. **GSA Today**, Boulder, v. 24, n. 6, p. 4-8, jun. 2014.

CRIADO, M. Á. Os microplásticos chegaram ao intestino humano. **El País**, Madrid, v. 29, out. 2018.

CRUTZEN, P. J. Geology of mankind. **Nature**, Londres, v.415, n.6867, p. 23, jan. 2002.

DA LUZ, A. B; LINS, F. A. F.; FRANÇA, S. C. A. Introdução ao tratamento de minérios. **Comunicação Técnica Elaborada para o Tratamento de Minérios. Centro de tecnologia mineral**, v. 1, p. 3-20, ago. 2010.

DA SILVA, M. L; ANDRADE, M. C. K. Os impactos ambientais da atividade mineradora. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 11, n. 6, 2017.

DAMIANOS, Alexander. Anthropocene angst: Authentic geology and stratigraphic sincerity. **Social Studies of Science**, Canterbury, v. 55, n. 3, p. 444-464, 2025.

DOBIŃSKI, W. Permafrost. The Contemporary Meaning of the Term and its Consequences. **Bulletin of Geography. Physical Geography Series**, v. 5, p. 29–42, 2012.

DOS SANTOS, P. V. *et al.* Impactos ambientais causados pela perfuração em busca do petróleo. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE**, Sergipe, v. 1, n. 1, p. 153-163, out. 2012.

DUARTE, H. A. Ferro-um elemento químico estratégico que permeia história, economia e sociedade. **Química Nova**, Belo Horizonte, v. 42, n. 10, p. 1146-1153, nov. 2019.

EBY, N *et al.* Trinitite redux: Mineralogy and petrology. **American mineralogist**, v. 100, n. 2-3, p. 427-441, fev. 2015.

EBY, N *et al.* Trinitite – the atomic rock. **Geology Today**, v. 26, n. 5, p. 180-185, set/out .2010.

ERIKSEN, C; HERZOG, S. Nuclear waste. In: **Handbook of the Anthropocene: Humans between Heritage and Future**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 1521-1525.

ERIKSSON, C.; BURTON, H. Origins and biological accumulation of small plastic particles in fur seals from Macquarie Island. **AMBIO: Um Jornal do Ambiente Humano**, v. 32, n. 6, p. 380-384, set. 2003.

FERNANDINO, G.; ELLIFF, C. I. Rochas de plástico: Interação da poluição plástica com a geologia. **Diálogos Socioambientais**, v. 8, n. 21, p. 42-53, 2025.

FERNANDINO, G *et al.* Anthropoquinas: first description of plastics and other man-made materials in recently formed coastal sedimentary rocks in the southern hemisphere. **Marine Pollution Bulletin**, v. 154, p. 111044, maio. 2020.

FESTER, H. O que é: objetos de sílex - entenda agora. **HistoricText**, 2024. Disponível em: <https://historictext.com/glossario/o-que-e-objetos-de-silex-entenda-agora/>. Acesso em: 19 out 2025.

FILHO, W. S *et al.* Estromatólitos de Nova Campina e Itapeva, sp - primeiros estromatólitos descritos na américa do sul. **SIGEP**, v. 3, p. 1-17, 2010.

FORSTER, P *et al.* Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: IPCC. **Climate change 2007: the scientific basis**. Cambridge, IPCC Report, 2007. p. 129-234.

GEYER, R; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science advances**, v. 3, n. 7, p. 1-5, jul. 2017.

GRIFFIS, T. J. *et al.* Nitrous oxide emissions are enhanced in a warmer and wetter world. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Edinburgh, v. 114, n. 45, p. 12081-12085, nov. 2017.

HAMILTON, C; BONNEUIL, C; GEMENNE, François. Thinking the anthropocene. In: **The Anthropocene and the global environmental crisis**. Routledge, 1º ed, 2015. p. 1-13.

HATJA, V.; COSTA, M. F.; CUNHA, L. C. Oceanografia e química: unindo conhecimentos em prol dos oceanos e da sociedade. **Química Nova**, Campinas, v. 36, n. 10, p. 1497-1508, set. 2013.

INTERNATIONAL UNION OF GEOLOGICAL SCIENCES. *Anthropocene extended Statement*. Paris: IUGS, 2024. Disponível em: file:///C:/Users/Messias/Downloads/Anthropocene_extended_IUGS-ICS_Statement.pdf. Acesso em: 12 jun 2025.

INTERNATIONAL UNION OF GEOLOGICAL SCIENCES. *Anthropocene short Statement*. Paris: IUGS, 2024. Disponível em: [file:///C:/Users/Messias/Downloads/Anthropocene_short_IUGS-ICS_Statement%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Messias/Downloads/Anthropocene_short_IUGS-ICS_Statement%20(1).pdf). Acesso em: 12 jun 2025.

IPCC. **Climate change 2001: the scientific basis**. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

IPCC. **Climate change 2007: the scientific basis**. Contribution of Working Group I Contribution to the Fourth Assesment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

IPCC. **Climate change 2021: the physical science basis**. Working Group I Contribution to the sixth assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

JORDAN, C. Photo of an albatross filled with plastic on Midway Island. 2009. Disponível em: <https://www.chrisjordan.com/Midway/3/thumbs-caption>. Acesso em: 08 ago 2025.

KILHAVN, H; SHIPP, J; BERTHEUSSEN, A. Comentário sobre a decisão do Antropoceno do ICS: Da estratigrafia à narrativa. **Ambientes Quaternários e Humanos**, v. 2, n. 6, p. 1-3, 2024.

KUNZLER, J; OLIVEIRA, V. D. Paleogenômica e Museologia: os museus e o paradoxo do Antropoceno. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, Belém, v. 16, n. 1, p. 1-19, 2021.

LEAJANSKI, A *et al.* Jardim Geológico do Paraná: espaço museológico de educação geocientífica. **Terrae Didactica**, Ponta Grossa, v. 20, p. 1-10, 2024.

LEAR, C. H. *et al.* Geological Society of London Scientific Statement: what the geological record tells us about our present and future climate. **Journal of the Geological Society**, v. 178, n. 1, p. 1-13, dez. 2020.

LEBRETON, L *et al.* Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 1-15, mar. 2018.

LICCARDO, A. O museu de Ciências Naturais: geodiversidade e biodiversidade. **Ponta Grossa: Estúdio texto**, 2022.

LICCARDO, A *et al.* Museu de Ciências Naturais: valorização do acervo paleontológico da Universidade Estadual de Ponta Grossa. **Terra Plural**, Ponta Grossa, v.15, p. 1-13, 2021.

LIGHTFOOT, K. G. *et al.* European colonialism and the Anthropocene: A view from the Pacific Coast of North America. **Anthropocene**, v. 4, p. 101-115, dez. 2013.

LONKHUIJZEN, D. M. V *et al.* Educação Ambiental e museus: janelas epistemológicas do passado, presente e futuro. **Interações (Campo Grande)**, v. 23, n. 3, p. 617-634, jul/set. 2022.

MAZZUOLI, V. O; FIORENZA, F. H. R M. O desaparecimento de micro-Estados insulares pela elevação do nível do mar e as consequências para o Direito Internacional Contemporâneo¹. **Revista do Direito de Língua Portuguesa**, n. 2, p. 275, jul/dez. 2013.

MCBRIEN, J. Accumulating Extinction Planetary Catastrophism in the Necrocene. In: MOORE, J. W. (ed.). *Anthropocene or capitalocene ?* 1 ed. Oakland: Kairos, 2016, p. 116-137.

MEIRA, A. P. G. **A geodiversidade de Ponta Grossa/PR em exposição no Museu de Ciências Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa e suas possibilidades para o ensino de geociências.** Ponta Grossa, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2022.

MEIRA, A. P. G. **Interfaces entre educação museal e educação ambiental: percepções dos visitantes do Museu de Ciências Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa.** Ponta Grossa, 2024. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2024.

MENDES, J. O antropoceno por Paul Crutzen e Eugene Stoermer. **Antropocena: Revista de Estudos do Antropoceno e Ecocrítica**, Braga, v. 01, n. 01, p. 113-116, 2020.

MENEZES NETO, H; COSTA, S. O Antropoceno no Museu do Amanhã (RJ): perspectivas críticas à exposição de longa duração. **Museologia e Patrimônio**, v. 12, n. 1, mar. 2019.

MET OFFICE; WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. State of the Global Climate 2020. Genebra: WMO, p. 1-54, 2021.

MONTAGNER, C. C. *et al.* Microplásticos: ocorrência ambiental e desafios analíticos. **Química nova**, v. 44, n. 10, p. 1328-1352, jun. 2021.

MOORE, R. Mudanças climáticas e aumento do nível dos oceanos: uma proposta para a adoção de cláusulas de mudanças climáticas em acordos de delimitação marítima. **Relações Internacionais**, São Paulo, n. 66, p. 37-55, jun. 2020.

MUNIZ, Tiago Silva Alves; SALADINO, Alejandra. Museus e sustentabilidade: reflexões sobre educação museal e emergência climática. **Revista Habitus-Revista do Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia**, Goiânia, v. 19, n. 1, p. 39-59, jan/jul. 2021.

MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS. O museu - museu de ciências naturais - Ponta Grossa. **UEPG**, Ponta Grossa, 2025. Disponível em: <https://www2.uepg.br/mcn/o-museu/>. Acesso em: 18 out 2025.

MUSEU DO AMANHÃ. Antropoceno. [Imagem]. Museu do Amanhã, 2025. Disponível em: <https://museu-do-amanha.s3.sa-east-1.amazonaws.com/d6ea336d4a24db415f667c46524fd5a0.jpeg>. Acesso em: 14 set 2025.

NAPOLI, L. Cerâmica: a mais antiga das indústrias. Anicer, 2025. Disponível em: <https://www.anicer.com.br/revista-anicer/revista-96/historia/>. Acesso em: 15 set 2025.

NATALIO, R. Antropoceno ou o eterno garimpo de ou(t)ro. In: Marras, S; Taddei R. (Org.). O antropoceno: sobre modos de compor o mundo. 1ª edição. Belo Horizonte (MG): **Fino Traço Editora**, 2022.

NATIONAL GEOGRAPHIC. Great pacific garbage patch. **National Geographic**, 23 abril 2025. Disponível em: <https://education.nationalgeographic.org/resource/great-pacific-garbage-patch/>. Acesso em 11 ago 2025.

NATIONAL GEOGRAPHIC. Homo plasticus. **National Geographic** Espanha, Madrid, v. 57, n. 1, p. 1-100, jul. 2025.

NOGUEIRA, S. M. S. *et al.* Acidificação oceânica: uma questão negligenciada. **Bjast**, v. 27, n. 2, p. 1-6, out. 2023.

OLIVATTO, G. P. *et al.* Microplásticos: Contaminantes de preocupação global no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1968-1989, dez. 2018.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Global plastics outlook: Economic drivers, environmental impacts and policy options. **OECD Publishing**, 2022.

PARELLADA, C. I. Arqueologia do Peabiru: entrelaçando caminhos e conflitos. **Revista Habitus-Revista do Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia**, v. 19, n. 2, p. 276-301, ago/dez 2021.

PASTOR, C. B; AGULLÓ, D. V. Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública. **Revista española de salud pública**, v. 93, p. 1-10, ago. 2020.

PIMENTA, P. P; Antropoceno. Apontamentos para a história de uma ideia. In: Marras, S; Taddei R. (Org.). O antropoceno: sobre modos de compor o mundo. 1ª edição. Belo Horizonte (MG): **Fino Traço Editora**, 2022.

PIMENTEL, C. S *et al.* Museu de Ciências Naturais da UEPG e a inserção de geociências na educação. **Estudos Regionais–Políticas Públicas**. v. 1, p. 16-23.

POWER, C. A plastic ocean, 2017. Fotografia. Disponível em: <http://www.infocusorg.com/blog/caroline-power-a-plastic-ocean>. Acesso em: 11 ago 2025.

PSIBIOVSKI, C, F. **Educação museal e o ensino de geociências no Museu de Ciências Naturais (MCN) da UEPG**. Ponta Grossa, 2023. Trabalho de Conclusão

de Curso (Licenciatura em Geografia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2023.

RAMOS, K; **A dendroclimatologia e sua contribuição aos estudos geográficos do clima**. Florianópolis, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

RITCHIE, H; SAMBORSKA, V; ROSER, M. Plastic pollution. Our World In Data. org, 2023. Disponível em: <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>. Acesso em: 23 jul 2025.

ROSS, C. S. Optical properties of glass from Alamogordo, New Mexico. **American Mineralogist: Journal of Earth and Planetary Materials**, v. 33, n. 5-6, p. 360-362, 1948.

RUDDIMAN, W. F. The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago. **Climatic change**, Charlottesville, v. 61, n. 3, p. 261-293, 2003.

SAMPAIO, G; MARENGO, J; NOBRE, . Mudanças climáticas. **Revista Intergeo Interações no Espaço Geográfico**, 2008.

SANTOS, C. V *et al*. O Museu de Ciências Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa como atrativo turístico. **Physis Terrae-Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, Santa Maria, v. 5, n. 2-3, p. 3-17, jun. 2023.

SANTOS, F. A *et al*. Plastic debris forms: Rock analogues emerging from marine pollution. **Marine pollution bulletin**, v. 182, p. 114031, set. 2022.

SANTOS, M. P. *et al*. Coral data reveal the impact of the great acceleration on the carbon cycle in the western tropical South Atlantic. **Paleoceanography and Paleoclimatology**, v. 40, n. 7, p. 1-14, jul. 2025.

SANTOS, T. M. M; DE SOUZA, B. I. Sociedade e natureza: interpretações, reflexos na Educação Ambiental no Brasil e a necessidade do devir. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 267-286, 2021.

SCHIRMER, W. N.; LISBOA, H. M. Química da atmosfera: constituintes naturais, poluentes e suas reações. **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 12 n. 02, p. 37-46, jul./dez. 2008.

SEEG BRASIL. Análise de emissões por setor. **Seeg Brasil**, 2023. Disponível em: <https://www.seegbrasil.org/analise-setores>. Acesso em: 30 jun. 2025.

SERVIÇO GEOLÓGICO BRASILEIRO (SGB). Varvitos: um registro geológico ano a ano. **SGB**, 2014. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/varvitos-um-registro-geologico-ano-a-ano>. Acesso em: 18 out 2025.

SHOSHITAISHVILI, B. From Anthropocene to noosphere: The great acceleration. **Earth's Future**, Berkeley, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2021.

SINHA, D. K. *et al.* Holocene: definition and current stratigraphic status in the geological time scale. **PERSPECTIVES, ENVIRONMENTAL DYNAMICS AND IMPACT EVENTS**, p. 1-9, 2013.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG). **Emissões brutas totais do Brasil por setor de 1990-2023**. [Gráfico]. **SEEG**, 2025. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/?yearRange%5B0%5D=1990&yearRange%5B1%5D=2023&emissionType%5B0%5D=1&gas=8&groupBy=Sector&rankBy=State>. Acesso em: 03 julho 2025.

SKELTON, A; NOONE, K. J. The case for the Anthropocene Epoch is stronger than the case for the Holocene Epoch. **Earth's Future**, Stockholm, v. 13, n. 5, p. 1-14, maio. 2025.

SMITH, B. D.; ZEDER, M. A. The onset of the Anthropocene. **Anthropocene**, v. 4, p. 1-6, dez. 2013.

SODERI, T. G. M. S; PUGLIESE, A. Reflexões sobre o Antropoceno na exposição de longa duração do Museu do Amanhã. **Investigações em Ensino de Ciências**, Santo André, v. 30, n. 2, p. 244-268, ago. 2025.

SPENCER, J. Nuclear winter and the anthropocene. **GSA Today**, Tucson, v. 32, n. 8, p. 1-9, ago. 2022.

SPERANDIO, D. G.; GOMES, C. H. Variações globais nos níveis de NO₂ durante a pandemia de covid-19 (coronavírus): uma breve discussão sobre geologia e antropoceno. **Holos**, Natal, v. 36, n. 5, p. 1-11, ago. 2020.

STEFFEN, W *et al.* The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, physical and engineering sciences**, v. 369, n. 1938, p. 842-867, 2011.

STEFFEN, W *et al.* The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. **Ambio-Journal of Human Environment Research and Management**, v. 36, n. 8, p. 614-621, dez. 2007.

STONE, M. **National geographic**, 2019. Disponível em: <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/new-plastic-pollution-formed-fire-looks-like-rocks>. Acesso em: 02 julho 2025.

STOPPANI, A. **Ad un corso annuale di geologia**. 2. ed. Milão: Tipografia de Giuseppe Bernardoni, 1866.

STUDART, D. Um panorama dos museus que trabalham com a questão ambiental no Brasil. **Museus, biodiversidade e sustentabilidade ambiental**. Rio de Janeiro: **Espirógrafo editorial; Associação Brasileira de Museologia**, p. 108-120, 2014.

TOKARSKI, J. Pesquisadores encontram rochas formadas por plástico na ilha da trindade. **UFPR**, 18 jan 2023. Disponível em: <https://ciencia.ufpr.br/portal/pesquisadores-encontram-rochas-formadas-por-plastico-na-ilha-da-trindade/>. Acesso em: 02 julho 2025.

TRISCHLER, H. The Anthropocene: A challenge for the history of science, technology, and the environment. **NTM Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin**, v. 24, n. 3, p. 309-335, ago. 2016.

TURNER, A *et al.* Marine pollution from pyroplastics. **Science of the Total Environment**, v. 694, p. 1-9, 2019.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). *Importance of methane*. Disponível em: <https://www.epa.gov/gmi/importance-methane>. Acesso em: 22 jul. 2025.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA (UEPG). Museu de ciências naturais inaugura jardim geológico. **UEPG**, Ponta Grossa, 2023. Disponível em: <https://www2.uepg.br/proex/museu-de-ciencias-naturais-inaugura-jardim-geologico/>. Acesso em: 06 ago. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). **Rocha plástica**. [Imagem]. **UFPR**, 2023. Disponível em: https://ciencia.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2023/01/Rocha-plastica_Foto-Fernanda-Avelar-Santos-2019.jpg. Acesso em: 03 julho 2025.

VIEIRA, C. F. A *et al.* Efeitos climáticos do metano na atmosfera. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v. 29, n. 1, p. 72-83, jun. 2008.

VILLARRUBIA-GÓMEZ, P *et al.* Plastics pollution exacerbates the impacts of all planetary boundaries. **One Earth**, v. 7, n. 12, p. 2119-2138, dez. 2024.

WATERS, C. N. *et al.* Can nuclear weapons fallout mark the beginning of the Anthropocene Epoch? **Boletim dos Cientistas Atômicos**, v. 71, n. 3, p. 46-57, 2015.

WATERS, C. N. *et al.* The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. **Science**, v. 351, n. 6269, p. 137-148, jan. 2016.

ZALASIEWICZ, J. *et al.* The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene. **Antropoceno**, v. 13, p. 4-17, mar. 2016.