

# DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E MEIO AMBIENTE: UMA ANÁLISE INTERDISCIPLINAR DA HISTÓRIA AMBIENTAL

DESARROLLO TECNOLÓGICO Y MEDIO AMBIENTE: UN ANÁLISIS  
INTERDISCIPLINARIO DE LA HISTORIA AMBIENTAL



Hélio Maia<sup>1</sup>

Urânia Maia<sup>2</sup>

## Resumo

O artigo aborda pesquisa que busca a relação entre tecnologia e meio ambiente ao longo da história, com foco na interdisciplinaridade da História Ambiental. O problema de pesquisa é entender como o desenvolvimento da tecnologia afetou e afeta o meio ambiente em um panorama histórico. O objetivo é identificar como o desenvolvimento tecnológico vem afetando o meio ambiente, utilizando a teoria da história da técnica de Petrick Geddes e Lewis Mumford. A metodologia é de enfoque qualitativo e de natureza bibliográfica, com a pesquisa em livros e contribuições sobre o construto teórico de Geddes e Mumford. As conclusões destacam a complexidade e multifacetada relação entre tecnologia e meio ambiente, e a importância da transição para fontes de energia limpa e soluções tecnológicas sustentáveis para mitigar as mudanças climáticas e preservar o meio ambiente.

**Palavras-chave:** História ambiental; tecnologia; meio ambiente.

## Resumen

El artículo aborda una investigación que busca explorar la relación entre la tecnología y el medio ambiente a lo largo de la historia, con un enfoque en la naturaleza interdisciplinaria de la Historia Ambiental. El problema de investigación consiste en comprender cómo el desarrollo tecnológico ha afectado y continúa afectando al medio ambiente en un contexto histórico. El objetivo es identificar cómo el desarrollo tecnológico ha estado impactando en el medio ambiente, utilizando la teoría de la historia de la tecnología de Petrick Geddes y Lewis Mumford. La metodología es de naturaleza cualitativa y bibliográfica, con investigación realizada en libros y contribuciones relacionadas con el constructo teórico de Geddes y Mumford. Las conclusiones resaltan la compleja y

---

<sup>1</sup> Doutor em Educação no eixo de pesquisa Ensino de Ciências e Matemática (ECMA) do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília (FE/UnB). Professor da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília (FE/UnB).

<sup>2</sup> Doutora em Educação pela Universidade Federal da Bahia na área de Teatro-Educação. Professora Associada 4, da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Coordenadora Geral e Professora Permanente do PPGDC - Programa de Pós-graduação em Difusão do Conhecimento. Coordenadora do Subprojeto Pedagogia e Teatro PIBID.



multifacética relación entre la tecnología y el medio ambiente, así como la importancia de la transición hacia fuentes de energía limpia y soluciones tecnológicas sostenibles para mitigar el cambio climático y preservar el medio ambiente.

**Palabras clave:** Historia Ambiental; tecnología; medio ambiente.

## Introdução

Este estudo constitui uma parte de uma pesquisa mais ampla dedicada à História Ambiental e suas áreas afins, uma disciplina notoriamente interdisciplinar. Isso ocorre porque, na construção de seu corpo de conhecimento, a História Ambiental requer a colaboração de diversas disciplinas, todas essenciais para investigar as complexas relações entre os seres humanos e o ambiente ao longo da história. Um dos princípios epistemológicos centrais da História Ambiental é o reconhecimento da interconexão entre a natureza e a sociedade, enfatizando a importância de compreender como as transformações no ambiente natural são influenciadas e influenciam as ações humanas<sup>3</sup>.

Em outras palavras, a História Ambiental parte do pressuposto de que não é possível entender completamente a história humana sem considerar o ambiente natural em que essa história se desenrola. Isso significa que a análise histórica não se limita apenas aos eventos políticos, sociais e econômicos, mas também inclui as mudanças ambientais, os impactos das atividades humanas no ecossistema e como as sociedades têm respondido a essas mudanças. Destarte, o princípio epistemológico da História Ambiental envolve uma abordagem interdisciplinar, na qual historiadores, cientistas naturais, ecologistas, geólogos, geógrafos e outros estudiosos colaboram para entender a complexa relação entre a humanidade e o ambiente. Essa disciplina busca examinar como as práticas agrícolas, a industrialização, a urbanização, as mudanças climáticas e outras questões ambientais moldaram a história das sociedades humanas e como as percepções culturais e as ideias sobre a natureza também influenciaram as ações humanas.

---

<sup>3</sup> ALMAGAMBETOVICH, Iqlas Nogaibayev. "Relations between nature and society in a philosophical context". **ACADEMICIA: AN INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY RESEARCH JOURNAL**, v. 11, n. 1, p. 257-262, 2021.



Assim, na História Ambiental uma abordagem sistêmica, a partir da sua interdisciplinaridade própria, representa uma síntese para compreender e enfrentar os desafios ambientais complexos que a sociedade enfrenta globalmente atualmente. Nesse sentido, uma aproximação de vários campos, destacando a natureza multidimensional dos problemas ambientais, as interconexões complexas entre as atividades humanas e o ambiente natural, a colaboração entre diferentes partes torna-se necessária. Além disso, a interdisciplinaridade que emerge nessa área é fundamental para a promoção do desenvolvimento sustentável, a educação e conscientização ambiental e para uma análise mais completa e contextualizada das interações entre a humanidade e o meio ambiente ao longo do tempo.

Dessa forma, o desafio dessa pesquisa consistiu em responder ao seguinte problema: dado a natureza interdisciplinar da História Ambiental, é possível entender, em um panorama histórico, como o desenvolvimento da tecnologia afetou e afeta o meio ambiente? Diante desse desafio, o principal objetivo dessa investigação consiste em identificar, a partir da teoria da história da técnica de Petrick Geddes (1854-1932) e Lewis Mumford (1895-1990), como o desenvolvimento tecnológico vem afetando o meio ambiente.

Como enfoque metodológico a pesquisa é de natureza qualitativa. Para isso foram pesquisados livros e contribuições sobre o construto teórico de Geddes e Mumford, sobretudo na literatura produzida pelo último autor, bem como outras fontes que contribuíram com elementos para a investigação. O artigo está constituído em breves tópicos que auxiliam na construção das suas ideias. A saber, no tópico intitulado “As Fases da Técnica na História Ambiental” se descrevem três fases da técnica na história ambiental: eotécnica, paleotécnica e neotécnica, que são definidas por diferentes complexos tecnológicos, métodos de geração e utilização de energia, modos de produção e tipos de trabalhadores. No tópico intitulado “A transição da eotécnica para a paleotécnica e os impactos dos avanços tecnológicos”. Mostra-se a transição da fase eotécnica para a fase paleotécnica e como os avanços tecnológicos, especialmente a disponibilidade de carvão mineral e o desenvolvimento de novos materiais como o ferro fundido, tiveram impacto significativo na construção e na indústria. Por fim, no tópico



intitulado “A neotécnica e a biotécnica como mudanças” se discute como a tecnologia evoluiu ao longo do tempo, desde a Revolução Industrial até a era da biotécnica, e como essas mudanças afetaram o meio ambiente e a sociedade. Destaca-se ainda a importância da transição para fontes de energia limpa e soluções tecnológicas sustentáveis para mitigar as mudanças climáticas e preservar o meio ambiente.

### **As Fases da Técnica na História Ambiental**

Os movimentos tecnológicos que conduziram o planeta à condição atual, caracterizada pela possibilidade de esgotamento de recursos naturais, perda de biodiversidade, desmatamento e destruição de habitats, poluição das águas, do ar e dos solos, abalos à saúde humana e animal alterações no clima<sup>4</sup>, por certo possuem como um dos seus elementos fundadores a Revolução Industrial, todavia, a construção do que passou a ser designado pelo termo se funda em um passado que representa um somatório de avanços da técnica que a seu modo impacta o ambiente e o comportamento humano.

Nesse trabalho aborda-se esse período da história ambiental a partir da análise do construto teórico desenvolvido por Petrick Geddes e ampliado por Lewis Mumford sobre a evolução da técnica. Para Lewis Mumford<sup>5</sup> ao se analisar o último milênio, é possível dividir o desenvolvimento das máquinas e o seu impacto na civilização em três fases consecutivas, embora interligadas e sobrepostas: a fase eotécnica, a paleotécnica e a neotécnica. A ideia de que a civilização industrial não constitui uma entidade única, mas apresenta duas fases distintas e contrastantes, foi proposta pela primeira vez pelo professor Patrick Geddes e publicada no início do século XX. Contudo, Geddes ao estabelecer a definição para as fases paleotécnica e neotécnica, não levou em conta o importante período de preparação, o período em que todas as grandes invenções foram realizadas ou antecipadas, a eotécnica.

---

<sup>4</sup> DIJOO, Zulaykha Khurshid; KHURSHID, Rizwana. “Environmental Degradation as a Multifaceted Consequence of Human Development”. In: BHAT, Rouf Ahmad et al. (edit.). **Environmental Biotechnology: Sustainable Remediation of Contamination in Different Environs**. Boca Raton: CRC Press, 2022.

<sup>5</sup> MUMFORD, Lewis. **Técnica y Civilización**. Madri: Alianza Editorial, 1992.



Essa fase eotécnica marca a era inicial da tecnologia moderna. Embora cada fase corresponda aproximadamente a um período da história humana, o mais importante é que cada fase resultou num complexo tecnológico único. Ou seja, cada etapa tem origem em uma região específica e tende a utilizar recursos e matérias-primas específicas. Cada etapa possui métodos específicos de geração e utilização de energia e modos de produção específicos. No final, cada etapa resulta em um tipo específico de trabalhador que se forma de maneira única, desenvolve determinadas competências e se diferencia dos demais trabalhadores. Além disso, cada fase baseia-se em aspectos específicos do patrimônio da sociedade e desenvolve-os ainda mais.

Segundo Hélio José Santos Maia<sup>6</sup>

Embora Geddes tenha se dedicado ao estudo da paleotécnica e da neotécnica, foi Lewis Mumford que estudou mais detalhadamente e descreveu a eotécnica, além das outras. Mumford também desenvolve superficialmente a ideia de uma quarta fase da técnica designada biotécnica.

Na biotécnica há integração do orgânico ao mecânico com utilização intensa da energia atômica<sup>7</sup> e será tratada mais adiante. Mas, é preciso abordar a paleotécnica e suas características, foco da análise da Revolução Industrial iniciada no período. Para isso é necessário caracterizar antes a eotécnica, o período anterior. Embora as delimitações de cada fase não sejam tão exatas, uma vez que possivelmente elas aconteceram para diversos povos em tempos e durações diferentes, essas fases da técnica na concepção de Geddes e Mumford associam-se aos materiais construtivos predominantes em cada época e às fontes de energias utilizadas. Assim, na aurora da humanidade até antes da Revolução Industrial, os autores situam a eotécnica<sup>8</sup>, embora, como atesta Lewis Mumford<sup>9</sup>, a infância de nossas técnicas modernas se estende aproximadamente do ano 1000 ao 1750 da nossa era comum. Na eotécnica os materiais construtivos e as fontes

---

<sup>6</sup> MAIA, Hélio José Santos. “A teoria de Geddes e Mumford sobre a história da técnica como um caminho ao ensino de Ciências”, p. 1446-1458. In: Editora Científica Digital (org.). **Open Science Research III**. Guarujá-SP: Científica Digital, 2022. p. 1451.

<sup>7</sup> MAIA, Hélio José Santos. “A teoria de Geddes e Mumford sobre a história da técnica como um caminho ao ensino de Ciências”, p. 1446-1458. In: Editora Científica Digital (org.). **Open Science Research III**. Guarujá-SP: Científica Digital, 2022.

<sup>8</sup> Eotécnica, palavra cujo prefixo "eos", em grego significa aurora.

<sup>9</sup> MUMFORD, Lewis. **Técnica y Civilización**. Madri: Alianza Editorial, 1992.



de energia, embora predominantes, variaram de acordo com cada região, civilização, cultura e o período histórico, pode-se falar dos materiais construtivos e de geração de energia, o complexo água-madeira, mas também pedras, amplamente utilizadas na construção de estruturas duradoras em várias civilizações, à exemplo das pirâmides egípcias, os templos gregos e as muralhas romanas, outros ainda como tijolos de barro secos ao sol ou cozidos usados em muitas regiões, como na antiga Mesopotâmia e também no Império Romano, além da madeira, que sempre foi fundamental como material construtivo em muitas áreas, especialmente em regiões com abundância de florestas e são utilizadas para construção de casas, embarcações e fortificações. Pode-se ainda mencionar o adobe, um tipo de tijolo de lama misturado com palha e secos ao sol, usados no antigo Egito e em partes da América do Sul.

Quanto às fontes de energias utilizadas na eotécnica, além da força humana e animal, que por muito tempo, sobretudo na pré-história, foram predominantes para tarefas como transporte, moagem de grãos e construção, a lenha e biomassa de modo geral, foram importantes fontes de calor e energia para cozinhar e aquecer, bem como para a produção de carvão vegetal em algumas culturas. Com o avanço da humanidade, a água também foi utilizada como energia hidráulica com moinhos de água muito utilizados para moer grãos e realizar outras tarefas mecânicas como irrigação em algumas civilizações. Com o advento da construção de embarcações a energia eólica passou a ser utilizada em certas regiões como no Egito, para impulsioná-las aproveitando-se dessa energia dos ventos. Fica evidente que as tecnologias e os recursos disponíveis variavam amplamente de acordo com o tempo e o local. A utilização de materiais de construção e fontes de energia era influenciada pela geografia, clima, disponibilidade de recursos naturais e desenvolvimento tecnológico das civilizações antigas, mas, de forma geral, os elementos mencionados acima, constituem componentes predominantes nessa fase da técnica.

Para Lewis Mumford<sup>10</sup>,

A fase eotécnica, como é natural, não terminou abruptamente no meio do século XVIII: assim como atingiu seu auge inicialmente na Itália no século XVI com o trabalho de Leonardo e seus

---

<sup>10</sup> MUMFORD, Lewis. **Técnica y Civilización**. Madri: Alianza Editorial, 1992. p. 130.



contemporâneos talentosos, ela também teve uma frutificação tardia na América por volta de 1850. Dois de seus produtos mais destacados, o rápido navio 'clipper' e o método Thonet de fabricação de móveis de madeira curvada, remontam aos anos 1830. Houve partes do mundo, como Holanda e Dinamarca, que em muitas regiões passaram diretamente de uma economia eotécnica para uma neotécnica, sem sentir mais do que a fria sombra de uma nuvem paleotécnica<sup>11</sup>. (Tradução nossa)

Dessa forma, de acordo com a visão de Mumford, não ocorreu uma uniformidade temporal e espacial nas fases da técnica. Em algumas regiões, inclusive, há supressões de fases, como mencionado.

### **A Transição da Eotécnica para a Paleotécnica e os impactos dos avanços tecnológicos**

Até o Renascimento, que segundo Lewis Mumford<sup>12</sup>, não foi, socialmente falando, o amanhecer de um novo dia, mas sim o seu crepúsculo, “as artes mecânica avançavam enquanto as artes humanas enfraqueciam e retrocediam, [...] o ritmo da inovação se tornou mais rápido, e a proliferação de máquinas e o aumento de energia aconteceram”<sup>13</sup>. Assim nessa fase, em seu ocaso, predominaram os materiais construtivos já mencionados, com o acréscimo da argamassa e do vidro. A primeira representa uma mistura de cal e areias, muitas vezes com adições de materiais como cabelos e até sangue animal<sup>14</sup>, utilizada para unir tijolos e pedras em construções de alvenaria. O vidro passou a ser utilizado vastamente durante o Renascimento, permitindo a entrada de luz nas estruturas<sup>15</sup>. À medida que se avança em direção à Primeira Revolução Industrial, a disponibilidade de carvão mineral como fonte de energia e o desenvolvimento de novos materiais, como o ferro fundido, começaram a ter um impacto

---

<sup>11</sup> La fase eotécnica, como es natural, no terminó repentinamente a mediados del siglo XVIII: lo mismo que alcanzó su cima antes que nada en Italia en el siglo XVI con la obra de Leonardo y sus contemporâneos de talento, así llegó a una retardada fructificación en la América de los años 1850. Dos de sus más finos productos, el rápido barco “clipper” y el procedimiento Thonet de fabricación de muebles de madera curvada se remontan hacia los años 1830. Hubo partes del mundo, como Holanda y Dinamarca, que en muchos distritos, pasaron directamente de una economía eotécnica a la neotécnica, sin sentir más que la fría sombra de una nube paleotécnica.

<sup>12</sup> MUMFORD, Lewis. **Técnica y Civilización**. Madri: Alianza Editorial, 1992, p. 131.

<sup>13</sup> Las artes mecánicas avanzaban mientras las artes humanas se debilitaban y retrocedían, [...] el ritmo de la invención se hizo más rápido, y la multiplicación de las máquinas y el incremento de la energía tuvieron lugar.

<sup>14</sup> SANTIAGO, Cybèle Celestino. **Argamassas tradicionais de cal**. Salvador: EDUFBA, 2007.

<sup>15</sup> McCRAY, W. Patrick. **Glassmaking in Renaissance Venice: The Fragile Craft**. Aldershot: Ashgate, 1999.



significativo na construção e na indústria<sup>16</sup>. Essas mudanças ajudaram a impulsionar a Revolução Industrial, marcando a transição para a fase da técnica chamada por Geddes e Mumford de paleotécnica<sup>17</sup>, que se caracteriza pela predominância do uso do carvão mineral como fonte de energia, além do ferro que passa a ser utilizado extensamente como material construtivo das máquinas que ampliaram a industrialização e a produção.

Segundo Shozo Motoyama<sup>18</sup>,

Quando adentrou na fase paleotécnica, o homem, pela primeira vez na história, tornou-se senhor de um conhecimento técnico capaz de realizar em grande escala grandes empreendimentos, independente da força animal. Ele finalmente encontrou uma nova e poderosa fonte de energia, a térmica, representada de modo sugestivo pela máquina a vapor alimentada pelo carvão.

Assim, o período paleotécnico que abrange a Revolução Industrial até o advento da eletricidade, no final do século XIX, testemunhou avanços significativos nas técnicas de construção e nas fontes de energia, o que revolucionou a forma como as sociedades construíram e funcionaram. Quanto aos materiais construtivos, o ferro fundido em um primeiro momento, foi o material predominante de uso generalizado na construção de máquinas e outros artefatos, como elementos arquitetônicos mais complexos e duráveis, como pontes de ferro, edifícios industriais e ferrovias. Com o advento da fase da técnica seguinte, a neotécnica, é que o aço, mais resistente e maleável, aparece e amplia ainda mais as possibilidades construtivas, tanto de máquinas quanto na construção civil<sup>19</sup>.

Quanto ao tipo de energia que predominou no paleotécnico têm-se o carvão-mineral que se tornou a fonte de energia durante a Revolução Industrial, alimentando máquinas a vapor, locomotivas a vapor e fábricas, o que impulsionou a produção em larga escala e o transporte. A invenção da máquina a vapor por James Watt (1736-1819) foi um marco crucial na Revolução Industrial,

---

<sup>16</sup> MOHAJAN, Haradhan. "The First Industrial Revolution: Creation of a New Global Human Era". **Journal of Social Sciences and Humanities**. [s. l.], Vol. 5, No. 4, p. 377-387, 2019.

<sup>17</sup> Paleotécnica, constitui-se pelo prefixo "paleo" que significa em grego antigo.

<sup>18</sup> MOTOYAMA, Shozo. **USP 70 Anos: Imagens de uma História Viva**. São Paulo: Editora da USP, 2006, p. 22.

<sup>19</sup> ROGERS, Robert P. **An Economic History of the American Steel Industry**. New York: Routledge, 2009.



uma vez que permitiu que a energia do vapor d'água fosse convertida em trabalho mecânico, o que impulsionou a indústria, a mineração e o transporte ferroviário.

No campo das ideias e avanços das Ciências, a paleotécnica representou um período fecundo. O final do século XVIII até o final do século XIX foi marcado por avanços significativos nas ciências, com notáveis contribuições em várias áreas, incluindo a biologia, a sociologia, medicina, microscopia, microbiologia e outras disciplinas. Essas conquistas moldaram nossa compreensão do mundo e tiveram um impacto profundo na sociedade. Entre as teorias notáveis do período estão a Teoria da Evolução e sua Origens das Espécies, uma das ideias mais revolucionárias proposta por Charles Darwin (1809-1882) no século XIX. Por essa teoria as espécies evoluem ao longo do tempo por meio da seleção natural<sup>20</sup>, uma ideia que revolucionou a biologia, a compreensão da diversidade de vida e que impactou fortemente o pensamento religioso centrado no criacionismo. Além dessa teoria, o advento da genética mendeliana, desenvolvida pelo monge austríaco Gregor Mendel (1822-1884), representou o início do desvelamento da transmissão dos caracteres para a progênie. Mendel realizou experimentos com ervilhas e estabeleceu, por meio da compreensão matemática, as leis da hereditariedade, lançando as bases da genética moderna, compreendendo a transmissão de traços de uma geração para a outra<sup>21</sup>.

Além dos campos de conhecimentos anteriores, a paleotécnica trouxe mudanças sociais e econômicas profundas. Auguste Comte, por exemplo, frequentemente considerado pai da Sociologia, promoveu a ideia de que a sociedade pode ser estudada empiricamente e que a sociologia, denominada inicialmente por ele de física social<sup>22</sup>, em alusão aos métodos de investigação da física, ciência natural, que também deveriam ser aplicados a essa ciência, era um campo do conhecimento que buscava compreender os fenômenos sociais. Ainda no campo da compreensão da sociedade, Karl Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895) desenvolveram a teoria do materialismo histórico, que analisa a sociedade a partir da luta de classes. Os pensadores argumentaram que

---

<sup>20</sup> DARWIN, Charles. **Sobre a seleção natural**. Lisboa: Atlântico Press & Coisas de Ler, 2014.

<sup>21</sup> CHEN, Irina B.; HUMENIUK, Halyna B. "Mendel G.J.: life and scientific activity (on the 200th birth)". **Factors of Experimental Evolution of Organisms**. V.30, 2022.

<sup>22</sup> COMTE, Auguste. **Curso de Filosofia Positiva**. Em: Os Pensadores. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983.



as condições da classe trabalhadora na Revolução Industrial eram uma parte fundamental da história social.

Na medicina a paleotécnica trouxe a teoria microbiana das doenças, ou seja, a compreensão de que microrganismos, como bactérias, eram a causa de muitas doenças, desbancando a teoria dos miasmas, predominante até o período<sup>23</sup>. Louis Pasteur e Robert Koch foram pioneiros na identificação de micróbios como causadores de doenças específicas, estabelecendo as bases da microbiologia médica. Isso tudo foi facilitado em função dos avanços na fabricação de microscópios, permitindo a observação de estruturas celulares e microrganismos, o que levou a práticas mais higiênicas e ao desenvolvimento de tratamentos eficazes. Também é do período a descoberta da anestesia que permitiu cirurgias mais seguras e menos dolorosas, melhorando a prática médica<sup>24</sup>.

Mas, nem tudo da paleotécnica representou avanços no conhecimento humano, pois, o período trouxe sérios impactos ambientais, sociais, de saúde e na qualidade de vida das pessoas, particularmente durante o século XIX. Os principais impactos estão relacionados à intensa utilização do carvão, seja o mineral assim como o de origem vegetal, como fonte de energia, à mineração de ferro e outros minérios, bem como às condições de habitação nas grandes cidades. O carvão mineral, como era a principal fonte de energia durante a Revolução Industrial, alimentando locomotivas, fábricas e casas, em sua queima liberava poluentes, como dióxido de enxofre e partículas, que poluíam o ar das cidades industriais. Além disso, as indústrias frequentemente descarregavam resíduos tóxicos nos rios e córregos próximos, causando a poluição da água, afetando a vida aquática.

Outro impacto ambiental notável, diz respeito ao desmatamento e à degradação do solo. A demanda por madeira para alimentar fornos industriais e construir estruturas levou ao desmatamento de vastas áreas florestais e a

---

<sup>23</sup> MARTINS, Roberto Andrade; MARTINS, Lilian Al-Chieryr Pereira.; FERREIRA, Renata Rivera. **Contágio: história da prevenção das doenças transmissíveis**. São Paulo: Moderna, 1997.

<sup>24</sup> REIS JÚNIOR, Almiro dos. “O primeiro a utilizar anestesia em cirurgia não foi um dentista. Foi o médico Crawford Williamson Long”. **Rev. Bras. Anesthesiol.** [s. l.], 56 (3), Jun 2006.



mineração de matérias-primas, como o próprio carvão mineral e o ferro, causou a degradação do solo e a destruição de paisagens naturais. Como menciona Shozo Motoyama<sup>25</sup>, ao se referir às condições ambientais da paleotécnica sob a interferência humana,

Marinheiro de primeira viagem, desconhecendo o alcance e o limite das novas técnicas, o homem acabou agredindo o meio ambiente, poluindo os ares, os rios, os mares e o próprio solo. Parecia que a Terra sucumbiria à ambição humana no decorrer da décima nona centúria.

Diante disso, o homem não ficou incólume. O crescimento rápido das cidades industriais resultou em condições de habitação superlotadas e insalubres, verdadeiros acampamentos urbanos de pestilências e morte. Trabalhadores viviam em cortiços e bairros superpovoados, muitas vezes sem acesso a saneamento básico ou água limpa. Associado a essas condições, a poluição do ar e da água estava relacionada a problemas de saúde, incluindo doenças respiratórias, como a pneumoconiose, que afetava mineiros de carvão, e doenças transmitidas pela água. A superlotação e a falta de higiene nas cidades industriais propiciaram o surgimento de epidemias de cólera e outras doenças infecciosas<sup>26</sup>.

Um romance importante da época, em que todas essas condições dos trabalhadores podem ser observadas foi “*Germinal*” escrito pelo autor francês Émile Zola (1840-1902) e publicado em 1885<sup>27</sup>. O livro trata das condições de vida e trabalho dos mineiros de carvão na França durante a Revolução Industrial. A história se passa em uma cidade fictícia chamada Montsou e gira em torno da vida dos mineiros e de suas famílias que enfrentam condições de trabalho extremamente difíceis, incluindo longas horas, baixos salários, falta de segurança e exploração pelas classes sociais mais privilegiadas, o que representa elementos da realidade vivida na época. Ao longo do romance, Zola explora temas que representam ideias circulantes de então, como a luta de classes, a exploração da classe trabalhadora, a solidariedade entre os oprimidos e os desafios enfrentados

---

<sup>25</sup> MOTOYAMA, Shozo. **USP 70 Anos: Imagens de uma História Viva**. São Paulo: Editora da USP, 2006. p. 22

<sup>26</sup> GOWLAND, Rebeca. “A Mass of Crooked Alphabets’: The Construction and Othering of Working Class Bodies in Industrial England”. p. 147-163. In: STONE, Pamela K. (edit.). **Bioarcheological Analyses and Bodies: new ways of knowing Anatomical and Archaeological Skeletal Collections**. New York: Springer, 2018.

<sup>27</sup> ZOLA, Émile. **Germinal**. Reino Unido: Penguin Publishing Group, 2004.



pelos mineiros na busca por uma vida melhor. O livro também aborda questões como greves, conflitos e a dura realidade da vida nas minas de carvão. "*Germinál*" é uma obra poderosa que oferece uma representação crua e realista das condições de trabalho e da miséria enfrentadas pelos trabalhadores durante a Revolução Industrial na França, evento histórico eminentemente do paleotécnico.

A História Ambiental do período aponta que o denominado antropoceno<sup>28</sup>, termo proposto para descrever uma época geológica na qual a atividade humana tem tido um impacto significativo e duradouro nos sistemas naturais da Terra, exercendo uma influência substancial nas mudanças ambientais e climáticas em curso, tem início no paleotécnico durante a Revolução Industrial do século XVIII, embora esse início ainda seja uma questão de debate entre os cientistas<sup>29</sup>. Segundo Artaxo<sup>30</sup>,

Desde os anos 80, alguns pesquisadores começaram a definir o termo Antropoceno como uma época em que os efeitos da humanidade estariam afetando globalmente nosso planeta. O prêmio Nobel de Química (1995) Paul Crutzen auxiliou na popularização do termo nos anos 2000, através de uma série de publicações discutindo o que seria essa nova era geológica da Terra (Crutzen, 2002) na qual a influência humana se mostra presente em algumas áreas, em parceria com as influências geológicas. A humanidade emerge como uma força significativa globalmente, capaz de interferir em processos críticos de nosso planeta, como a composição da atmosfera e outras propriedades.

Todavia, não resta dúvida que neste período paleotécnico, houve um aumento significativo na queima de combustíveis fósseis, desmatamento, urbanização e outros impactos humanos no ambiente. Essas atividades têm causado mudanças substanciais no clima, na biodiversidade, na química dos oceanos e na geologia da Terra.

A questão do Antropoceno é complexa e envolve não apenas o reconhecimento do impacto humano no planeta, mas também a busca por soluções para mitigar e lidar com esses impactos. Muitos cientistas argumentam

---

<sup>28</sup> É importante notar que o conceito de Antropoceno ainda não foi formalmente adotado como uma época geológica reconhecida pela Comissão Internacional de Estratigrafia, que é a autoridade responsável pela definição das divisões geológicas.

<sup>29</sup> ARTAXO, Paulo. "Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno?". **Revista USP**, [s. l.], n. 103, p. 13-24, 2014.

<sup>30</sup> ARTAXO, Paulo. "Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno?". **Revista USP**, [s. l.], n. 103, p. 13-24, 2014. p. 15.



que a consciência do Antropoceno deve conduzir a ações mais responsáveis em relação ao meio ambiente e à busca por um desenvolvimento sustentável que leve em consideração as consequências de longo prazo de nossas atividades sobre o planeta.

Para uma compreensão mais ampla, dado o tamanho do problema que gerou mudanças significativas na paisagem ambiental e na sociedade, é necessário incorporar uma abordagem interdisciplinar que combina a história ambiental, a história econômica, a história social e a história da tecnologia, além de outros tributários como as compreensões técnicas da ecologia, da biologia geral, da química, das ciências agrárias, enfim, com a perspectiva de produzir um conhecimento transdisciplinar aplicado a uma compreensão sólida acerca da condição humana na Terra.

Observando-se todos os elementos tecnológicos e seus impactos do paletécnico, pode-se dizer que a preocupação com os impactos ambientais causados pela ação humana, especialmente no contexto da Revolução Industrial, tem sua gênese também nessa fase da técnica e passa a ser estudada sistematicamente a partir do século XIX, pois à medida que a industrialização e a urbanização se aceleram, os problemas ambientais tornam-se mais visíveis e urgentes.

Durante o século XIX, à medida que as cidades industriais cresceram, surgiram problemas de poluição do ar e da água, bem como questões de agravo da saúde pública. Isso levou a regulamentações governamentais iniciais, como o “*Public Health Act*” de 1848 no Reino Unido, que abordava questões de saneamento e saúde nas cidades industriais<sup>31</sup>. Essas preocupações, possivelmente, receberam impulso das ideias de Darwin, sobretudo as publicadas na “*A Origem das Espécies*” de 1859, uma vez que o autor evidenciava as relações entre os seres humanos e a natureza, destacando a conexão da humanidade com o mundo natural. Mas foi o advento da neotécnica que trouxe de fato a solidificação no campo das preocupações ambientais.

---

<sup>31</sup> EXNER, Martin. “Edwin Chadwick and the Public Health Act 1848: principal architect of sanitary reform”. p. 699-706 In: BARTRAM, Jamie. (edi.). **Routledge Handbook of Water and Health**. New York: Routledge, 2015.



## **A neotécnica e a biotécnica como mudança**

Ao longo do final do século XIX e durante o século XX, houve mudanças significativas nos materiais construtivos e nas fontes de energia que passaram a predominar, inaugurando a nova fase da história da técnica de Geddes e Mumford, denominada neotécnica<sup>32</sup>, refletindo os avanços tecnológicos e as necessidades da época. Como materiais construtivos pode-se mencionar o aço, além ainda do ferro fundido, vastamente utilizado em estruturas desde o final do século XIX e no século XX em diante. A construção em aço permitiu a criação de edifícios mais altos e resistentes, como os primeiros arranha-céus, associados à intensa utilização do concreto que passou a ser conhecida como concreto armado, tornando-se uma técnica de construção amplamente adotada o que possibilitou a construção de pontes, edifícios e infraestruturas mais robustas. Outro material construtivo da neotécnica diz respeito ao vidro reforçado, também chamado de vidro temperado laminado que passou a ser largamente usado em janelas e fachadas de edifícios, contribuindo para a estética moderna e o aumento da luminosidade nos espaços interiores. No século XX, outro material construtivo entra em cena, o plástico, como o baquelite e posteriormente o plástico reforçado com fibra de vidro, encontrou aplicações em uma variedade de produtos de construção, bem como em móveis e eletrodomésticos.

Como fonte de energia, entra no cenário a eletricidade que se tornou na neotécnica a fonte essencial para a iluminação, sistemas de transporte, comunicação e uma ampla gama de dispositivos elétricos. A disseminação da eletricidade foi impulsionada por personalidades como Thomas Edison (1847-1931) e Nikola Tesla (1856-1943). Ainda no final do século XIX a descoberta e exploração de petróleo levaram à expansão da indústria de combustíveis fósseis, tornando-o a principal fonte de energia para o transporte, a geração de energia e a indústria química. É importante notar que durante o período entre o final do século XIX e o final da Segunda Guerra Mundial, houve um grande salto tecnológico e uma transformação na sociedade que impulsionaram a demanda por materiais mais resistentes e eficientes, bem como por fontes de energia mais versáteis e abundantes. Essas mudanças na construção e na energia moldaram a

---

<sup>32</sup> Neotécnica, seu prefixo “neo” vem do grego novo. (Nota dos autores).



infraestrutura urbana, a arquitetura e o modo de vida das pessoas ao longo do século XX, representando um período de transição significativo na história do desenvolvimento tecnológico e industrial.

Por certo as condições das cidades e de suas habitações experimentaram mudanças intensas do paleotécnico para o neotécnico. Enquanto no primeiro as habitações eram insalubres em cidades industriais frequentemente superlotadas e carentes de saneamento básico, a iluminação nas habitações dependia principalmente de velas, de lampiões a óleo e, mais tarde, de lâmpadas a gás, a queima intensiva de carvão nas fábricas e nas casas resultava em poluição do ar com partículas e gases tóxicos. As águas dos rios próximos às indústrias eram frequentemente poluídas por resíduos industriais. Isso resultava em ambientes pouco iluminados e propensos a incêndios. Com a introdução da eletricidade como base energética as habitações do século XX melhoraram significativamente. As casas passaram a ser construídas com maior atenção à iluminação, ventilação e saneamento. A eletrificação das casas permitiu o uso de lâmpadas elétricas, o que resultou em uma iluminação mais eficiente e segura. A eletricidade também possibilitou o uso de aparelhos eletrodomésticos que melhoraram a qualidade de vida, além de uma redução significativa na queima de carvão para iluminação, o que melhorou a qualidade do ar em ambientes internos e reduziu o risco de incêndios.

Nas cidades do século XX, houve um movimento em direção a uma urbanização mais planejada em algumas regiões, com maior ênfase na criação de espaços verdes, melhores condições de transporte público e zonas residenciais separadas das áreas industriais. Assim, é de se assinalar que a transição da queima de carvão para a eletricidade como fonte de energia nas cidades do século XX trouxe melhorias significativas nas condições de habitação e na qualidade de vida das pessoas. Isso se traduziu em ambientes mais iluminados, limpos e eficientes, proporcionando maior conforto e segurança para os residentes urbanos em comparação com as condições precárias durante o período da Revolução Industrial. Todavia, é importante notar que desafios relacionados à habitação e urbanização persistiram ao longo do século XX, embora em contextos diferentes.



Além desses ganhos tecnológicos, as preocupações das ações humanas sobre o ambiente representam os principais benefícios da neotécnica em transição para a biotécnica. Essa última fase, inicialmente compreendida por Mumford, como a fusão do biológico com o mecânico, sendo inaugurada após a Segunda Grande Guerra Mundial com o uso da energia atômica, hoje se testemunha o crescente uso de energias sustentáveis como a eólica e solar. Embora Lewis Mumford tenha vivido até 1990 e tenha teorizado sobre a biotécnica, não pôde testemunhar o que se vive atualmente em relação à essa fusão do biológico, ao mecânico e eletrônico, como um avanço dessa fase. Mas, é evidente que está se tornando cada vez mais presente e impactante em nossas vidas essa convergência de tecnologias e disciplinas, de modo a moldar o presente, prometendo revolucionar ainda mais o futuro. Essa revolução começou com a biotecnologia, que permitiu a manipulação de organismos vivos para benefícios humanos. O sequenciamento genético tornou-se uma realidade, abrindo portas para a edição genética que na agricultura e na pecuária orientou-se em direção ao aprimoramento genético, levando ao aumento das monoculturas e à criação intensiva de animais, especialmente a partir da década de 1980. A edição genética também levou à terapia genética. Hoje, já existem terapias genéticas para tratar doenças hereditárias, e a engenharia genética está em avançado desenvolvimento. Além disso, a eletrônica está cada vez mais presente nos próprios corpos humanos. Dispositivos médicos implantáveis, como marca-passos e bombas de insulina controladas por smartphones, exemplificam como a eletrônica está se integrando com a biologia para melhorar a qualidade de vida.

Olhando para o futuro, as perspectivas são mais espantosas. Espera-se que a nanotecnologia permita a criação de dispositivos minúsculos que podem ser injetados nos corpos para monitorar a saúde das pessoas ou entregar medicamentos de forma direcionada<sup>33</sup>. A realidade virtual e a realidade aumentada também estão se tornando mais avançadas, oferecendo possibilidades de interação entre o mundo digital e o mundo físico. No campo da inteligência artificial, a humanidade caminha para a criação de sistemas ainda mais autônomos e capazes de aprendizado contínuo. Isso pode ter aplicações em

---

<sup>33</sup> HARARI, Yuval Noah. **Homo Deus: uma breve história do amanhã**. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.



áreas como carros autônomos, assistentes pessoais virtuais e diagnósticos médicos mais precisam. Mas, como esses avanços da biotécnica com todas essas promessas, impactam e impactarão o ambiente? Responder essa questão por certo envolve o enfrentamento de desafios éticos, sociais, políticos e econômicos importantes. Questões relacionadas à privacidade, segurança e controle sobre essas tecnologias precisam ser cuidadosamente consideradas, sobretudo as análises de riscos à natureza.

Por outro lado, sem sua inserção ambiental, podemos notar que já no âmbito da biotécnica nas décadas de 1960 e 1970 o movimento ambiental moderno começou a ganhar força impulsionado por eventos como o lançamento do livro “Primavera Silenciosa” de Rachel Carson em 1962, que alertava sobre os perigos dos pesticidas<sup>34</sup>. Isso levou à criação da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos em 1970 e à celebração do Dia da Terra também nesse ano<sup>35</sup>. Outro marco para o movimento ambiental mundial diz respeito à Conferência de Estocolmo das Nações Unidas em 1972 sobre o ambiente humano. Essa conferência foi uma das referências para a conscientização global sobre questões ambientais, levando à criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), estabelecendo a necessidade de considerar o meio ambiente nas decisões de políticas globais<sup>36</sup>.

Já nas décadas de 1980 e 1990, as preocupações com as mudanças climáticas, a degradação da camada de ozônio e a perda de biodiversidade se tornaram temas centrais, uma vez que as ações humanas sobre a natureza que caracterizam o antropoceno, se acentuam e ficam evidente pelas consequências danosas ao meio ambiente em âmbito global. Gradualmente isso levou a tratados internacionais importantes, como o Protocolo de Montreal (1987) para proteger a camada de ozônio e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Clima (1992) e o Protocolo de Kyoto (1997).

---

<sup>34</sup> CARSON, Rachel. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Editora Gaia, 2010.

<sup>35</sup> MOREIRA, Rafael Martins Costa. **Acordos ambientais e os limites do inegociável**. Londrina: Thoth, 2021.

<sup>36</sup> MOREIRA, Rafael Martins Costa. **Acordos ambientais e os limites do inegociável**. Londrina: Thoth, 2021.



Diante desse quadro chega-se ao século XXI, no qual a conscientização sobre os impactos ambientais continua a crescer, com um foco crescente na sustentabilidade, energias renováveis, conservação e medidas para combater as mudanças climáticas. Acordos internacionais como o Acordo de Paris (2015) buscam enfrentar a mudança climática de maneira global.

### **Considerações finais**

À vista do que foi abordado, em busca de se responder o problema de pesquisa e o alcance do objetivo pretendido, é possível entender como o desenvolvimento da tecnologia afetou e afeta o meio ambiente em um panorama histórico por meio do entendimento interdisciplinar da História Ambiental. A relação entre tecnologia e meio ambiente é complexa e multifacetada, e sua evolução ao longo da história mostra como as inovações tecnológicas tiveram um impacto significativo nas condições ambientais.

Ao se buscar essa compreensão usando-se a teoria de Geddes e Mumford, ainda na eotécnica é possível identificar os indícios do que seria a paleotécnica uma vez que antes da Revolução Industrial, apesar das sociedades serem agrárias e dependerem da força humana e animal para realizar tarefas e isso limitava o impacto no meio ambiente, é possível entender que as atividades agrícolas já causavam desmatamento e erosão do solo em algumas regiões. Nessa perspectiva, do ponto de vista comparativo entre eotécnica e paleotécnica, é possível entender como um problema de escala que se manifesta na intensificação e na extensão das atividades humanas. A paleotécnica representou uma escala ampliada em comparação com a eotécnica, tanto em termos de uso de materiais como o ferro fundido quanto da queima massiva de carvão como fonte de energia. A poluição ambiental associada à paleotécnica acentuou-se devido à escala industrial e ao uso intensivo de recursos.

Portanto, na paleotécnica, inaugurada pela Revolução Industrial, apesar dos avanços tecnológicos e as grandes ideias da Ciência que a época trouxe, a queima do carvão mineral para alimentar as máquinas industriais, levou à poluição do ar e a intensa liberação de gases de efeito estufa. Associado a isso, o desmatamento de florestas que ofereceram materiais construtivos para a



urbanização e até mesmo para geração de energia em demanda crescente e a mineração de ferro e cobre, degradando o solo e poluindo a água, se transformaram no processo pelo qual a “evolução e o progresso” das sociedades ocorreram enquanto alimentava-se o capitalismo. Nesse entendimento, a história ambiental, pode ampliar e reduzir escalas para entender diferenças de intensidade, temporalidade e impacto. Isso implica analisar não apenas as mudanças técnicas e energéticas, mas também considerar a relação entre sociedade e ambiente ao longo do tempo. O panorama histórico ambiental permite observar padrões, identificar causas e consequências, e reconhecer que as transformações ambientais são muitas vezes progressivas, ocorrendo em diferentes escalas e ritmos. Essa abordagem multidimensional enriquece a compreensão das interações entre sociedade e meio ambiente, oferecendo percepções valiosas para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos.

As mudanças de base energética e dos materiais construtivos na neotécnica, já no século XX, apesar de certo ganho de qualidade de vida, viu um aumento na produção de produtos químicos, plásticos e produtos sintéticos, muitos dos quais têm impactos ambientais significativos, sobretudo o uso generalizado de combustíveis fósseis, como petróleo e gás natural que continuaram a contribuir para a poluição do ar e as mudanças climáticas. Porém, é nessa fase da técnica que se acentuam também as preocupações e a conscientização sobre os problemas ambientais e o papel do Antropoceno nas mudanças dos ciclos naturais. Com o advento da biotécnica, a tecnologia que conduziu a fusão do biológico com o mecânico e o eletrônico, também trouxe avanços na gestão de resíduos e um maior controle da poluição, além das energias renováveis, como solar e eólica, que começaram a substituir gradualmente os combustíveis fósseis. Tecnologias de monitoramento ambiental ajudam a compreender melhor as mudanças climáticas e a saúde dos ecossistemas.

Associados a esses avanços da biotécnica, tecnologias emergentes, como a biotecnologia e a inteligência artificial, têm o potencial de transformar a forma como lidamos com questões ambientais, como a conservação da biodiversidade e a gestão da água, conduzindo o homem na transição para fontes de energia limpa



e a busca por soluções tecnológicas sustentáveis, que são partes fundamentais dos esforços para mitigar as mudanças climáticas e preservar o meio ambiente.

A grande constatação que se pode fazer, observando-se a história humana sobre o prisma da história da técnica no âmbito de uma História Ambiental, é a de que os humanos evoluíram tecnologicamente de modo inversamente proporcional à preservação ambiental. O desenvolvimento da técnica, sua ampliação e avanço se relacionam com a degradação ambiental, sobretudo a partir da paelotécnica que evidencia essa relação. Por outro lado, é notável o caminho que a humanidade percorre a partir da neotécnica e com o advento da biotécnica, no sentido das preocupações com a preservação ambiental e na diminuição dos impactos do Antropoceno por séculos de domínio sobre a natureza, haja vista que as respostas que a natureza tem dado diante dessas situações, ficam evidentes a cada dia de modo a se sentir diretamente seus efeitos pelos rigores climáticos de modo global e não mais local. Contudo, ao considerarmos a evolução tecnológica como inversamente proporcional à preservação ambiental, mesmo nas fases mais recentes da técnica em que as preocupações ambientais se intensificaram, o modo de produção capitalista reinventa e amplifica os desafios ambientais.

A crise ambiental que a humanidade atravessa nos leva a uma reflexão profunda sobre nossa relação com o planeta. É inegável que nossa jornada tecnológica, frequentemente acompanhada por impactos ambientais como as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade, está levando a uma colaboração internacional sem precedentes para enfrentar essas ameaças. Embora tenhamos enfrentado e continuaremos a enfrentar desafios significativos, a história nos mostra que somos capazes de adaptar-nos às mudanças com soluções criativas. Nossa capacidade de aprender com a história e adaptar nossas ações são forças poderosas. Os esforços conjuntos, incorporando práticas mais sustentáveis em nossa sociedade e economia, pode proporcionar a construção de um futuro em que a tecnologia e o meio ambiente coexistam de forma equilibrada, e possivelmente a humanidade entrará em uma fase da técnica em que a relação com o ambiente e sua preservação seja diretamente proporcional ao desenvolvimento tecnológico, no sentido de que quanto mais se avançar



tecnologicamente mais proteção o ambiente terá. A evolução tecnológica e a preservação ambiental não precisam ser mutuamente exclusivas, elas podem ser forças complementares na busca por um mundo mais saudável e equilibrado. Assim, à medida que se avança, é essencial que se continue a promover a educação ambiental, a pesquisa em tecnologias sustentáveis e a colaboração internacional. Esses elementos são fundamentais para garantir que nossa jornada em direção a um futuro mais sustentável seja bem-sucedida.

**Data de submissão:** 07/10/2023

**Data de aceite:** 17/12/2023

## Referências

- ALMAGAMBETOVICH, Iqlas Nogaibayev. “Relations between nature and society in a philosophical context”. **ACADEMICA: AN INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY RESEARCH JOURNAL**, v. 11, n. 1, p. 257-262, 2021.
- ARTAXO, Paulo. “Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno?”. **Revista USP**, [s. l.], n. 103, p. 13-24, 2014.
- CARSON, Rachel. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Editora Gaia, 2010.
- CHEN, Irina B.; HUMENIUK, Halyna B. “Mendel G.J.: life and scientific activity (on the 200th birth)”. **Factors of Experimental Evolution of Organisms**. [s. l.], v.30, 2022.
- COMTE, Auguste. **Curso de Filosofia Positiva**. Em: Os Pensadores. 2.ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- DARWIN, Charles. **Sobre a seleção natural**. Lisboa: Atlântico Press & Coisas de Ler, 2014.
- DIJOO, Zulaykha Khurshid; KHURSHID, Rizwana. “Environmental Degradation as a Multifaceted Consequence of Human Development”. In: BHAT, Rouf Ahmad et al. (edit.). **Environmental Biotechnology: Sustainable Remediation of Contamination in Different Environs**. Boca Raton: CRC Press, 2022.
- EXNER, Martin. “Edwin Chadwick and the Public Health Act 1848: principal architect of sanitary reform”. p. 699-706. In: BARTRAM, Jamie. (edi.). **Routledge Handbook of Water and Health**. New York: Routledge, 2015.
- GOWLAND, Rebeca. “‘A Mass of Crooked Alphabets’: The Construction and Othering of Working Class Bodies in Industrial England”. p. 147-163. In: STONE, Pamela K. (edit.). **Bioarcheological Analyses and Bodies: new ways of knowing Anatomical and Archaeological Skeletal Collections**. New York: Springer, 2018.
- HARARI, Yuval Noah. **Homo Deus: uma breve história do amanhã**. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.
- MAIA, Hélio José Santos. “A teoria de Geddes e Mumford sobre a história da técnica como um caminho ao ensino de Ciências”. p. 1446-1458. In: Editora Científica Digital (org.). **Open Science Research III**. Guarujá-SP: Científica Digital, 2022.
- MARTINS, Roberto Andrade; MARTINS, Lilian Al-Chieryr Pereira.; FERREIRA, Renata Rivera. **Contágio: história da prevenção das doenças transmissíveis**. São Paulo: Moderna, 1997.
- MCCRAY, W. Patrick. **Glassmaking in Renaissance Venice: The Fragile Craft**. Aldershot: Ashgate, 1999.
- MOHAJAN, Haradhan. “The First Industrial Revolution: Creation of a New Global Human Era”. **Journal of Social Sciences and Humanities**. [s. l.], Vol. 5, No. 4, p. 377-387, 2019.



- MOREIRA, Rafael Martins Costa. **Acordos ambientais e os limites do inegociável**. Londrina: Thoth, 2021.
- MOTOYAMA, Shozo. **USP 70 Anos: Imagens de uma História Viva**. São Paulo: Editora da USP, 2006.
- MUMFORD, Lewis. **Técnica y Civilización**. Madri: Alianza Editorial, 1992.
- REIS JÚNIOR, Almiro dos. “O primeiro a utilizar anestesia em cirurgia não foi um dentista. Foi o médico Crawford Williamson Long”. **Rev. Bras. Anesthesiol.** [s. l.], 56 (3), Jun 2006.
- ROGERS, Robert P. **An Economic History of the American Steel Industry**. New York: Routledge, 2009.
- SANTIAGO, Cybèle Celestino. **Argamassas tradicionais de cal**. Salvador: EDUFBA, 2007.
- ZOLA, Émile. **Germinal**. Reino Unido: Penguin Publishing Group, 2004.

