

*As leis da ocupação do
espaço exterior: polêmicas
e prognósticos*

- . análise do patrimônio histórico
- . metamateriais e *warp drives*



ARTIGOS ORIGINAIS

OUTER SPACE LAW: A HUMAN FUTURE

Nilo Serpa, Richard Brook Cathcart

1-11

PROPOSTA DE ANÁLISE DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO: TEATRO NACIONAL CLÁUDIO SANTORO - BRASÍLIA

Iberê Oliveira, João Pantoja

12-26

A POSTSCRIPT TECHNICAL REPORT ON GRAVITATIONAL DRIVING

Nilo Serpa

27-36



Outer Space Law: A Human Future

Nilo Serpa¹, Richard Cathcart²

¹*Centro Universitário ICESP, Águas Claras, Brasília, Brasil DF.*

²*GEOGRAPHOS, Burbank, California USA.*

Corresponding author: nilo.serpa@icesp.edu.br

Received: _16 Apr 2021_ / Accepted: _04 May 2021_ / Published: _28 Jul 2021_.

Abstract: Present paper discusses critical aspects of the colonization of outer space in view of the broad and robust law required in accordance with democratic ideals. The article also addresses ethical issues touching planetary environmental preservation — especially in the event of alien life — as well as relevant topics relating to future terraforming projects.

Key-words: outer space law, ethics, terraforming, alien life.

Resumo: O presente trabalho discute aspectos críticos referentes à colonização do espaço exterior em vista da ampla e robusta legislação requerida em conformidade com os ideais democráticos. O artigo também aborda questões éticas tocantes à preservação ambiental planetária — especialmente na eventualidade de existência de vida alienígena — bem como tópicos relevantes relativos a futuros projetos de terraformação.

Palavras-chave: lei do espaço exterior, ética, terraformação, vida alienígena.



by Cathcart and Serpa, 2021.



CALIBRE – Revista Brasileira de Engenharia e Física Aplicada, ISSN 2526-4192.
Livre direito de cópia de acordo com os princípios estabelecidos pela *Creative Commons*.

1 Introduction

When we eventually gaze at the luminous nighttime sky (an increasingly forgotten after-sundown habit for most urbanized people!), the last passing thought that occurs to us is to ask what we shall enforce under the exercise of the commonly accepted codified law when we are really in orbital position to significantly occupy the remainder of outer space — i.e., the Universe. It is understood that the expression "significantly occupy outer space" refers to the establishment in our Solar System of colonies on the Moon, Mars, and other celestial bodies within the reach of our extant space technology, still in its infancy¹.

In fact, such concerns seem possibly premature, judging by the mega-problems we face in our day-to-day lives within the Earth. However, the issues involved create such a complex storyline that, if we do not start early the arduous task of devising an extensive body of laws that encompass all intertwined economic, ethical, social and cultural aspects, we shall never achieve a just and consolidated rule of law for that future which shall, it is to be hoped, inexorably come, sooner or later.

Why would humans colonize outer space? A laconic answer would be simply because a vast volume of outer space surrounds us. But the fact is that we have no option for our own nature; the world shall be exhausted because we are a devastating and compulsive species. We are consumers of resources at unsustainable rates, and there is no indication that this mental inclination and geophysical habit will change in the short term needed, unless we are definitively on the brink, self-known to be a declining species. Carl Sagan, undoubtedly one of the best minds of the 20th century, has always been an enthusiast of outer space exploration: "When I assess the facts, the usefulness of planetary exploration seems to me to be superlatively practical and urgent for us." (Sagan, 1994/2019) (authorial free translation). Elon Musk², a notable figure in the burgeoning international outer space

¹ We are aware of current theories that subsidize potential technologies for space travel (as a rule, based on *ab initio* propositions supported by General Relativity framework), and we have noted some optimism about the possibilities for interstellar travel in perhaps 100 or 200 years. We respect the optimists even because today it is very difficult to predict which technological jumps we will take in relatively short periods; we are not trying to rain on its parade, but it is doubtful we will find any solution that could take us beyond the Solar System in an efficient and pragmatic way in that period; we think that, for a long time, we shall have to be content with the orbs of our modest primary, since having a look at some of the reported interstellar-type technologies, weakly aided by present-day theories, we see they require science which goes far beyond anything our best scientists can make real. Perhaps, 500-1,000 years ahead from where we are now one can see a powerful vehicle for extra-solar travels (it's possible, of course, but it would be surprising if we actually do find any technology before this time).

² The reader who wishes to know more can access Tony Shepherd and Jamie Seidel, 'Elon Musk Unveils Loftly Vision at International Astronautical Congress in Adelaide to Pay His Way to Mars', The Advertiser (online), 29 September 2017 <<https://www.adelaidenow.com.au/news/south-australia/elonmusk-to-detail-his-mission-to-mars-at-international-astronautical-congress-inadelaide-on-friday/news-story/53708c3d16e4070a66aab3d0b8b7477a>>.

exploration and exploitation industry, recently concluded that humans need to reach the stars if our species wants to prevent the extinction of humankind (Kaku, 2018). Stephen Hawking, the great physicist of the “*Theory of Everything*”, on several different occasions verbalized profoundly what he thought about the colonization of other potential worlds: “We need to explore the solar system and find other places that are compatible with human life. [...] Human colonization of other planets is no longer science fiction and very soon it may become a scientific fact. [...] If humanity wants to continue to exist 1 million years from now, our future is to go where no one has ever been.” (Hawking, 2018) (authorial free translation). But nothing guarantees that humans shall even exist for a long time. It seems that we have already made the choice for a lifestyle that is uncommitted to the future; after all, the principle of self-determination, which summarizes peoples' right to dispose of their own destiny, logically emanates from democratic legitimacy (Aron, 1962/2018). Ironically, the same democratic thinking that ensures individual and collective freedom can lead us to extinction! Therefore, presumed human evolution with real social progress is unknown today. As A. Huxley said, “... it depends on us and there is nothing in the change process itself that makes it mandatory.” (Huxley, 1952/2018) (authorial free translation). In “*War and Peace*”, Leo Tolstoy already considered that with the kind of unequal social organization we have, any basic scientific advance will strengthen the power of the ruling minority over the majority (Tolstoy, 1869/2008). This perception leads us to fear that, no matter what scientific and technological advances we achieve, we will maintain our despotic and selfish vices inherent to humans as a species wherever we are located in the known Universe. In face of the immense challenges that seem to be arising from 2021 onwards, and knowing somewhat the human spirit with its most obvious weaknesses and strengths, it seems apparent, even evident, for the need for laws that establish order and justice in the occupation of the universal outer space, if it actually happens in our species' future, also seeking to extend the benefits of science to everyone, indiscriminately.

2 Space Law: State of the Art

Space Law is an embryonic theme, full of vagaries and inconclusive and contradictory espoused doctrines. In spite of the presence of pioneering authors such as Manfred Lachs (1972), Carl Q. Christol (1982, 1991), Stephen Gorove (1977, 1991), Bin Cheng (1997), and more recently Frans von der Dunk (2015), the existing contemporary published literature is still relatively scarce and strongly academic in tone, with a huge open field of work (undoubtedly, it is necessary to recognize the value of universities, teaching space law and encouraging its development). A widely recommended reading is the Second Edition of Francis Lyall and Paul B. Larsen's fresco “*Space Law: A Treatise*” (2018). Currently, the most emblematic issues related to the theme are summarized in the so-called “*Five Outer Space Treaties*”, of which we are particularly interested in the “*Treaty on Principles Governing the Activities of the States in the Exploration and use of Outer Space*”, including the Moon and Other Celestial Bodies, opened for signature 27 January 1967, 610 UNTS 205 (entered into force 10 October 1967) (‘Outer Space Treaty’). Other related deeds also participate of the evolution of Space Law, including the

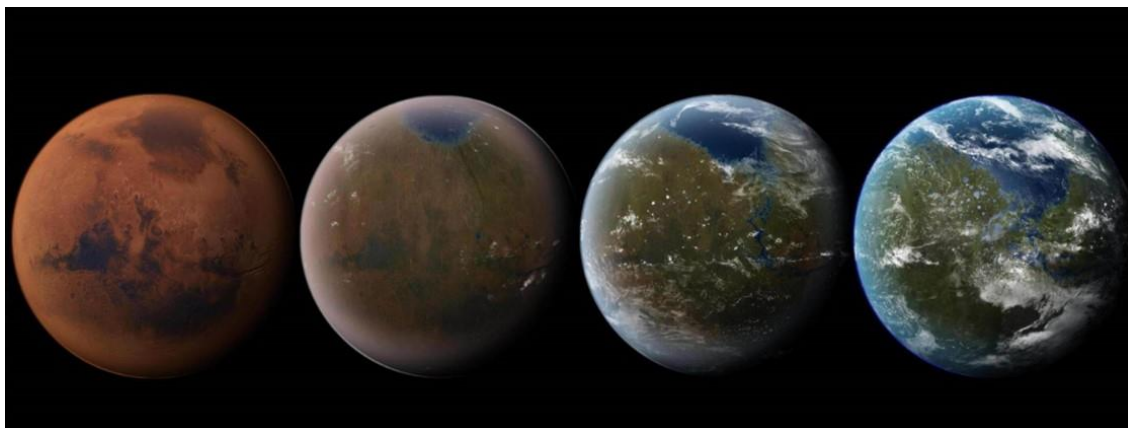
“Convention of the International Telecommunications Union”, the “United Nations Charter”, the “1963 Partial Test Ban Treaty”, and less global treaties as regional conventions grouping different national space agencies such as the “Convention of the European Space Agency” (1975).

Although it is desirable that, as a remarkably intelligent species, humans should view the occupation of outer space with a less aggressive approach from the viewpoint of the current dominant competitive market model, the future seems somewhat dystopian, and it would be precarious to imagine that there shall be no new outer space competition, whilst in a different mode than during the decades of the geopolitical global Cold War. In addition, the rules currently assumed by the proposed laws give rise to a broad conundrum. For instance, on one level Article II of the Outer Space Treaty declares that claims of sovereignty over parts of outer space are prohibited; from this, we may suppose that any state claiming an entire planet, or considerable part of a planet, shall strongly be condemned. On another level, the mining of any planet resources is being proposed as an acceptable use of outer space’s object-content; certainly, such exploration would require the exercise of possession and control of the materials found by an entity that, after all, would be claiming sovereignty. Thereby, the precise scope and application of Article II’s content remains an open question. This is a fundamental issue, taking into account that the required enterprises demand proportionally astronomical costs, and should involve large international consortia. We shall need very clear laws regarding the shares to be returned to each participating nation in proportion not only to the share of participation but to the nature of the contribution. For example, Brazil could specialize in large-scale food production technologies (local and off-planet), and the law would need to address in its precepts the essentiality of such a role.

3 Terraforming Mars (and beyond...)

Furthermore, the issue becomes more delicate when addressing the rules and regulations on the use of terraforming technologies. To terraform means to replicate in another orb — i.e., an object with malleable and valuable contents — the necessary conditions amenable for, ultimately, common outdoor human habitability which are indubitably present on planet Earth, our homeworld (in fact, soon we may need to geoengineer Earth itself!). General aspects of terraformation can be found in Serpa (2017), and soon in Serpa & Cathcart (2021) to appear in Martin Beech’s collaborative book “*The Colonization and Terraforming of Mars*” (see references). Also, to be published in the same collectanea, authors such as Stoner (2021), Smith (2021) and Szocik (2021) discuss the legal and ethical aspects of Earth-shaping the so-called ruddy planet of Mars in a timely manner. There are two classes of terraformation, namely **I- local terraformation** (only selected parts of a planet constitute habitable micro-environments, as a rule, encapsulated in technological “bubbles”), and **II- global terraformation** (the entire planet is gradually converted into a useful environmental near-replica of the Earth). Local terraformation can take

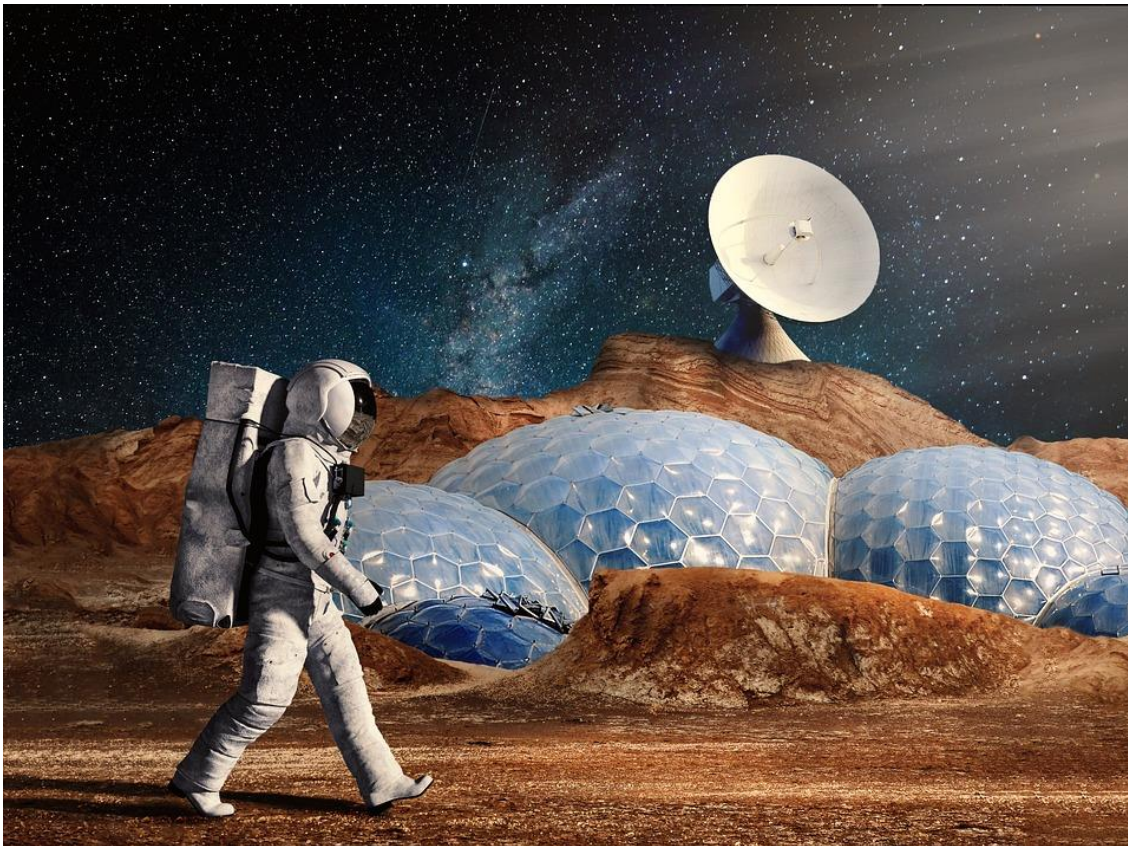
part in a mega-project as the first phase of global terraformation, supporting the latter, which can effectively last for centuries (Cathcart, 2014).



Although the terraforming of “Red Planet” Mars is, in theory, currently within humanity's maximal expression technological capabilities, investments in this field are prohibitive for now, but, in the case of Mars, one can in principle rely on the local exploitation of iron for mega-engineering and, most likely, getting purified water from Mars's observed polar zone permafrost, both for direct consumption, and industrial-scale extraction of oxygen and hydrogen gases. Indeed, we may presume there shall certainly be a tendency to establish geopolitics of freshwater sources on Mars, as it exists today in the former basin of the almost completely extinct Aral Sea (Mcdermid & Winter, 2017), where the Central Asian republics dispute the freshwater resources from the Tien-Shan mountain system of that is directed to irrigate the famous Fergana Valley. Here, international planetary law shall need to enforce very clear rules regarding the right to use and distribute freshwater-based, perhaps, on a special system of conferment, otherwise, we would repeat absurdities such as the diversion of natural water-courses to serve the private interests of the wealthy and powerful states such as China versus India in the Himalayas.

Many legal aspects need to be discussed here, especially nowadays when commercial exploitation of the Moon, asteroid mining and Mars alterations by the technically competent launching States — far beyond the scientific cause — starts to appear in heated cross-talk and formal discussions, and much of the current law of outer space is solely restricted to the limits of the only orbital activities, leaving a great void on property ownership, maintenance and disposal issues and exploitation rights within other celestial bodies gravitational influence. First, space law must ensure that, for type I terraformation, all technological “bubbles” must offer the same parameters of environmental quality and biosafety to all its intentional inhabitants — including plants and animals without which human life would be unmaintainable —, regardless of cultural, economic or any kind of differences that may exist among various people. Also, space law must state that every exploration activity should generate counterparts in

resources for science, as well as for the so-called social technologies, both with a wide range of coverage, insuring accessibility. So far, there is but a pale light on this important matter, a brief statement in the “*United Nations Treaties and Principles on Outer Space*” (UNITED NATIONS, 2008) that seems to indicate a democratic vision of the uses of outer space, and could add something to this concern: the “*Declaration on International Cooperation in the Exploration and Use of Outer Space for the Benefit and in the Interest of All States, Taking into Particular Account the Needs of Developing Countries*”. The macro-problem is that, on this scale of law, there is not extant any organization with global representation, not even the United Nations, which has always functioned as a *pro forma* geopolitical organization since its early-20th Century establishment.



An important feature, treated superficially in Article VII of the “*Outer Space Treaty*”, is that the ability to claim damages from another in the event of an accident (to be expanded to include all vastly consequential geoengineering and terraforming accidents) needs to be defined and, thus, exposed in detail by the fully developed international legal regime, making clear the consequences of determined wrongful acts. In addition, the legal requirements for starting terraforming activities must specify the benefits and the social scope of the enterprise as

a whole, alongside the basic scientific and technologic premises of work safety for everyone directly involved in the execution of the mega-engineering project's public-works.

4 Epistemic security: here and now a problem

Eugenic ideas, radical populist ideologies (Fuentes, 2020) and fundamentalisms of all kinds appear whenever an epistemological rupture is revealed publicly, sometimes even announced via news media. This epistemological break — caused by changes in value judgments, replacement of theoretical models hitherto accepted, acquisition of new knowledge that changes the group and popular worldview — accentuates the feeling of uncertainty inherent in our everyday lives. The wide uncertainties of human life-style favor the control of these disruptions by a small heeded minority. The Covid-19 pandemic of 2020 exemplifies this very well, showing all the facets of a rupture in the shared set of our common beliefs: anti-vaccine fanatics, hypocrites who say they are against vaccination to manipulate groups of people, but who are secretly vaccinated, counterfeiters of commercially sold health products, fraudsters in purchasing processes, messianic false prophets and a whole global Internet network at the service of disinformation. All this fits the obscure interests of focused corporate conclaves of profiteers that benefit from the conundrum (controlling and standardizing the format of the information transmitted to our world's public). When the effective occupation of outer space (to the extent that terraforming processes are established) becomes a reality, this shall characterize an unprecedented epistemological rupture, and law and education shall be in the main responsible for the epistemic security in the moments of disruption of our fragile convictions.

Genetic manipulation of humans is already being considered to create a new species adapted to live in outer space. Imagine how frightening the future shall be without ethical and legal limits for such experiments! The law must be prepared to deal with the complexities of a socially and technologically very different world, because the only physiological-psychological constant that shall remain the same is the human way of being; so, law-devisors must look for a non-zero-sum world, where changes are aligned with human values, peaceful purposes and social benefits for all people.

5 Arriving at a potential human world: is native biota there already?

The simple discovery of an alien microorganism will already be the reason for an epistemological break with profound consequences in our understanding of the Universe. The point is: what to do when faced with alien life in the target orb of our human-centric terraforming policies? We think that the law of outer space has a lot to say

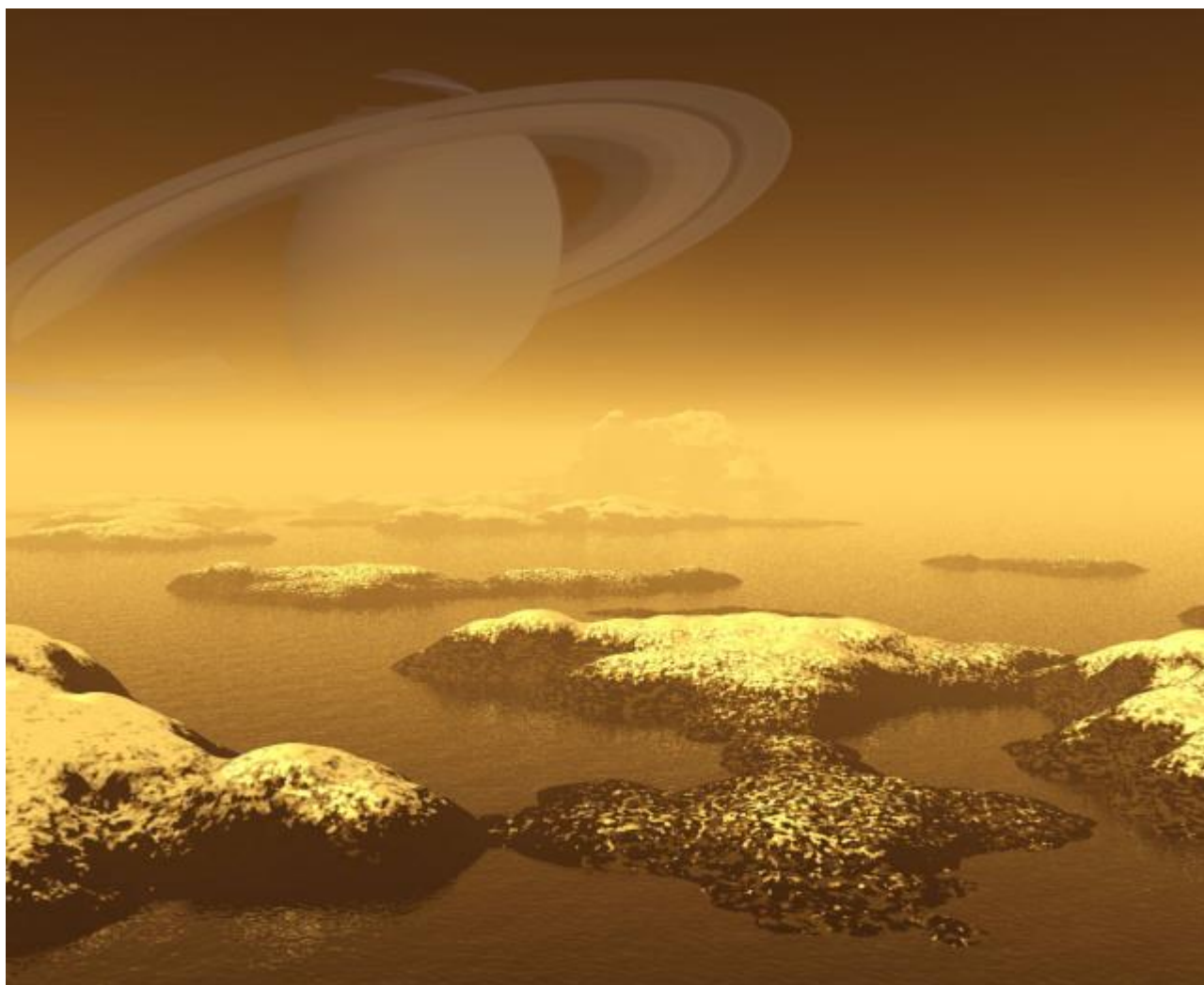
about it, and must do it now, because judging from what we have witnessed here on Earth, it is likely that we will have few scruples about "trampling the flowerbed of others".

Although so far there is no concrete evidence of the existence of life outside the Earth, still less of the existence of more or less equivalent-to-human extraterrestrial intelligences, the presence of SETI as the background of the search for extraterrestrial life and other scientific exobiological research initiatives raises some legal concerns regarding the investigational procedures and interaction rules to be adopted outside the Earth, even in an intuitive manner that anticipates the increasing complexity of the law in face of the possibility of identifying alien organisms of any kind. Moreover, the search for life obeys a primitive impulse — food, curiosity, faith — inherent to living beings. As Sagan said, "We can't refrain it. Life seeks life." (Sagan, 1994/2019) (authorial free translation).

6 The true face of human nature and the role of law (plus education)

Strictly speaking, we shall need an intimate combination of law and education. Westerners always turn to the Greeks, especially Aristotle, to remember the fundamental things that constituted their legacy for contemporary civilization (Lawrence-Mathers, 2021). In his reflections on a commonsensical society, with moderate collective habits and far less consumerist fervor that today's, Aristotle went beyond a discourse in favor of the control of real and mobile property, defending rather a balance of human desires by the accumulation of goods: "... It is much more necessary to level the desires of men than their properties, and this can only be achieved by an adequate system of education reinforced by the law." (Aristotle, 335-323 a.C. ?/1986) (authorial free translation). We think how surprising these rewarding ideas are for a so-called "Anthropocenic Era" when slavery was natural! Hopefully it shall be possible for us to bring out the best in education and legislation translated to other Solar System orbs, but honestly, we don't see any such realistic and apprehensive tendency these days

So that, retrieving an example from science fiction, the alien sifter species shown in the Roland Emmerich Independence Day film does not look very different from us after all, at least in amorality and greed for resources. The difference is that we have developed a socio-linguistic and an action device called "hypocrisy" to camouflage our true conscious and unconscious intentions, and, in addition, we admire and adore the superfluous, a fact that leads us, paraphrasing Galloway (2008), to a Faustian pact with technology and with the very science that forms operable technology. Thus, if we replicate on Mars or the Moon the habits we have here on Earth, it shall be a mere matter of time the need for a new modifiable world, who knows Titan, and thus we shall go from world to world, seifing everything we find. Only by virtue of an implacable law and superlative education shall the construction of an orderly, inclusive and unified extra-Earth outer space State be feasible and long-lasting.



Thus, terraforming laws must be strict with regard to land occupation rates, otherwise there shall not be enough made world for the seemingly uncontrollable human migration and predation. It is important to remember that, although driven largely by the impetus for exploration by the launching States and corporations, the colonization of other Solar System planets is motivated by real survival needs originating from the trail of destruction that we leave here as a lesson on what should not be done and, as well, our ever-increasing certainty of Cosmic debris and celestial events detrimental to all life trapped within the Earth.



References

- Aristotle (335-323 a.C. ?/1986). *Politica: Libro Primero — Capítulo I*. Madrid: Aguilar, 1182p.
- Aron, R. (1962/2018). *Paz e Guerra Entre as Nações*. São Paulo: Martins Fontes, 952p.
- Bin Cheng (1997). *Studies in International Space Law* (Oxford University Press).
- Cathcart, R. (2014). *Medicative Macro-Imagineering: Earth & Mars Megaprojects*. ISBN 10:1495921565. SEE: Chapter 8, “Mediterranean Sea Basin Enclosure and Redevelopment”, pages 391- 468.
- Christol, C. (1982). *The Modern International Law of Outer Space* (Pergamon Press).
- Christol, C. (1991). *Space Law: Past, Present, and Future* (Kluwer).
- Dunk, F. von der (ed). *Handbook of Space Law* (Edward Elgar, 2015).
- Fuentes, J. (2020). Populism: The Timeline of a Concept. *Contributions to the History of Concepts* 15: 47-68.
- Galloway, J. (2008). Revolution and Evolution in the Law of Outer Space. *Nebraska Law Review*, 87(2), 516-520.
- Gorove, S. (1977). *Studies in Space Law: Its Challenges and Prospects* (AW Sijthoff International Publishing Company).
- Gorove, S (1991). *Developments in Space Law: Issues and Policies* (Martinus Mijhoff).
- Hawking, S. (2018). *Breves Respostas para Grandes Questões*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 255p.
- Huxley, A. (1952/2018). *A Situação Humana*. Rio de Janeiro: Globo, 294p.
- Kaku, M. (2018). *O Futuro da Humanidade*. São Paulo: Planeta do Brasil, 367p.
- Lachs, M. (1972). *The Law of Outer Space* (AW Sijthoff International Publishing Company).
- Lawrence-Mathers, A. (2021). Medieval weather prediction. *Physics Today*. Pages 38-44.
- Lyall, F., Larsen, P. (2009/2018), *Space Law, A Treatise*. Ashgate Publishing Limited (U.K.) (2009) - ISBN 978-0-7546-9242-3, pp. xiv + 596.
- Mcdermid, S., Winter, J. (2017) Anthropogenic Forcings on the Climate of the Aral Sea: A Regional Modeling Perspective. *Anthropocene* 20: 48-60.
- Sagan, C. (1994/2019). *Pálido Ponto Azul*. São Paulo: Schwarcz, 331p.
- Serpa, N. (2017). Terraforming the Aral Sea Basin: Geomorphological and Anthropogenic Foundations. *CALIBRE - Revista Brasileira de Engenharia e Física Aplicada*, v. 2, p. 17-38, 2017.

Serpa, N., Cathcart, R. (2021). **Terraforming Worlds: Humans Playing Games of Gods**. To appear in: Martin Beech (Ed.), The Colonization and Terraforming of Mars, Scrivener Publishing, Beverly, MA.

Smith, K. (2021). **Homo Reductio: Eco-nihilism and human colonization of other Worlds**. To appear in: Martin Beech (Ed.), The Colonization and Terraforming of Mars, Scrivener Publishing, Beverly, MA.

Stoner, I. (2021). **The Ethics of Terraforming: A Critical Survey of Six Arguments**. To appear in: Martin Beech (Ed.), The Colonization and Terraforming of Mars, Scrivener Publishing, Beverly, MA.

Szocik, K. (2021). **Ethical, political and legal challenges relating to colonizing and terraforming Mars**. To appear in: Martin Beech (Ed.), The Colonization and Terraforming of Mars, Scrivener Publishing, Beverly, MA.

Tolstoy, L. (1869/2008). Guerra y Paz. Mondadori Store, 1162p.

UNITED NATIONS (2008). United Nations Treaties and Principles on Outer Space. United Nations Publication Sales No. E.08.I.10 ISBN 978-92-1-101164-7.

Proposta de Análise do Patrimônio Histórico Teatro Nacional Cláudio Santoro – Brasília

Iberê Oliveira, João Pantoja

Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.

Corresponding author: iberep@gmail.com

Received: _18 Apr 2021_/ Accepted: _20 May 2021_/ Published: _28 Jul 2021_

Resumo: Edificações que de alguma maneira marcam um grupo social de acordo com sua relevância na história são de grande interesse para classificação patrimonial. Entender como esse patrimônio histórico degrada por causas materiais ou naturais é o foco deste estudo. O Teatro Nacional Cláudio Santoro, situado na região central de Brasília, foi construído para ser o centro das atividades culturais do Distrito Federal. Desde o início dos anos 60, entretanto, houve dificuldades para mantê-lo aberto ao público. Os problemas de projeto, materiais, construção, uso e manutenção afloraram ao longo dos seus mais de 50 anos de existência, tornando-se cada vez mais complexa sua gestão principalmente com a atualização das normas técnicas. Em edificações com significância cultural e patrimônio histórico, a análise da inspeção predial deve ultrapassar a edificação e atentar aos bens artísticos integrados que marcam os eventos, seus autores, mobiliário e arquitetura da época. A análise apresentada neste artigo propõe alicerçar a combinação de metodologias reconhecidas por técnicos da área de perícia e avaliações, ampliando o conhecimento a respeito da conservação e manutenção do patrimônio histórico e de seus atributos integrados. Os resultados mostraram-se promissores, definindo não só o Indicador Patrimonial (I_p) com valor de 0,74, informando ao gestor que as intervenções devem começar por reformas nos sistemas sanitários, hidráulicos, impermeabilização e coletores pluviais.

Palavras-chave: patrimônio histórico e cultural, patologias, tabela GUT, degradação, Heidecke.

Abstract: Buildings that in some way mark a social group according to their relevancies in history are of great interest for heritage classification. Understanding how this historic heritage degrades due to material or natural causes is the focus of this study. The Cláudio Santoro National Theater, located in the central region of Brasília, was built to be the center of cultural activities in the Federal District. Since the early 1960s, however, it has been difficult to keep it open to the public. The problems of project, materials, construction, use and maintenance have surfaced over its more than 50 years of existence; its management becoming increasingly complex, especially with the updating of technical standards. In buildings with cultural significance and historical heritage, the analysis of the building inspection must go beyond the building and pay attention to the integrated artistic assets that mark the events, their authors, furniture and architecture of the time. The analysis presented in this article proposes to underpin the combination of methodologies recognized by experts in the field of evaluation, expanding knowledge about the conservation and maintenance of historic heritage and its integrated attributes. The results proved to be promising, defining not only the Patrimonial Indicator (I_p) with a value of 0.74, informing the manager that interventions should start with reforms in the sanitary, hydraulic, waterproofing and rain collector systems.

Keywords: historical and cultural heritage, pathologies, GUT table, degradation, Heidecke.



by Oliveira, Pantoja, 2021.



CALIBRE – Revista Brasileira de Engenharia e Física Aplicada, ISSN 2526-4192.
Livre direito de cópia de acordo com os princípios estabelecidos pela *Creative Commons*.

1 Contexto Histórico

Entre os desafios da construção da nova capital em solo inóspito e árido, com clima assemelhado ao desértico, estão a demarcação dos limites construtivos e a determinação da rotina de manutenção das edificações do Distrito Federal. Muitos são os relatos dos candangos sobre as dificuldades de acesso de materiais de construção e sobre as condições ambientais enfrentadas durante a construção dos monumentos. Passo a passo os monumentos ganharam vida e identidade próprias; eis o relato mais fiel do Teatro Nacional Cláudio Santoro (ou Teatro Nacional de Brasília) e de muitos outros edifícios de Brasília. Devido ao clima de extremos, com variação térmica acentuada, este é um dos edifícios vitimados pelo desgaste natural e pela falta de manutenção apropriada, esta última sempre condicionada às recomendações previstas pelo próprio projeto. Infelizmente, muitos locais da edificação não possuem acesso para manutenção ou mesmo não permitem o reparo face ao processo construtivo, conforme pode ser visto na Figura 1.

O Teatro Nacional de Brasília possui especial interesse das instituições ligadas à arquitetura, urbanismo e patrimônio, tendo sido submetido a mais de um método para análise de registro das manifestações patologias em todos os seus sistemas e atributos históricos integrantes. Neste trabalho serão abordados 21 sistemas construtivos definidos por equipes de pesquisadores do Laboratório de Reabilitação do Ambiente Construído – LabRAC/PPGFAU/UNB, os quais serão descritos na Seção 6.1.

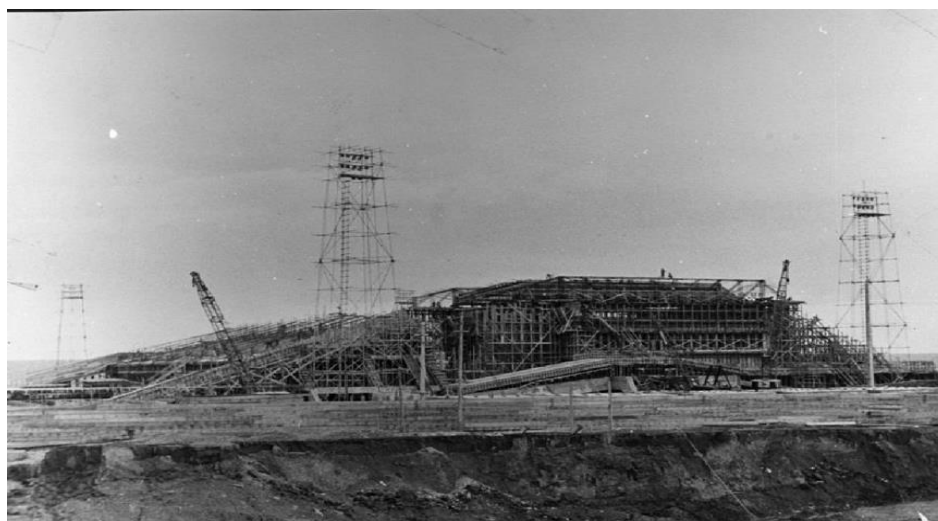


Figura 1 – Teatro Nacional Cláudio Santoro (fonte: acervo GDF).

A proposta do presente trabalho é estabelecer uma sistematização para registro e avaliação dos dados coletados, apresentando uma ferramenta de apoio à tomada de decisão no processo de conservação do patrimônio edificado.

A metodologia adotada se mostra capaz de reproduzir os parâmetros técnicos comparativos com apoio multidisciplinar das áreas de arquitetura, urbanismo, engenharia. A sistematização proposta ainda auxilia a gestão de manutenção periódica, prevendo a perenização do patrimônio considerado ícone da arquitetura e da cultura de nossa Nação.

2 Patrimônio Histórico e Cultural

A formação histórica e cultural em uma sociedade tem forte vínculo com as formas de expressão advindas das mãos humanas. Considerando as obras arquitetônicas como conceitos de quem projeta, chega-se ao entendimento que as edificações que têm valor – artístico, estético, social, cultural, religioso, científico, simbólico e outros – para uma sociedade e/ou comunidade assumem um papel de grande importância na história. É neste momento, então, que se confere o título de patrimônio histórico e cultural a determinado bem móvel, imóvel ou natural. No Brasil, o Art. 216 da Constituição Federal estabelece o conceito para patrimônio cultural brasileiro como: “Art. 216. Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

- I - as formas de expressão;
- II - os modos de criar, fazer e viver;
- III - as criações científicas, artísticas e tecnológicas;
- IV - as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;
- V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico”.

A conservação destes patrimônios e de seus projetos, conforme a Figura 2, é, portanto, instrumento de grande importância para preservar memórias e dar continuidade à história para as futuras gerações. No viés da arquitetura e da engenharia, a preservação do patrimônio histórico e cultural se torna um quesito urbano, sendo um ponto relevante na manutenção de vínculos com origens e identidades de cidades e, assim, de comunidades. Dessa forma, visando a preservação de um patrimônio histórico e cultural, utiliza-se o tombamento como instrumento jurídico de reconhecimento e proteção de bens materiais, móveis ou imóveis, podendo ser feito pela administração federal, estadual e municipal ou em esfera mundial.

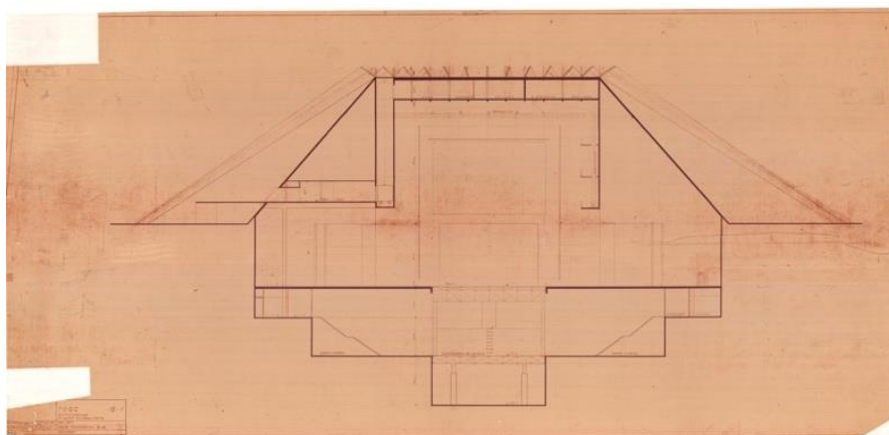


Figura 2 – Teatro – corte longitudinal (fonte: acervo GDF).

No que se refere à cidade de Brasília, o seu conjunto urbano foi reconhecido pela Unesco, em 1987, como Patrimônio Mundial, e seu conjunto urbanístico-arquitetônico, construído a partir do plano piloto, inscrito no livro de Tombo Histórico pelo Iphan, em 1990. Confere-se, então, uma grande importância ao conjunto urbanístico de Brasília, por meio de suas características monumental, residencial, bucólica, gregária e inovadora, o que repercute na maior necessidade da sua preservação. Este patrimônio passou por intervenções de manutenção e conservação durante o ciclo de vida, com ações na tentativa de adaptar-se ao melhor uso. Em 1999 por exemplo, foram feitas no Teatro Nacional de Brasília adaptações para pessoas com deficiência: criação de rampas externas, sanitários especiais no *foyer* das salas Martins Pena e Vila Lobos e colocação de poltronas para pessoas com deficiência. Muitas destas adaptações ou mesmo rampas do projeto original, possuem inclinação superior ao normativo atual, necessitando de nova avaliação. Na área externa, os estacionamentos são distantes e as calçadas com danos, desniveladas, descontínuas, com obstáculos, faltando sinalização visual e tátil, comprometem a acessibilidade das rotas nas portas principais. As poltronas da plateia, especialmente desenhadas por Sérgio Rodrigues e construídas para as salas Martins Pena, Villa Lobos e Alberto Nepomuceno, estão com a estrutura interna de madeira em excelente estado, assim como a estrutura metálica de fixação e o mecanismo de retração do assento. O tecido aveludado, mesmo autoextinguível, tem desgaste natural e manchamentos devido ao tempo de uso. Atualmente necessita substituição da espuma dos encostos e dos acentos, bem como do tecido de revestimento para adaptar-se ao Plano de Manutenção, Operação e Controle em sistemas de ar condicionado (PMOC).

O painel de madeira, projetado por Athos Bulcão (Figura 3) e instalado na sala Martins Pena, mantém-se com autenticidade original, mas equivocadamente danificado com instalação de iluminação de emergência,



Figura 3 – Painel de madeira – autoria Athos Bulcão – perfurado para instalar iluminação de emergência (fonte: acervo particular dos autores).

Percebe-se, portanto, a inter-relação entre os sistemas e atributos quando se trata de patrimônio histórico e a necessidade de um conselho multidisciplinar em todas as ações de manutenção e preservação dos imóveis. Entre as metodologias de qualificação das manifestações patológicas e análises de degradação utilizadas na área de inspeção visual, a tabela GUT apresenta grande permeabilidade. É utilizada por muitos pesquisadores pela sua facilidade de implementação e grande acervo técnico de referência para apoio e instrução das equipes. Estas características foram relevantes durante a escolha das metodologias a serem aplicadas no caso do Teatro Nacional Cláudio Santoro.

3 Tabela GUT

A Tabela GUT é uma ferramenta utilizada para escalonar prioridades de ações, neste caso as anomalias e falhas detectadas em uma edificação no momento da vistoria/inspeção, avaliando a gravidade, urgência e tendência. A metodologia foi criada por Kepner e Tregoe, sendo parametrizada no Brasil [1] para ajudar a tomada de decisão por priorização de problemas na construção civil.

A gravidade representa o impacto e a intensidade que o dano pode gerar com o tempo. A urgência determina o tempo necessário para reparar o dano. A tendência demonstra o potencial de crescimento do dano, ou seja, a evolução do nível de criticidade. A Tabela 1 apresenta a classificação qualitativa e respectiva pontuação aos critérios de cada elemento da Tabela GUT.

Tabela 1 – Classificação e pontuação dos critérios da Tabela GUT, metodologia adaptada [1].

Grau	Código	Peso	Gravidade	Urgência	Tendência
Total	T	10	Perda de vidas humanas, do meio ambiente ou do próprio edifício.	Evento em ocorrência	Evolução imediata
Alto	A	8	Ferimento em pessoas, danos ao meio ambiente ou ao edifício.	Evento prestes a ocorrer	Evolução em curto prazo
Médio	M	6	Desconfortos, deterioração do meio ambiente ou do edifício.	Evento prognosticado para breve	Evolução em médio prazo
Baixo	B	3	Pequenos incômodos ou pequenos prejuízos financeiros.	Evento prognosticado para adiante	Evolução em longo prazo
Nenhum	N	1	Nenhuma.	Evento imprevisto	Não vai evoluir

Após a atribuição da pontuação de todos os critérios de uma anomalia – Gravidade, Urgência e Tendência – calcula-se uma nota para a anomalia, indicando sua prioridade de correção, podendo servir, também, como ordem na sequência das anomalias na Tabela GUT.

4 Estado de Conservação de Heidecke

O critério de Heidecke, amplamente difundido no mercado de avaliações imobiliárias, avalia o estado de conservação do imóvel [2]. Apresenta nove coeficientes e uma correspondência com parâmetros qualitativos, auxiliando a inspeção visual sem levar em conta sua obsolescência funcional. A Tabela 2 apresenta a forma mais divulgada do estado de conservação de Heidecke.

Tabela 2 – Estado de Conservação de Heidecke [3].

Estados	Estado de Conservação	C (%)
a	Nova	0,000
b	Entre nova e regular	0,003
c	Regular	0,025
d	Entre regular e reparos simples	0,081
e	Reparos simples	0,181
f	Entre reparos simples a importantes	0,332
g	Reparos importantes	0,526
h	Entre reparos importantes a sem valor	0,752
i	Sem valor	1,000

Em conjunto com os estudos de depreciação, o critério de Heidecke forma o método de Ross-Heidecke utilizado para apresentar a perda patrimonial decorrente da depreciação.

5 Patrimônio Histórico

Na avaliação de bens históricos e culturais, o que conduz a gestão do patrimônio é o bem coletivo de toda uma sociedade. Refere-se ao levantamento de um conjunto de informações pertinentes aos aspectos sociais, históricos, econômicos, políticos, arquitetônicos e muitas outras áreas de estudo, correlacionando-as ou não. Por este motivo é que a conservação e a restauração se tornam condições de importância com o mínimo de alterações possíveis. As intervenções durante a vida útil destas edificações devem ser registradas e catalogadas para auxiliar pesquisadores e gestores que atuam no processo de preservação, mantendo a significância cultural deste patrimônio histórico.

Na avaliação, o Índice de Significância Cultural (I_{sc}) [4] representa a necessidade de compreender valores patrimoniais, seu contexto histórico e valor artístico-cultural. O estudo está embasado nas diretrizes da Divisão de Patrimônio do NSW, "Avaliando a Significância do Patrimônio" [5], que propõe sete critérios para avaliar a significância patrimonial. São eles:

5.1 Valor de Uso

O valor de utilidade do bem para a sociedade. O valor vem da capacidade de abrigar atividades habitacionais, administrativas, comerciais, culturais, dentre outras. É o valor do ativo.

Tabela 3 – Diretrizes de Inclusão/Exclusão (fonte : [4] apud [5]).

Valor de Uso	
Diretrizes para Inclusão:	Diretrizes para Exclusão:
- É importante para atividades individuais ou coletivas de um grupo identificável.	- Identifica uma demanda em termos de utilização.
- É importante para o senso de lugar da comunidade, fazendo parte de atividades rotineiras da comunidade local.	- Ser irrelevante para o modo de vida cotidiana da comunidade local.
- Mantém ou mostra a frequência de um processo ou atividades coletivas e/ou individuais.	- Não apresenta qualquer utilidade que possibilite atividades sociais.

5.2 Valor Atrativo Econômico

Valor relativo à capacidade de gerar renda com turismo, rentabilidade com produtos e atratividades correlatas, possibilitando gerar empregos, renda para conservação e preservação do patrimônio [6].

Tabela 4 – Valor de Polo Econômico - Diretrizes de Inclusão/Exclusão (fonte : [4] apud [5]).

Valor de Polo Econômico	
Diretrizes para Inclusão:	Diretrizes para Exclusão:
- Mostra de evidências de uma atividade humana significativa.	- Não demonstra nenhuma evidência de atividade humana frequente.
- Está associado a uma atividade que atrai público para consumir serviços locais.	- Ser irrelevante para atração de público para si e para atividades ao redor.
- Se trata de uma referência sob aspectos atrativos que atrai visitação turística.	- Tem sido tão alterado que não pode mais fornecer atratividade de visitação.

5.3 Valor Histórico

Conceituar o edifício por sua importância histórica e sua correlação com o futuro, retrato de uma época, modo de vida de uma sociedade e tempo decorrido desde a sua edificação [7].

Tabela 5 – Valor Histórico - Diretrizes de Inclusão/Exclusão (fonte : [4] apud [5]).

Valor Histórico	
Diretrizes para Inclusão:	Diretrizes para Exclusão:
- Mostra de evidências de uma atividade humana significativa.	- Tem conexões incidentais ou infundadas com atividades ou processos historicamente importantes.
- Está associado a uma atividade significativa ou fase histórica.	- Fornece evidências de atividades ou processos de importância histórica duvidosa.
- Mantém ou mostra a continuidade de um processo ou atividade histórica.	- Tem sido tão alterado que não pode mais fornecer evidências de um acontecimento histórico.

5.4 Valor Artístico

O valor artístico por sua vez está sujeito à subjetividade, pois está relacionado a uma determinada apreciação estética. Avalia o conjunto de princípios por trás do trabalho de um determinado artista ou movimento artístico. Apesar da subjetividade, representa a apreciação estética e o alto grau de realização criativa/técnica. Cabe a aplicação dos conhecimentos como composição arquitetônica que represente à linguagem estética de um arquiteto reconhecido ou movimento arquitetônico [6].

Tabela 6 – Valor Artístico - Diretrizes de Inclusão/Exclusão (fonte : [4] apud [5]).

Valor Artístico	
Diretrizes para Inclusão:	Diretrizes para Exclusão:
- Mostra associação a inovação criativa, técnica ou realização.	- Não se trata de grande trabalho de um importante <i>designer</i> ou artista.
- Trata-se de inspiração para a inovação criativa, nova técnica ou realização.	- Por algum motivo foi descaracterizado de modo a perder sua integridade técnica.
- É esteticamente distinto.	- Seu apelo visual ou sensorial cênico foi degradado e desconfigurado pelo tempo.
- Tem características marcantes.	- Tem uma associação fraca ou não comprovada com uma realização criativa ou técnica.
- Exemplifica uma técnica, estilo ou tecnologia particular.	

5.5 Valor Cultural

Representa as referências históricas relativas a uma determinada comunidade [6] e estabelece a medida em que a identidade social é construída. Interliga o passado, com a memória coletiva, ao presente e ao futuro. Pode ser reconhecido no contexto social percebendo as artes, seu sistema social, seus hábitos e costumes e sua religião [6].

Tabela 7 – Valor Cultural - Diretrizes de Inclusão/Exclusão (fonte : [4] apud [5]).

Valor Cultural	
Diretrizes para Inclusão:	Diretrizes para Exclusão:
- Mostra de evidências de uma atividade humana significativa.	- Tem conexões incidentais ou infundadas com atividades ou processos historicamente importantes.
- Está associado a uma atividade significativa ou fase histórica.	- Fornece evidências de atividades ou processos de importância histórica duvidosa.
- Mantém ou mostra a continuidade de um processo ou atividade histórica	- Tem sido tão alterado que não pode mais fornecer evidências de um acontecimento histórico.

5.6 Valor de Antiguidade

De modo sintético, representa a clara percepção do passar do tempo, do ciclo necessário da criação e das próprias marcas de destruição. Os valores de contemporaneidade estão nas imperfeições das obras, nos seus defeitos de integridade [7], ou seja, quando no atributo / bem pode-se perceber a passagem do tempo, as marcas deixadas pela natureza e pelo homem (pátina) [6].

Tabela 8 – Valor de Antiguidade - Diretrizes de Inclusão/Exclusão (fonte : [4] apud [5]).

Valor de Antiguidade	
Diretrizes para Inclusão:	Diretrizes para Exclusão:
- Mostra de evidências de uma atividade humana significativa.	- Tem conexões incidentais ou infundadas com atividades ou processos historicamente importantes.
- Está associado a uma atividade significativa ou fase histórica.	- Fornece evidências de atividades ou processos de importância histórica duvidosa.
- Mantém ou mostra a continuidade de um processo ou atividade histórica.	- Tem sido tão alterado que não pode mais fornecer evidências de um acontecimento histórico.

5.7 Valor Simbólico

De acordo com Lacerda e Zancheti [6], o valor simbólico representa as experiências humanas. É perceptível o simbolismo agregado dos patrimônios históricos, registrado nos documentos, acontecimentos e eventos que oficializam a valoração do patrimônio. Estes são os critérios-base dos muitos debates discutidos em processos de conservação de patrimônio histórico, o que explica a dificuldade em imputar aplicabilidade ao conceito de significância cultural.

Tabela 9 – Valor de Simbólico - Diretrizes de Inclusão/Exclusão (fonte : [4] apud [5]).

Valor Simbólico	
Diretrizes para Inclusão:	Diretrizes para Exclusão:
- É um bom exemplo de seu tipo e tem as principais características de um importante grupo ou classe.	- É um exemplo pobre de seu tipo.
- Tem atributos típicos de um determinado modo de vida, filosofia, costume, processo significativo, <i>design</i> , técnica ou atividade.	- Não representa bem as características de um determinado modo de vida, filosofia, costume, processo significativo, <i>design</i> , técnica ou atividade.
- É notório por causa de sua configuração, condição ou tamanho.	- Tem sido tão alterado que não pode mais fornecer evidências do estilo histórico no qual foi concebido.
- É notório por causa de sua integridade ou estima em que é mantida.	- Não inclui ou perdeu o alcance das características de um tipo.

5.8 Índice de Significância Cultural - I_{sc}

Ao final da qualificação de cada um dos valores descritos, a soma dos atributos positivados fornece o Índice de Significância Cultural (I_{sc}) [4], estabelecido na escala que varia de 0 a 7, com diretrizes orientativas para gestão.

Tabela 10 – Índice de Significância total [4].

Índices de Significância	I_{sc}	Diretrizes para gestão:
Significância Excepcional	6 a 7	Mantém a intenção original do arquiteto e é um atributo/bem original sem alterações posteriores.
Significância Considerável	4 a 5	Está associado à intenção original, porém, sofreu pequenas alterações posteriores.
Alguma Significância	2 a 3	Alterações posteriores que não afetam a leitura do atributo/bem e que lhe garante o funcionamento/uso.
Sem Significância	1	Alterações posteriores sem valor, porém, não alteram as características do atributo/bem; podem ou não ser removidas.
Invasivo	0	Alterações que interferem na leitura do atributo/bem, porém, sua remoção deve ser avaliada.
Demolição/Liberação	-1	Elementos temporários acrescentados ao atributo/bem que devem ser removidos sem nenhum dano.

5.9 Índice de Importância Patrimonial - I_p

Índice de Importância Patrimonial (I_p) representa a média ponderada dos I_{sc} multiplicado pelo peso do atributo avaliado em relação ao maior valor possível (porcentagem). Este I_p é parametrizado de modo a variar de 0 a 1, sendo 0 o valor correspondente ao imóvel que não possui significância patrimonial e 1 o valor correspondente ao imóvel de máxima representação patrimonial para aquele grupo social.

6 Teatro Nacional Cláudio Santoro

O Teatro Nacional Cláudio Santoro foi projetado pelo arquiteto Oscar Niemeyer e integra a lista de suas obras que são tombadas individualmente em nível federal - Portaria nº55 de 06/06/2017 do Ministério de Estado de Cultura. Com marco das obras em 1960 e demanda emergencial para finalização, a estrutura principal foi modelada em

placas de concreto pré-fabricadas dimensionadas pelo engenheiro Bruno Contarini. Parte da construção e croqui são mostrados na Figura 4. Estão presentes outros grandes nomes como Milton Ramos (arquitetura), Igor Sresnewsky e Lothar Cremer (projetos acústicos), Aldo Calvo (cenografia e cenotécnia), Sérgio Rodrigues (designer das poltronas das plateias), Burle Marx (paisagismo), ao lado de Athos Bulcão, Marianne Peretti e Alfredo Ceschiatti (bens artísticos integrados).

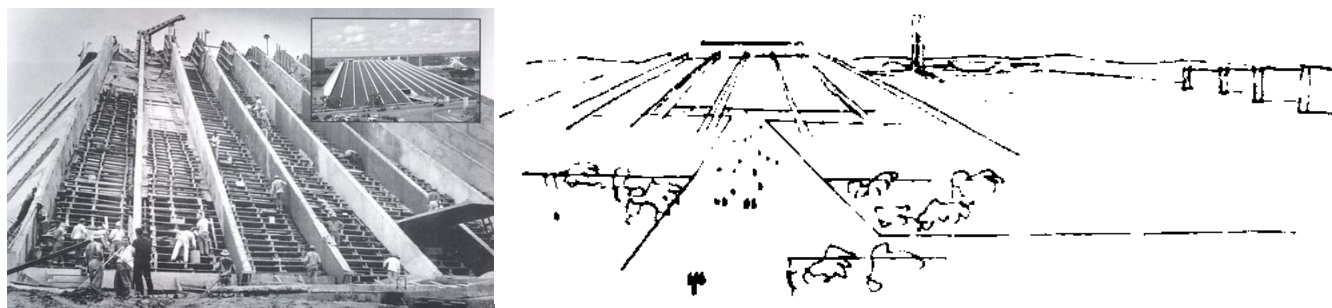


Figura 4 - Teatro Nacional Cláudio Santoro, vista aérea a croqui do ante projeto (fonte: acervo GDF).

O Teatro possui salas de apresentação teatral e concertos musicais, galerias e *foyer* que atendem a exposições temporárias, além de um restaurante na cobertura. Edificado em concreto armado pré fabricado e peças protendidas, a parte externa inicialmente atendia apenas como marco da cidade. Somente em 1976 são desenvolvidos os projetos de arquitetura da parte interior, com divisão das salas de apresentação e a disposição de uso atual, conforme Figura 5. As fachadas norte e sul são formadas por vigas pré-moldadas de peça única em forma de “L”, apoiadas nas linhas B e E, escondidas pelo painel de volumes cúbicos do artista Athos Bulcão.

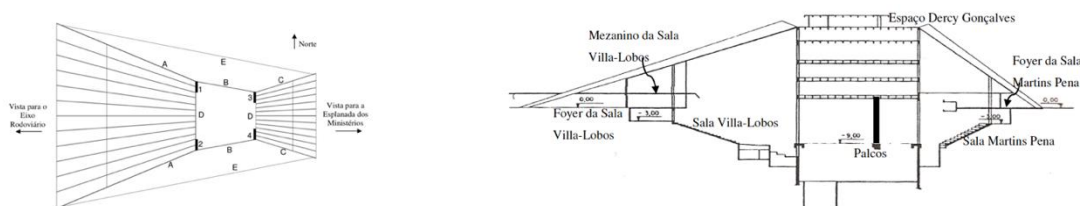


Figura 5 – Vista superior da estrutura principal do Teatro; Corte e localização dos principais espaços do Teatro (fonte: acervo GDF).

Além de preservar a parte edificada, o desafio atual é adaptar o monumento à legislação normativa vigente, estabelecendo processos de preservação e de modernização atuando de forma paralela. Em 1999 foram feitas as primeiras adaptações para pessoas com deficiência com a criação de rampas externas, sanitários especiais no *foyer* da Martins Pena e da Vila Lobos, e colocação de poltronas para pessoas com deficiência, mas as benfeitorias não

se conformam à legislação atual. Quanto às poltronas vistas na Figura 6, foram desenhadas e construídas para as salas Martins Pena, Alberto Nepomuceno e Villa Lobos, com diferença apenas na cor do estofado.



Figura 6 – Vista salas Martins Pena, Alberto Nepomuceno e Villa Lobos (fonte: acervo particular dos autores).

Na avaliação do Índice de Significância Cultural (I_{sc}) e do Índice de Importância Cultural (I_p) foram qualificados os elementos descritos na Tabela 11 como parte da referência arquitetônica do Teatro Cláudio Santoro.

Tabela 11 – Valor de Simbólico - Diretrizes de Inclusão/Exclusão [4].

Avaliação da Significância Cultural (I_{sc})												
Atributos sugeridos para análise		Qualificação							I_{sc}	MÉDIAS	PESOS	I_p
		Uso	Econômico	Histórico	Artístico	Cultural	Antiguidade	Simbólico				
Edifício como um todo	Referência											
Fachadas												
Fachadas	Oscar Niemeyer, Athos Bulcão.	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	7	1,00	0,30	0,30
Sistema Estrutural												
Estrutura em concreto aparente	Bruno Contarini	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	4	0,43	0,25	0,11
Projeto arquitetônico												
Configuração e distribuição de funções (Planta Baixa)	Oscar Niemeyer, Milton Ramos	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	6			
Bens Artísticos integrados	Marianne Peretti e Alfredo Ceschiatti;	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	5			
Poltronas	Sérgio Rodrigues	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	5			
Revestimentos	Athos Bulcão	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	7	0,86	0,15	0,13
Implantação												
Paisagismo	Burle Marx	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	7			
Calçadas		SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	3	0,64	0,30	0,19
												0,73

O valor do Indicador Patrimonial I_p igual a 0,76 mostra que é um patrimônio histórico significativo. As fachadas, revestimentos e paisagismo atingiram o Índice de Significância Cultural máximo da escala I_{sc} igual a 7, indicando

que mantém a intenção original do arquiteto e é um atributo/bem original sem alterações posteriores. A estrutura com valor de I_{sc} igual a 4 está associado a intenção original, porém sofreu pequenas alterações posteriores. Planta baixa com I_{sc} igual a 6 representa a preservação da intenção original do arquiteto e é um atributo/bem original sem alterações posteriores. Bens integrados e as poltronas com I_{sc} igual a 5 são bens associados à intenção original, porém, sofreram pequenas alterações posteriores.

6.1 Inspeção

Foram realizadas inspeções no Teatro Nacional Cláudio Santoro, em outubro de 2020, por pesquisadores arquitetos e engenheiros do LabRAC, com o intuito de conhecer e informar a situação da sua estrutura, segurança e conservação do patrimônio, atendendo aos parâmetros estabelecidos na referência [9].

Foram inspecionados 21 sistemas, a saber: acessibilidade, pavimentação (incluindo o calçamento e a urbanização), mobiliário, bens artísticos integrados, paisagismo, sistemas estruturais, sistema de impermeabilização e águas pluviais, fachadas, instalações hidráulicas, instalações hidrossanitárias, vedação interna, esquadrias internas, pisos, forros e revestimentos de tetos, revestimentos cerâmicos decorativos, ar condicionado, elevador, segurança contra incêndio, e, por último, as instalações elétrica, luminotécnica e acústica.

A partir das vistorias e apresentação dos relatórios e mapas de danos registrou-se a real qualidade de manutenção, uso e desempenho da construção, com enfoque na análise da edificação como patrimônio cultural. O indicador patrimonial final (I_{pf}) do sistema/atributo histórico de acordo com a proposta deste artigo é obtido aplicando a equação

$$I_{pf} = \left[\left(\frac{G+U+T}{30} \right) * C \right] * (1 + I_{sc}) \quad (1)$$

A avaliação qualitativa do estado de degradação de acordo com a Tabela GUT e o estado de conservação de Heidecke, o qual oferece a percepção da extensão do dano, podem ser vistos na Tabela 12. Cada um dos elementos vistoriados, além de associados à qualificação do sistema construtivo correlato, foram quantificados quanto à significância cultural.

Tabela 12 –Tabela GUT_H adaptada para Patrimônio Histórico.

ITEM	LOCALIZAÇÃO	Status	G	U	T	C	GUT*C	I_{sc}	I_{pf}
1	Acessibilidade	incompleta	A	M	N	G	0,25		0,25
2	Pavimentação / Calçamento / Urbanização	original	M	A	A	E	0,13	0,19	0,16
3	Mobiliário	original	M	T	A	D	0,06	0,19	0,08
4	Bens Artísticos Integrados	original	M	M	N	C	0,01	0,19	0,01
5	Paisagismo	original	B	B	B	C	0,01	0,19	0,01
6	Sistemas Estruturais	original	M	B	B	C	0,01	0,11	0,01

ITEM	LOCALIZAÇÃO	Status	G	U	T	C	GUT*C	I _{sc}	I _{pt}
7	Sistema de Impermeabilização e Águas Pluviais	reforma parcial	T	T	T	H	0,75	0,11	0,83
8	Fachadas	reformado	A	T	A	E	0,16	0,30	0,20
9	Instalações Hidráulicas	original	T	T	A	I	0,93		0,93
10	Instalações Sanitárias	original	T	A	T	I	0,93		0,93
11	Sistemas de Vedação	original	B	B	M	F	0,13	0,30	0,17
12	Esquadrias Internas	reforma parcial	A	M	N	D	0,04	0,19	0,05
13	Pisos	reforma parcial	A	T	M	C	0,02	0,19	0,02
14	Tetos	reforma parcial	A	A	A	D	0,06	0,19	0,08
15	Revestimentos	original	A	T	M	C	0,02	0,19	0,02
16	Ar condicionado	reforma parcial	A	T	T	G	0,49		0,49
17	Equipamentos Mecânicos	original	A	A	A	H	0,60		0,60
18	Segurança contra incêndio	original	B	B	B	D	0,02		0,02
19	Instalações Elétrica	original	M	M	A	G	0,35		0,35
20	Luminotécnica	reforma parcial	M	M	A	F	0,22		0,22
21	Acústica	reforma parcial	M	M	A	I	0,67		0,67

Aplicando diretamente a tabela GUT ponderada por Heidecke, é possível perceber que os atributos/sistemas como itens históricos integrados à edificação obtiveram a importância incrementada em até 30%, dado o Índice de Significância Cultural, como foi o caso das fachadas concebidas por Oscar Niemeyer e Athos Bulcão.

7 Avaliação do Patrimônio Histórico e Cultural

A avaliação se mostrou adequada, pois a combinação de metodologias reconhecidas por técnicos da área de pericia e avaliação possibilita a determinação do escalonamento das ações de conservação a manutenção do patrimônio histórico. Salienta-se que a formação histórica e cultural dos técnicos é fundamental na aplicação deste método, mantendo a análise multidisciplinar. A ferramenta empregada possibilita rastreabilidade das decisões, ordenando as prioridades de acordo com a avaliação final, conforme demonstrado na Tabela 13.

Tabela 13 – Prioridades conforme degradação (adaptação dos autores ao patrimônio histórico).

ESCALA DE PRIORIDADES - ESTADO DE DEGRADAÇÃO		
1	Instalações Sanitárias	0,93
2	Instalações Hidráulicas	0,93
3	Sistema de Impermeabilização e Águas Pluviais	0,83
4	Acústica	0,67
5	Equipamentos Mecânicos	0,60
7	Instalações Elétricas	0,35
8	Acessibilidade	0,25
10	Fachadas	0,20
11	Sistemas de Vedação	0,17
12	Pavimentação / Calçamento / Urbanização	0,16
14	Mobiliário	0,08
15	Esquadrias Internas	0,05
16	Segurança contra incêndio	0,02

ESCALA DE PRIORIDADES - ESTADO DE DEGRADAÇÃO		
17	Revestimentos	0,02
18	Pisos	0,02
19	Bens artísticos integrados	0,01
20	Sistemas Estruturais	0,01
21	Paisagismo	0,01

A forma de escalonamento apresentada na metodologia proposta indica como necessidade prioritária a intervenção nas instalações sanitárias e instalações hidráulicas (0,93), seguida pela necessidade de atenção ao sistema de impermeabilização e águas pluviais (0,83). Percebe-se, porém, que itens fundamentais para utilização do imóvel, como a acessibilidade (0,25), passam a ter maior significância na ação de recuperação ou conservação do que a segurança contra incêndio (0,02).

Outra importante contribuição desta metodologia na gestão patrimonial é a possibilidade de inclusão de atributos patrimoniais na avaliação. O exemplo pode ser visto com a necessidade de recuperar o mobiliário (0,08) ser mais importante que o piso (0,02), conforme esta metodologia. Por se tratar de um patrimônio histórico, a avaliação final deve ser calibrada e revisada por todo o grupo multidisciplinar de técnicos envolvidos.

Contribuições técnicas e estudos acadêmicos no sentido de preservar o patrimônio histórico e a arquitetura moderna da cidade de Brasília estão sendo aprofundados, utilizando a inspeção predial para ultrapassar o contexto residencial e atentar aos bens artísticos integrados que marcam os eventos, seus autores, mobiliário e arquitetura da época.

Referências

- [1]. Gomide, T.; Neto, J.; Gullo, M. (2011/2020). Inspeção Predial Total. São Paulo: Oficina de Textos, 168p.
- [2]. Radegaz, N. (2013). Avaliações de Bens – Princípios Básicos e Aplicações. São Paulo: Leud, 224p.
- [3]. Abunahman, S. (2008). Curso Básico de Engenharia Legal e de Avaliações. São Paulo: Pini, 336p.
- [4]. Guimarães, L. (2021). Avaliação de Edificações com Interesse Patrimonial via Modelos Acoplados de Depreciação e Significância Cultural. Brasília: UnB.
- [5]. Kerr, J. (2013). The Seventh Edition Conservation Plan. Sydney: Australia Icomos, 84p.
- [6]. Lacerda, N.; Zancheti, S. (2012). Plano de Gestão da Conservação Urbana: Conceitos e Métodos. Olinda: Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada (CECI), 300p.
- [7]. Cunha, C.; Riegl, A. (2006). O Culto Moderno dos Monumentos. Revista CPC 2, 6-16. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/cpc/article/view/15586>. Acesso em: 24 jul. 2021.
- [8]. Sydney Council (2018). The Queen Victoria Building. In: Conservation Management Plan 429-481, George Street, Sydney.
- [9]. ABNT NBR-16747: 2020. Inspeção Predial — Diretrizes, Conceitos, Terminologia e Procedimento. Assoc. Bras. Normas Técnicas 12.

A Postscript Technical Report on Gravitational Driving

Nilo Serpa

Université des Sciences de l'Homme de Paris - ULSHP, France
Centro Universitário ICESP, Brazil
nilo.serpa@icesp.edu.br

Received: 11 Mar 2021 / Accepted: 04 Jun 2021 / Published: 28 Jul 2021.

Abstract. The aim of this postscript is to broaden the understanding of the model described in reference [8], as well as the mathematical approach to the theory previously discussed by examining the junction between two manifolds. Present work also makes some comments about metamaterials in the theoretical context of warp drives engineering.

Key words: warp driving, junction, metamaterial.

Resumo. O objetivo deste pós-escrito é ampliar o entendimento do modelo descrito na referência [8], bem como a abordagem matemática da teoria discutida anteriormente, examinando a junção entre duas variedades. O presente trabalho também faz alguns comentários sobre metamateriais no contexto teórico da engenharia de *warp drives*.

Palavras-chave: *warp driving*, junção, metamaterial.

Prolog

This technical report was motivated by an observation made on the expression to provide coordinate-invariant measures for the total energy from the warped region of a warp drive space-time. That expression was described by Bobrick & Martire [3], in the general set of warp drive modelling tools, and I rewrote it in my article "Gravitational Driving: Geodesics Warped by Solitons of Acceleration"[8], in which I treated the distortions in a world line caused by a

certain type of solitary wave. The study was conducted within the perspective of the geodesic warping that could be expected after the application of some gravitational soliton-based driving technology. It was not my objective in the original article to discuss the referred expression. However, I believe that it is worth adding some observations regarding the aims of the work and its limitations.



Metamaterial correction for a warp drive space-time

In a recent message, a colleague physicist pointed out to me a correction to be made in an expression that establishes the total energy contained in the warped region of a warp drive bubble, this correction being due to the intervention of some hypothetical metamaterial originating the warped reconfiguration of space-time. After going through the draft sent, it seems that the author offers a suggestion to approach the energy problem with metamaterial resonances (at least that's what I understood from the few handwritten lines).

The original expression is

$$E = \int_{\mathcal{M}_{warp}} (-g^{00})^{-1} T^{00} \sqrt{-g} d^3 x_{out}, \quad (1)$$

where $(-g^{00})^{-1} T^{00}$ is the energy density. The proposed correction (in the exact form in which it was posted) is

$$E = \text{Re} \left[\int_{\mathcal{M}_{warp}} \frac{(-g_{00})^{-1} T_{00} \sqrt{-g}}{S} d^3 x \right].$$

As far as it can be learned from the comments, S is in fact the contraction of the magnetoelectric susceptibility tensor related to the metamaterial, and, assuming an isotropic material, we have

$$S = \hat{\mu}^{\eta\iota\kappa\lambda} \hat{\mu}_{\eta\iota\kappa\lambda} \rightarrow \left(\varepsilon^2 + \frac{1}{\mu^2} \right).$$

Evidently, as it was a very succinct note, the author establishes $\varepsilon = \varepsilon' + i\varepsilon''$ and $\mu = \mu' + i\mu''$, but he did not have enough textual space to expand the discussion to give further details about the logical-motivational chaining of the outlined reasoning, nor about the physical ties related to the considered metamaterial and the geometry of space-time. The expression posted seems to show

interesting features, but I would need to dispose some time to take a look at its content more accurately to try to discuss my ideas adding value from other considerations regarding the introduction of metamaterials. Anyway, it is necessary to see if that expression really brought anything new and consistent with the reasoning currently accepted. For now, I will make some brief considerations about metamaterials, going directly to the fundamental points of the theory I advocate.

How far we are from practical applications

To fabricate a localized gravitational distortion — a warp field — there are many puzzles to be solved. Not to mention the unobtainable amounts of energy required, shall we be able to control the warpdrive bubble from within, and, if so, shall we be able to deal with the potential causation paradoxes involved and other potential side-effects? Since these questions shall remain challenging us for a long time, I think we should continue to refine the theory before proceeding further in technology of metamaterials and others.

Metamaterials are manufactured composites of metals and polymers, engineered with the aim to engender phenomena that otherwise would not be feasible or very difficult to observe. Studies from Smolyaninov [7] show that, for subluminal speeds, the metric he introduces points to promising possibilities for warping.

All the preliminary reasoning necessary to consider the use of metamaterials was found in Maxwell's classical macroscopic theory, and, in the domain of space-time geometries, it now includes general relativity. Logically, if the geometry will be modified, it is expected that the metric reflects the influence of the causative metamaterial. From the macroscopic Maxwell equations, in a metamaterial such as one built from split ring resonators and endowed with significant magnetoelectric susceptibility, it is possible to set

$$\varepsilon = \mu = h^{-1/2} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{n_\infty^2} - \frac{v_0^2}{c^2} \tilde{f}^2(\tilde{x})}},$$

where $\tilde{x} = x - v_0 t$ and n_∞ is a scaling constant. According to reference [7], this equality is related to the gravitational field written as a suitable modification of the original Alcubierre metric form in the rest frame of the warp bubble,

$$ds^2 = \left(\frac{1}{n_\infty^2} - \frac{v_0^2}{c^2} \tilde{f}^2(\tilde{x}) \right) c^2 dt^2 - d\tilde{x}^2 - 2v_0 \tilde{f}(\tilde{x}) d\tilde{x} dt - dy^2 - dz^2,$$

$$ds^2 = \frac{1}{\varepsilon^2} c^2 dt^2 - 2v_0 \tilde{f}^2(\tilde{x}) d\tilde{x} dt - d\tilde{x}^2 - dy^2 - dz^2,$$

to which three-dimensional Maxwell equations are

$$\mathbf{D} = \frac{\mathbf{E}}{\sqrt{h}} + [\mathbf{H}\mathbf{g}]$$

and

$$\mathbf{B} = \frac{\mathbf{H}}{\sqrt{h}} + [g\mathbf{E}],$$

with $h = g_{00}$ and $g_\alpha = -g_{0\alpha}/g_{00}$. Also, in a subluminal warp drive model based on the magnetoelectric effect, it must be valid the inequality

$$\frac{v_0}{c} \tilde{f}(\tilde{x}) \leq \frac{n_\infty - 1}{n_\infty^2}.$$

This result is well explained by Smolyaninov [7]; it means that, for $n_\infty > 1$ in a material medium, the warp drive model is thermodynamically stable at subluminal speeds, while for $n_\infty = 1$ (in vacuum) the warp drive is forbidden.

It is now known that electromagnetic metamaterials make it possible to simulate exotic space-time geometries, especially the Big-Bang singularity. So it is very interesting to lead studies on metamaterial-based models of warp drives, searching its limitations and new developments on the so-called "bi-anisotropic non-reciprocal magnetoelectric metamaterials". However, in present moment it seems premature to open an explicit discussion of how these metamaterials would be implicated in the subject of my previous work, both mathematically and physically, since the *desideratum* was simply to describe a world line warp caused by a hypothetical human-made sine-Gordon-type soliton, a single distortion in the space-time woof with no prior concerns about unreachable energies (by the way, it's also worth considering Füzfa's work about an experiment devised to create a localized gravitational distortion detectable in lab [1]). For future works, the implication of metamaterials in simulations to restructure the spacetime metric shall certainly be a productive approach. In the meantime, I would like to share more information on the theoretical content developed in reference [8].

Engineering and matching the metrics

Alcubierre drive and other warp drive proposals are sound ways to 'apparently' overcome the speed-of-light barrier [2][3][4][5], however far reaching for our current civilization. A solid ground from mainstream theoretical physics is now available to treat such topics as warp drives, but we do not have a clue about what energy sources might be engineered for spaceflight applications. Perhaps the solution lies in the interactions between matter and vacuum, or, as I propose, in the space-time expansion energy itself.

My research program has a two-fold objective: 1) to introduce a quantum space-time expansion model and 2) to formally associate this model with a solitonic warp drive design that implies the possibility of introducing a shape function in a less arbitrary way, since, ultimately, what Alcubierre metric (and others like it) describes is a manner of inducing a curvature of space-time similarly to what a solitary ocean wave does, being reasonable to assume that the space-time warp drive bubble is shapebounded by a soliton of gravitational acceleration. The quantum structure of space-time based on its expansion is discussed in reference [6], and is part of my main arguments in cosmology.

Although space-time is expanding at each point, in certain circumstances the opposite effect of contraction caused by massive bodies in its surroundings occurs. Regions where there is a conflict between expansion and contraction were called by me "G-closures"[6]. Thus, a warp drive space-time bubble is, in a way, an anthropic G-closure where the opposite ends in the direction of displacement are dynamically conflicting with each other. In other words, behind the bubble the expansion of space-time is greatly enhanced, on the same foot that it is inverted in front of the bubble¹. Having in mind the complexity of such an object, the technology to engineering spacetimes is part of an area that is worth looking at. The anthropic solitons of acceleration I came up with, as a result of metric engineering by advanced technological devices, must be produced from the necessary matter to deploy the intrinsic energy of expansion within the quanta of space-time to control a high-expanding curvature zone behind the starship, and a high-shrinking curvature zone in front, both in equal amount so that the starvessel resides in a stable bubble, moving with space; but we have no idea how to do this!

Increasing the space-time expansion energy is not a difficult idea to assimilate. If we think of the ocean as a medium in constant motion, with waves breaking the blue-green surface, we can imagine a simple device stirring the waters and transferring more energy to the oscillations. We can thus increase the impact of the wave fronts on a bulkhead equipped to measure the amount of energy transferred during the shock of the wave crests. The difference is that the proper energy of the space-time quanta (such as the churning energy of an ocean wave pulse in its "ground state") is very small; in order to cause a significant warping effect, one can immediately think of implementing a resonance process on the fundamental frequency associated with the space-time quantum expansion energy, but an extraordinary energy (negative or not) at least of the order of $10^{-1} M_{\odot} v_s / c$ (considering more reasonable requirements) would be necessary for that warping effect. In view of this, for the time being, all we can do is advance the theory and accumulate as much useful knowledge as possible, so that, in the future, we can better understand the technology we speculate about today.

So, for simplicity, without properly discussing the drawbacks associated with negative energy requirements, causality violations due to "apparent" superluminal velocities, and the fact that we don't know to create the shape function to engineer the Alcubierre warp drive space-time, I will assume the Alcubierre metric and make some considerations equally valid for other metrics, preserving the condition that $f(r_s)$ tends to 1 for $r_{(s)} \approx 0$, having in mind that the warp bubble moves as a whole with respect to the flat space-time outside it.

¹ The main point of the theory is the "natural engine" of expansion and contraction of space-time to be explored by a hypothetical technology powerful enough to do so. Even Natario's model runs with a contraction in front of the starship, however, compensated by an expansion in the direction perpendicular to the starship's motion in order to conserve the volume. So, whatever the model of warp drive, I believe that the main ground is in this dialectic of space-time expansion/shrinking.

We can rewrite the original Alcubierre metric, $ds^2 = -c^2 dt^2 + (dx - f(r_s)v_s dt)^2 + dy^2 + dz^2$, in the form

$$ds^2 = \left(-c^2 + f_{(r_s)}^2 v_s^2\right) dt^2 - 2f_{(r_s)} v_s dx dt + dx^2 + dy^2 + dz^2. \quad (2)$$

The world line equation deduced in the original article [8] provides — under certain very special conditions and by means of a convenient choice of indices — a relationship that allows the determination of non-diagonal metric tensor components (diagonal components are, arbitrarily, extracted from the terms $-2f_{(r_s)} v_s dx dt + dx^2 + dy^2 + dz^2$ of the Alcubierre metric presented in equation (2)). Therefore, the new metric obtained represents, in a way, the "touch" of the world line that defines the warp-drive bubble boundary on the manifold determined by the Alcubierre metric. This is an unorthodox approach, however, sufficiently plausible to establish a matching between the two metrics considered from a geodesic warped by a soliton.

Suppose that, at a point on the warp-drive bubble, considering the speed of the bubble constant over a certain small period of time, we can adopt, at that point, a static metric as

$$ds^2 = -e^{2\phi} dt^2 + \xi_{ij} dx^i dx^j.$$

Thereby, we can write

$$\xi_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -2f_{(r_s)} v_s \end{bmatrix}.$$

Assuming 1) finite quantum intervals of space-time², 2) $i = j = k$, with l as a running index, and 3) the spatial metric relation³ (without summation, so that we produce an ordered set of numbers labelled with the indices l and k)

$$\xi_{lk} = \delta_l^j \frac{2}{E} \frac{X^i}{X^k} \xi_{ij}, \quad (3)$$

² Finite intervals on the Planckian scale, however, expansion as small as desired; this is the main philosophical foundation of the theory, somewhat inspired by Lazare Carnot's "Metaphysics of Infinitesimal Calculus" with regard to the kind of thoughtful insight into the essence of things. The introduction of these finite intervals as the ultimate constituents of the world lines (the quanta of space-time) allows for analysis of transition between regions by jumps, for example, time-like geodesics that enter a different region from a static region, becoming space-like. The expectation value measure of the rate in which the invariant element evolves only in time mode was deduced from $\langle 0 | g_{\mu\nu} d\langle x - \varepsilon \rangle_\mu d\langle x - \varepsilon \rangle_\nu | 0 \rangle = \Omega^2 \{ -[1 - C(u)] du^2 \}$, where u is a time function that corresponds to $1/H$ for time coordinate equal to 0 and to 0 for time coordinate equal to ∞ , and $C(u)$ was defined from the retarded Green's functions of the massless minimally coupled and conformally coupled scalars, being freely evaluated non-perturbatively. A complete approach to this model is found in reference [6].

³ Indeed, this expression is a transformation rule that establishes how the spatial metric ξ_{ij} originates the energy configuration of the warped region.

$$\delta_l^j \begin{cases} 0, & \text{if } j = l \\ 1, & \text{if } j \neq l \end{cases}, \quad (4)$$

yielded from the equation for a sine-Gordon-type soliton-warped geodesic [8],

$$\frac{1}{E} \frac{d}{ds} \left(\xi_{ij} \widetilde{X}^j \right) + \frac{\partial \phi}{\partial X^i} \tilde{t} - \frac{\partial \xi_{jk}}{\partial X^i} \frac{\widetilde{X}^j \widetilde{X}^k}{2} + m^2 \tilde{t} \sin \vartheta \frac{\partial \vartheta}{\partial X^i} = 0, \quad (5)$$

we can write, for small values of ϑ (see equation (31) in reference [8]), a null-diagonal matrix for the warped region

$$\xi_{lk} = \begin{bmatrix} 0 & 2E^{-1} & 2E^{-1} & -4E^{-1}f_{(r_s)}v_s \\ 2E^{-1} & 0 & 2E^{-1} & -4E^{-1}f_{(r_s)}v_s \\ 2E^{-1} & 2E^{-1} & 0 & -4E^{-1}f_{(r_s)}v_s \\ 2E^{-1} & 2E^{-1} & 2E^{-1} & 0 \end{bmatrix}. \quad (6)$$

The index-renaming δ_l^j -matrix is an "inverted" Kronecker delta. The internal energy E of the X^i intervals is the proper energy of space-time expansion. The matrix ξ_{lk} can be interpreted as the object that describes the spatial deformation as a function of the expansion energy E (in the natural system, with $\hbar = 1$, units of time and length are $1/E$, whose conversions are respectively $1GeV^{-1} = 6.58 \times 10^{-25}s$ and $1GeV^{-1} = 0.197 \times 10^{-15}m$). In such conditions, to finally match the Alcubierre metric with the static metric it is enough to write

$$\phi = \frac{\ln \left(c^2 - f_{(r_s)}^2 v_s^2 \right)}{2} \rightarrow \frac{\ln (c^2 - v_s^2)}{2}. \quad (7)$$

Once equation (5) delineates the boundary between the inside and the outside of the warp-drive bubble, it can be a starting point for a less arbitrary determination of the shape function. Note that in the junction, expression (7) gives

$$f_{(r_s)} = \frac{\sqrt{c^2 - e^{2\phi}}}{v_s},$$

so that, keeping natural units, matrix (6) becomes

$$\xi_{lk} = \begin{bmatrix} 0 & 2E^{-1} & 2E^{-1} & -4E^{-1}\sqrt{1 - e^{2\phi}} \\ 2E^{-1} & 0 & 2E^{-1} & -4E^{-1}\sqrt{1 - e^{2\phi}} \\ 2E^{-1} & 2E^{-1} & 0 & -4E^{-1}\sqrt{1 - e^{2\phi}} \\ 2E^{-1} & 2E^{-1} & 2E^{-1} & 0 \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Since the X^i intervals are subject to stretching and contraction, the tensor ξ_{lk} was called "tidal tensor". The complete formal sequence, including the theory presented in reference [8], is summarized as follows:

1. The tidal tensor is defined as the metric warped by the accelerating soliton in terms of the intrinsic energy of stretching/contraction;

2. The warped geodesic equation (5) provides, under certain specific conditions, the expression of transforming static metric components into tidal metric components;
3. From the junction between the Alcubierre metric and the static metric it is obtained a shape function;
4. The shape function is replaced in the tidal tensor.

Last comments

Arthur Clarke was a visionary who lived to see many of his predictions fulfilled, leaving others for the future. Carl Sagan was an audacious scientist, open-minded yet rigorous. Both represent the spirit that should guide innovative thinking for generations to come. I have always believed that even the topics of physics that are farthest from immediate applicability are subjects that add value to pure and simple knowledge insofar as they excite reason and show us the effort necessary to understand the world. It has been recognized that the study of warp drives leads us to identify what constraints established by the laws of physics would impose limitations on an arbitrarily advanced technological civilization, also serving as an innovative and exciting way to teach general relativity to young learners [9]. Furthermore, going beyond the interest of physicists dedicated to extraordinary topics, exotic field propulsion is a theme that has come to the fore, and a serious research issue for both NASA Breakthrough Propulsion Program and British Aerospace Project Greenglow, a fact that shows the relevance of studies directed to the topic.

With innovative thinking, I believe that, cleverly "subverting" (not breaking!) physics, bypassing the exoticism demanded by the first warp drive design, applying Füzfa's empirical results in association with the afore described formalism, we can take a step further in improving the theory. In principle, the solitonic bubble toy model, as an anthropic G-closure, would be generated in such way that internal electromagnetic field emitters in the starship would act to locally curve space-time, aft-expanding and fore-contracting the cosmic woof in the direction of displacement. The big challenge shall be to find ways to control the signatures of the predicted contractions and expansions of space-time and manipulate its intrinsic energy to produce very strong curvatures. I can't imagine what degree of technological and scientific advance it would take to accomplish such a feat.

Foremost, the ideas discussed here are no longer science fiction. Humanity shall certainly leave Earth sooner or later; it's a matter of survival. How far we shall go, no one knows⁴. However, if we want to get to the nearest star systems,

⁴Did you ever hear of the complexity of keeping humans in space for long periods? Even restricted to the solar system this shall be a serious problem if we only think about conventional propulsion engines, not to mention the slowness of the constant transport operations of equipments and materials necessary for colonization. Exotic engines associated to advanced unities of shortrange propulsion for precision movements would be of great value to take trips to Saturn's moons!

like that of the red dwarf TRAPPIST-1, with its three or four earth-sized planets in the Goldilocks zone, around 39 light-years from the Sun in Aquarius constellation, we shall need some very uncommon engineering. Meanwhile, a little caution wouldn't hurt. We are living in a phase of free lucubration, and, in a way, also of excesses, taking the discussion even to the field of extra dimensions[9]. In these moments of high intellectual tension, it's easy to move from science to intelligent design. Unlike extra dimensions, warp drives are testable constructs belonging to a falsifiable theory. The development of metamaterials, Füzfa's experiments, and Smolyaninov's results provide concrete empirical foundations to carry the theory forward, although still in the beginning.

Personally, I don't see much practical future in extra dimensions at the moment, and frankly, I would be happy and surprised if they were ever to become an everyday reality in science, since I have taken them into account in my theories for a long time. The extra dimensions associated with string theory constitute a kind of postmodern framework, closer to intelligent design than to science as we understand it, since, at least for the time being, one cannot speak of a real revolution in physics based on strings. I've been thinking over and over again of Occam's Razor, and I wonder if we're getting too complicated for so little clarification. I also remember Husserl, for whom the unveiling that makes possible the frenetic mathematization of science is also the reason for its obscurity. It must be remembered that we are physicists first of all (not mathematicians); we need to preserve physics with its real-world power of signification while maintaining objectivity and clarity. In the end, I find it difficult to resolve the fundamental issues by increasing the amount of unobservable dimensions; we have enough physics, as long as we know how to rethink the relationships between objects and systems "out of the box".

Lastly, I emphasize that the philosophy applied to physics had a great influence on the research in course. In fact, I don't see how physics can progress significantly without this exercise. The relative stagnation of the current physics is partly due to the physicists' frequent disinterest in philosophy, perhaps due to absence of self-criticism regarding our limitations, perhaps due to incomplete intellectual preparation for science. For, looking at the portrait of giants like Bohr, Heisenberg and Jordan, on one side, and Bunge, Popper and Russell on the other, it is unlikely that we will see in this century such an intense approximation between physics and philosophy as we saw in the 20th century, especially until the 60s. There is, however, some hope. Although few, eminent physicists like Baez, Rovelli and Smolin seem to recognize the importance of philosophy not only playing the role of criticizing what already exists, but with a constructive mission with physics. It is up to philosophers to take an interest in physics as well.



Acknowledgements

I would like to thank Prof. Dr. Aparecido Pimentel, Pro-Rector of Research and Innovation at *Centro Universitário ICESP*.

References

1. Füzfa, A. (2015) "How current loops and solenoids curve space-time" arXiv:1504.00333v3.
2. Alcubierre, M. (1994) "The warp drive: hyper-fast travel within general relativity" *Classical and Quantum Gravity* 11(5), 73-77.
3. Bobrick, A., Martire, G. (2021) "Introducing physical warp drives" arXiv: 2102.06824v2.
4. Lentz, E. (2021) "Breaking the warp barrier: Hyper-fast solitons in Einstein-Maxwell-plasma theory" arXiv:2006.07125v2.
5. Lobo, F., Crawford, P. (2003) **Weak Energy Condition Violation and Superluminal Travel** 617 p. 277.
6. Serpa, N., Steiner, J. (2016) "General relativity, quantum gravity and all that: Time machines in perspective by singularity functions" *Bulg. J. Phys.* 43(1) 1-20.
7. Smolyaninov, I. (2021) "Metamaterial-based model of the Alcubierre warp drive" arXiv:1009.5663v2.
8. Serpa, N. (2021) "Gravitational driving: Geodesics warped by solitons of acceleration" *CALIBRE* 6(1) 1-20.
9. Obousy, R., Cleaver, G. (2008) "Warp drive: A new approach" arXiv:0712.1649v6.



CALIBRE – Revista Brasileira de Engenharia e Física Aplicada, ISSN 2526-4192.
Livre direito de cópia de acordo com os princípios estabelecidos pela *Creative Commons*.