

OrtogOnLineMag

ISSN: 2764-9466, Vol. 7, nº 1

Cicero Moraes Everton da Rosa Rodrigo Dornelles

OrtogOnLineMag

Volume 7, número 1

Julho de 2026

Semestral

EXPEDIENTE

Editor Científico e Diagramação

Cicero Moraes

Conselho Editorial

Everton da Rosa

Rodrigo Dornelles

Colaboradores

Lis Moura

Pierre Moulon

Alessandro Bezzi

Luca Bezzi

Idioma da Publicação

Português

www.ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/index/Publicacoes.html

cogitas3d@gmail.com

ortogonline@ortogonline.com

Cicero André da Costa Moraes

Sinop-MT

Contents

1	3D Digital Analysis of the Anatoli Bugorski Case (1978)	1
1.1	Introduction	1
1.1.1	Soviet Context	1
1.1.2	The Anatoli Bugorski Accident	2
1.1.3	Recovery and Aftereffects	2
1.1.4	Long-Term Impact	2
1.1.5	Study Motivation	3
1.2	Material and Methods	3
1.2.1	Software	3
1.2.2	References Consulted	3
1.2.3	Initial Analysis of the Injury	3
1.2.4	Three-Dimensional Reconstruction	4
1.3	Results and Discussion	5
1.3.1	Study Limitations	7
1.4	Conclusion	7
1.5	Acknowledgements	7
1.6	References	7
2	Photogrammetry in OrtoGOnBlender XP: The Story of an (R)Evolution	9
2.1	Introduction	10
2.2	How It Works	11
2.3	Tests and Accuracy	12
2.4	Conclusion	15
2.5	References	15
3	[PALESTRA] Entre a Ciência e a Imagem: Reconstruções Digitais da Vida, da História e da Memória	17
3.1	Referências Bibliográficas	41
4	Usando o No-Break como um Monitor de Tensão da Rede Elétrica	45
4.1	Introdução	45
4.2	Identificação do Problema	46
4.2.1	Configuração do No-Break para Captura os Dados da Tensão	46
4.2.2	Configurando um Sistema de Monitoramento da Tensão por Planilha	47
4.2.3	Plotando os Gráficos a partir do Monitoramento	49
4.3	Validação Complementar e Acompanhamento	50
4.4	Chamados à Concessionária	51
4.5	Análises Complementares	53
4.6	Nova Tensão Crítica e Correção	55
4.7	Observações Finais	56
4.8	Referências Bibliográficas	56

3D Digital Analysis of the Anatoli Bugorski Case (1978)



Attention: This material is licensed under the following Creative Commons license: **Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)**.

Abstract

This study presents a three-dimensional digital analysis of the Anatoli Bugorski case, a Soviet physicist struck by a high-energy proton beam in 1978 at the U-70 synchrotron in Protvino. The accident, which exposed Bugorski to lethal radiation doses (200,000 to 300,000 rads), is reconstructed using virtual donor tomographies and tools such as the OrtogOnBlender XP add-on. The 3D reconstruction maps the beam's trajectory through the head, from the occipital region to the left nostril, analyzing anatomical impacts in areas like the temporal lobe and temporal bone. Despite the scarcity of primary data, the results are consistent with historical medical descriptions, highlighting injuries that explain symptoms such as hypoesthesia, hearing loss, and epilepsy. The study explores the feasibility of anatomical reconstructions based on public information, offering insights into radiation effects and the brain plasticity that enabled Bugorski's partial recovery. Beyond its scientific value, the work serves an educational purpose, providing teaching material for 3D modeling techniques in anatomy and radiobiology. Limitations include reliance on low-resolution photographs and the absence of original documentation, introducing a margin of error. Thus, the study does not replace primary data but contributes to elucidating this rare case and inspiring future research.

Keywords: Anatoli Bugorski, U-70 Synchrotron, Anatomical Reconstruction, Brain Injury, Radiation Effects, 3D Modeling, Neuroplasticity

Cicero Moraes

3D Designer, Arc-Team Brazil, Sinop-MT, Brazil - Bachelor's degree in Marketing, Dr. h. c. FATELL/FUNCAR (Brazil) and CEGECIS (Mexico) - Member of Sigma Xi, Mensa Brazil, Poetic Genius Society, and International Society for the Study of Creativity and Innovation (ISSCI) - Invited reviewer: Elsevier, Springer Nature, PLoS, and LWW - Guinness World Records 2022: First 3D-printed tortoise shell. [Google Scholar](#)¹, [ResearchGate](#)², [ORCID](#)³, [Homepage](#).⁴

Lis Moura

Physiotherapist (UNIC) and Zootechnician (UFMT), Sinop-MT, Brazil.

Publication date: August 26, 2025

ISSN: 2764-9466 (Vol. 7, nº 1, 2026)

DOI: 10.6084/m9.figshare.29973373

1.1 Introduction

1.1.1 Soviet Context

The Union of Soviet Socialist Republics (USSR) relied on centralized planning that encompassed everything from the economy to structural organization, including the creation of cities with specific purposes. Among them, the *atomgrads*, or atomic cities, such as Prypiat, near the Chernobyl nuclear power plant, gained worldwide notoriety due to the 1986 nuclear accident. In addition to the *atomgrads*, the USSR developed around 60 scientific cities, known as *naukograds*, starting in

¹ <https://scholar.google.com.br/citations?user=u33uvHUAAAAJ>

² <https://www.researchgate.net/profile/Cicero-Moraes>

³ <https://orcid.org/0000-0002-9479-0028>

⁴ <http://www.ciceromoraes.com.br>

the late 1940s, aimed at advancing research in strategic areas such as nuclear physics and cutting-edge technology during the Cold War.

One of these *naukograds*, Dubna, remains notable to this day for its scientific contributions, such as the isolation of elements 102, 103, 104, 105 (dubnium, named after the city), and 114 in 1999 [Gessen_1997_a]. Another prominent city was Protvino, which housed the largest particle accelerator of its time [Arguments_and_Facts_2020_a], the U-70 synchrotron. With a 1.5 km vacuum tube, the U-70 generated an energy of 70 billion electronvolts, a significant milestone in particle physics [Izvestia_1998_a].

1.1.2 The Anatoli Bugorski Accident

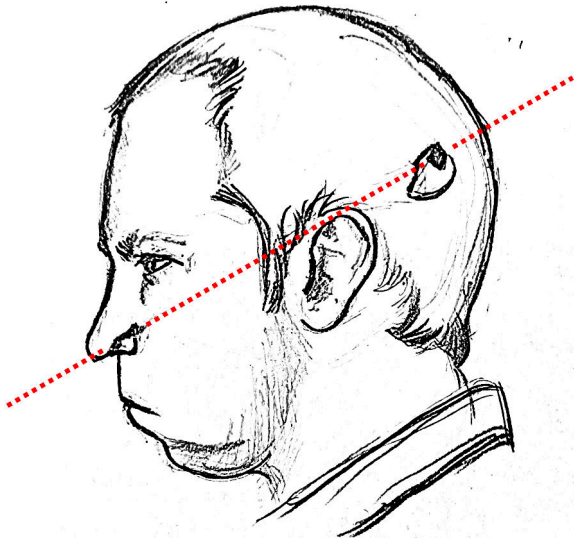


Figure 1.1: Author's drawing (C.M.) based on a photograph taken three months after the accident [Izvestia_1998_a]. The red dotted line represents the trajectory of the proton beam, which entered through the left occipital region and exited beside the left nostril.

On June 3, 1978, physicist Anatoli Bugorski, then 36 years old and a researcher at the Institute of High Energy Physics in Protvino, was called to fix a malfunction in the U-70's detection system. Due to an operational error, the safety light indicating the operation of the proton beams was burnt out, and the access door, which should have been locked, was left open after a previous experiment. Upon entering the accelerator, Bugorski was struck by a high-energy proton beam, with a 2x3 mm cross-section, which passed through his head from the left occipital region to the left nostril (Fig. 1.1), exposing him to a radiation dose of 200,000 rads at entry and 300,000 rads at exit due to dispersion [Izvestia_1998_a]. For comparison, doses of 500 to 600 rads are already lethal to humans [Gessen_1997_a].

According to Bugorski, the beam's impact produced an

extremely intense flash, described as "brighter than a thousand suns" [Gessen_1997_a]. Despite the incident, he completed his task and recorded the visit in the activity log [Izvestia_1998_a]. That night, Bugorski noticed significant swelling on the left side of his face and, the next day, sought medical attention. Initially, doctors doubted his account, but the visible symptoms led to his transfer to Hospital No. 6 in Moscow, specialized in radiation injuries [Arguments_and_Facts_2020_a].

1.1.3 Recovery and Aftereffects

Despite pessimistic prognoses, Bugorski survived, attributing his recovery to good health and regular sports practice [Arguments_and_Facts_2020_a]. Details about the treatment are scarce due to the USSR's secrecy regarding accidents involving high technology, but Hospital No. 6 was known for its expertise in radiation cases, which became widely recognized after the Chernobyl disaster. A year and a half after the accident, Bugorski returned to work [Izvestia_1998_a].

However, the physicist faced permanent aftereffects: he lost hearing in his left ear, experiencing only a constant buzzing; he suffered epileptic seizures with loss of consciousness; and, although showing no evident intellectual impairment, he experienced significant mental fatigue. Despite these challenges, Bugorski completed his *kandidat nauk* dissertation (equivalent to a Western doctorate), but exhaustion and health issues prevented him from pursuing the *doktor nauk* title, which would have required additional years of research [Izvestia_1998_a].

1.1.4 Long-Term Impact

Due to the lack of specific public policies for accidents like his, Bugorski only received state support after the Chernobyl disaster, being included in a program for radiation victims. After the dissolution of the USSR, he faced difficulties in covering treatment costs [Gessen_1997_a]. Nevertheless, he remained active at the Institute of Physics until at least 2020, at the age of 77 [Arguments_and_Facts_2020_a]. His family continues to live in Protvino, where they enjoy local prestige, as evidenced by a 2024 news report about his granddaughter's marriage proposal during an election session in the city [Msk1_ru_2024_a].

1.1.5 Study Motivation

The accident involving Anatoli Bugorski, which occurred in 1978 at the U-70 synchrotron in Protvino, is a case of significant public interest, widely reported in news outlets and online media, but lacking detailed academic analyses. The primary reliable sources available are two articles published in the 1990s [Gessen_1997_a] [Izvestia_1998_a], accompanied by a limited number of reference images, mostly low-resolution photographs. Given this scarcity of scientific studies, this work aims to reconstruct the accident through a 3D digital anatomical analysis, seeking to detail the regions affected by the proton beam and verify the consistency between the injury, the immediate symptoms, and the reported aftereffects.

In addition to contributing to the understanding of the case, this study has an educational purpose: to develop teaching material for anatomical analysis techniques. Using data extracted from news reports, books, online media, and academic journals, the work tests the feasibility of reconstructing complex injuries based on publicly available information, employing 3D modeling tools to map the beam's trajectory and its anatomical impacts. The analysis also aims to clarify how factors such as the beam's energy (200,000 to 300,000 rads) and radiation dispersion influenced the observed damage, providing insights for students and professionals in the fields of medical physics and radiobiology.

1.2 Material and Methods

1.2.1 Software

The work described in this document was carried out using the OrtogOnBlender XP (https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/OrtogOnBlender/index.html) addon, an extension developed by one of the authors (C.M.) to enable Blender to perform tasks not available in the native version, such as importing tomographies, either as voxel data [Moraes_et_al_2021_a] or as 3D meshes [Moraes_et_al_2025_a].

1.2.2 References Consulted

Regarding historical aspects and medical evaluations, two documents were extensively consulted due to their relevance and frequent citation in derivative news outlets. The first is the renowned Wired article, *The future ruins of the nuclear age*, authored by [Gessen_1997_a], which, in addition to addressing the accident, contextualizes the scientific cities project (*naukograds*). The article also highlights Bugorski's interest in making himself available to Western scientists, considering himself, in his words, a valuable study subject [Gessen_1997_a]. The second material, equally significant and containing valuable images for this study, is the article by

[Izvestia_1998_a], titled *Anatoli Bugorski's Personal Chernobyl*, written at the request of the interviewee, which provides crucial information about the medical evaluation.

For the consultation of anatomical data and naming, the *Human Anatomy Atlas* by [Tank_and_Gest_2009_a] was consulted.

The analysis of the case involved a series of complex events and approaches, requiring the review of a considerable number of articles. After a selection process focused on the present case, only a portion was included in the references. The comprehensive work by [Price_20212_a], titled *A review and synthesis of the first 20 years of PET and fMRI studies of heard speech, spoken language and reading*, provided a detailed insight into the brain region primarily affected by the 1978 accident, consolidating 20 years of studies in an extensive document that also referenced previously consulted articles, which is why the author chose to omit them in its citation. Another relevant study was [Nieberlein_et_al_2023_a], titled *Reorganization and Plasticity of the Language Network in Patients with Cerebral Gliomas*, which addresses brain reorganization and the factors explaining the high success rate in cases similar to the present one. Regarding hypoesthesia and paresis, the studies by [Lee_et_al_2020_a] and [Devoti_et_al_2021_a] explored lesions in the infraorbital foramen region, while [Kurihara_et_al_2020_a] provided a wide range of explanations about traumas in the temporal bone region, complementing the discussion on loss of sensitivity and movement. Still addressing the effects of lesions in specific brain regions, the work by [Nayak_and_Bandyopadhyay_2023_a] analyzes epilepsy cases associated with activity in the temporal lobe. Finally, concerning post-traumatic fatigue in the brain region, [Wright_et_al_2023_a] presents an approach focused on patients' experiences and practical outcomes following treatment.

1.2.3 Initial Analysis of the Injury

There are not many references regarding the injury suffered by Bugorski. The most widely disseminated images related to the case are those published in a 1998 newspaper article [Izvestia_1998_a], which include a lateral profile photo of the face (https://img0.liveinternet.ru/images/attach/c/1//62/450/62450161_2p5month.JPG) and an image purportedly showing the radiograph with the proton beam trajectory (https://img1.liveinternet.ru/images/attach/c/1//62/450/62450110_Trassa.jpg).

Some observations about the angle at which the photo was taken are relevant, such as the significant distance between the start of the left eyebrow and the profile line (Fig. 1.2, A), corroborated by a line from the start of the right eyebrow (Fig. 1.2, B), suggesting that the photograph may have been taken with a slight camera rota-

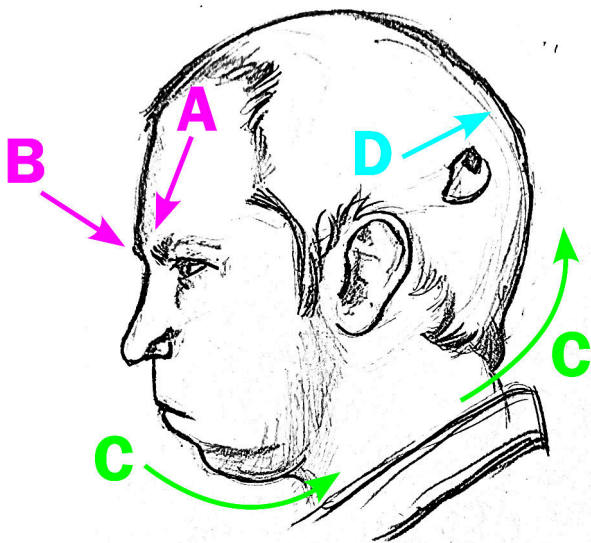


Figure1.2: Illustrative diagram regarding the slight head rotation relative to the lateral view. The use of original material respects the lack of licensing for the original photo. For further details, refer to the provided link for the photograph of Bugorski taken 3 months after the accident (https://imgo.liveinternet.ru/images/attach/c/1//62/450/62450161_2p5month.JPG).

tion toward the front of the face. This results in the head appearing slightly rotated relative to the observer (Fig. 1.2, C), creating the impression that the entry point, with a small area of shaved hair in the occipital region, appears more displaced toward the marginal area (Fig. 1.2, D). The swelling of the left cheek obscures the area below the nose, reinforcing the perception of rotation of the labial philtrum and giving the impression of a true profile, when, in fact, it is a slightly angled profile. Another element present in the photo is the structural deformation due to perspective, as the photograph is not orthogonal, unlike, for example, an X-ray (although the latter experiences slight magnification).

1.2.4 Three-Dimensional Reconstruction

For the three-dimensional reconstruction of the head, a tomography of a virtual male donor, adult, and of European ancestry was reconstructed in 3D [Moraes_et_al_2025_a]. This structure served as the basis for anatomical deformation, enabling the conversion of the individual's head into an anatomy compatible with that of Anatoli Bugorski. An educational video on the anatomical deformation technique can be accessed [online](https://youtu.be/xig5_EcIFWA)⁵.

When observing the reconstructed head, with the proton beam following the injury trajectory, it can be verified that, from the perspective compatible with the image, i.e., the slightly angled profile (Fig. 1.3, A), the arrows indicate the eyebrow region and the beam entry point, located in the occipital region of the head. When compared to the true profile (Fig. 1.3, B), it is evident

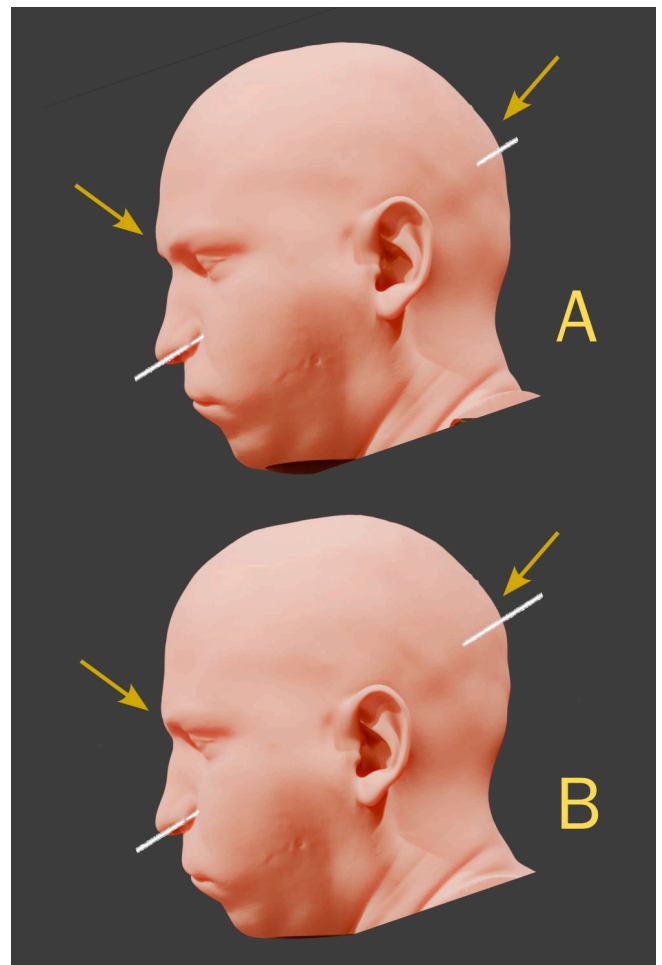


Figure1.3: A) Perspective of the official image, with a slightly angled profile view. B) True lateral view.

⁵ https://youtu.be/xig5_EcIFWA

that the eyebrow is closer to the profile margin, while the beam entry point is further from the anterior limit.

For the reconstruction of the brain structure in voxel data [Moraes_et_al_2021_a], the tomography from [Edlow_et_al_2019_a] was used. For the reconstruction of the cerebral veins, an openly available examination for academic use was employed (<https://data.kitware.com/#collection/591086ee8d777f16d01e0724/fo1der/58a372e38d777f0721a64dc6>).

1.3 Results and Discussion



Figure1.4: Exact cut in the region traversed by the beam, according to the 3D reconstruction.

Upon performing the cut in the region traversed by the proton beam (Fig. 1.4), it is observed that the trajectory passed very close to the division between the occipital lobe and the temporal lobe, partially contradicting the most well-known image of the case, which indicates a clear entry in the occipital region, passing through the inferior temporal sulcus (https://img1.liveinternet.ru/images/attach/c/1//62/450/62450110_Trassa.jpg). The issue with the older image is that it suggests an entry almost at the center of the occipital region, which would be supported by the photograph. However, as demonstrated, the photograph was taken with a slight rotation, indicating that the entry point is potentially more displaced toward the left latero-lateral direction.

When observing the reconstructed skull laterally, three points are clearly distinguishable: the beam's entry occurred in the transition region between the occipital bone and the left parietal bone, likely at the lambdoid suture (Fig. 1.5, A). The beam's path can be identified from the left external acoustic meatus, in the epitympanic recess region (Fig. 1.5, B). The exit occurred at (or very close to) the left infraorbital foramen (Fig. 1.5, C).

An official medical description (according to a journalistic report) provides the following details:

“An intense high-energy proton beam, with transverse dimensions of 2 x 3 mm, followed the trajectory: occipital region of the head - mediobasal areas

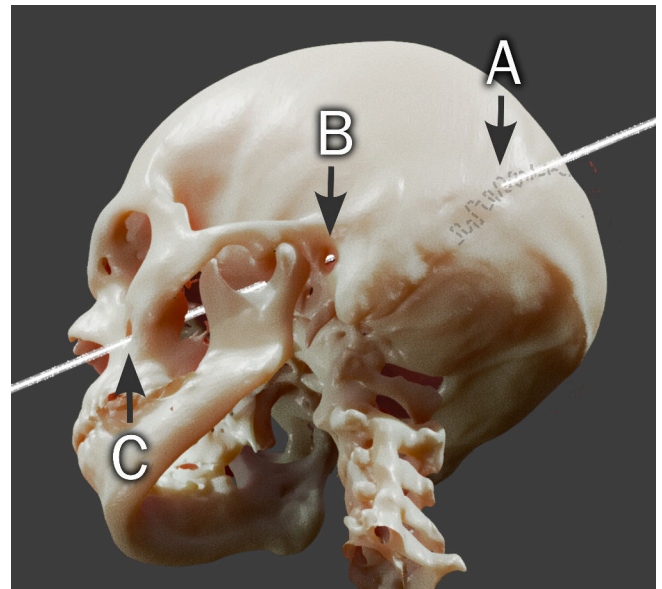


Figure1.5: Visualization of the skull and the beam's path. A) Lambdoid suture. B) External acoustic meatus. C) Infraorbital foramen.

of the left temporal lobe - left temporal bone pyramid - bony labyrinth of the middle ear - tympanic cavity - mandibular fossa - tissues of the left nasal wing. The radiation dose at the entry was 200,000 roentgen, and at the exit, it was higher due to scattering in the material - 300,000 roentgen.” [Izvestia_1998_a]

It should be noted that, as this work is based on a lateral photograph, there is an inherent margin of error. However, the entry position is consistent with the description, as the beam technically strikes the occipital bone region, albeit at the boundary with the left parietal bone. The beam's exit is also consistent with the description, but analyzing internal structures requires more specific observations.

The reconstructed proton beam trajectory (Fig. 1.6, A) passes very close to the bony labyrinth (Fig. 1.6, B), suggesting it may have struck the middle ear (Fig. 1.6, lower cut). Considering the margin of error, the trajectory is consistent with the medical description.

Regarding the cheek swelling, paresis, and hypoesthesia [Gessen_1997_a], a plausible explanation may lie in the potential injury to the infraorbital nerve. According to a study of 81 patients with this type of injury, 66.7% presented isolated hypoesthesia, with the cheek being the most affected area, at 42.8% [Devoti_et_al_2021_a]. In a case report involving infraorbital nerve injury, the patient reported numbness and pain in the cheek, nasal wing, and upper lip; post-treatment, the patient exhibited incomplete left infraorbital neuropathy and left facial neuropathy, consistent with the case under analysis [Lee_et_al_2020_a].

However, the trauma to the temporal bone, which caused hearing loss in Bugorski, may also have contributed to facial nerve paralysis. Delayed medical attention may have exacerbated the partial motor impairment, as patients treated promptly have a higher likelihood of recovery [Kurihara_et_al_2020_a].

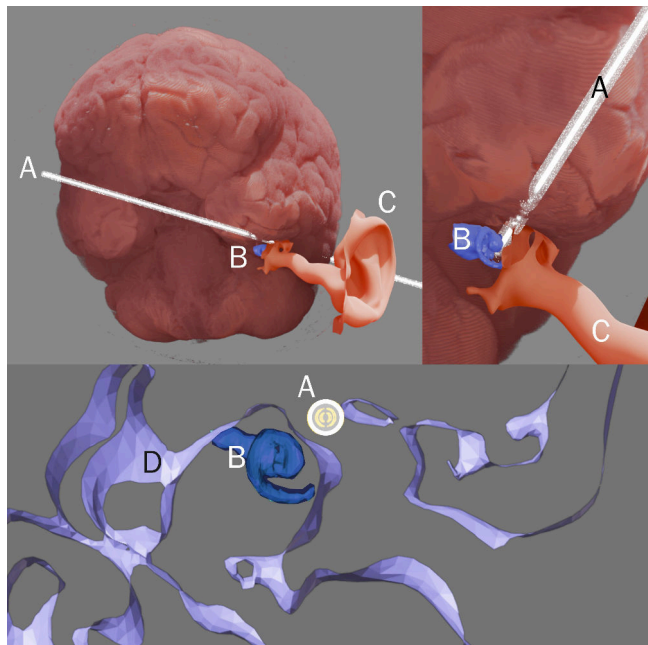


Figure1.6: Visualization of the proton beam in the inner ear region. A) Proton beam. B) Partial reconstruction of the bony labyrinth (limited by the resolution of the computed tomography). C) Surface mesh of soft tissue (internal acoustic meatus and ear). D) Surface mesh of bone tissue. The brain is the reddish-gray mass. The beam's diameter is 3 mm.

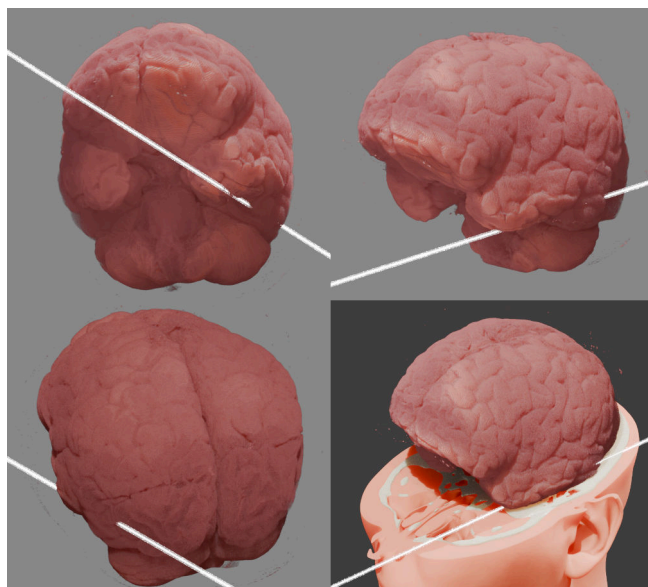


Figure1.7: Proton beam trajectory in relation to the brain.

Regarding the temporal region, specifically the temporal lobe, which is commonly associated with the development of epileptogenicity [Nayak_and_Bandyopadhyay_2023_a], it is observed that the majority of the proton beam struck this region, entering near the boundary with the occipital lobe, passing through the left temporal lobe, and exiting at or near the left inferior temporal sulcus (Fig. 1.7). According to the medical history, Bugorski experienced epilepsy and frequent seizures following the accident [Gessen_1997_a] [Izvestia_1998_a], which is consistent with the literature.

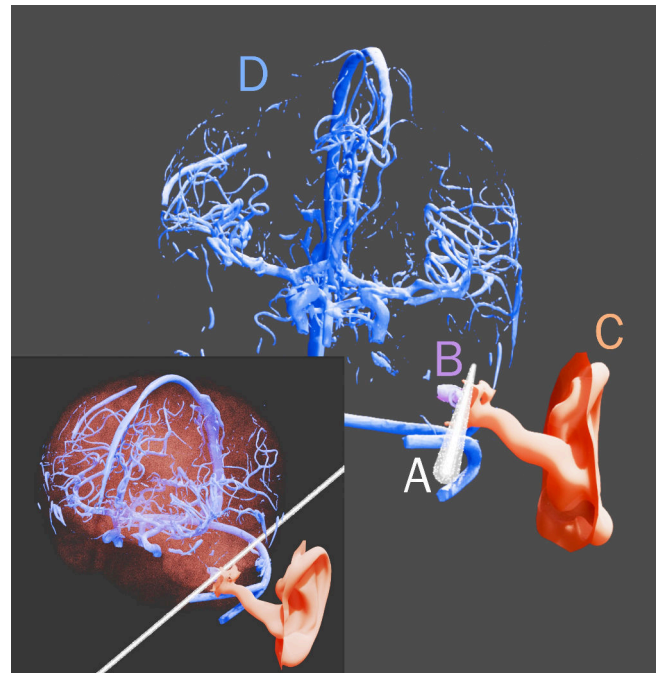


Figure1.8: Visualization of the proton beam in the region of superficial and deep cerebral veins. A) Proton beam. B) Partial reconstruction of the bony labyrinth. C) Surface mesh of soft tissue (internal acoustic meatus and ear). D) Superficial and deep cerebral veins (reconstruction limited by the resolution of the computed tomography). The brain is the transparent mass.

A reconstruction of the cerebral veins was performed to assess potential impact on significant circulatory structures. However, from the frontal observation aligned with the proton beam trajectory, there is no evidence of such an impact (Fig. 1.8, A and D).

Although the beam's trajectory did not cause significant damage to the veins, it is documented that Bugorski experienced fatigue. Despite completing his *kandidat nauk* dissertation, he did not pursue a *doktor nauk* due to this condition, although he continued working at his post [Gessen_1997_a] [Arguments_and_Facts_2020_a]. This scenario aligns with the condition of fatigue and cognitive impairment following traumatic brain injury [Wright_et_al_2023_a].

Furthermore, it is noteworthy that, despite the injury occurring in a region associated with language (heard, spoken, and read) in the temporal lobe [Price_20212_a], and at the boundary with the occip-

ital lobe, related to vision, the accident, apart from the expected fatigue, appears not to have significantly impaired Bugorski's perception or intellectual faculties, as he continued working until at least 2020, at the age of 77. Despite the severity of the accident, factors such as his relatively young age (36 years), the small and well-defined injury area, and brain plasticity likely contributed to his recovery [Nieberlein_et_al_2023_a].

1.3.1 Study Limitations

Although all care was taken in the structural reconstruction process, this study is an approximation, and a margin of error must be taken into account, even with results consistent with documented medical data.

There is no pretension to establish a diagnosis, only to observe the academic literature regarding the injuries suffered by Bugorski in light of new studies, but given the anatomical complexity and variability of reactions from individual to individual, the findings present only some of a myriad of possibilities.

Having explained the situation, this study does not replace the original data, as well as the material and physical data of the event; however, as there is no documentation available, it represents a technical effort to elucidate the case, albeit subject to inaccuracies.

1.4 Conclusion

This study demonstrated the feasibility of a three-dimensional reconstruction of Anatoli Bugorski's accident using tools such as OrtogOnBlender XP and virtual donor tomographies, providing a detailed analysis of the proton beam's trajectory and its anatomical impacts. Despite limitations due to the scarcity of original documentation and reliance on low-resolution photographs, the results corroborate historical medical descriptions, elucidating injuries that explain symptoms such as hearing loss, epilepsy, and hypoesthesia. Brain plasticity and Bugorski's relatively young age are factors that likely contributed to his partial recovery, allowing him to continue working until age 77. Beyond contributing to the understanding of this rare case, the work served as educational material, testing 3D modeling techniques applied to radiobiology. Future research could benefit from primary data, if available, to reduce the margin of error and deepen the analysis of radiation effects.

1.5 Acknowledgements

The authors express gratitude to Dr. Richard Gravalos, who provided the tomography of the virtual donor, enabling the reconstruction of the head and the didactic approach of this work.

1.6 References

- [Arguments_and_Facts_2020_a] Arguments and Facts. (2020, 17 de maio). «Ярче тысячи солнц». Невероятная история выжившего в синхротроне физика. aif.ru. https://aif.ru/society/science/yarche_tysyachi_solnc_neveroyatnaya_istoriya_vyzhivshego_v_sinhrotrone_fizika
- [Nayak_and_Bandyopadhyay_2023_a] Nayak, C. S., & Bandyopadhyay, S. (2023). Mesial Temporal Lobe Epilepsy. In StatPearls. StatPearls Publishing.. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554432/>
- [Devoti_et_al_2021_a] Devoti, J.-F., Nicot, R., Roland-Billecart, T., Ferri, J., & Schlund, M. (2021). Characterization of Infraorbital Nerve Sequelae After Orbital Floor or Zygomaticomaxillary Complex Fractures. Journal of Craniofacial Surgery, 33(1), 52–56. <https://doi.org/10.1097/scs.00000000000007881>
- [Edlow_et_al_2019_a] Edlow, B. L., Mareyam, A., Horn, A., Polimeni, J. R., Witzel, T., Tisdall, M. D., Augustinack, J., Stockmann, J. P., Diamond, B. R., Stevens, A., Tirrell, L. S., Folkerth, R. D., Wald, L. L., Fischl, B., & van der Kouwe, A. (2019). 7 Tesla MRI of the ex vivo human brain at 100 micron resolution. Cold Spring Harbor Laboratory. <https://doi.org/10.1101/649822>
- [Gessen_1997_a] Gessen, M. (1997, 1 de dezembro). The future ruins of the nuclear age. Wired. <http://www.wired.com/1997/12/science-2/>
- [Izvestia_1998_a] Izvestia (1998). ПЕРСОНАЛЬНЫЙ ЧЕРНОБЫЛЬ АНАТОЛИЯ БУГОРСКОГО. Izvestia. <https://www.liveinternet.ru/users/rewiever/post132062905>
- [Kurihara_et_al_2020_a] Kurihara, Y. Y., Fujikawa, A., Tachizawa, N., Takaya, M., Ikeda, H., & Starkey, J. (2020). Temporal Bone Trauma: Typical CT and MRI Appearances and Important Points for Evaluation. RadioGraphics, 40(4), 1148–1162. <https://doi.org/10.1148/rg.2020190023>
- [Lee_et_al_2020_a] Lee, S. Y., Kim, S. H., Hwang, J. H., & Kim, K. S. (2020). Sensory recovery after infraorbital nerve avulsion injury. Archives

- of craniofacial surgery, 21(4), 244–248. <https://doi.org/10.7181/acfs.2020.00290>
- [Moraes_et_al_2021_a] Moraes, C., Graf, M., Dornelles, R., & Rosa, E. D. (2021). Reconstrução de Voxel Data no OrtogOnBlender. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.13670134>
- [Moraes_et_al_2025_a] Moraes, C., Startek, B., Dakir, I., Schreiner, T., Dornelles, R., & Rosa, E. da. (2025). Sistema Unificado para a Criação de um Crânio Composto no OrtogOnBlender XP. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.28135760>
- [Msk1_ru_2024_a] msk1.ru. (2024, 16 de março). Пришла на выборы подругой, а ушла невестой. Житель Подмосковья сделал предложение своей девушке на избирательном участке. Публикуем трогательное видео и рассказываем, как это было. <https://msk1.ru/text/gorod/2024/03/16/73343696/>
- [Nieberlein_et_al_2023_a] Nieberlein, L., Rampp, S., Gussew, A., Prell, J., & Hartwigsen, G. (2023). Reorganization and Plasticity of the Language Network in Patients with Cerebral Gliomas. *NeuroImage: Clinical*, 37, 103326. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2023.103326>
- [Price_20212_a] Price, C. J. (2012). A review and synthesis of the first 20years of PET and fMRI studies of heard speech, spoken language and reading. *NeuroImage*, 62(2), 816–847. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.04.062>
- [Tank_and_Gest_2009_a] Tank, P. W., & Gest, T. R. (2009). Atlas de Anatomia Humana. Artmed.
- [Wright_et_al_2023_a] Wright, T. J., Elliott, T. R., Randolph, K. M., Pyles, R. B., Masel, B. E., Urban, R. J., & Sheffield-Moore, M. (2024). Prevalence of fatigue and cognitive impairment after traumatic brain injury. *PLOS ONE*, 19(3), e0300910. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300910>

Photogrammetry in OrtoGOnBlender XP: The Story of an (R)Evolution

Publication date: November 25, 2025

ISSN: **2764-9466** (Vol. 7, nº 1, 2026)

DOI: 10.6084/m9.figshare.30656390

Cicero Moraes

3D Designer, Arc-Team Brazil, Sinop-MT, Brazil - Bachelor's degree in Marketing, Dr. h. c. FATELL/FUNCAR (Brazil) and CEGECIS (Mexico) - Member of Sigma Xi, Mensa Brazil, and Poetic Genius Society - Invited reviewer: Elsevier, Springer Nature, PLoS, and LWW - Guinness World Records 2022: First 3D-printed tortoise shell.

Google Scholar⁶ | ResearchGate⁷ | ORCID⁸ | Homepage.⁹

Pierre Moulon

Research Scientist, Meta, Seattle-WA, USA - PhD in Computer Vision, École des Ponts ParisTech (France) - Main author and maintainer of the OpenMVG library - Specialist in Structure from Motion and Multi-View Geometry.

Google Scholar¹⁰ | ResearchGate¹¹ | LinkedIn.¹²

Alessandro Bezzi

Archaeologist, Arc-Team, Cles-TN, Italy

ResearchGate¹³ | ORCID¹⁴ | LinkedIn.¹⁵

Lis Moura

Physiotherapist (UNIC) and Zootechnician (UFMT), Sinop-MT, Brazil.

ORCID¹⁶

Everton da Rosa

Dental Surgeon, Everface Odontologia Especializada, Brasília-DF, Brazil

ResearchGate¹⁷

Rodrigo Dornelles

Plastic Surgeon, Núcleo de Plástica Avançada - NPA, São Paulo-SP, Brazil

Google Scholar¹⁸ | ResearchGate¹⁹

Luca Bezzi

Archaeologist, Arc-Team, Cles-TN, Italy

Google Scholar²⁰ | ResearchGate²¹ | ORCID²² | LinkedIn.²³



Attention: This material is licensed under the following Creative Commons license: **Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)**.

⁶ <https://scholar.google.com.br/citations?user=u33uvHUAAAAJ>

⁷ <https://www.researchgate.net/profile/Cicero-Moraes>

⁸ <https://orcid.org/0000-0002-9479-0028>

⁹ <http://www.ciceromoraes.com.br>

¹⁰ <https://scholar.google.com/citations?user=8u1nmVUAAAAJ&hl=fr>

¹¹ <https://www.researchgate.net/profile/Pierre-Moulon>

¹² <https://www.linkedin.com/in/pierre-moulon/>

¹³ <https://www.researchgate.net/profile/Alessandro-Bezzi>

¹⁴ <https://orcid.org/0009-0002-7098-6138>

¹⁵ <https://www.linkedin.com/in/alessandro-bezzi-5481742a/>

¹⁶ <https://orcid.org/0009-0007-0561-2320>

¹⁷ <https://www.researchgate.net/profile/Everton-Rosa>

¹⁸ <https://scholar.google.com/citations?user=ZNqVhQYAAAAJ&hl=pt-BR>

¹⁹ <https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo-Dornelles>

²⁰ https://scholar.google.com/citations?user=x_hqS2AAAAAJ&hl=en

²¹ <https://www.researchgate.net/profile/Luca-Bezzi>

²² <https://orcid.org/0000-0002-4270-3420>

²³ <https://www.linkedin.com/in/luca-bezzi-b2a9a9/>

Abstract

This study presents the historical evolution and technical advancements of photogrammetry integrated into OrtogOnBlender XP, a free and open-source Blender add-on designed for digital surgical planning. Originating in 2012 with forensic reconstructions and pioneering applications — such as the world’s first 3D-printed tortoise shell prosthesis, recognized by Guinness World Records in 2022 — the tool has evolved to its current version incorporating an optimized OpenMVG+OpenMVS pipeline. The main innovation is the introduction of fully automatic 1:1 real-world scaling and alignment through ArUco marker detection, requiring only a single planar marker containing at least four elements for reliable accuracy — using photographs taken with ordinary mid-range smartphones. Rigorous comparative tests employing a digital skull of known dimensions and real photographic sequences demonstrated that the new “Ultra!” configuration with CUDA acceleration achieves structural accuracy and surface detail quality equal to or surpassing leading proprietary software (RealityCapture, Metashape, and Zephyr). By overcoming the historical limitation of lacking automatic metric scaling in open-source solutions, OrtogOnBlender XP establishes a complete, accessible, and clinically validated workflow for 3D facial digitization, with applications in orthognathic surgery, rhinoplasty, maxillofacial oncological prostheses, veterinary medicine, and general 3D digitization.

Keywords: SfM, Structure from Motion, Photogrammetry, OrtogOnBlender XP, Open Source Software.

2.1 Introduction

The [OrtogOnBlender](#)²⁴, an add-on for digital surgical planning, was created in 2017 and, among its first features, stood out the 3D digitization from photographs, also known generically as photogrammetry and, technically, as Structure from Motion (SfM). However, the development of the tool dates back to 2012, when the authors began a technological collaboration that culminated in the interface presented here.

The first practical outcome of this partnership was the facial reconstruction of the Taung Child, performed from a skull digitized in 3D using photogrammetry [[Bezzi_et_al_2013_b](#)]. This work gave rise to a temporary exhibition in Padua, later converted into a [permanent exhibition](#)²⁵ at the Museo della Natura e dell’Uomo [[Carrara_et_al_2023_b](#)]. All 24 fossils used were digitized with the same technique.

There were, however, concerns regarding the accuracy of the digital models compared to the real skulls. To ad-

dress these, a comparative study was conducted using six skulls digitized with a structured-light scanner (gold standard) and their counterparts obtained from photographs [[Dias_et_al_2013_b](#)]. The results revealed submillimetric structural differences. At that time, the tool employed was PPT-GUI, which generated models with vertex color rather than image-based texturing, yet the results were so promising that [the poster won first place](#)²⁶ at a Forensic Anthropology event held at the University of São Paulo (USP) in 2013.

Gradually, professionals from other fields began adopting the technique: initially for manufacturing prostheses and orthoses [[Munhoz_et_al_2016_b](#)], later for human surgical planning, and subsequently in veterinary medicine [[Moulon_et_al_2017_b](#)] and other applications requiring such tools.

One project that used PPT-GUI (developed by two of the authors) [[Moulon_and_Bezzi_2011_b](#)] and gained worldwide recognition was the prosthesis for the turtle Fred — the world’s first — created in 2015 [[Rabello_et_al_2016_b](#)], pigmented, went [internationally viral](#) in 2016²⁷, and was officially recognized by the [Guinness World Records](#)²⁸ in the 2022 edition.

As the technique evolved, so did the code. In 2013, [OpenMVG was created](#)²⁹, making camera calibration faster and more accurate [[Moulon_et_al_2017_b](#)]. Together with OpenMVS, it enabled the accessible creation of high-resolution, impeccably textured three-dimensional models from photographs — something that, although possible with PPT-GUI, required additional steps in external applications.

In 2017, OrtogOnBlender was released and incorporated the OpenMVG+OpenMVS duo into its suite, enabling high-resolution facial digitization. This made possible the assessment of bony deformity corrections in relation to the face ([Fig. 2.1](#)), the fabrication of facial prostheses for oncology patients [[Salazar-Gamarra_et_al_2022_b](#)], digital rhinoplasty [[Sobral_et_al_2021_b](#)], urological data documentation [[Nascimento_et_al_2023_b](#)], and many other applications.

One of the main problems with photogrammetry — and a frequent source of complaints, especially among novice users — was that the mesh was generated without real-world scale, requiring manual resizing prone to user error. In 2022, this limitation was overcome by integrating ArUco markers: simply placing the marker near the face (or any object) allowed the system to automatically scale and align the model coherently with the real world [[Moraes_et_al_2022_b](#)].

²⁶ <https://www.uninter.com/noticias/egresso-de-marketing-do-uninter-e-destaque-na-usp>

²⁷ <https://abcnews.go.com/International/tortoise-burned-fire-custom-3d-printed-shell/story?id=39306133>

²⁸ <https://guinnessworldrecords.com.br/world-records/631259-first-3d-printed-tortoise-shell>

²⁹ <http://imagine.enpc.fr/~moulonp/publis/iccv2013/index.html>

²⁴ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/OrtogOnBlender/index.html

²⁵ <https://visitmnu.it/en/tema/from-the-appearance-of-life-to-homo-sapiens/>



Figure 2.1: A) Digital pre-surgical; B) Digital post-surgical; C) Composite of photogrammetry + computed tomography (voxel data) + computed tomography reconstructed as 3D mesh (skull); D) Patient with exposure of the orbital region (photo); E) 3D digitization by photogrammetry with mirroring of the healthy side for prosthesis design, using surface details from the normal texture map; F) Directly 3D-printed prosthesis positioned at the defect site. All procedures were performed in OrtogOnBlender using OpenMVG+OpenMVS.

That same year, an absolute accuracy test was conducted by directly photogrammetrizing a virtual scene (with known dimensions) and comparing the results against both open-source and proprietary photogrammetry tools. Twenty-nine meshes were generated using six different software packages (three open-source and three proprietary). The OpenMVG+OpenMVS combination performed very close to proprietary software in structural accuracy, although it was still surpassed in fine detail capture [Moraes_et_al_2022b_b].

The present work, however, introduces new configurations and tests that have reconfigured and repositioned OpenMVG+OpenMVS in the rankings, placing it on par with the best software not only in structural accuracy but also in the rendering of fine details.

2.2 How It Works

The new photogrammetry-based digitization tool is available exclusively in OrtogOnBlender XP (OOB XP), an updated version of the system that includes smarter tools such as computed tomography segmentation capable of isolating soft tissue, teeth, the mental nerve, calvarium, and mandible [Moraes_et_al_2024_b]. It also features a unified head import and setup system that automatically aligns the model to the Frankfurt plane and detects both internal and external anatomical landmarks [Moraes_et_al_2025_b]. This system integrates seamlessly with the facial photogrammetry workflow described in this document, both in landmark loca-

tion and in structural deformation resulting from facial osteotomy movements.

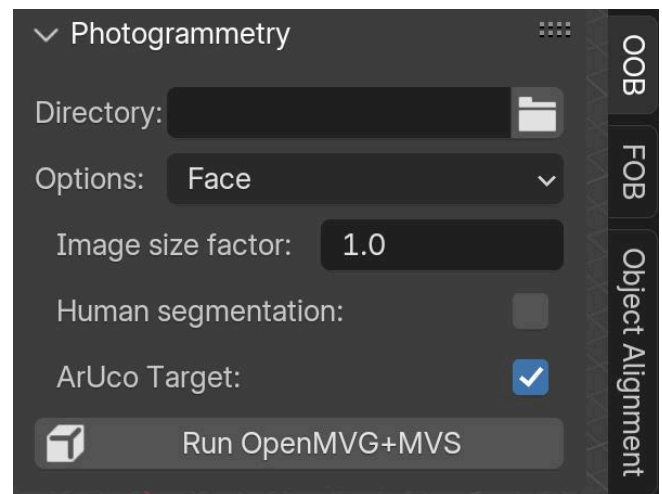


Figure 2.2: The GUI.

Operation of the tool is very straightforward:

- 1) In **“Directory”**, select the folder containing the images. **Important!** The folder must contain only the image sequence to be converted into 3D. The system supports JPG, PNG, HEIC, and any other format readable by Python’s PIL library — a significant improvement over the previous version.
- 2) In **“Options”**, select the desired preset. The default is **“Face”**, which produces a lightweight file optimized for surgical planning. Other options include **“Object”** (for scanning items such as pottery, cars, buildings, etc.) and the new experimental **“Ultra!”** mode, which leverages CUDA to generate highly accurate models with fine details in considerably less time while keeping the mesh light enough for smooth editing.
- 3) The **“Image size factor”** option is useful for resizing images when they are too small (causing OpenMVG+OpenMVS difficulty in reconstruction) or excessively large (leading to unnecessarily long processing times, marginal quality gains, or system crashes). The factor multiplies pixel dimensions in both X and Y.
- 4) If the face was photographed in a visually cluttered environment, enabling **“Human segmentation”** will automatically isolate only the individual’s face.
- 5) By default, the system automatically searches for ArUco markers ([available to download here³⁰](https://drive.google.com/file/d/1QKKKCMSEogoPbrhnoKTo8lwC_ZNVt9xY/view?usp=sharing)) in the images, so the **“ArUco Target”** option is enabled from the start.
- 6) Once all settings are configured, click **“Run OpenMVG+MVS”** to start the digitization process.

Important: Despite the detailed step-by-step explanation, the reality is that for most OOB XP users — particularly those performing facial photogrammetry for

³⁰ https://drive.google.com/file/d/1QKKKCMSEogoPbrhnoKTo8lwC_ZNVt9xY/view?usp=sharing

orthognathic surgery planning — the entire process reduces to just two actions: select the folder containing the photos and click “**Run OpenMVG+MVS**”.

2.3 Tests and Accuracy

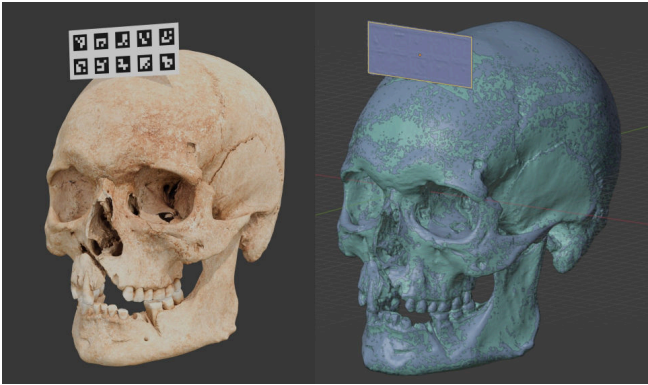


Figure2.3: On the left, the original digital model with the label composed of ArUco elements. On the right, the scene with random coloring, no visible texture, and automatic resizing and alignment.

Several tests were conducted to evaluate the accuracy of the new tool. The first two consisted of:

- 1) Scanning a skull with the new “Ultra!” option, manually resizing it, and comparing it with the 2022 results [Moraes_et_al_2022b_b];
- 2) Scanning the same skull with an ArUco marker and evaluating whether it would be compatible with the 2022 version (Fig. 2.3).

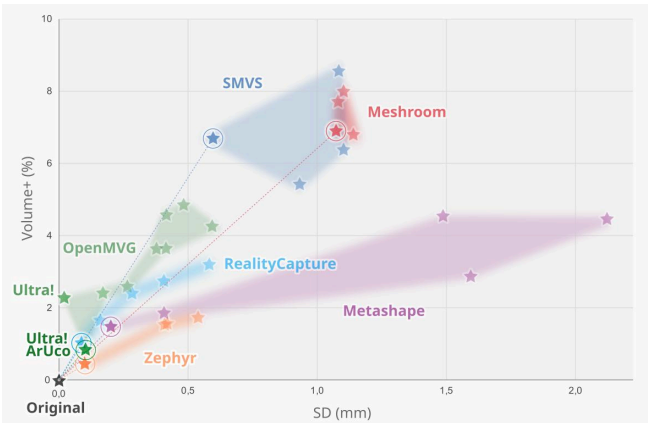


Figure2.4: Graph showing the two new scans, “Ultra!” and “Ultra! ArUco”, which can be seen highlighted in the lower left part.

Surprisingly, the new results significantly outperformed the previous version of OpenMVG+MVS, producing metrics that placed the solution on equal footing with proprietary software (Fig. 2.4). On one hand, the manually resized “Ultra!” version had a standard deviation close to zero, although the volume matched the best result from the previous version (indicating that in the reconstruction, few vertices generated the volumetric error). This is explained by the improvement in fine de-

tails, as will be seen later. For this first test, the 2022 image sequence was used, which did not include ArUco labels. For the test with such labels, it was necessary to generate a new sequence, as seen in figure Fig. 2.3, resulting in a model closer to the absolute (digital) both in terms of fine details and volumetry. The most interesting and noteworthy aspect is that this result was achieved completely automatically.

Table2.1: Relative Volume Factors (Factor Volume_SD) for Different IDs.

Ranking	ID	Factor Vol_SD
0	Original	0.00
1	4K img ultra ZPY	0,79
2	MVG Ultra! ArUco	1.04
3	4K img HD RC	1.05
4	4K img ULTRA MSP	1.30
5	4K img RC	1.34
6	2K img ultra ZPY	1.39
7	4K video ultra ZPY	1.40
8	2K video ultra ZPY	1.50
9	4K img MSP	1.51
10	4K img MVG Ultra!	1.51

The image sequence from the 2022 study consisted of files in 4K format (3840x2160 px, 8.3 megapixels) and 2K (1920x1080 px, or 2.1 megapixels), whereas the images used for the current study—that is, those employed in “MVG Ultra! ArUco” and the subsequent tests presented below—have dimensions of 2250x2750 px, or 6.19 megapixels. Thus, they are smaller than 4K but larger than 2K. This makes the result (Table 2.1) even more remarkable, as it was achieved fully automatically and with images smaller than those of the remaining top 4.

Table2.2: Comparison of Methodologies by Factor Volume_SD.

Rank.	Factor Vol_SD	Details
1	Zephyr	Metashape
2	OpenMVG+MVS	RealityCapture
3	RealityCapture	OpenMVG+MVS
4	MetaShape	Zephyr

With the result of the current scan, it is possible to compare it with the previous version and other photogrammetry software. In the composite image showing the models with the best resolution and alignment (Fig. 2.5), where the original model with absolute precision is seen in the upper left, and the current scan (MVG Ultra! ArUco) is on the far upper right, it is clear that, compared to the previous version (4K img 1 1 MVG), the quality of fine details has improved significantly—to the point of matching or even surpassing the overall first-place winner in the ranking, namely “4K img ultra ZPY” (Zephyr). Interestingly, it is also observed that although “4K ima ULTRA MSP” (Metashape) ranked fourth overall, in terms of fine detail quality it outperforms the oth-

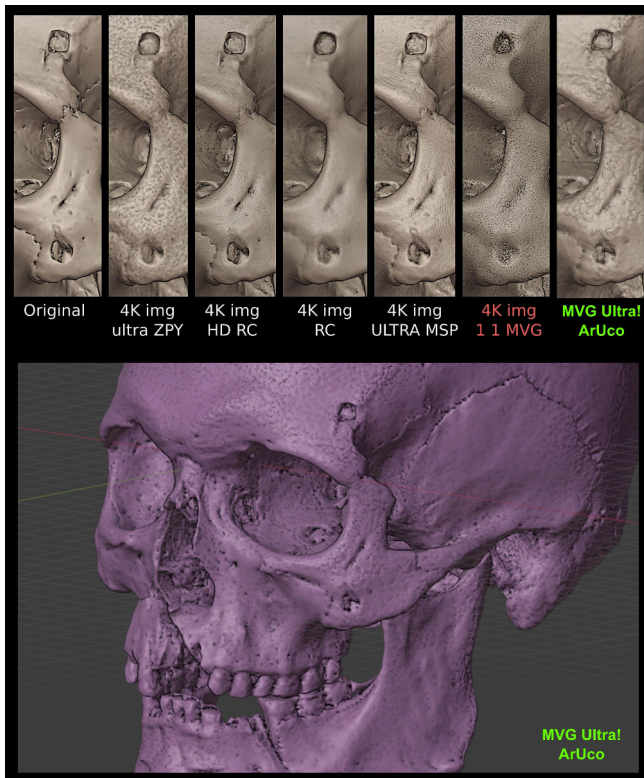


Figure 2.5: Top: detailed comparison starting from the original (left) and the other scans (right). Bottom: Scanned surface from MVG Ultra! ArUco showing a significant level of detail.

ers, being surpassed only by the third-place entry, “4K img HD RC” (RealityCapture)—thus reversing the order of the top four when the sole criterion is higher definition of details (Table 2.2). This entanglement only highlights that, overall, all four tools are on the same level and serve well the purpose of digitizing objects with maximum compatibility regarding real volume. The difference between this study and the one from 2022 is that this time OpenMVG+MVS not only approached the group of proprietary tools—it has joined them and delivers similar, or even better, results while being free, open-source, and cross-platform.

Another test was conducted to evaluate the accuracy of scaling and alignment in relation to the number of ArUco targets present. For this, 10 renderings were performed, each with 30 captures taken in an arc around the frontal part of the skull, starting with 10 small targets and progressively decreasing to just one (Fig. 2.5, A). Each sequence was processed to generate the model, and ArUco target detection worked correctly from 10 down to 3 targets; errors occurred with only 2 or 1 target, resulting in 3D models without proper scale and rotation correction. Thus, a total of 8 meshes remained for comparison (Fig. 2.6, B). When examining a central cross-section (clipping border) of the structures, no significant difference was observed between them (Fig. 2.6, C), demonstrating that 3 ArUco targets are already sufficient for the task.

The test involving the digital removal of ArUco markers clearly showed that there is no significant difference between using 10 and 3 small labels. But what

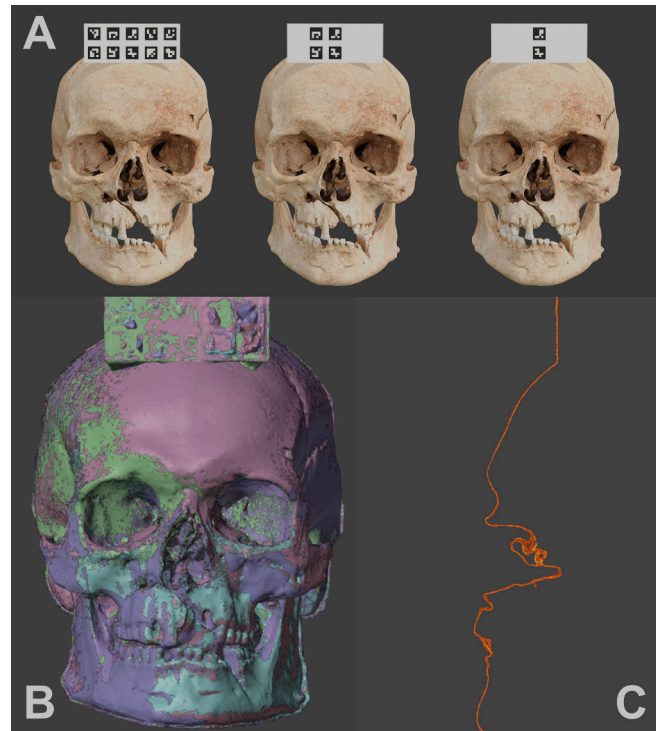


Figure 2.6: A) Different captures with 10, 4, and 2 targets (all sequences ranged from 10 down to 1). B) Solid view of the aligned skulls. C) Clipping border through the central elements.

happens if this test is applied to a set of real photographs? It is known, for example, from the 2022 study [Moraes_et_al_2022_b] that when repeating the same model 10 times, the region near the label has an error of less than 0.20 mm, while the region farthest from it concentrates 90% of the results with submillimeter precision, with the remainder below an error of 1.20 mm due to rotation error. To assess the error in the context of reducing the number of small ArUco labels, the photograph set from the aforementioned study was reused and reprocessed for the current study.

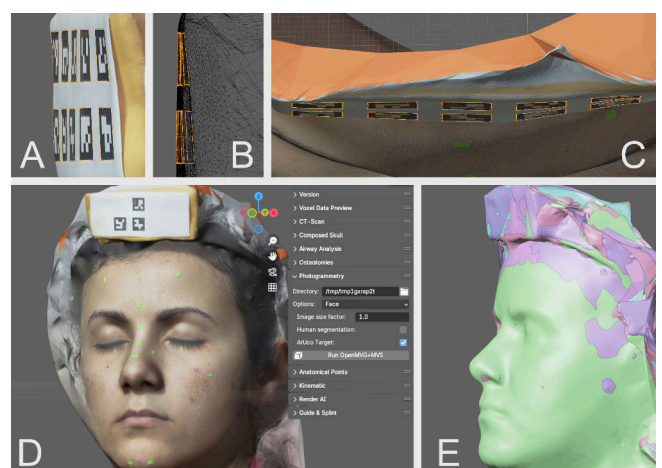


Figure 2.7: A) Side view of the complete label, showing its irregularity. B) Even more lateralized view in wireframe. C) Top view, where an arch-like deformation can be observed. D) Scan of the model with 3 small ArUco targets. E) Aligned models in solid view.

A very important fact about the structure of the label used is that it consists of a simple sheet of printer paper glued onto a folded envelope paper placed over a

hair clip, which gives the label a structural deformation. This can be seen when observing it from the side (Fig. 2.7, A), where the undulation of the shape is evident and becomes even clearer in wireframe view (Fig. 2.7, B). When viewed from above, it is reinforced that this deformation affects all axes, resulting in irregular normals (perpendicular lines) between one small label and another (Fig. 2.7, B and C). At first glance this might seem like a problem for this type of test, but in reality it is the opposite: such a situation greatly helps in evaluating the flexibility of the markers for structural correction even with variations in plane perpendicularity. The next step was to create 10 sequences of real photographs, progressively removing the independent ArUco markers one by one (Fig. 2.7, D). As occurred with the fully digital test, the real-photo test worked well from 10 down to 3 markers, failing to read correctly with only 2 or 1 marker. In the end, the 8 resulting models were successfully aligned using the main label (Fig. 2.7, E).



Figure2.8: F) Section view with all 8 models and the one with 10 small targets selected in orange. G) Selection of the model with 5 small targets. H) Selection of the model with only 3 targets. I) Manual rotation adjustment showing structural compatibility among all 8 models.

The result was quite revealing: the model with 10 small labels was the best aligned (Fig. 2.8, F), the model with 5 small labels exhibited a slight rotation (Fig. 2.8, G), and the model with 3 small labels showed the greatest rotation error along the X axis (Fig. 2.8, H). However, when manually correcting only the alignment of the models, it became clear that, in terms of scale, the results were very close, meaning the structural difference was insignificant (Fig. 2.8, I).

Therefore, based on both the digital and real tests, it was observed that:

- A single label with 4 small markers is sufficient to generate a model with real (and reliable) scale and alignment;
- Although ArUco tolerates some structural deformation, it is important to create labels that are attached to surfaces as flat as possible.

Another test was carried out to meet a request frequently made by surgeons: capturing the natural head

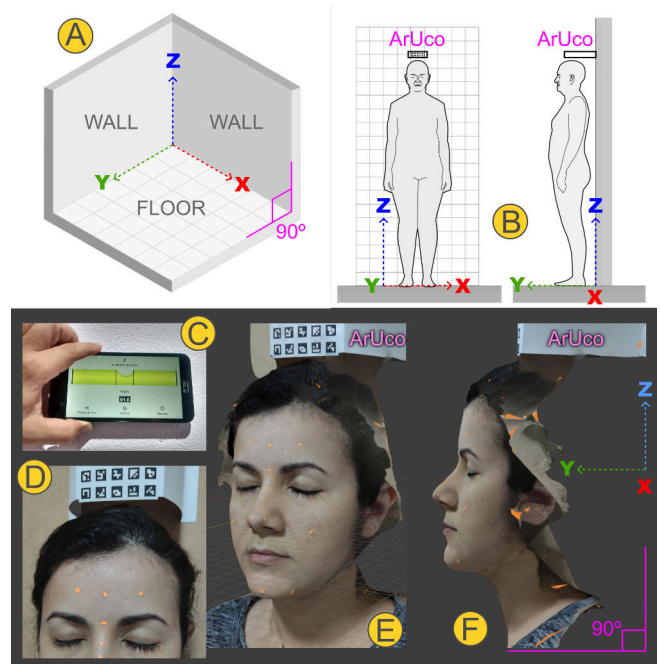


Figure2.9: A) Diagram showing the floor and walls, generally composed of right angles. B) Diagram of positioning for the photograph sequence with the natural head position; the composite ArUco label is fixed to the wall just above the head, projecting forward along the local Y axis to be captured in as many shots as possible. C and D) The photos show a real capture in which the alignment of the label fixed to the wall was adjusted using a simple free smartphone plumb and level app. E) Resulting photogrammetry mesh already scaled and aligned. F) Orthographic side detail along the positive X axis, with the natural head tilt.

position. It was based on a protocol designed in 2016 [Moraes_et_al_2016_b], which uses the structure of walls and floor—expected to form right angles (Fig. 2.9, A)—by positioning the patient close to the wall with a composite ArUco label attached to it (Fig. 2.9, B). The specialist can create an adjustable mobile structure adapted to the patient's height for greater practicality; however, on that occasion in 2022, the label was glued to thick cardstock that was in turn glued to the wall and aligned with the help of a plumb and level app (Fig. 2.9, C and D). The final image is generated reflecting the natural head position in relation to controlled angles and axes (Fig. 2.9, E and F).

The face capture in the example above followed the basic OrtogOnBlender protocol of 26 photos <https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/OrtogOnBlender/Fotogrametria_Face.html>, which can be performed in 29 seconds by a trained operator. For orthognathic surgery planning the covered region is sufficient, but some areas may be somewhat underserved (such as the nose) or not captured (such as the ears and posterior regions). For rhinoplasty planning or the creation of facial prostheses, there are broader protocols consisting of 39 or 46 photos, which remain fast and rich in detail, and options of 68 to 117 photos that require more time, attention, and processing [Moraes_et_al_2020_b].

2.4 Conclusion

The present manuscript has practically and reproducibly demonstrated that the photogrammetry tools provided by OrtogOnBlender XP enable 3D digitization that is extremely close to the real object, with sub-millimeter error margins. Furthermore, it delivers results comparable to those of major and widely used proprietary SfM software, despite being a completely free, open-source, and cross-platform solution. One of the traditional limitations of photogrammetry has been overcome in this version: now, with the aid of a small ArUco label, the model is automatically scaled to 1:1 and oriented according to real-world parameters, providing the user with a fully complete workflow. In addition to being free of charge, the system does not require a particularly powerful computer to run, and the photographs can be taken with mid-range smartphones.

Considering its historical development, accessibility, precision, and practical utility in helping and saving lives, this represents not merely an evolution, but a true revolution in high-quality 3D digitization for the application of computer graphics in the health sciences.

2.5 References

- [Bezzi_et_al_2013_b] Bezzi, A., Bezzi, L., Moraes, C., Carrara, N., & Tiziani, M. (2013). Analisi di uno studio open source: il Taung Project. In Proceedings of ArcheoFOSS: Free, libre and open source software e open format nei processi di ricerca archeologica: VIII Edizione, Catania 2013.
- [Carrara_et_al_2023_b] Carrara, N., Bezzi, L., Bezzi, A., & Moraes, C. (2023). L'approssimazione facciale forense: Dallo studio alle mostre temporanee fino all'esibizione permanente [Abstract]. Recuperado de <https://www.musei.unipd.it/sites/musei.unipd.it/files/ANMS%20abstract%20Carrara%20et%20aa.pdf>
- [Dias_et_al_2013_b] Dias, P. E. M., Moraes, C., Sousa, J. R., Beaini, T. L., & Machado, R. F. H. (2013). Escaneamento 3D por fotogrametria e software livre aplicado à Reconstrução Facial Forense. [Manuscrito não publicado]. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30491.08489>
- [Moraes_et_al_2016_b] Moraes, C., Rosa, E., & Felinto, D. (2016). O Alinhamento Natural e a Fotogrametria da Face. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35483.94244>
- [Moraes_et_al_2020_b] Moraes, C., Sobral, D., Duarte, D. W., Cavalcanti, G. Z., Salazar-Gamarra, R., & Dornelles, R. (2020). Protocolo complementar para melhor resolução do nariz em fotogrametria 3D. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.13010300> (Also available at: https://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/1/Nariz.html)
- [Moraes_et_al_2022_b] Moraes, C., Kimura, R. N., Bezzi, L., & Bezzi, A. (2022). Fotogrametria com Limpeza de Pontos, Alinhamento e Redimensionamento Automáticos no OrtogOnBlender. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.19450283>
- [Moraes_et_al_2022b_b] Moraes, C., Bezzi, L., Bezzi, A., Šindelář, J., Rosa, E. da, & Dornelles, R. (2022). Modelo 3D vs Fotogrametria por Imagens e Vídeo. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.20633262>
- [Moraes_et_al_2024_b] Moraes, C., Dakir, I., Startek, B., Dornelles, R., & Rosa, E. da. (2024). Segmentação de Tomografias Computadorizadas por IA no OrtogOnBlender XP. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.27761970>
- [Moraes_et_al_2025_b] Moraes, C., Startek, B., Dakir, I., Schreiner, T., Dornelles, R., & Rosa, E. da. (2025). Sistema Unificado para a Criação de um Crânio Composto no OrtogOnBlender XP. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.28135760>
- [Moulon_and_Bezzi_2011_b] Moulon, P., & Bezzi, A. (2011, June). Python Photogrammetry Toolbox: A free solution for ThreeDimensional Documentation. [Conference paper presentation]. ArcheoFoss, Naples, Italy. <https://enpc.hal.science/hal-00834940v1>
- [Moulon_et_al_2017_b] Moulon, P., Monasse, P., Perrot, R., & Marlet, R. (2017). OpenMVG: Open Multiple View Geometry. In Lecture Notes in Computer Science (pp. 60–74). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56414-2_5
- [Munhoz_et_al_2016_b] Munhoz, R., Moraes, C. A. da C., Tanaka, H., & Kunkel, M. E. (2016). A digital approach for design and fabrication by rapid prototyping of orthosis for developmental dysplasia of the hip. Research on Biomedical Engineering, 32(1), 63–73. <https://doi.org/10.1590/2446-4740.00316>
- [Nascimento_et_al_2023_b] Nascimento, B. C. G., Moraes, C. A. D. C., Neto, R. P., Rocha, B. A., Miranda, E. D. P., Bessa, J. D., Nahas, W. C., Hallak, J., Mulhall, J. P., & Gomes, C. M. (2023). (167) 3D Penile Reconstruction Imaging in Complex Peyronie's Disease (PD): Proof of Concept Study. In The Journal of Sexual Medicine (Vol. 20, Issue Supplement_1). Oxford University Press (OUP). <https://doi.org/10.1093/jsxmed/qdad060.162>

- [Rabello_et_al_2016_b] Rabello, R., Rabello, M., Fecchio R., S., Moraes, C., P.E.M., D., Palma, B., & Davanco, R. R. (2016). Utilização de Tecnologia 3D Para Reconstituição Protética de Caparaça de Jabuti (*Chelonoidis carbonaria*) - Relato de Caso. Unpublished. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34596.80001>
- [Salazar-Gamarra_et_al_2022_b] Salazar-Gamarra, R., Cárdenas-Bocanegra, A., Masch, U., Da Costa Moraes, C. A., Seelaus, R., Lopes Da Silva, J. V., & Lauria Dib, L. (2022). Color translation from monoscopic photogrammetry +ID Methodology into a Polyjet final 3D printed facial prosthesis. *F1000Research*, 11, 582. <https://doi.org/10.12688/f1000research.111196.1>
- [Sobral_et_al_2021_b] Sobral, D. S., Duarte, D. W., Dornelles, R. F. V., & Moraes, C. A. C. (2021). 3D Virtual Planning for Rhinoplasty Using a Free Add-On for Open-Source Software. *Aesthetic Surgery Journal*, 41(8), NP1024–NP1032. <https://doi.org/10.1093/asj/sjab085>

[PALESTRA] Entre a Ciência e a Imagem: Reconstruções Digitais da Vida, da História e da Memória

Cicero Moraes

3D Designer, Arc-Team Brazil, Sinop-MT, Brazil -
Bachelor's degree in Marketing, Dr. h. c.
FATELL/FUNCAR (Brazil) and CEGECIS (Mexico) -
Member of Sigma Xi, Mensa Brazil, Poetic Genius
Society, and International Society for the Study of
Creativity and Innovation (ISSCI) - Invited reviewer:
Elsevier, Springer Nature, PLoS, and LWW - Guinness
World Records 2022: First 3D-printed tortoise shell.

Google Scholar³¹, ResearchGate³², ORCID³³,
Homepage.³⁴

Data da publicação: 28 de novembro de 2025

ISSN: 2764-9466 (Vol. 7, nº 1, 2026)

DOI: 10.6084/m9.figshare.30656381

Attention: O presente material trata-se de uma palestra, portanto, diferente dos artigos usuais publicados neste periódico, o texto será apresentado em primeira pessoa. Para manter o tom natural e compatível com a linguagem da apresentação, o autor optou por compor o mesmo sem auxílio de ferramentas de correção ou IA, o que torna possível a presença de erros de digitação ou de gramática. A escolha visa humanizar a obra, deixando explícitos os ruídos e imprecisões provenientes desta forma de criação. O evento se deu às 10 horas da manhã do dia 28 de novembro de 2025³⁵ no canal do Centro de Estudos do Instituto Oswaldo Cruz (atrelado à Fiocruz) e o vídeo pode ser acessado aqui³⁶. O texto serviu de base para a apresentação, esta mais sucinta e resumida. O objetivo deste material é compartilhar os dados de modo detalhado e auditável aos eventuais interessados.

CICERO MORAES

ENTRE A CIÊNCIA E A IMAGEM

RECONSTRUÇÕES DIGITAIS DA VIDA,
DA HISTÓRIA E DA MEMÓRIA

Figura3.1: Slide 1

Inicialmente gostaria de agradecer a todos pela honra da palestra, em especial à Dra. Marli Lima³⁷ que em comunicação anterior me enviou o convite. Também agradeço aos mediadores o Dr. Ricardo Waizbort³⁸ e ao Dr. Maurício Luz³⁹, por conduzirem a apresentação.

Participar de um evento que já teve grandes nomes da ciência e da cultura brasileiras faz com que o compromisso de uma boa apresentação seja intensificado. Espero que o conteúdo esteja à altura do padrão esperado e certamente me esforçarei significativamente para isso.

O assunto motivador para tal apresentação foi o artigo intitulado “Image Formation on the Holy Shroud—A Digital 3D Approach” [Moraes_2025_c] que teve uma significativa repercussão, não apenas no meio acadêmico ligado ao escopo, ou seja, a história medieval, mas também nos círculos religiosos, céticos e de interesse geral, pois foi amplamente pautado e comentado, convertendo-se no artigo mais influente da história⁴⁰ do *journal* Archaeometry (Wiley-Oxford). No entanto, para se compreender como isso aconteceu, é importante contar a história anterior, que envolve não apenas muito esforço técnico e estudo, mas também o aspecto da humanidade envolvida. Uma pesquisa não se resume a aplicação de normas, ela traz consigo muito de quem executa e a palestra de hoje buscará revelar essa nuance, espero, que de modo bem sucedido.

A história efetivamente começa em 2011, na ocasião com 28 anos, me vi em uma situação assaz desagradável; fui visitar meus pais na casa ao lado da minha e

³¹ <https://scholar.google.com.br/citations?user=u33uvHUAAAAJ>

³² <https://www.researchgate.net/profile/Cicero-Moraes>

³³ <https://orcid.org/0000-0002-9479-0028>

³⁴ <http://www.ciceromoraes.com.br>

³⁵ <https://www.ioc.fiocruz.br/agenda/centro-de-estudos-102>

³⁶ <https://www.youtube.com/live/2Yl5kERMYfw>

³⁷ <https://www.researchgate.net/profile/Marli-Lima-2>

³⁸ <https://scholar.google.com/citations?user=DoJFTa4AAAAJ&hl=pt-BR>

³⁹ <https://www.researchgate.net/profile/Mauricio-Luz-2>

⁴⁰ <https://olhardigital.com.br/2025/08/29/ciencia-e-espaco/brasilero-lidera-ranking-mundial-de-influencia-em-arqueologia/>



Figura3.2: Slide 2

acabei envolvido em um assalto. Rendido, fiquei por duas horas sob controle de dois assaltantes até que, ao me isolarem em um local, os dois indivíduos armados permitiram que eu reagisse dentro de um contexto bem próprio do momento, sem colocar a vida dos meus pais e sobrinho (que também lá estava) em risco. Mesmo eu estando desarmado, entrei em luta corporal com ambos que efetuaram um disparo que pegou de raspão na minha cabeça (Fig. 3.2). Assustados com a situação e vendo que eu ainda estava de pé, ambos **empreenderam fuga**⁴¹ deixando para trás alguns pertences.



Figura3.3: Slide 3

Depois do ocorrido desenvolvi um quadro de ansiedade e depressão agudos, pois o choque foi imenso, uma vez que fiquei horas sob o controle dos assaltantes e outros membros da quadrilha do lado de fora, a história é longa e não me aterei a esses detalhes... é fato que quase perdemos a vida. Para lidar com essa situação decidi fazer algo que, como um bom nerd, sempre fiz, ou seja, estudar algum assunto e ter um bom foco nele. Naquele momento eu não tinha ideia do motivo de fazer isso, mas a resposta evidenciou-se anos depois. Como eu estava sem perspectivas no momento atual, resgatei das lembranças pueris de algo que então me apetecia. Em um programa de TV dos anos 1990, não recordo bem se era o Isto é Incrível ou o Acredite se Quiser, eu havia conhecido a técnica da reconstrução facial forense. Tratava-se de uma abordagem que, grosso modo, reconstruía a face do indivíduo a partir do crânio, colocando os músculos principais, algumas medidas projetadas e encapando a estrutura com o que seria o formato do rosto. Com dedicação e esforço e com a ajuda de livros e publicações,

⁴¹ <https://www.youtube.com/watch?v=iXsoHddWAUM>

consegui executar meus trabalhos no meio digital (Fig. 3.3).

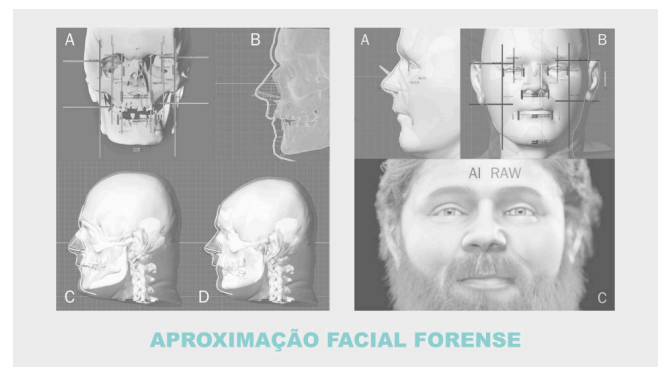


Figura3.4: Slide 4

Já adianto que hoje a técnica evoluiu significativamente, por exemplo, já não uso mais a etapa da colocação dos músculos, as projeções são baseadas em mensurações em tomografias de grupos populacionais, além disso também utilizo a complementação da deformação anatômica, que de modo simplificado é o ajuste de uma cabeça de um doador virtual até que o crânio deste se equipare aquele a ser aproximado... sim, o nome da técnica agora é mais compatível com o que de fato é uma *aproximação facial forense* (não reconstrução). Por último e coerente com o tempo atual, a inteligência artificial tem sido utilizada para ajudar no acabamento sem alterar a estrutura original, sob observação humana rigorosa, evidentemente.



Figura3.5: Slide 5

Sempre há a dúvida acerca da precisão da técnica, então, como sabemos que ela é coerente com o rosto do indivíduo aproximado? Simples, além de estudos anteriores comparando a aproximação com a face real, também já trabalhei em casos com a polícia, a exemplo de um relato de caso publicado no *Journal of Forensic Sciences* (Wiley) [Baldasso et al 2020 c], acerca de um reconhecimento facial que levou a uma **identificação**⁴². De modo a compartilhar com a comunidade, acadêmica e interessados, em 2015 **escrevi um livro**⁴³, junto com

⁴² <https://igp.rs.gov.br/reconstrucao-facial-identifica-desaparecido>

⁴³ <http://www.ciceromoraes.com.br/ebook/pdf/MANUAL%20D>

o Dr. Paulo Miamoto onde compartilhamos o passo a passo de tal técnica [Moraes_and_Miamoto_2015_c].

Note: Tive a oportunidade de contribuir em outros casos junto a polícias, a maioria de modo sigiloso, mas outros com [registro em notícias](#)⁴⁴, como no caso da investigação do óbito da mãe do menino Bernardo no Rio Grande do Sul.



Figura3.6: Slide 6

Vou compartilhar então um padrão recorrente em outras situações que apresentarei no decorrer da palestra, o qual chamarei de **Ciclo Criativo**. Geralmente a questão é iniciada pelo interesse em determinado assunto a partir de um evento (**O Interesse**); este desenvolve um hiperfoco que começa a gerar bases mais sólidas de compreensão e o desejo por mais estudo, funcionando como um chamado ao mesmo (**O Chamado**). A partir de uma imersão no assunto que é apoiada pelo estudo e experimentação os resultados práticos começam a aparecer (**O Estado de Fluxo**). A etapa posterior é o compartilhamento dos resultados com o público, seja ele acadêmico ou de interesse geral e isso pode gerar um confronto, tanto por conta da falta de conhecimento dos que o recebem, quanto por desconfiança ou mesmo por mentenimento da narrativa/status quo. Esse *feedback* gera novas demandas de respostas, que forçam um melhoramento dos argumentos/técnicas ou uma resposta mais firme relacionada a refutação ou prova da eficácia do que foi exposto, propiciando um ambiente de estímulo intelectual (**O Intellectualmente Estimulante**). Uma fase pode realimentar outra ou mesmo gerar um novo ciclo criativo derivado, como se verá posteriormente.

No caso da aproximação facial o elemento que iniciou o processo foi o assalto, o estudo correu dentro o esperado com a absorção e replicação da técnica e a partir do resultado foram, até o momento, **150 faces aproximadas**⁴⁵, algumas das quais abordarei mais à frente, assim

E%20RECONSTRU%C3%87%C3%83O%20FACIAL%203D%20DIGITAL.pdf

⁴⁴ <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/caso-bernardo-bol-drini/noticia/2015/09/igp-usa-tecnica-para-reconstituir-cranio-da-mae-de-bernardo-em-3d.html>

⁴⁵ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/RFF.html

como os episódios de confronto. Inicialmente estes se focaram no descrédito por parte de pesquisadores mais experientes que duvidavam que eu poderia de fato produzir material acadêmico, junto a polícia ou mesmo no contexto histórico, mas esses comportamentos na verdade instigaram a busca por tais validações e mais do que isso, pelas experimentações e testes. Assim, ficou evidente que a técnica poderia ser usada em outros campos.



Figura3.7: Slide 7 - Apresentação da face de Santo Antônio em Pádua, Itália (10/06/2014).

O primeiro grande projeto que participei foi a reconstrução de 28 faces para uma mostra temporária prevista para ser inaugurada em Pádua. Seriam 23 faces relacionadas a evolução humana e 5 figuras históricas da cidade, dentre elas Santo Antônio, o casamenteiro. Eu fiz o trabalho sem saber de quem se tratava, apenas recebi o crânio, com os dados de que era um homem por volta dos 30-40 anos e de ancestralidade européia. Depois que eu gerei a face básica, me informaram que se tratava do santo. Ali tive uma ideia, a de que poderíamos fazer daquele evento algo amplamente difundido aqui no Brasil e, com paciência e diálogo, consegui viabilizar que a face fosse apresentada inicialmente aqui e posteriormente na Itália. Na ocasião fechei a pauta com o **Fantástico da Rede Globo**⁴⁶, uma matéria que teve ampla repercussão e, na Itália uma coletiva de imprensa ajudou com que o assunto fosse publicado em 24 idiomas ao redor do mundo. Esse projeto lançou as bases para um conceito que eu trabalharia posteriormente.

Note: O uso do número de idiomas no lugar de destacar grandes meios de imprensa ou o número total de notícias sobre o tema faz parte de uma abordagem que eu nomeei de **Fator de Distribuição Linguístico (FDL)**⁴⁷. A solução se mostrou mais fácil de quantificar e revelava de forma mais precisa a amplitude da viralização do assunto, afinal, embora o inglês seja um idioma muito popular, poucos falantes de outras línguas têm proficiência nele e preferem consumir conteúdo em seus próprios padrões linguísticos. Assim, a força do FDL reside

⁴⁶ <https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2014/06/designer-brasileiro-reconstrui-face-sem-saber-que-era-de-santo-antonio.html>

⁴⁷ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Idiomas.html#fator-de-distribuicao-linguistico-fdl

no contexto global, sem necessariamente indicar uma viralização concentrada em idiomas específicos.

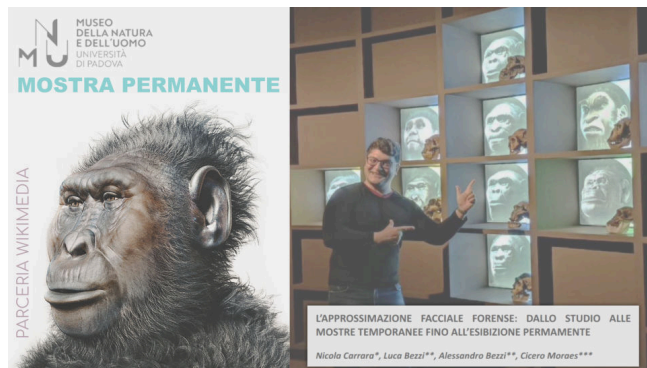


Figura3.8: Slide 8

Sobre a mostra envolvida, chamada de *FACCE - i molti volti della storia humana*, foi inaugurada em fevereiro de 2015 e face ao seu sucesso foi prorrogada. O evento rendeu publicação revisada por pares [Bezzi et al 2016 c], teve as imagens compartilhadas na Wikimedia Commons, o que fez com que fosse utilizada por muitos veículos de notícia e museus importantes (como o [Museu de História Natural de Londres](#)⁴⁸) e além disso, acabou em 2024 se tornando uma [mostra permanente](#)⁴⁹ no novo Museu da Natureza e do Homem, da Universidade de Pádua, cuja história foi publicada no XXXIII Congresso Nacional da Associação Nacional de Museus Científicos (ANMS) da Itália [Carrara et al 2023 c].

Important: Dedicar-me a esses estudos e projetos contribuiu para que eu me recuperasse daquele trauma de 2011, a ponto de poder comentar sobre o fato posteriormente, sem que se convertesse em um estímulo psicológico perenemente desagradável. No entanto, uma década depois algo aconteceria que, traria novos desafios psicológicos em meio a um turbilhão de acontecimentos.



Figura3.9: Slide 9

⁴⁸ <https://www.nhm.ac.uk/discover/homo-naledi-your-most-recently-discovered-human-relative.html>

⁴⁹ <https://visitmnu.it/en/tema/from-the-appearance-of-life-to-homo-sapiens/>

Ainda em 2014, com a diferença de poucas semanas, fui procurado por dois cirurgiões (Fig. 3.9), que gostariam de aprender a trabalhar com as ferramentas que eu usava, objetivando aplicar os conhecimentos nos seus campos. Conforme as aulas foram ministradas e as demandas apresentadas, evidenciou-se a necessidade de que ferramentas fossem adaptadas ou mesmo criadas para simplificar as necessidades do planejamento cirúrgico.

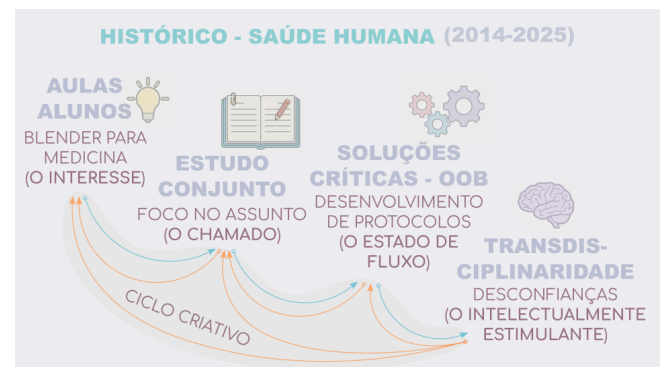


Figura3.10: Slide 10

Aqui pode-se ver o ciclo criativo novamente funcionando: **O interesse:** As aulas de computação gráfica ajustadas para as ciências da saúde mostraram que tal caminho tinha as suas particularidades. **O chamado:** Como muitas das soluções demandavam adaptação ou mesmo criação “do zero”, foi necessária uma dedicação significativa, alguém (nós) precisava fazer aquilo. **O Estado de Fluxo:** Ao resolver os problemas e demandas, novas abordagens forma desenvolvidas e aos poucos o campo foi desbravado, assim como protocolos foram criados, até serem apresentados em eventos ou grupos especializados. **O Intelectualmente Estimulante:** Ao se apresentarem os projetos piloto e os primeiros resultados, muitos especialistas e espectadores duvidaram ou até zombaram do que foi exposto, uma vez que tais soluções não eram amplamente publicadas e utilizadas. Esse clima de desconfiança e desrespeito acabou por instigar um aprimoramento das ferramentas.

Com o passar do tempo as aulas evoluíram para uma parceria acadêmica/técnica e dali para uma parceria comercial, onde organizávamos aulas para outros cirurgiões que se interessavam pela técnica. Brasília, São Paulo, Recife, Rio de Janeiro... muitas capitais receberam o treinamento e com o tempo percebemos que era necessária uma evolução técnica que simplificasse a experiência do usuário. Tal evolução aconteceu, mas retomarei esse ponto posteriormente.

No ano de 2015 as possibilidades relacionadas a saúde humana acabaram se estendendo ao campo veterinário.

⁵⁰ <https://www.mirror.co.uk/science/animal-avengers-saving-injured-creatures-8015912>



Figura3.11: Slide 11 - Grupo Animal Avengers⁵⁰, da esquerda para a direita: Matheus Rabello, Paulo Miamoto, Roberto Fecchio, eu, Sergio Camargo e Rodrigo Rabello.

Uma equipe que seria nomeada *Animal Avengers*, em razão do sucesso do filme da Marvel e de nosso apreço por musculação e esportes, começou a ser formada e o primeiro desafio fora a criação de um bico de tucano impresso em 3D. Hoje a técnica é bastante comum, no entanto, há 10 anos era novidade no Brasil e resolvemos a questão utilizando a fotogrametria (digitalização 3D por fotos) e impressão baseada em openhardware. Embora muitos pensem que o primeiro tucano a receber um bico impresso tenha sido a costa-riquenha Grécia, a verdade é que Zequinha, como era chamado, foi o detentor de tal feito, pois ele recebeu o mesmo em julho⁵¹ e a outra em agosto. No slide (Fig. 3.11) é possível ver que Zequinha passou a se alimentar sozinho depois de receber a prótese, denotando que o procedimento foi um sucesso.



Figura3.12: Slide 12 - Da esquerda para a direita: Gigi, Vitória, Hana, Verdinho e Giada.

Uma série de animais animais atendidos, também sendo muito os primeiros de suas espécies. O papagaio Verdinho [Dias et al 2016 c] que teve a rinoteca perdida, o corvo Giada⁵² (Itália), também perdeu a rinoteca e na imagem podemos ver que logo depois de receber a prótese passou a se alimentar. A cadela Hana⁵³ recebeu um dente de cromo-cobalto, impresso

⁵¹ <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2015/08/tuca-no-ganha-primeira-protese-artificial-da-especie-feita-no-brasil.html>

⁵² https://www.ilgazzettino.it/tecnologia/la_cornacchia_giada_s_alvata_grazie_un_becco_nuovo_costruito_3d_guarda-2414307.html

⁵³ <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3678651/Ani>

no CTI Renato Archer de Campinas. A gansa Vitória perdeu a rinoteca e a gnatoteca, recebeu uma prótese [Moraes et al 2016 c] e perdeu-a, depois ajustamos para uma prótese menos estética e mais funcional; e a partir daí se recuperou bem e além de se alimentar, teve filhotes⁵⁴ e o assunto viralizou dada a raridade. Também atendemos a arara Gigi⁵⁵, que recebeu um bico de titânio (também impresso no CTI), com significativa repercussão na mídia internacional, recebendo até reconhecimento, dentre as melhores reportagens do ano⁵⁶ de 2016 do Diário Catarinense e entre as histórias favoritas⁵⁷ do mesmo ano no site 3DPrint.com.

Note: Vitória tem sua biografia na Wikipédia⁵⁸ e em parceria com a Wikimedia Commons, o arquivo do bico que foi impresso em 3D, está disponível para visualização 3D interativa e download⁵⁹ naquela plataforma.

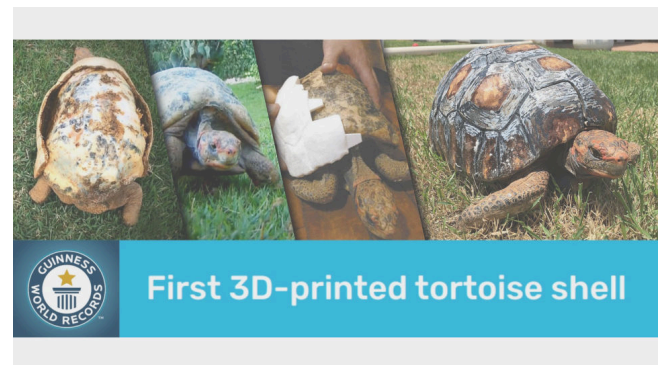


Figura3.13: Slide 13

No ano de 2015 também trabalhamos no caso da jabota (jabuti fêmea) Freddy. Ela teve 85% do seu casco queimado em um incêndio espontâneo em Brasília, que fica no cerrado brasileiro, onde esses eventos são relativamente comuns. Naquele ano imprimimos o casco na cor branca, a exemplo do que fazíamos com as demais próteses, estávamos mais interessados na função do que na estética [Rabello et al 2016 c]. Mesmo assim o acontecimento teve significativa repercussão nacional, pois foi tema de uma matéria especial no Fantástico⁶⁰ da Rede Globo. Em 2016 o casco de Freddy recebeu uma pintura e o caso viralizou internacionalmente⁶¹. Em 2021 eu recebi um email do Guinness World Records,

mal-avengers-rescue-Adorable-puppy-eat-3D-printed-tooth-replaces-one-broke-chewing.html

⁵⁴ <https://www.insideedition.com/19489-worlds-first-goose-to-receive-3d-printed-beak-hatches-2-goslings-after-finding-true-love>

⁵⁵ <https://3dprint.com/121117/gigi-macaw-3d-printed-beak/>

⁵⁶ <https://web.archive.org/web/20170103124031/http://dc.clicrbs.com.br/sc/noticias/noticia/2016/12/melhores-do-ano-as-reportagens-do-dc-em-2016-que-voce-tem-que-re-ler-8986707.html>

⁵⁷ <https://3dprint.com/160140/your-favorite-stories-from-2016/>

⁵⁸ [https://en.wikipedia.org/wiki/Vitoria_\(goose\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Vitoria_(goose))

⁵⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/File:Vitoria_beak_3D.stl#/media/File:Vitoria_beak_3D.stl

⁶⁰ <https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2015/07/jabuti-recebe-protese-de-casco-feita-em-impressora-3d-apos-incendio.html>

⁶¹ <https://abcnews.go.com/International/tortoise-burned-fire-custom-3d-printed-shell/story?id=39306133>

solicitando autorização do uso de imagem, pois eles colocariam o feito na **edição de 2022**⁶², reconhecendo a peça como o primeiro casco de tartaruga impresso em 3D no mundo. Eu sequer sabia que o Guinness registrava esse tipo de feito, a priori pensei que se tratava de uma pegadinha, mas **de fato era a empresa**⁶³.

Note: Além de Freddy contar com a sua biografia na Wikipédia⁶⁴, é possível baixar de modo online tanto o casco 3D do **doador digital**⁶⁵ utilizado como base, quanto o **casco final**⁶⁶ dividido em quatro partes não retentivas e encaixáveis.



Figura3.14: Slide 14

Conforme foi abordado anteriormente, de 2014 a 2015 houve uma fase de compreensão básica e experimentação focada na questão funcional e viabilização das técnicas de planejamento cirúrgico. Aos poucos tudo foi se revolvendo e o protocolo recebeu lapidações que o tornaram mais funcional, seguro e elegante. Já em 2016 era evidente que se encontrava em uma fase amadurecida, como poder ser visto na imagem (Fig. 3.14), advinda de **uma reportagem**⁶⁷ do site Techtudo, que mostra um conjunto de *splints* cirúrgicos (guia de posicionamento de osteotomias). Já naquela época evidenciava-se que os avanços de um campo ajudava o outro, ou seja, a abordagem dos guias pensados para as cirurgias em humanos era ajustada para o uso na medicina veterinária.

O trabalho com o **tucano Zazu**⁶⁸ sintetiza bem essa nova fase, pois como é atestado na imagem (Fig. 3.15), a re-

⁶² <https://guinnessworldrecords.com.br/world-records/631259-first-3d-printed-tortoise-shell>

⁶³ <https://www.otempo.com.br/interessa/designer-brasileiro-vai-para-guinness-book-apos-fazer-1-protese-para-jabuti-1.2546468>

⁶⁴ [https://pt.wikipedia.org/wiki/Freddy_\(jaboti\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Freddy_(jaboti))

⁶⁵ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brazilian_tortoise_shell.stl#/media/File:Brazilian_tortoise_shell.stl

⁶⁶ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Freddy_tortoise_3D_artificial_shell.stl#/media/File:Freddy_tortoise_3D_artificial_shell.stl

⁶⁷ <https://www.techtudo.com.br/noticias/2016/07/fisl-17-software-livre-ajuda-criar-proteses-3d-para-humanos-e-animais.ghtml>

⁶⁸ <https://revistagalileu.globo.com/Tecnologia/noticia/2016/11/brasileiros-criam-proteses-para-animais-feridos-usando-impressor-a-3d.html>



Figura3.15: Slide 15 - Etapas da criação da prótese (à esquerda) e o biólogo Richard Rasmusen (à direita) posicionando o modelo final em Zazu durante as gravações do programa Sábado Animal.

construção de uma tomografia computadorizada permitiu a observação estrutural e a visualização do trajeto da perfuração distante de regiões críticas. A estrutura de encaixe amadureceu e a exemplo daquela feita para a arara Gigi, também “segurava” o bico ao ter um amplo contato, ajudando no travamento de alguns eixos tridimensionais. Além disso, perfurações permitiriam a passagem de linhas fixadoras que “amarravam” a prótese ao remanescente do bico, ao passo que tais estruturas eram ocultadas pelo processo de finalização sobrepondo com cimento e pintura, fazendo com que a prótese também tivesse uma função estética.

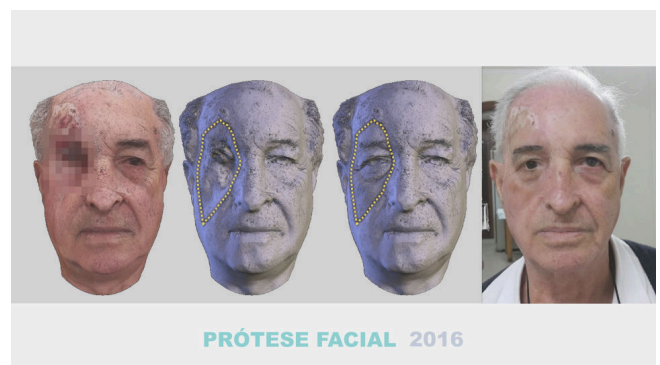


Figura3.16: Slide 16 - **Prótese facial**⁶⁹ feita a partir de fotografias tiradas de um celular pela técnica de fotogrametria.

A precisão e a funcionalidade do planejamento cirúrgico e da prótese instigou outros profissionais de campos diversos a me procurarem, entre eles integrantes do atual Instituto Mais Identidade de São Paulo, que trabalham com pacientes oncológicos. Junto a essa equipe foi desenvolvido um protocolo baseado em fotogrametria e software livre, que aos poucos foi evoluindo, com desdobramentos que serão visto mais a frente, nesta apresentação.

Paralelo a todo esse desenvolvimento de novos protocolos, o número de alunos novos aumentava e com esse

⁶⁹ <https://www.estadao.com.br/emails/bem-estar/protese-facial-feita-a-partir-de-celular-e-criada-no-brasil/>

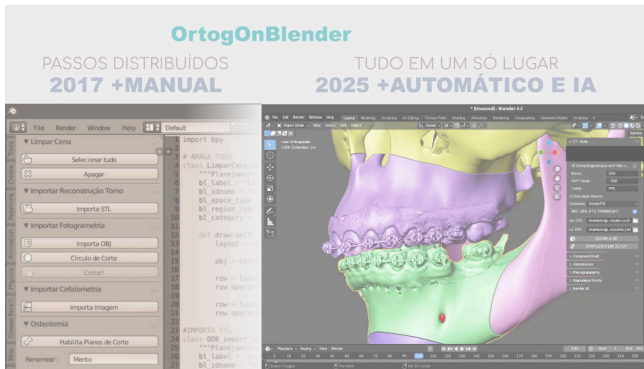


Figura3.17: Slide 17

processo, também as demandas de simplificação da interface e comandos. Para um profissional de computação gráfica a série de comandos para se chegar a um resultado simples parece algo corriqueiro, mas para um iniciante qualquer tarefa, por mais simples que seja pode se converter em uma fonte de frustrações, posto que qualquer erro compromete o processo. Pensando nisso, em 2017 comecei a estudar a interface do Blender mais a fundo e a desenvolver um pequeno painel com botões que nada mais eram do que sequências de comandos encadeadas em uma tarefa, objetivando simplificar a vida do aluno. Aos poucos esse pequeno script, nomeado de **OrtogOnBlender**⁷⁰, se converteu em um respeitado sistema de planejamento cirúrgico e o que era quase puramente manual, atualmente está significativamente automatizado e incrementado com novas tecnologias de inteligência artificial (IA).



Figura3.18: Slide 18

Para resumir muito, o papel do OrtogOnBlender é permitir ao especialista fazer abordagens relacionadas a análise, planejamento e apresentação. Na maioria dos casos são cirurgões que utilizam a ferramenta para: 1) Importar uma tomografia computadorizada reconstruída em 3D (ossos e tecido mole), 2) Fazer osteotomias (cortes ósseos) em regiões mais seguras de modo a corrigir deformações estruturais ou problemas respiratórios, 3) Gerar guias de corte e posicionamento, 4) Imprimir os guias para usar em cirurgias.

Em casos de elevada complexidade e que envolvem mais especialistas, muitas vezes é feito um amplo estudo

⁷⁰ <https://pt.wikipedia.org/wiki/OrtogOnBlender>

usando as ferramentas de reconstrução de voxel data, que são as fatias empilhadas das tomografias que juntas formam um objeto 3D como se fosse uma nuvem densa e com diferentes transparências e cores, de modo a permitir a visualização de estruturas pequenas e complexas como ossos finos e até veias. Além disso, depois de efetuar o planejamento, que pode ser refeito e ajustado até satisfazer as necessidades correntes, há a possibilidade de imprimir também a anatomia que receberá os cortes e ajustes, como no caso, imprimir o crânio e até testar os guias e abordagem antes da cirurgia, o que serve como treinamento extra, pois já havia sido feito no âmbito digital. Na prática isso melhora a segurança, diminui o tempo do procedimento e permite que alguns problemas sejam resolvidos antes de aparecerem na cirurgia.

Na sequência alguns casos serão apresentados, buscando ilustrar o uso do OrtogOnBlender por parte dos cirurgiões.

Note: O OrtogOnBlender é gratuito e de código aberto, não necessitando o pagamento de licença; além disso roda no Window, Linux e Mac. Por se tratar de uma solução robusta e sem custos, os especialistas podem investir mais em treinamento e equipamentos, como impressoras 3D de filamento que são instaladas nos consultórios/hospitais permitindo que lá se crie um laboratório completo, envolvendo desde a confecção e dinâmica digital até a materialização dos guias.

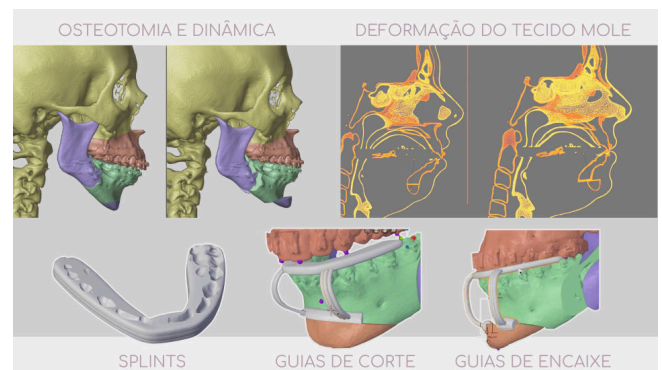


Figura3.19: Slide 19 - Planejamento cirúrgico sob a orientação do Dr. Everton da Rosa.

O caso do *slide* (Fig. 3.19) é de uma cirurgia ortognática, cuja intervenção buscou expandir a via respiratória, ao passo que mantém uma boa harmonia facial. Pode-se ver que a tomografia computadorizada foi reconstruída isolando-se os ossos e o tecido mole; nos ossos que estão na parte superior esquerda o operador (eu) fez as osteotomias e posicionou-as segundo os protocolos de corte e cefalometria publicados. O OrtogOnBlender permite a visualização da deformação no tecido mole em tempo real e no caso da imagem, um corte foi feito para demonstrar a parte interna da estrutura antes e depois da movimentação dos cortes (superior direita). A simulação acontece em um ambiente digital e a ligação do digital com o mundo real são justamente os *splints* e guias.

Os *splints* servem para posicionar os cortes em um espaço tridimensional no mundo real segundo a escolha da abordagem, ou seja, se o cirurgião vai deslocar primeiro o corte na mandíbula ou na maxila. No caso do mento, vê-se que foram criados dois guias, um de corte e um de posicionamento, ambos ancorados nos dentes da mandíbula.



Figura3.20: Slide 20 - Pré e pós cirúrgico digitais (simulação).

Além de visualizar o ajuste estrutural no tecido mole, reconstruído a partir de uma tomografia computadorizada, também pode-se digitalizar a face utilizando a fotogrametria, ou seja, a digitalização 3D a partir de uma sequência de fotos. O exemplo do *slide* (Fig. 3.20) mostra uma digitalização com o rosto da paciente em estado de sorriso, na parte superior o pré cirúrgico digital e na parte inferior, o pós-cirúrgico digital. Embora o objetivo primário da cirurgia tenha sido o melhoramento respiratório, evidencia-se que o aspecto estético também foi impactado por tal procedimento. No exemplo, por ora, trata-se apenas do campo digital.



Figura3.21: Slide 21

Na comparação entre o digital e o real (Fig. 3.21), evidencia-se que, embora o tecido mole tenha um comportamento que possa diferir um pouco daquele planejado, neste caso o resultado final assemelhou-se significativamente.

Para avaliar a precisão da projeção digital em relação a cirurgia real, alguns estudos foram efetuados, tanto



Figura3.22: Slide 22

pela nossa equipe [Cunha_et_al_2022_c] quanto por alunos e usuários [Lobo_et_al_2019_c] e os resultados se mostraram compatíveis entre si, documentando o fato que o planejamento equiparava-se à cirurgia real. Além disso, o OrtogOnBlender também saía-se muito bem em relação a programas pagos que eram a referência da área. No entanto, o nosso objetivo não é bater de frente com outros softwares, mas oferecer soluções aos usuários, de modo que algumas delas acabam por comunicar-se com outros softwares em um ambiente de produção fluida e complementar, não de concorrência.

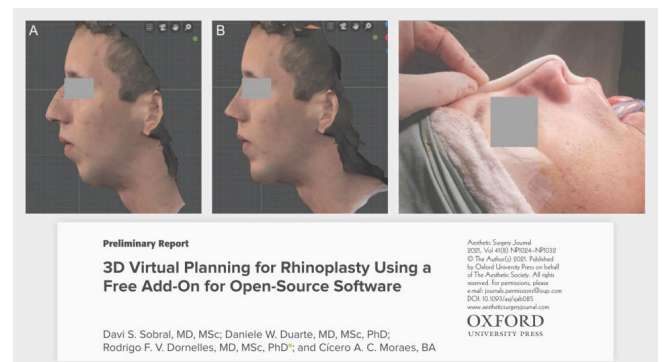


Figura3.23: Slide 23

Dentro do sistema há um submódulo chamado RhinOnBlender, próprio para o planejamento de rinoplastia. Esta sistema oferece ferramentas de ajuste estrutural via escultura digital, medidas em pontos específicos, relatório na interface para avaliação dos espaços e ângulos e a confecção de um guia para o posicionamento e avaliação durante a cirurgia [Sobral_et_al_2021_c].

É comum que especialistas que trabalham com *cirurgia ortognática*⁷¹ também atuem em outros campos de procedimentos na região facial, como a recuperação de grandes traumas cranianos. O uso do OrtogOnBlender também se estende a essas demandas (Fig. 3.24).

A redução de fraturas é uma abordagem que foi bastante

⁷¹ <https://vietnammedia.vnnet.vn/video/dinh-vi-phau-thuat-b-uoc-tien-chinh-xac-trong-dieu-tri-rang-ham-mat-157144.htm>

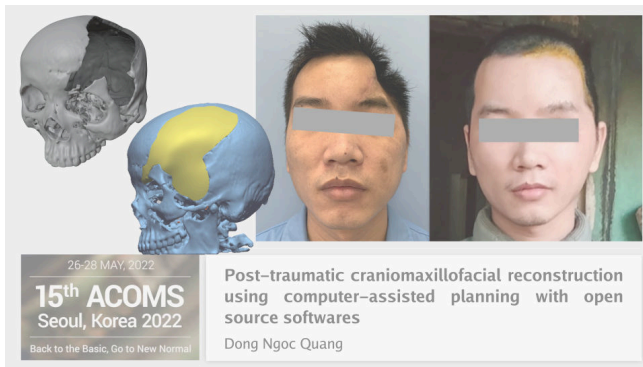


Figura3.24: Slide 24

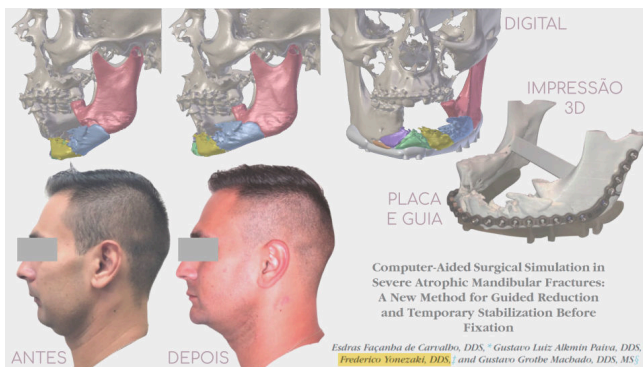


Figura3.25: Slide 25

beneficiada pela solução [Facanha et al 2019_c], uma vez que, como poder ser visto no passo-a-passo do slide (Fig. 3.25), uma tomografia com a fratura pode ser reconstruída em 3D, passar por uma segmentação e posterior organização dos fragmentos seguindo a anatomia e uma vez que esteja ajustado é possível criar um guia de encaixe com entradas de parafusos, que serão colocados para segurar os fragmentos até prendê-los em uma placa de metal, que por sua vez já é dobrada na impressão 3D da mandíbula do pós operatório digital, que também serve de teste para o encaixe do guia. Isso reduziu o tempo do procedimento e aumentou a sua segurança e precisão.

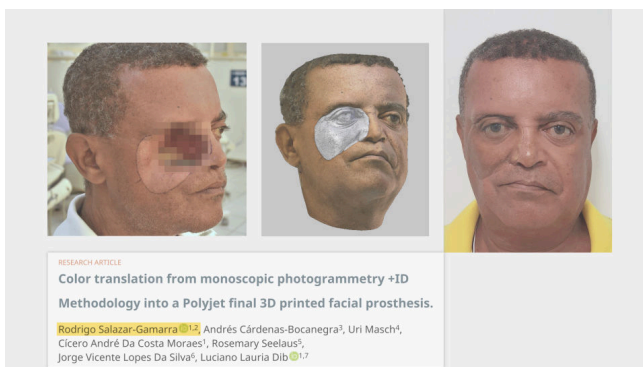


Figura3.26: Slide 26

Outra área contemplada com ferramentas próprias para a criação de estruturas foi a de próteses faciais humanas com o desenvolvimento do submódulo +IDonBlender (do Instituto Mais Identidade), chegando ao ápice

da aplicação não apenas o uso de próteses geradas a partir de negativos e pintadas manualmente, mas também peças impressas diretamente em 3D com material colorido e flexível [Salazar-Gamarra et al 2022_c].



Figura3.27: Slide 27

A ferramenta de fotogrametria é muito versátil, a ponto de permitir a digitalização 3D a partir de vídeos, o que foi adaptado e utilizado em um projeto de documentação no campo da urologia, para capturar estruturas penianas em um curto período de tempo, visando a avaliação estrutural e medições de ângulos [Nascimento et al 2023_c].

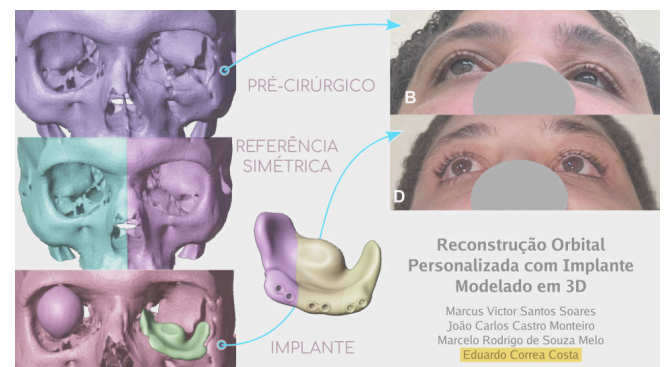


Figura3.28: Slide 28

Essa versatilidade se estende também à outras ferramentas como a de confecção de guias, que pode ser adaptada para a modelagem de implantes em regiões críticas que demandam grande precisão, como o exemplo de assoalho da órbita presente no slide (Fig. 3.28).

Outro uso significativamente corrente da ferramenta é no planejamento de retallo cirúrgico, onde, grosso modo, parte mandíbula com comprometimento estrutural é substituído por partes do osso da fíbula (Fig. 3.29).

Os casos acima ilustram algumas, mas não todas as possibilidades de uso do OrtogOnBlender. Atualmente a



Figura3.29: Slide 29

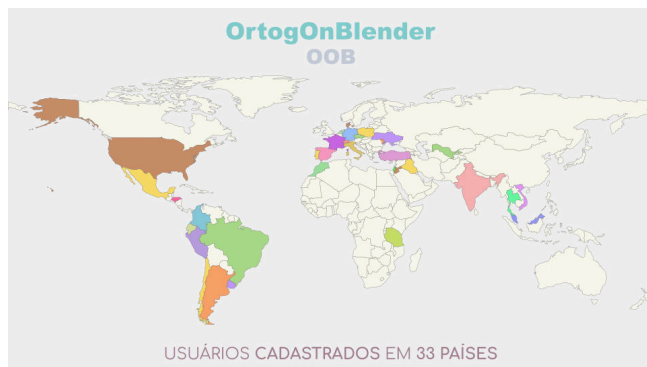


Figura3.30: Slide 30

solução está presente em 33 países (Fig. 3.30) distribuídos em 4 continentes e em muitas clínicas e hospitais como o Wolfson Medical Center (Holon, Israel), University Clinical Hospital in Opole (Polônia), Valencia University Clinical Hospital (Espanha), Policlinico di Bari (Puglia, Itália), Mechnikov Hospital Dnipro (Ucrânia), Avisenna Specialist Hospital (Malásia), National Hospital of Odonto-Stomatology in Hanoi (Vietnã), Beneficência Portuguesa Hospital (São Paulo, Brasil), Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Serviço de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, São Paulo, Brasil), Hospital Erasto Gaertner - Cancer Center (Curitiba, PR, Brasil), National Institute of Neoplastic Diseases (Peru) e Hospital Santiago Oriente - Dr. Luis Tisné Brousse (Santiago, Chile), entre outros.



Figura3.31: Slide 31

Embora o OrtogOnBlender possua uma rica documen-

tação oficial⁷², depois de um tempo ficou evidente que a evolução da ferramenta era constante e multifacetada, com a participação de usuários e alunos. Isso abriu a possibilidade de uma nova vertente, uma publicação própria em formato de capítulos. Assim como eu havia me apeteído pela técnica de reconstrução facial há décadas, lá por 1990 assisti a um episódio do desenho infantil *Muppet Babies* intitulado, *The Daily Muppet* onde as personagens se organizaram para criar um jornalzinho e aquilo me encantou profundamente. Sempre quis fazer algo com aquele comprometimento e aproveitei a memória afetiva para entrar em ação. Já adiantando a história, o projeto aconteceu e está sendo muito bem sucedido. O nome da publicação é OrtogOnLineMag, que vem de *magazine*, mas também flerta com magnífico, magnânimo, *maggiore* e afins. Até o momento foram publicados 12 volumes⁷³, sendo dois anuais, contabilizando 72 artigos⁷⁴. Muitos desses artigos, que têm *status* de *preprint* já foram publicados em *journals* revisados por pares, ou sendo citado em artigos revisados, fazendo com que a publicação seja um repositório de tecnologia robusta. Em face a posterior viralização, que fez com que o nome OrtogOnLineMag fosse citado em 29 idiomas, e em face a relevância, robustez e efetividade no uso do conteúdo em casos reais, além da amplitude cultura, pode-se afirmar com segurança que a publicação se trata de um *journal de facto*.

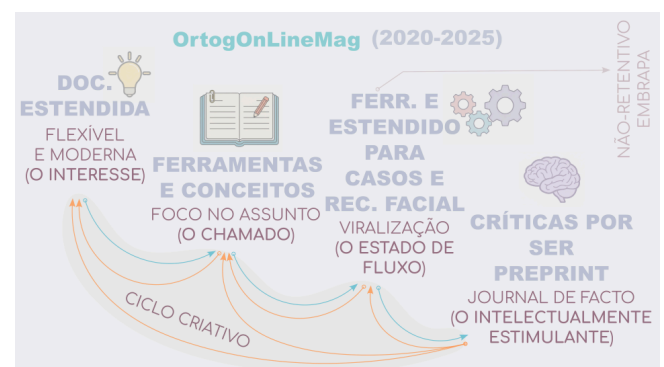


Figura3.32: Slide 32

Seguindo exemplos anteriores, vou descrever o Ciclo Criativo no caso da OrtogOnLineMag. **O Interesse:** Houve a necessidade de expandir a documentação do OrtogOnBlender, inserindo novidades e instigando a participação dos alunos e usuários no processo. Havia interessantes ferramentas de produção, modernas e adaptadas ao presente momento e que poderiam servir de base para o projeto editorial. **O Chamado:** Ao ler sobre os conceitos e ferramentas, vi que efetuar a publicação era possível, então estudei formas de aplicar isso, inicialmente foquei em ferramentas gratuitas

⁷² https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/OrtogOnBlender/index.html

⁷³ https://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/index/Publicacoes.html

⁷⁴ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/OrtogOnLineMag.html

e de código aberto como o sistema Sphinx, que permite a partir de um código fonte (texto plano com referências) publicar em html (online) e LaTeX/pdf (impresso, *old school*). Além disso também fui atrás de códigos como ISBN, ISSN e DOI para simplificar a catalogação e citação. **O Estado de Fluxo:** Depois do primeiro artigo publicado no segundo semestre de 2020 a produção não mais parou e ela se mostrou tão funcional que, o segundo artigo, que abordava a geração de *superfícies não-retentivas*⁷⁵ (objetivando a produção de guias cirúrgicos e afins) acabou inspirando a escrita do terceiro artigo sobre *microscopia de força atômica*⁷⁶ (MFA), composto em parceria com pesquisadores da Embrapa e disponível na sua *base de dados de pesquisas*⁷⁷ (BDPA). Com o tempo os mais variados assuntos (relacionados à computação gráfica) foram explorados e algumas publicações como aquelas relacionadas a aproximação facial viralizaram absurdamente, fazendo com que o projeto estourasse a bolha técnica e chegasse ao grande público. **O Intelectualmente Estimulante:** Com a viralização veio a hostilidade, principalmente de entes acadêmicos que alegavam invalidade dos achados ou irrelevância técnica por se tratar de uma publicação *preprint*. Esse foco no *status* e não no conteúdo gerou uma série de debates públicos que serão abordados mais a frente e que tornaram o processo ainda mais robusto, transparente, auditável e replicável.

com alunos e usuários que, além de usarem o OrtogOnBlender também desenvolvem suas próprias ferramentas e as soluções que eles criaram foram absorvidas e adaptadas ao OrtogOnBlender. O que eu fiz foi unificar todo o sistema e fazer com que ferramentas diferentes e abordagens diferentes gerem uma saída única que pode ser vista no esquema gráfico do passo a passo (Fig. 3.33). Como comentado anteriormente o OrtogOnBlender passou de uma ferramenta praticamente manual, para uma praticamente automática, fazendo com que o usuário, geralmente um cirurgião, gaste menos tempo com configurações relacionadas a viabilização da estrutura digital e foque mais no que faz de melhor: avaliar a anatomia e propor soluções cirúrgica (ou não). Percebe-se que, além do reconhecimento a quem contribui com a ferramenta, no caso dos artigos, também atesta-se a grande transparência de tudo o que é publicado, pois mais do que ser uma solução de código aberto, é uma ferramenta com documentação amplamente disponível em modo texto, se o usuário tiver disposição ele vai entender como funciona e isso tem se mostrado um fato, dado o número significativo de pessoas que aprendem por si só como utilizá-la. O reconhecimento que envio a esses usuários identificados é um certificado oficial, fechando o ciclo de aprendizado-desenvolvimento-compartilhamento-aprendizado tão comum no meio *open source*.

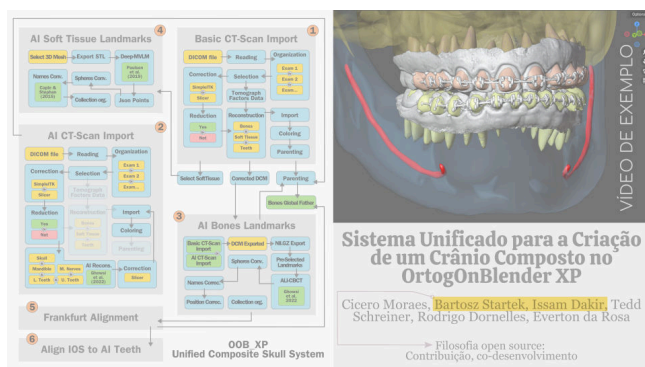


Figura3.33: Slide 33

Um dos últimos artigos publicados ilustra bem a abordagem envolvida, pois trata de uma nova ferramenta desenvolvida para o OrtogOnBlender, o Sistema Unificado de Criação de um Crânio Composto, grosso modo, é um sistema onde o usuário apenas indica onde está a tomografia computadorizada e as digitalizações intraorais, e o software se encarrega de importar as malhas 3D dos ossos e do tecido mole, segmentar partes como os dentes, mandíbulas, nervos e afins, além de alinhar a cabeça e posicionar os modelos intraorais em relação aos dentes da tomografia. Esse artigo foi publicado em conjunto

⁷⁵ https://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/1/GeraSuperficie.html

⁷⁶ https://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/1/MicroscopiaAFM.html

⁷⁷ <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&iid=1126971&biblioteca=vazio&busca=OrtogOnLineMag&qFacets=OrtogOnLineMag&sort=&paginaacao=t&paginaAtual=1>

Note: Durante o processo de desenvolvimento do OrtogOnBlender XP eu criei um botão de teste que, além de fazer a importação da tomografia computadorizada e dos modelos intraorais, também efetuava as osteotomias e configurava a intensidade de deformação do tecido mole ao movimentar os ossos cortados. *A ferramenta funcionou de modo assombroso*⁷⁸ para os padrões de então, uma vez que, na versão anterior os usuários precisavam dedicar um tempo significativo no processo, podendo passar de uma ou duas horas, dependendo da habilidade e complexidade. Agora isso é feito em alguns minutos. Na verdade o sistema tem até, em tese, condições de fazer um planejamento sozinho, no entanto, o elemento humano é importantíssimo, pois embora muito se tenha publicado e protocolado, o conhecimento do cirurgião e a personalização do atendimento ainda são necessários. Felizmente as novas tecnologias estão permitindo, como foi abordado, que o especialista dedique seu tempo cuidando mais do paciente e observando suas características próprias, do que se esforçando para viabilizar a digitalização 3D da consulta.

Outro aspecto importante dessas publicações são os testes de funcionamento, baseados no imenso banco de tomografias computadorizadas fornecidas pelos alunos, geralmente com arquivos que apresentaram algum tipo de problema no passado. O que eu faço é colocar o OrtogOnBlender para rodar essas tomografias e arquivos, buscando as piores condições de teste ao compartilhar

⁷⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=RRLliqwSMKk>

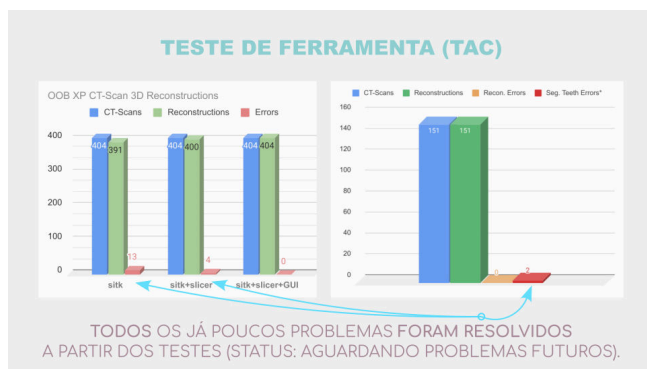


Figura3.34: Slide 34

uma nova ferramenta. Muitos destes testes ultrapassam aqueles efetuados pelos desenvolvedores das bibliotecas que foram utilizadas, funcionando como um elemento validador externo de quem cooperou com a ferramenta, uma vez que coopera com os mesmos “de volta”. Eu costumo brincar dizendo que se o OrtogOnBlender fosse um carro, ele seria bastante robusto, rodando bem tanto em cidades estruturadas (planejamentos com protocolo estabelecido) quanto em regiões selvagens e com terreno muito irregular e imprevisível (abordagens técnicas em desenvolvimento, sem protocolo estabelecido). Esse tipo de artigo/estudo não é focado na viralização do conteúdo, mas na robustez e funcionamento das ferramentas, independente de onde e como sejam utilizadas e trabalhar nelas traz uma imensa satisfação, tão grande quanto um reconhecimento formal.

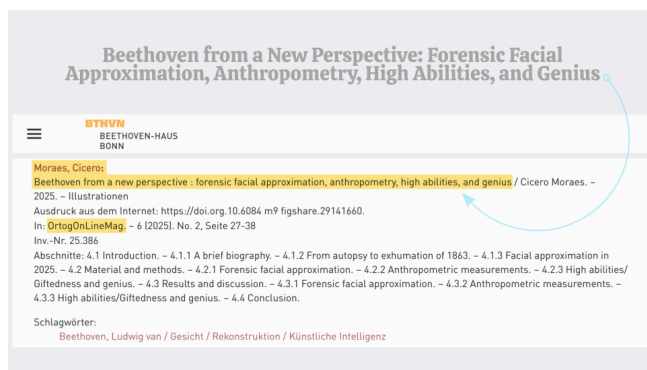


Figura3.35: Slide 35

Em relação a importância técnica e cultural da OrtogOnLineMag, um artigo que ilustra bem como a mesma tem sido reconhecida em campos diversos está relacionado com a aproximação facial de Beethoven, a partir do crânio exumado no séc. XIX. O estudo, assim que compartilhado foi anexado ao [catálogo técnico](#)⁷⁹ da biblioteca da Beethoven Haus-Bonn, a instituição oficial que cuida do seu legado na Alemanha. Esse é um exemplo de reconhecimento evidencia o *status de journal de facto* por parte da OrtogOnLineMag.

Atrair assuntos diversos em trabalhos que têm como

⁷⁹ https://katalog.beethoven.de/cgi-bin/biblio/kat_de.pl?x=u&t_show=x&wertreg=PER&wert=Moraes%2C%20Cicero%20%20%5BV%20erfasser%5D&reccheck=110511,111334

base a aproximação facial, diferente do que possa parecer em alguns momentos, tem sido bastante constante e sempre tem um contexto envolvido. No caso da genialidade presente no estudo de Beethoven sobre, tenho estudado-a a partir de autores especializados que compartilham seus conhecimento por livros e artigos revisados por pares (já troquei email com um deles, que foi bastante cordial e informativo). Atualmente estou envolvido com discussões técnicas acerca desse campo, como a questão que trata de **QIs exacerbados**⁸⁰ e os limites dessa medida, tanto no contexto estatístico quanto a questão de atrelá-la a genialidade. Participei de matérias ([Jornal Extra](#)⁸¹ e [reportagem de capa](#)⁸² da Galileu de Out. de 2025) que indicam impossibilidades de QIs ultra-altos e também escrevi sobre o limite dos testes padronizados em aproximadamente 139 [Moraes_2025b_c], pois acima disso perde-se a robustez estatística. Graças a esses estudos **fui aceito como membro associado**⁸³ da International Society for the Study of Creativity and Innovation (ISSCI). Portanto, não se trata apenas de falar sobre um tema, mas compartilhar com todos algo que surgiu de uma entrega, uma significativa imersão no assunto cuja motivação inicial será esclarecida mais adiante.

Então, o que tenho feito é trazer para o campo da aproximação facial assuntos relacionados, aproveitando a oportunidade para colocá-los em evidência e discussão pública. Vou ilustrar, por exemplo, alguns trabalhos que tangenciaram o campo da saúde humana/história publicados inicialmente em formato *preprint/release*, passaram por revisão por pares e se converteram em referência ou base para estudos socialmente importantes.



Figura3.36: Slide 36

A aproximação da mulher de Skríðuklaustur (Islândia) foi publicada como artigo na OrtogOnLineMag. Vi naquilo uma oportunidade de abordar a questão histó-

⁸⁰ https://www.researchgate.net/publication/389314571_The_Problem_of_Ultra-High_IQs

⁸¹ <https://extra.globo.com/blogs/page-not-found/noticia/2025/06/homem-que-diz-ter-qi-mais-alto-do-mundo-revela-fe-crista-e-gera-polemica-na-web-entenda.ghtml>

⁸² <https://revistagalileu.globo.com/sociedade/noticia/2025/10/m-entes-brilhantes-quem-sao-os-superdotados-do-brasil-e-o-que-def-ine-a-condicao.ghtml>

⁸³ <https://issci.online/members/>

rica da sífilis, o seu surgimento na América, a exportação para a Europa e outros continentes, via grandes navegações e o recrudescimento da doença a partir da década de 1990, acendendo alertas na saúde pública. Curiosamente eu havia [esculpido o busto de Girolamo Fracastoro](#)⁸⁴ (aquele que nomeou a condição), em razão de uma mostra com apoio do Ministério da Saúde em 2021 intitulada “*Sífilis - História, Ciência, Arte*”. Curiosamente tal busto ilustra o [catálogo da mesma](#)⁸⁵. Em face a ilustração da doença em estágio terciário no rosto, o trabalho (inicialmente compartilhado na [OrtogOnLineMag](#)⁸⁶) viralizou a nível global, e foi adicionado, como objeto de [mídia permanente](#)⁸⁷ no Museu de Skriðuklaustur. Trata-se de um trabalho originalmente independente, utilizando um crânio sob licença Creative Commons, disponibilizado pela instituição que depois absorveu o resultado em seu acervo, fechando o ciclo de cooperação. Posteriormente um artigo revisado por pares foi publicado [[Moraes_et_al_2024_c](#)], concluindo o projeto com “chave de ouro” e refutando por si só a abordagem preconceituosa de que um artigo *preprint* não tem valor unicamente pelo seu *status*.



Figura3.37: Slide 37

O Homem de Łekno (Fig. 3.37), advindo de um cemitério medieval na Polónia, foi o primeiro indivíduo com acondroplasia (nanismo) a ter a face reconstruída na história da técnica. Nós compartilhamos um *preprint* em um repositório e o trabalho viralizou internacionalmente colocando o tema em pauta. Tempos depois ele passou por revisão por pares e foi publicado [[Moraes_et_al_2024b_c](#)]; além de estar presente na lista das [50 Reconstruções Faciais Incríveis](#)⁸⁸ da Live Science.

Com a múmia Minirdis (2.300 AP) foi levemente diferente. Embora pouco se tenha abordado sobre isso

⁸⁴ <https://aventurasnahistoria.com.br/noticias/reportagem/a-impresionante-reconstrucao-facial-de-girolamo-fracastoro-o-primeiro-especialista-em-sifilis.phtml>

⁸⁵ <https://exposifilis.aims.gov.br/>

⁸⁶ https://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/5/Skriduklaustur.html

⁸⁷ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Cultura.html#a-mulher-de-skriuklaustur

⁸⁸ <https://www.livescience.com/gallery-of-reconstructions>



Figura3.38: Slide 38

em matérias compartilhadas, o fato é que eu senti “o chamado” de modo um tanto compulsivo nesse caso, e costumo comparar o que se passou com o desfecho do filme *Ecos do Além* de 1999, com Kevin Bacon como a personagem principal. No filme ele é atormentado por visões sobrenaturais, começa a escavar a sua casa até encontrar um corpo de um assassinato e fazer justiça pela vítima. No meu caso não houve nenhuma manifestação de ordem fantástica, no entanto, ver um jovem em um caixão de adulto me despertou significativo interesse. Ao reconstruir a estrutura craniana e comparar o volume cerebral, descobri que mesmo se tratando de uma criança ou pré adolescente de 12-14 anos, o volume estava a 3,6 desvios padrão acima de um crânio adulto; além disso a envergadura era significativamente maior do que a altura e conjunto de dados indicava, além de megalencefalia, com quadro sugestivo para a síndrome de Sotos. Depois da análise, evidenciou-se que a rotação da máscara funerária não foi algo natural, mas deliberado, viabilizando o fechamento da estrutura, dada a significativa dimensão do crânio, mesmo em um caixão (aparentemente reaproveitado) de um adulto. O trabalho preliminar foi compartilhado em forma de um *release* para a imprensa e repercutiu na mídia [nacional](#)⁸⁹ e [internacional](#)⁹⁰. A pesquisa foi submetida para um periódico, foi revisada por pares e publicada [[Moraes_et_al_2024c_c](#)].

Note: O caso de Minirdis foi um dos que inspiraram o desenvolvimento da [medida tripla](#)⁹¹ para aferição de volume do endocrânio/cérebro, de modo não invasivo e amplo, abordando desde neonatos até adultos. O objetivo inicial é a triagem de casos de megalencefalia e/ou microcefalia e uma calculadora online [já se encontra disponível](#)⁹².

Outro projeto que merece menção é o da Mulher de Zlatý kůň, um fóssil de aproximadamente 43 mil anos

⁸⁹ <https://oglobo.globo.com/mundo/epoca/noticia/2023/11/24/designer-brasileiro-recria-em-detalhes-crianca-mumificada-de-23-mil-anos-veja-imagens.ghtml>

⁹⁰ <https://www.thesun.co.uk/tech/24814585/first-look-elite-egyptian-mummy-boy-face-brain/>

⁹¹ <https://g1.globo.com/mt/mato-grosso/noticia/2025/06/29/reconstitucao-de-cranio-em-3d-feita-por-designer-de-mt-pode-baratear-diagnostico-de-microcefalia.ghtml>

⁹² <https://ciceromoraes.com.br/doc/CalculaVolumeCranio.html>



Figura3.39: Slide 39

atrás, descoberto na República Tcheca. Inicie os trabalhos de modo independente, utilizando dados disponíveis em publicações de terceiros e a partir do levantamento foi possível aproximar a face. Esta também foi compartilhada inicialmente na [OrtogOnLineMag](#)⁹³ e teve uma massiva repercussão, com matérias publicadas em 41 idiomas; além de estar presente na lista das [50 Reconstruções Faciais Incríveis](#)⁹⁴ da Live Science. Posteriormente o trabalho passou por revisão por pares e foi publicado no *journal Anthropological Review* [[Moraes et al 2024d_c](#)]. Para fechar o ciclo de modo bem sucedido, a imagem agora faz parte de uma mostra permanente no museu (Casa da Natureza) do parque no qual o fóssil foi descoberto e encontra-se próxima ao mesmo para observação dos visitantes. Eu tive a honra de visitar o local e isso [foi noticiado](#)⁹⁵ no próprio perfil do museu no Facebook.

Um trabalho que seguiu o mesmo caminho foi o do crânio Mladeč 1 (~31.000 AP), encontrado na caverna de mesmo nome também na República Tcheca. A aproximação facial, publicada na [OrtogOnLineMag](#)⁹⁶, foi reconhecida formalmente como o rosto oficial e hoje está em mostra permanente no museu da caverna. Além disso, a instituição responsável criou um concurso para escolher o nome e o [resultado final foi Mlada](#)⁹⁷, que significa jovem (no feminino), em tcheco. O sucesso foi tamanho que organizaram outro concurso, desta feita [de redação](#)⁹⁸, sobre a melhor história e que será escolhida ainda em 2025.

A Administração de Cavernas da República Tcheca emitiu uma [carta de agradecimento](#)⁹⁹ à minha pessoa pelos trabalhos com as duas faces, selando o reconhecimento institucional.

⁹³ https://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/6/Zlaty.html

⁹⁴ <https://www.livescience.com/gallery-of-reconstructions>

⁹⁵ <https://www.facebook.com/konepruskejestyne/posts/759403519700393>

⁹⁶ https://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/5/Mlade.html

⁹⁷ <https://mladecke.caves.cz/aktuality/seznamte-se-mlada-kromanonka-z-mladeckych-jeskyni>

⁹⁸ <https://mladecke.caves.cz/aktuality/jaky-mela-pribeh-mlada-kromanonka-z-mlade>

⁹⁹ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Premios.html#agradecimento-da-administracao-de-cavernas-da-republica-tcheca



Figura3.40: Slide 40 - Foto: Da esquerda para a direita o ministro da cultura Salvador del Solar, a estátua do Senhor de Sipán, o arqueólogo Walter Alba (descobridor do túmulo de Sipán) e eu.

Não poderia deixar de citar o projeto relacionado ao Señor de Sipán, um importante rei moche, conhecido como o “Tutancamon das Américas”. Nesse caso o processo foi o ciclo completo, tendo a apresentação da face a partir de um release de mídia, que repercutiu mundialmente, depois o trabalho gerou a presença de sua [estátua em tamanho real](#)¹⁰⁰ em uma mostra permanente e finalmente uma publicação com revisão editorial (Wiley) que cita a obra [[Moraes and Dias 2018_c](#)]. Eu tive a honra de estar no Peru, tanto na apresentação da face digital, quanto na inauguração da estátua em tamanho real no museu do sítio arqueológico Huaca Rajada, em cerimônia com o [ministro da cultura do Peru](#)¹⁰¹, Salvador del Solar e o arqueólogo Walter Alba, organizador e chefe das escavações que levaram à descoberta de Sipán. Lá recebi um honroso [reconhecimento do governo regional](#)¹⁰² por conta da repercussão e importância do trabalho.

Note: No Peru também trabalhei na aproximação da face da Dama de Quatro Tupus, considerada uma das mais importantes descobertas arqueológicas de 2016, cuja face [apresentamos na sede](#)¹⁰³ do Ministério da Cultura daquele país e a imagem também está em mostra permanente no museu da Zona Arqueológica Caral.

Ter o trabalho reconhecido e amplamente compartilhado é realmente muito bom e satisfatório, principalmente por fazer parte da história do país envolvido; mas nem todo mundo aprecia que isso aconteça, com agravamento se tal situação coloca em risco algo estabelecido, mesmo que seja mais percepção do que necessariamente ligado à realidade dos fatos. Explicarei na sequência alguns episódios de confronto assimétrico

¹⁰⁰ <https://rpp.pe/peru/lambayeque/develan-rostro-del-senor-d-e-sipan-tras-conmemorarse-30-anos-de-su-hallazgo-noticia-1065456>

¹⁰¹ <https://peru21.pe/cultura/develan-rostro-senor-sipan-30-ani-versario-descubrimiento-fotos-89228-noticia/>

¹⁰² <https://www.regionlambayeque.gob.pe/web/noticia/detalle/23011?pass=Mg==>

¹⁰³ <https://www.zonacaral.gob.pe/revelan-rostro-de-la-dama-de-l-os-cuatro-tupus-soberana-de-la-civilizacion-caral/>

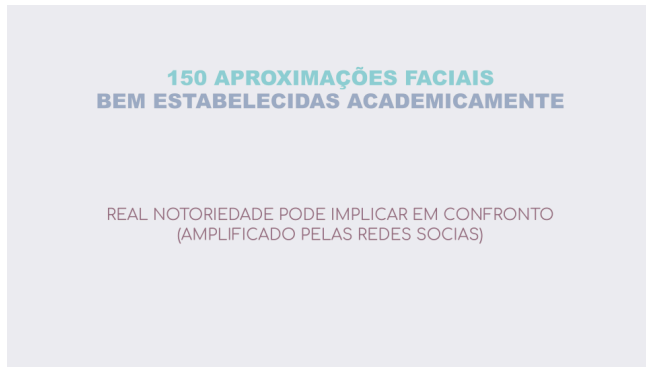


Figura3.41: Slide 41

onde tive que lidar com forças institucionais significativas e adaptar-me a essa nova realidade de “reconhecimento hostil”.



Figura3.42: Slide 42

No ano de 2021 tive a honra de reconstruir o rosto de Ludmila da Bohemia, uma santa tcheca que fora avó de um rei medieval muito célebre, que também se converteu em santo. Na ocasião, utilizei como referência o crânio projetado por um célebre antropólogo tcheco, o Dr. Emanuel Vlček, Ph.D. (1925–2006); que na ocasião valeu-se de um remanescente da calvária e alguns dentes, para reconstruir a peça completa. A reconstrução facial teve uma **ampla repercussão**¹⁰⁴ na mídia nacional dada a importância da personagem histórica. O fato é que, um membro da Academia de Ciências da República Tcheca, junto a uma antropóloga da Universidade Masaryk (que já havia feito pesquisa no Brasil), compuseram uma **matéria depreciativa**¹⁰⁵ à minha pessoa e a equipe em uma revista de circulação nacional. A matéria repercutiu no meio acadêmico e foi compartilhada amplamente por arqueólogos e entusiastas dos departamentos de Arqueologia da Academia de Ciência.

Até aquele momento eu não tinha o hábito de criar refutações públicas, mas frente à tentativa de queima de reputação, vinda de indivíduos com alta notoriedade acadêmica, me vi obrigado a fazê-lo. Na época **focamos em**

¹⁰⁴ <https://forbes.cz/jedenact-stoleti-stara-podoba-takhle-vypadal-a-svata-ludmila/>

¹⁰⁵ <https://www.respekt.cz/tydenik/2021/41/falesna-tvar-svetice>

três pontos principais¹⁰⁶: 1) Reconstruções faciais com remanescentes são possíveis e documentadas; 2) Que diferente do que eles afirmavam, eu já havia publicado sobre aproximação facial em um journal conceituado, inclusive com reconhecimento da vítima; 3) Que o laboratório chefiado pela especialista da Universidade Masarik usava uma reconstrução que eu havia feito, na página de abertura, além de indicar um artigo meu (sobre aproximação facial!) como literatura acadêmica recomendada em um curso promovido pela instituição.

Note: Oferecemo-nos para um debate público em razão de uma viagem que eu faria naquele ano (2021) à Tchêquia, mas o especialista envolvido declinou da proposta, além de me bloquear em seu perfil da mídia social, alegando que eu estava tentando queimar a sua reputação publicamente... quando ele na verdade fez isso, sem sequer conhecer o meu trabalho. Posteriormente aprendi que publicar documentos é o caminho mais eficiente para um debate como esse.

Posteriormente, junto a usuários e alunos do OrtogOn-Blender (com publicações na **OrtogOnLineMag**¹⁰⁷), desenvolvi uma metodologia de projeção de elementos faciais baseadas em mensurações em grupos de tomografias computadorizadas divididas por ancestralidades e a partir disso evidenciou-se que seria possível projetar um crânio completo a partir de remanescente, desde que tivessem as partes ancoráveis. Felizmente o crânio de Ludmila contava com uma parte importante destas e isso forneceu a base para o nosso estudo que foi submetido para um journal, revisado e publicado [Moraes_et_al_2023_c], finalizando o processo de refutação pública aos especialistas tchecos e fortalecendo a questão de que *preprints* são parte importantes do processo de pesquisa. A vitória foi significativa, mas isso, no lugar de acalmar os ânimos das instituições envolvidas, na verdade até aguçou-os, como se verá adiante.



Figura3.43: Slide 43

¹⁰⁶ <https://apha.cz/wp-content/uploads/2021/10/ludmila-respekt-003.pdf>

¹⁰⁷ https://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/4/Projecoes.html

A questão é que, durante aquele ocorrido na República Tcheca, eu estava passando pela temida crise da meia-idade e confesso que foi a pior coisa que já aconteceu na minha vida, mesmo não envolvendo violência física. O problema era maior, pois mexeu com a mente e reconfigurou-a de algum modo, quase como uma metamorfose psíquica. Curiosamente quem identificou a crise foi a minha esposa e, como faço em todos os campos de atuação, ativei o Ciclo Criativo para entender o que estava acontecendo. Fiz uma ampla revisão de literatura (com a ajuda do meu psicólogo), mas desta feita, para entender o que acontecia comigo. Já adiantando, descobri algumas coisas, uma que sou o que chamam de pessoa altamente sensível, ou PAS, no sentido de se comportar como um sensor humano para uma série de coisas e com uma profundidade sentimental e observacional que fez com que a crise, ou metanoia, fosse mais intensa. Também vi indícios de que eu poderia ser uma PAH/SD, ou uma pessoa com altas habilidades e superdotação, o que está intimamente ligada com a alta sensibilidade. Fui atrás de uma especialista, fiz os testes e finalmente fui identificado. O mesmo motor que trouxe a inquietação e profunda tristeza, também trouxe a resiliência para lidar com isso. Seguindo a questão do compartilhamento de informações, publiquei ainda em 2021 sobre o que se passou comigo, e tal documento serviu como base uma reportagem especial no jornal *O Globo*¹⁰⁸ e pela repercussão eu soube de muita gente que foi ajudada pelo relato.

Então meio que resumindo a questão, a dedicação aos estudos, o amor pela pesquisa me ajudou a superar o que viria pela frente, pois a “briga” com outros especialistas estava apenas começando, e escalando.



Figura3.44: Slide 44

Em 2023 trabalhei em uma reconstrução que fez um sucesso estrondoso a nível mundial, chegando a ter matérias veiculadas em absurdos 47 idiomas e mexeu até com o panorama cultural no Egito. Trata-se de Nazlet Khater 2, um fóssil de 35 mil anos encontrado naquele país. A aproximação coincidiu com o período em que estavam promovendo a série Cleópatra da Netflix, re-

¹⁰⁸ <https://oglobo.globo.com/saude/noticia/2023/08/01/muita-coisa-fez-sentido-e-eu-consegui-recuperar-a-paz-diz-brasileiro-que-descobriu-superdotacao-quando-adulto.ghtml>

tratada como uma mulher negra o que levantou grande crítica por parte dos residentes naquele país. A versão colorida da minha aproximação mostrava um homem negro, e por conta disso, começou a se ventilar, principalmente por parte de uma coluna assinada pelo Dr. Zahi Hawass, célebre e polêmico egiptólogo, que o trabalho era fortemente baseado na cultura *woke* dos EUA. Quando discussão chegou ao seu pico o Ministério do Turismo e Antiguidades do Egito emitiu uma *nota formal*¹⁰⁹, criticando o nosso trabalho, insinuando que o mesmo não cumpriu os passos éticos científicos e que não havíamos baseado o mesmo em medidas anatômicas reais. Eu respondi a nota diretamente no perfil do Ministério, além de escrever uma *resposta pública*¹¹⁰, demonstrando que: 1) Fotografar e filmar os restos mortais era liberado no museu, 2) Que seguimos parâmetros científicos como as medidas, que estavam disponíveis em publicações revisadas por pares e 3) Aproveitei para explicar que eu havia publicado um artigo (na *OrtogOnLineMag*¹¹¹) com o passo-a-passo do trabalho e que a ancestralidade africana era informada pelos especialistas que estudaram os restos na década de 1980, não foi invenção nossa e que a equipe já havia reconstruído outras múmias do Egito Antigo sem a colocação compatível com negros africanos e mesmo o nosso trabalho apresentava uma versão em escala de cinza, ou seja, com uma pigmentação neutra. O desfecho foi o silêncio posterior do Ministério e uma *matéria*¹¹² favorável a meus argumentos foi publicada na mídia árabe voltada ao público internacional.

Note: Depois desse episódio eu tomei real gosto por disputas intelectuais e acadêmicas abertas e passei efetivamente a não me chatear mais com as mesmas. Para provar de uma vez por todas que era possível fazer uma aproximação facial sem a necessidade de deslocar-se até o local para digitalizar um crânio e refutar o Ministério do Turismo, ainda procedemos com a reconstrução facial de Tutancamon e a publicamos em um journal revisado por pares, a primeira da história com essa formalidade acadêmica [Moraes et al 2023b_c]. Curiosamente, se por um lado houve muita reclamação, por vezes de modo bastante preconceituoso por Nazlet Khater ter sido retratado como negro africano (lembrando que ele nada tem a ver com o Egito Antigo, pois morreu 30 mil anos antes do primeiro rei), também houve crítica quando o retratado era “branco demais” segundo uma corrente que chamada de afrocentrista, em oposição à eurocentrista. Ou seja, em qualquer situação abre-se a possibilidade de ataque e debati com ambas, indicando que meu trabalho é independente. Algumas pessoas apelaram durante esses confrontos, como por

¹⁰⁹ <https://www.facebook.com/photo/?fbid=596882082473342&set=a.146644910830397>

¹¹⁰ <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.30133.59363>

¹¹¹ https://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/6/NazletKhater2.html

¹¹² <https://web.archive.org/web/20230420152614/https://bnn.network/world/egypt/brazilian-scientist-clarifies-accusations-by-egyptian-authorities-regarding-forensic-facial-approximation/>

exemplo, colocando fotos de pessoas da minha família que nada tem a ver com a situação, para abordar questões de cunho racial. Permaneci firme, compartilhando um estudo¹¹³ que mexeu, inclusive em tabus relacionados a cor da pele dos antigos egípcios e serviu para refutar algumas alegações tanto de “afrocentristas” quanto de “eurocentristas”.



Figura3.45: Slide 45

Uma coisa que aprendi nesses embates é que, se você refuta um especialista publicamente e este tem certo poder midiático, acadêmico e institucional, há uma tendência de desenvolvimento de rancor, independente da esperada maturidade emocional do indivíduo. Foi o que se passou com a dupla de pesquisadores egípcios a Dra. Sahar Saleem e o Dr. Zahi Hawass. Suponho que os mesmos estavam acostumados a confrontar indivíduos que aceitavam seus argumentos sem combatê-los, de modo que os dois começaram a atacar meu trabalho, tachando-o de não científico e que eu não poderia utilizar os dados das pesquisas deles daquela forma, além de outras alegações infundadas, inicialmente nas redes sociais e posteriormente em matérias veiculadas na mídia egípcia (*jornal Al-Ahram*¹¹⁴). Em face ao carinho que tenho pelo pesquisa de ambos tentei evitar um confronto público, mas depois de um tempo, frente ao bloqueio da rede da Dra. Saleem para minhas respostas e a matéria e falas do Dr. Hawass sobre eu potencialmente apoiar uma vertente afrocentrista e *woke*, acabei por publicar uma refutação pública detalhada demonstrando que: 1) Diferente do que eles alegavam, meu trabalho era científico, publicação e... curiosamente a Dra. Saleem já havia citado e elogiado meu trabalho em sua publicação e além disso, eu já havia revisado um manuscrito dela, 2) Que não estou envolvido com nenhum movimento cultura e que fui criticado por afrocentrista e eurocentristas, 3) Que sim, eu posso utilizar os dados, pois além de fazê-lo no âmbito acadêmico, as publicações e imagens utilizadas estavam sob licença Creative Commons e per-

¹¹³ https://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/9/Ramesses.html

¹¹⁴ <https://gate.ahram.org.eg/daily/News/204997/34/957190/%D8%B7%D8%A8-%D9%88%D8%B9%D9%84%D9%88%D9%85/%D8%B5%D9%88%D8%B1-%D8%A3%D9%85%D9%86%D8%AD%D8%AA%D8%A8-%D8%A7%D9%84%D8%A3%D9%88%D9%84-%D9%81%D9%89-%D9%85%D9%8A%D8%B2%D8%A7%D9%86-%D8%A7%D9%84%D8%B9%D9%84%D9%85.aspx>

initialm tal (suponho que eles não tinham ideia do que se tratava).

Depois da minha resposta, o Dr. Hawass que havia ameaçado queimar a minha reputação junto à imprensa, silenciou-se e o mesmo fez a Dra. Saleem. A mídia árabe¹¹⁵ e brasileira¹¹⁶ publicaram matéria favoráveis aos meus argumentos. Eu continuei a utilizar os dados das pesquisas deles e publicar o material como será visto logo mais. Em relação a publicações revisadas por pares, além da aproximação facial de Tutancâmon, já citada, também, publicamos uma relacionada ao faraó Amenhotep III [Moraes_et_al_2024e_c] e ironia das ironias, a mesma foi atacada pela ala afrocentrista por “ser branco demais” e por “parecer com o Dr. Hawass”, como se tivéssemos feito o trabalho para satisfazer um indivíduo ao qual confrontávamos publicamente.



Figura3.46: Slide 46

Seguindo com a questão do rancor institucional, em outubro de 2024 publicamos na *OrtogOnLineMag*¹¹⁷ a aproximação facial do crânio atribuído a Jan Žižka, um herói tcheco, próximo ao período da comemoração dos 600 anos de sua morte. Novamente, por se tratar de uma personalidade histórica o trabalho viralizou significativamente na mídia nacional. Por utilizar no caso de Žižka um remanescente de crânio maior do que no caso de Santa Ludmila e por já termos publicado um artigo revisado por pares sobre o estudo dela, imaginamos que os críticos aquela altura não se levantariam contra, no entanto, motivados pelo supracitado rancor e pela refutação de 2021, simplesmente dois institutos de arqueologia associados à Academia de Ciências da República Tcheca (CAS) compuseram uma declaração pública de preocupação e crítica ao trabalho, detalhando os pontos que segundo eles eram críticos. A nota compartilhada em tcheco¹¹⁸ e em inglês¹¹⁹ (eles imaginavam que teria repercussão internacional) recebeu o apoio da ACADE-

¹¹⁵ <https://al-ain.com/article/amenhotep-brazilian-designer-afrocentric>

¹¹⁶ <https://aventurasnahistoria.com.br/noticias/reportagem/reconstrucao-facial-de-farao-feita-por-brasileiro-cai-em-polemica-no-egito.phtml>

¹¹⁷ https://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/10/Zizka.a.html

¹¹⁸ <https://www.arup.cas.cz/stanovisko-arup-arub/>

¹¹⁹ <https://www.arup.cas.cz/en/statement-arup-arub/>

mia¹²⁰. O conteúdo hostil e pleno de rancor se mostrou algo raro entre as notas do instituto de Arqueologia, demonstrando se tratar de um ataque direto a pesquisadores independentes e não algo corrente e esperado por parte da instituição.

Elaborei uma detalhada resposta pública¹²¹ na qual: 1) Apontei o desconhecimento do Instituto de Arqueologia em relação às técnicas de aproximação facial forense, destacando que 91% das aproximações relacionadas ao CAS haviam sido realizadas por mim e por minha equipe; 2) Esclareci que o artigo sobre a aproximação de Jan Žižka foi revisado por pares e incluía um estudo piloto demonstrando o funcionamento da técnica de reconstrução de regiões faltantes, comprovando sua robustez científica; 3) Evidenciei que nenhuma aproximação do CAS contava com publicação revisada por pares, enquanto eu e minha equipe já havíamos publicado, apenas naquele ano, cinco artigos revisados por pares sobre o tema, sendo, em todo o histórico de publicações, três deles em colaboração com membros do CAS; 4) Denunciei publicamente o assédio por parte de membros do CAS, que, desde 2021, vinham tentando prejudicar minha reputação, a partir do episódio ligado a Santa Ludmila; 5) Refutei a presidente do CAS, que insinuou que um dos meus trabalhos, envolvendo São Adalberto, carecia de explicações acerca da origem do crânio, o que desmenti com a publicação de um artigo em um jornal revisado por pares, contendo todos os dados pertinentes [Moraes_et_al_2025b_c].

O embate repercutiu na mídia tcheca¹²² e brasileira¹²³, que cobriu a primeira parte do confronto. Posteriormente, com a publicação de um artigo revisado por pares sobre a aproximação facial forense [Moraes_et_al_2024f_c], que incluiu testes cegos, demonstramos que a técnica era robusta e havia cumprido o formalismo acadêmico, **refutando o CAS e abalando a imagem da academia e de seus apoiadores na elaboração da nota**. Em 2025, descobri que o perfil da Academia de Ciências havia me bloqueado no Facebook e publiquei uma nota evidenciando a derrota tácita, técnica e moral, da instituição. A nota furou a bolha acadêmica e o interesse em relação a minha refutação pública aumentou, fazendo com que o documento passasse de 5000 leituras e instigasse debates nas mídias sociais.

Depois dos dois grandes confrontos, tanto com os egípcios quanto com os tchecos, eu voltei a trabalhar em reconstruções relacionadas aqueles países. No



Figura3.47: Slide 47

caso da República Tcheca, publicamos um artigo revisado por pares com a face de Venceslau da Boêmia [Moraes_et_al_2025_c], importante doge e santo daquele país e uma evidência clara de vitória sobre a estatal Academia de Ciências, foi que o Dr. Petr Kroupa¹²⁴, um importante membro do Castelo de Praga, ou seja do coração executivo do país foi coautor do nosso artigo. Ou seja, o objetivo que visava prejudicar a reputação não prosperou. Além disso, ao saber que o fóssil de Lucy, a A. afarensis de 3.2 milhões de anos seria exibida naquele país, procedemos com uma reconstrução facial apresentando-a alguns meses antes da exibição e recebendo ampla cobertura midiática. Em nenhum dos projetos houve manifestação por parte de instituições tchecas. No caso dos egípcios, utilizei os dados de um outro artigo da Dra. Saleem, também sob licença Creative Commons envolvendo o Golden Boy¹²⁵, uma múmia jovem do período ptolemaico, com significativa repercussão, mas também sem nenhuma manifestação tanto da Dra. Saleem, quanto do Dr. Hawass.

A título de curiosidade, Venceslau da Boêmia é o neto de Ludmila da Boêmia, que eu havia citado anteriormente. Além da confiança em ter um ente do Castelo de Praga entre os autores, já em 2018, antes de toda a confusão eu estive pessoalmente no Ministério da Cultura da República Tcheca¹²⁶ para receber um reconhecimento¹²⁷ daquela instituição pelos trabalhos relacionados a aproximação facial forense.

Attention: É justamente nesse período, entre os confrontos e a “paz” que publiquei os trabalhos relacionados ao Santo Sudário. Pelo histórico percebe-se que além de versado na arte do confronto acadêmico aberto, eu havia tomado gosto pela coisa, tanto que meu site pessoal passou a contar com uma seção

¹²⁰ <https://www.facebook.com/akademievied/posts/kde-kon%C4%8D%C3%AD-v%C4%9Bda-stanovisko-arheologick%C3%BDch-%C3%BĀstav%C5%AF-av-%C4%8Dr-k-tzv-approximaci-obli%C4%8Deje/978729054295141/>

¹²¹ <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.33534.70722>

¹²² <https://www.info.cz/zpravodajstvi-a-komentare/boj-o-rekonst-rukci-tvare-jana-zizky-gradu-je-resi-se-uz-i-v-brazilii>

¹²³ <https://aventurasnahistoria.com.br/noticias/historia-hoje/brasileiro-rebate-criticas-reconstrucao-facial-de-heroi-nacional-tcheco-phhtml>

¹²⁴ <https://www.hrad.cz/cs/prezident-cr/kancelar-prezidenta-republiky/organizacni-struktura#:~:text=%C4%8Cesk%C3%A9%20korunova%C4%8Dn%C3%AD%20klenoty,-,PhDr.%20Petr%20Kroupa,-%C5%99editel%20Odboru%20pam%C3%A1tkov%C3%A9>

¹²⁵ https://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/10/GoldenBoy.html

¹²⁶ <https://www.gcnovicias.com.br/geral/sinopense-recebe-honrarias-na-republica-tcheca-por-reconstrucao-de-figuras-historicas/58011248>

¹²⁷ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Premios.html#reconhecimento-do-ministerio-da-cultura-da-rep-tcheca

própria de Debates e Controvérsias¹²⁸.

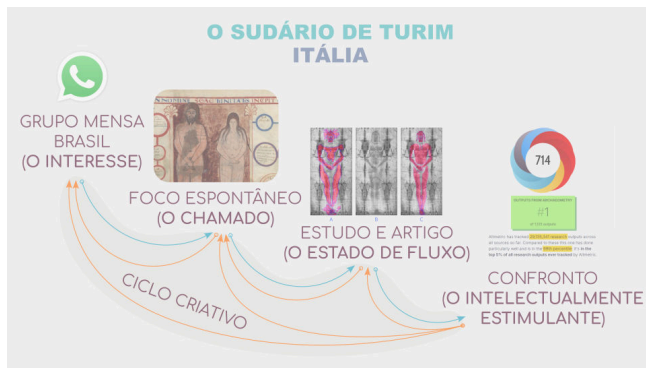


Figura3.48: Slide 48

O estudo que inspirou o convite a essa palestra foi aquele ligado ao Sudário de Turim, então, em face a esse dado, focarei uma explanação mais pormenorizada do processo de desenvolvimento, com a introdução fundamentada pelo Ciclo Criativo.

O Interesse: Eu nunca havia me interessado em analisar o Sudário de Turim, no entanto, uma discussão ocorrida em um grupo da Mensa Brasil (WhatsApp) onde de um lado defendiam a origem da peça nos tempos de Cristo e outro via isso com significativo ceticismo, decidi ler as fontes informadas e percebi que havia algo de estranho com a anatomia e com os conceitos pró-origem divina.

O Chamado: Para não ser injusto comecei a ler os artigos que abordavam a datação, os que criticavam-na, os artigos que alegavam ser essa uma peça dividida, outros que era uma falsificação e assim por diante. Também percebi que a estrutura do corpo era muito consistente com uma obra de arte e que dificilmente seria um padrão adivindo de um corpo humano, pois se o fosse, estaria significativamente deformado, um processo comum quando se passa informações tridimensionais para um plano bidimensional. A curiosidade inicial evoluiu para algo mais profundo e metódico, evidenciando que era o momento de formalizar o estudo.

O Estado de Fluxo: Saí da discussão do grupo e foquei em um estudo próprio, levantando literatura que contemplasse os conceitos envolvidos e organizei tudo em um artigo final. Esse foi inicialmente publicado como *preprint* [Moraes_2024_c] em agosto de 2024, tendo grande repercussão internacional e posteriormente foi revisado por pares e publicado formalmente [Moraes_2025_c] com uma repercussão estrondosamente maior. Foi o primeiro caso onde um artigo peer reviewed superou a repercussão de um *preprint*.

O Intellectualmente Estimulante: Com a repercussão veio a ira do movimento sindonologista, ou seja, dos especialistas do sudário. Os debates iniciavam com um

vêu acadêmico por parte deles, mas depois de muita discussão, perdiam a civilidade e partiam para ataques pessoais, que variavam do desprezo pelo trabalho até ameaças de arder no fogo do inferno. Essa fúria, atrelada ao interesse geral fez com que o artigo atingisse um nível de influência significativo, de modo a, como se verá mais a frente, protagonizar a discussão no campo de História e Arqueologia a nível mundial.



Figura3.49: Slide 49

Não foi muito difícil identificar inconsistências já na primeira observação da peça (Fig. 3.49). Há uma separação muito clara entre frente e atrás, sem a junção esperada e o espalhamento dos cabelos no padrão que um corpo deixaria. O próprio padrão do corpo tem uma estrutura ortográfica, ou seja, lembra muito a imagem de uma fotocópia bidimensional, algo “plano”. A anatomia é muito reta, rígida, não conta com a graciosidade de um corpo humano com as suas linhas arredondadas; curiosamente eu sei disso pois, além de trabalhar com escultura digital, também já fiz uma *escultura de corpo inteiro*¹²⁹ de uma candidata a beata da Igreja Católica. Outro detalhe que salta aos olhos é a assimetria dos braços, onde um é significativamente maior do que o outro.



Figura3.50: Slide 50

Em relação a questão da “imagem de fotocópia”, fiz um experimento muito simples para demonstrar como uma face 3D é “traduzida” para a sua versão 2D em um te-

¹²⁸ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Debates.html

¹²⁹ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Benigna.html

cido e qualquer pessoa pode fazer o mesmo; basta pigmentar a face com uma substância (não tóxica evidentemente) e pressionar levemente uma toalha de papel ou tecido envolta do mesmo. Ao final o que se tem é um “rosto aberto” ou deformado, cujo efeito é conhecido como “máscara de Agamemnon”, por lembrar aquele objeto. Curiosamente, descobri nas minhas leituras que há uma hipótese de que o Sudário de Turim fora envolvido externamente pelo Sudário de Oviedo, no entanto, o segundo conta com o efeito da “máscara de Agamemnon” e as orelhas se mostram bem separadas, já o segundo (Turim) apresenta uma face chapada (ortográfica). Ou seja, já aí vemos uma das hipóteses, a de que era um corpo humano, derrubadas por um experimento simples.



Figura3.51: Slide 51 - Foto 1: Beatus of Liébana¹³⁰. Foto 2: Tomb of Giovanni Carbone¹³¹. Foto 3: Jacopo della quercia, altare e lastre tombali trenta, 1422¹³². Imagens sob domínio público.

Ao analisar a pose recatada, recordei-me de tê-la visto na excelente obra *História da Vida Privada* (vol. 2)¹³³, onde ilustra-se a imagem de Adão e Eva cobrindo suas genitálias em uma gravura do século XI. Estudando um pouco mais, descobri a arte tumular, que também lança mão dessa pose e... com grande constância trata-se de peças em baixo relevo, ou seja, muito próximas e compatíveis com a estrutura ortográfica do Sudário de Turim. Causou-me espanto que nenhuma material que consultei cita essa compatibilidade e também não encontrei nenhum outro em buscas mais pormenorizadas que fizessem tal ligação. A evidência da arte tumular ou *tomb effigy* refuta uma das alegações de que não havia conhecimento artístico no período medieval para fazer uma obra assim, sendo que, o *timing* se mostra perfeito.

Decidi limitar o meu estudo em um escopo bem simples, ele mostraria qual seria o padrão de contato de um corpo volumétrico humano/estátua, versus o padrão de

¹³⁰ <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b52505441p/f1.plancheco ntact#>

¹³¹ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tomb_of_Giovanni_Carbone.jpg

¹³² https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jacopo_della_quercia,_altare_e_lastre_tombali_trenta,_1422,_12.jpg

¹³³ <https://www.amazon.com.br/Hist%C3%B3ria-vida-privada-V%C3%A1rios-autores/dp/8571641358>

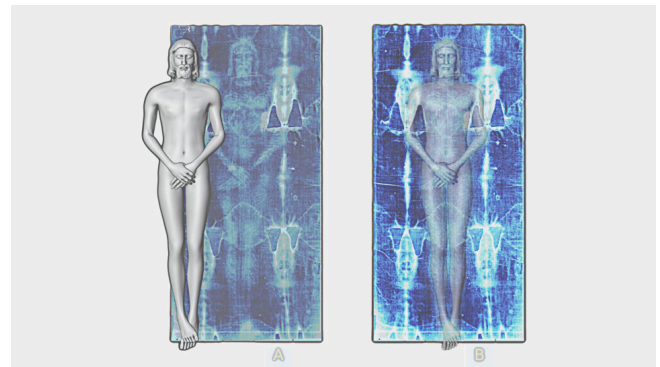


Figura3.52: Slide 52

contato de um baixo relevo. Inicialmente criei um corpo humano com as características ortográficas do Sudário de Turim, buscando ajustá-lo ao máximo em relação a estrutura, mas sem alterar a simetria do corpo. Ali já era possível atestar que um dos braços do sudário era significativamente maior do que o outro (Fig. 3.52).

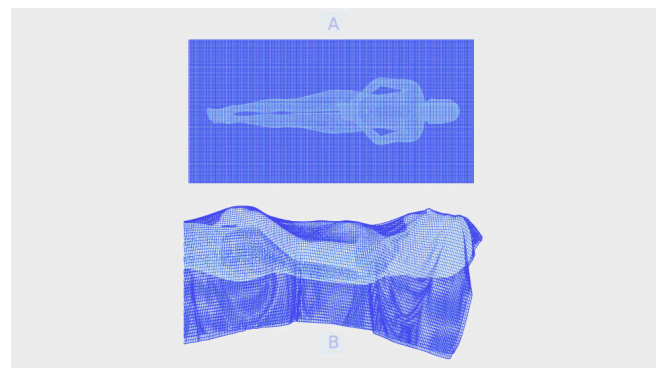


Figura3.53: Slide 53

Em seguida criei um tecido com a metade do comprimento do original, pois o meu teste seria efetuado apenas na parte frontal do corpo, não sendo necessário fazer nas duas (frontal e traseira) para observar a questão da deformação estrutural. Mais que isso, optei por apenas pousar o tecido com a ação da gravidade sobre ele, não enrolando-o, pois isso causaria uma deformação ainda maior, logo, bastaria que o tecido fosse solto sobre o modelo para demonstrar a questão da deformação no estilo “máscara de Agamemnon”.

Configurei uma abordagem baseada em coloração de contato, para que quando o tecido estivesse bem próximo ao modelo, ele fosse pigmentado, destacando o padrão e podendo ser reaberto (planificado) e analisado (Fig. 3.54).

Simulei uma estrutura em baixo relevo, utilizando a ferramenta de geração de modelos não-retentivos do OrtogOnBlender, isso permitiu manter todas as informações dos detalhes anatômicos, mas com uma altura correspondente a 1/4 do espaço entre o meio do corpo até

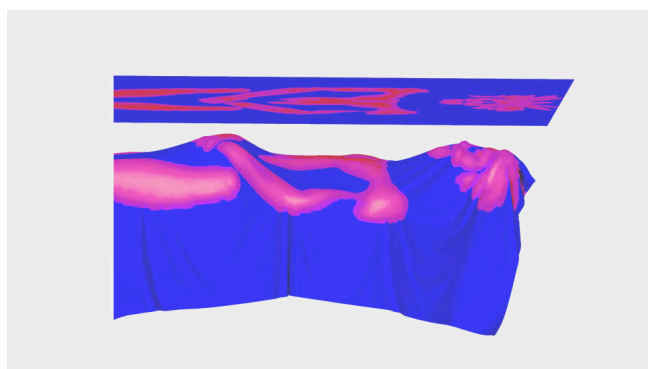


Figura3.54: Slide 54

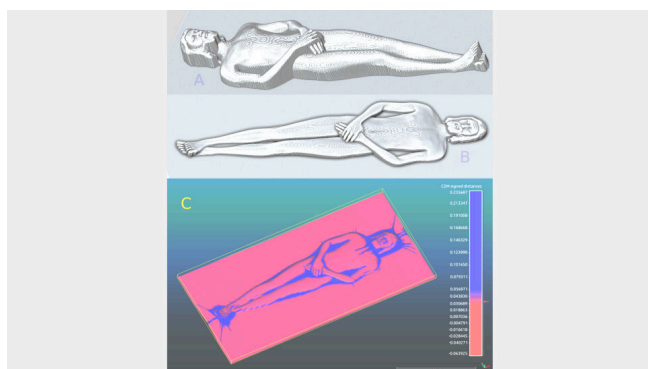


Figura3.55: Slide 55

o topo do nariz, essa altura foi escolhida para evitar a perda dos detalhes, posto que abaixo do meio do braço os detalhes não são observáveis da parte superior. Esse modelo em baixo relevo gerou um padrão de contato que também foi mapeado digitalmente (Fig. 3.55).

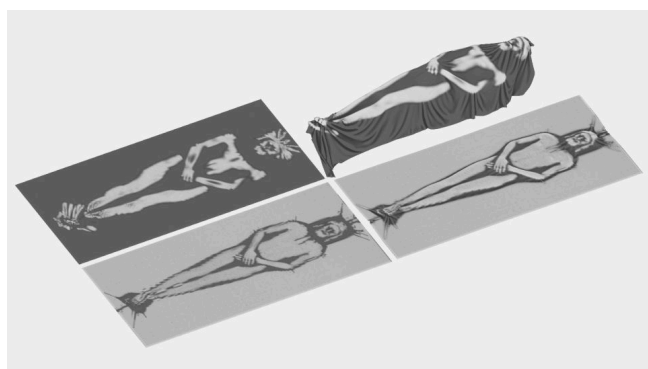


Figura3.56: Slide 56

Os padrões resultantes foram planejados, de modo a permitir a observação e comparação das estrutura resultantes (Fig. 3.56).

A imagem que se popularizou foi justamente aquela que agrupa todos os elementos levantados, ou seja, do lado esquerdo o padrão deformado advindo de um corpo humano/estátua, ao centro a imagem original do sudário e ao lado direito o padrão resultante do contato com o baixo relevo (Fig. 3.57). Esta composição ilustra de forma bem didática a impossibilidade de uma origem

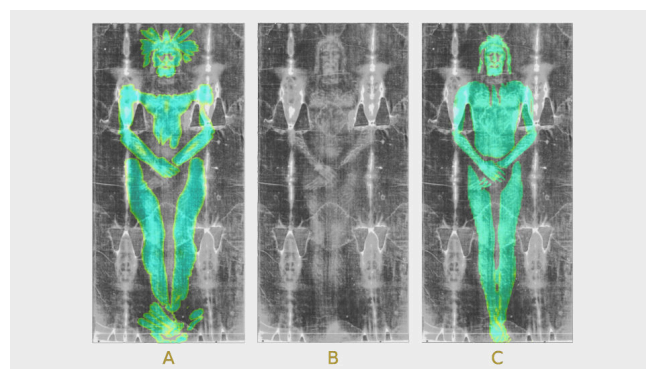


Figura3.57: Slide 57

humana e reforça a evidência de uma fonte mais planejada, como um baixo relevo.

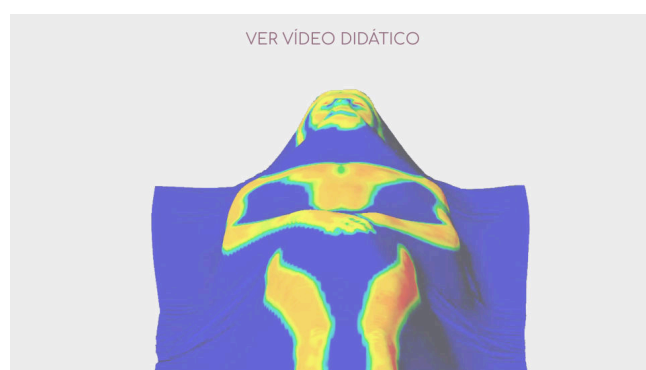


Figura3.58: Slide 58

Um vídeo didático¹³⁴ demonstrando as simulações digital e física apoiaram o material escrito, permitindo uma melhor compreensão pela dinâmica, ou seja, o exemplo acontecendo em tempo real conforme o tecido pousava sobre o corpo, além do teste no estilo “faça você mesmo”.

Important: Além do vídeo didático, a versão revisada por pares do artigo compartilhou os arquivos fonte¹³⁵ para que os interessados possam replicar ou ajustar o processo, que é acessível uma vez que todos os softwares envolvidos são gratuitos e de código aberto, além de rodarem nos sistema Windows, Linux e MacOS. Em outras palavras, trata-se de um estudo totalmente transparente, desde a técnica, até as ferramentas e arquivos usados.

Em relação às versões do artigo e a repercussão dos mesmos, o *preprint* teve matérias em 23 idiomas, um número significativo e que gerou um bom debate aberto, no entanto, a versão revisada por pares fez algo inédito entre meus trabalhos, foi o primeiro que, gerou mais repercussão do que a versão preliminar. Foi assunto em notícias publicadas em 46 idiomas, exatamente o dobro do anterior, o que gerou um debate muito maior,

¹³⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=dDSenoeL5Co>

¹³⁵ <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29645060>

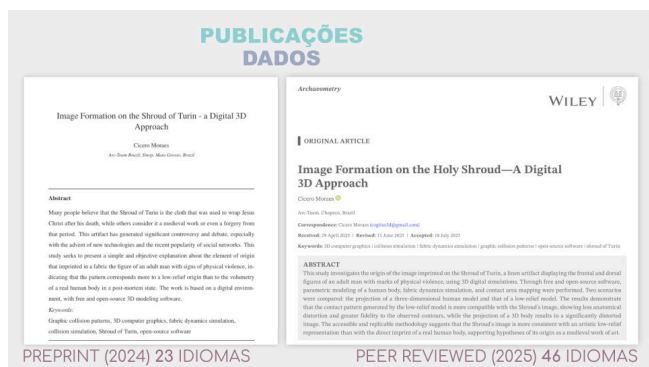


Figura3.59: Slide 59

furando a bolha religiosa e até mexendo com as bases dos ascéticos, como veremos adiante.



Figura3.60: Slide 60

Diante da grande repercussão do artigo e o debate público acalorado, a Diocese de Turim (guardião do sudário) fez algo raro, soltou uma **nota de preocupação**¹³⁶ acerca do estudo e apoiou um **comunicado de imprensa**¹³⁷ composto pelo *Centro Internazionale di Studi della Sindone* (CISS). Nessa nota eles abordaram uma série de pontos que julgavam importantes e que refutariam o meu estudo. O problema é que eu sabia ao menos quem era um dos autores da nota e também sabia que esse indivíduo não havia lido o artigo detalhadamente, tanto que na nota eles citam algo que eu observei em uma notícia, não na publicação e isso evidenciou a deficiência técnica do documento deles, dentre outras questões que eu comentei na **minha resposta pública**¹³⁸.

Um ponto muito irônico da nota do CISS é que eles, pretendendo fechar o documento que me rotula como não-científico (sempre a mesma abordagem) com uma lição acadêmica, citam uma fala de **Richard Feynman**, um nobel. No entanto, pouco antes de eu compor a minha resposta, fui **aceito como membro da Sigma Xi**¹³⁹,

¹³⁶ <https://www.diocesi.torino.it/site/sindone-dichiarazione-del-custode-pontificio-card-repole/>

¹³⁷ <https://www.sindone.it/2025/comunicato-stampa-moraes>

¹³⁸ https://www.researchgate.net/publication/395338103_My_Public_Response_to_the_Centro_Internazionale_di_Studi_della_Sindone_CISS_Regarding_the_Study_in_Archaeometry_2025

¹³⁹ <https://noticias.r7.com/record-news/news-das-10/video/conheca-o-brasileiro-aceito-em-sociedade-cientifica-internacional-que-j-a-teve-einstein-como-membro-28082025/>

uma sociedade científica bastante tradicional que teve em seu quadro 200 laureados, dentre eles Einstein e... **Feynman**. Eu chamei a situação de “o milagre da refutação”.

O comunicado do CISS foi amplamente compartilhado pela mídia católica, então de um lado... novamente... estava um colosso institucional versus eu, um pesquisador independente. No entanto, as matérias que abordavam o assunto eram em sua maioria favoráveis ao meu estudo, pois o mesmo havia passado por todo o processo formal no contexto acadêmico e a nota era um a produção editorial, sem o rigor esperado para um debate naquele nível. O que aconteceu na prática é que, o meu artigo, que sequer era *open access*, se converteu no segundo mais influente do mês nos campos da História e Arqueologia e o **mais influente da história**¹⁴⁰ do journal *Archaeometry* da Wiley-Oxford.

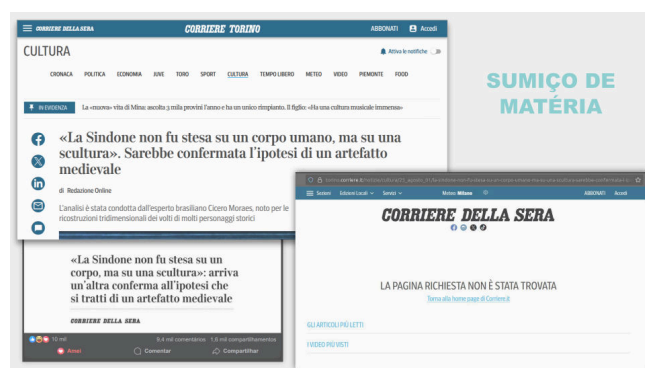


Figura3.61: Slide 61

Eu tentei conversar com a Diocese de Turim, mas fui bloqueado pelo perfil do Facebook dela, além de enviá-la e-mail e não receber resposta. Um fato estranho ocorrido durante esse episódio foi que, a sucursal de Turim do jornal Corriere della Serra, havia publicado uma matéria sobre o meu artigo antes do imbróglio com a Diocese, de modo que foi favorável ao meu ponto. O compartilhamento da **notícia no perfil**¹⁴¹ principal do jornal evidencia o *hype* (entusiasmo, euforia) que a matéria gerou com seus 10 mil likes, 9,4 mil comentários e 1,6 mil compartilhamentos, algo bastante significativo em um post no Facebook, ainda mais no idioma italiano. No entanto, quando fui acessar o conteúdo para um *clipping* de notícias que eu estava compondo no pós-confronto com a Diocese e o CISS, eis que me deparei com uma **página não encontrada**¹⁴²! Eu quero acreditar, ainda hoje que não tenha passado de algum erro técnico, pois seria muito vergonhoso, para não dizer preocupante, que um jornal daquela envergadura cedesse à

¹⁴⁰ <https://olhardigital.com.br/2025/08/29/ciencia-e-espaco/brasilero-lidera-ranking-mundial-de-influencia-em-arqueologia/>

¹⁴¹ <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1203466385142308&set=a.612041260951493>

¹⁴² https://torino.corriere.it/notizie/cultura/25_agosto_01/la-sindone-non-fu-stesa-su-un-corpo-umano-ma-su-una-scultura-sarebbe-confermata-l-ipotesi-di-un-artefatto-medievale-3ffdc51-fbdc-4688-boc6-deaa5147xlk.shtml

pressão e derrubasse uma matéria. Felizmente eu já havia armazenado o link e [consegui recuperar o conteúdo original](#)¹⁴³ via Webarchive. Sendo problema técnico ou não, o fato é que esse ocorrido é algo muito estranho e sim, eu entrei em contato com eles também, por várias vias, mas sem sucesso.

Note: Eu nunca bloqueei ninguém por conta de discussões acadêmicas ou de outra natureza interativa real, as poucas vezes que fiz isso foi por tentativas de golpes aleatórios efetuados por humanos ou programas digitais. Não aprecio fechar o diálogo, pois embora eu geralmente esteja bastante convencido acerca dos meus pontos, pode ser que no final das contas eu tenha me equivocado.

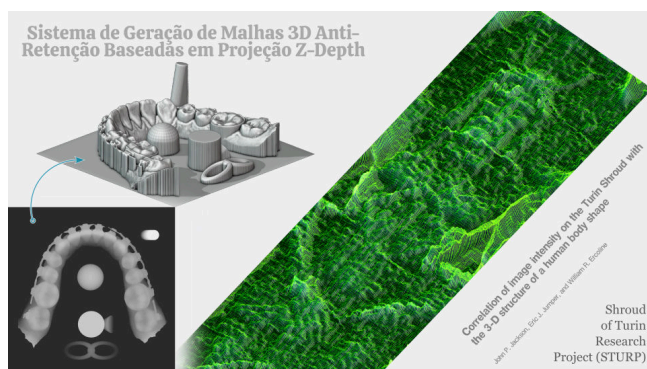


Figura3.62: Slide 62 - A imagem representando o VP8 é uma simulação compatível, ver a original da citação abaixo.

Retornando à resposta ao CISS, até o momento eu havia evitado estender demais o debate, pois os sindonologistas têm uma tática muito conhecida de tentarem ampliar os argumentos e levar o oponente à exaustão, fazendo com que o mesmo desista de seguir com a conversa frente ao caos de “evidências técnicas irrefutáveis”. No meu caso eu havia deixado bem claro qual era o escopo do meu artigo e evitava estender demais a discussão, no entanto eles não desistiram e sempre que podiam usavam como argumento a extensão de pesquisas do STURP, o *Shroud of Turin Research Project*, o único (ou dos poucos) que teve acesso completo ao sudário. Um dos estudos tidos como canônicos e que fundamentavam o potencial mistério atrelado com a peça, era aquele efetuado com o Analisador de Imagem VP8. Segundo os sindonologistas, tal estudo [Jackson et al 1984_c] demonstrava que a fonte geradora da imagem era um corpo tridimensional, e logo, fundamentava a origem baseada em uma estrutura humana. Eu li o artigo em questão e... descobri que a história não era bem aquela, na verdade a imagem que eles extraíram com os dados de uma foto (não diretamente no tecido) era mais compatível com um baixo re-

¹⁴³ https://web.archive.org/web/20250802075716/https://torino.corriere.it/notizie/cultura/25_agosto_01/la-sindone-non-fu-stesa-su-un-corpo-umano-ma-su-una-scultura-sarebbe-confermata-l-i-potesi-di-un-artefatto-medievale-3ffddc51-fbdc-4688-b0c6-deaa51417xlk.shtml

levo do que com um ser humano e para exacerbarem a projeção tiveram que inserir dados que não constavam na projeção original, logo, o que tínhamos ali era uma tecnologia muito parecida com a atual Z-Depth, justamente aquela que eu usei para desenvolver o gerador de superfícies não retentivas no [OrtogOnBlender](#)¹⁴⁴! Ficou evidente que quem se apoiava naquele artigo não tinha muita noção do que era a abordagem, ou, na pior das hipóteses, fiaram-se em algo que não representava o que imaginavam.

Note: Imaginando que eu não aceitaria o convite, um sindonologista perguntou se eu gostaria de fazer parte de um grupo do WhatsApp com especialistas da área. Eu aceitei, entrei, debati e aproveitei para pedir a eles que me enviassem os artigos que julgavam canônicos para o sustento de sua crença de que o sudário tinha origem divina. Eu já havia lido uma série deles e já havia percebido que os autores foram mais cautelosos do que os sindonologistas pregavam. Depois de um tempo e por conta do constante “ataque” paralelo dos usuários não surtir efeito no quesito desestabilização, fui removido do grupo. No entanto, muito do que eles forneceram me ajudou a compor a esposta ao CISS e minar as bases mais caras da sindonologia.

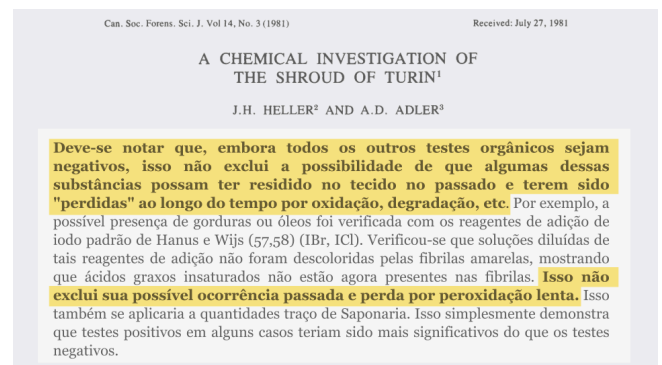


Figura3.63: Slide 63

Outro ponto que sempre colocavam à mesa era o de que o STURP havia retirado a possibilidade de pigmentação da peça, pois não havia vestígio de pintura no linho. Fui atrás do artigo [Heller and Afler 1982_c] e ao analisá-lo descobri que os autores, diferente do que afirmavam os sindonologistas, não excluíam a possibilidade do tecido já ter sido pigmentado em algum momento, pois segundo os autores: *Deve-se notar que, embora todos os outros testes orgânicos sejam negativos, isso não exclui a possibilidade de que algumas dessas substâncias possam ter residido no tecido no passado e terem sido “perdidas” ao longo do tempo por oxidação, degradação, etc.* Ou seja, como abordei anteriormente os autores dos estudos eram mais cautelosos do que a narrativa imprimia, o exagero retórico vinha da parte dos sindonologistas.

¹⁴⁴ https://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/1/GeraSuperficie.html



Figura3.64: Slide 64 - Xilografura (Woodblock; Ambrosia altera Wellcome¹⁴⁵) e Arte tumular. O Dr. Accetta atestou que nossos trabalhos eram complementares e verbalizou isso no célebre programa de debates Piers Morgan Uncensored¹⁴⁶, cujo episódio foi pautado pela repercussão mundial do meu estudo.

Aliás, segundo tal narrativa, os especialistas do STURP pareciam ter criado uma linha pensamento homogênea que se traduzia em um consenso sobre o mistério do sudário, sem que houvesse grande discordância interna, no entanto, não era bem assim, pois o Dr. Joseph Accetta que fez parte da equipe era favorável a origem medieval da peça e inclusive escreveu um artigo abordando tal ponto [Accetta_2019_c]. Eu só soube do material depois dos embates, no entanto, ao lê-lo percebi que o meu artigo e o do Dr. Accetta eram complementares, pois ele indicava que a fonte geradora do padrão seria uma xilografura, algo compatível com a arte tumular, dado o baixo relevo. Não se trata da mesma origem, mas a lógica é bastante similar, além disso o autor também pontuou a questão da cautela dos membros do STURP e chegou a explicar os motivos do linho ter perdido os resquícios de pintura.

Note: Outro argumento que os sindonologistas sempre utilizavam contra minha pessoa era aquele do concurso de um milhão de dólares¹⁴⁷ para quem recriasse um sudário idêntico ao original, no entanto, ao ler as regras, percebi que era necessário pagar para participar, e que eu sequer poderia fazê-lo, pois o período de inscrição havia passado e a participação era limitada a cidadãos britânicos e norte-americanos. Esse é um exemplo de como o grupo usa os argumentos mais baseado na retórica de impacto do que na efetividade e coerência informativa. Creio que poucos têm, como eu tive, a boa vontade de ler detalhadamente acerca do que eles vociferam, pois se alguém o fizer, desmantelará as falácias.

Muitos sindonologistas também pareciam desconhecer o processo de revisão por pares, pois não foram pou-

¹⁴⁵ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Woodblock;_Ambrosia_altera_Wellcome_L0063648.jpg

¹⁴⁶ <https://www.facebook.com/watch/?v=766579042971869>

¹⁴⁷ https://www.nationalshroudofurinexhibit.org/_1_million_challenge_to_replicate_shroud_of_turin_expanded_to_usa

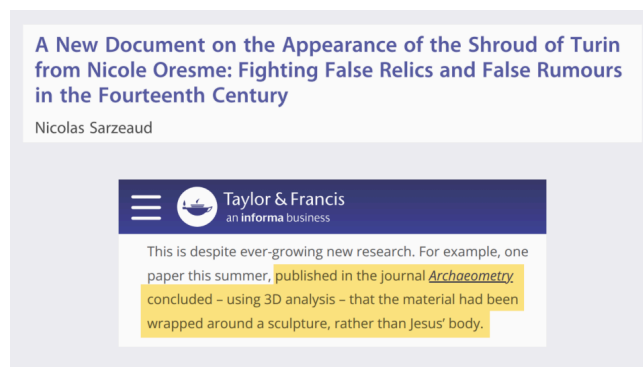


Figura3.65: Slide 65

cas as vezes que insinuaram que meu artigo foi publicado em julho de 2025 por conta de um importante evento do grupo, o qual eu desconhecia. Eu sequer indiquei quem poderia revisar o artigo (como é permitido em alguns *journals*), a escolha dos revisores foi totalmente aleatória. Coincidentemente outro artigo tratando do assunto foi publicado em um journal da Taylor & Francis, no qual, através de documentação registrada, evidenciava-se que o sudário era uma obra do século XIV [Sarzeaud_2025_c]. A Taylor & Francis inclusive citou o meu artigo no *release de apresentação*¹⁴⁸ do paper em questão, ajudando ainda mais na repercussão do mesmo.

Depois de um fogo inicial de debate e confrontação e em face das refutações constantes, o grupo dos sindonologistas silenciou-se, ao menos em relação a comunicação direta com a minha pessoa.

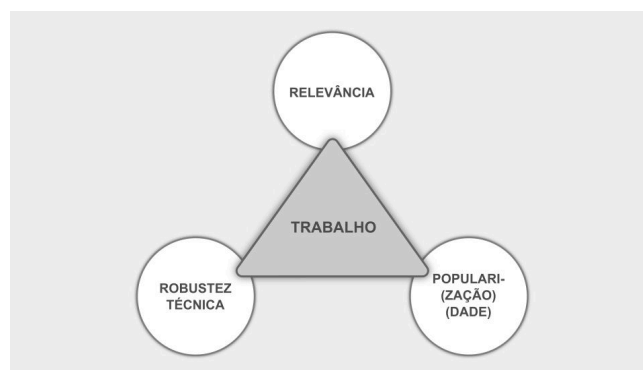


Figura3.66: Slide 66

Para finalizar essa apresentação, eu gostaria de abrir o coração e confessar algo, sou um pessoa introspectiva, um tanto tímida, que aprecia grandemente compartilhar informação e debater o conhecimento. Creio que ficou bem evidente em relação a transparência dos estudos que aqui compartilhei. Esta palestra é mais do que uma apresentação, ela é parte de vários projetos recursivos que chegaram a uma conclusão. Talvez não tão evidente e com bordas marcadas como eu gostaria, mas aqui tive a oportunidade de fazer um balanço

¹⁴⁸ <https://newsroom.taylorandfrancisgroup.com/was-jesus-crucified-body-wrapped-in-the-shroud-of-turin-a-newly-discovered-medieval-document-is-the-earliest-written-evidence-to-suggest-not/>

que envolve 192 palestras¹⁴⁹ (com esta), 150 aproximações faciais forense¹⁵⁰, ~300 publicações de artigos, ~3000 matérias midiáticas em texto selecionadas¹⁵¹ catalogadas, ~500 matérias em vídeo¹⁵², mostras culturais/históricas¹⁵³, honrarias e reconhecimentos¹⁵⁴ aos quais sou muito grato e, sempre que possível, dividi os meus e instiguei outras pessoas a conquistarem os seus, não terem medo de lutar, não terem vergonha de serem o que são e do que fazem, que o trabalho delas é digno e ilustre, independente do reconhecimento formal ou não.

Montei esse esquema, onde o trabalho é suportado por três pilares: a relevância, a robustez técnicas e a popularização/popularidade.

A **Relevância** é como ele impacta na realidade, como resolve as coisas, como se torna algo útil e/ou essencial. São as soluções, protocolos, softwares, mostras, honrarias e até os confrontos, que embora pareçam algo deletério e tóxico, são formas de reconhecimento. São as revisões de artigos solicitadas, são ações e situações que demonstram importância dentro de um campo ou vários.

A **Robustez Técnica** é a base que o valida, que o suporta e que conversa com quem quer replicá-lo e/ou usá-lo. São as publicações técnicas, as revisadas, os *pre-prints*, os manuais, os livros e até o poder argumentativo que emerge desse conhecimento adquirido.

A **Popularização** ou **Popularidade** é a forma de documentar o trabalho na história, é fazer o trabalho conhecido, é fazer-se conhecido, com dignidade e orgulho sem a vergonha, sem a auto sabotagem, é tornar-se uma referência popular, é inspirar outrem, como as obras que citei me inspiraram na tenra idade.

Sou um apaixonado por projetos, por executar projetos longos e complexos, que mexem com o meio, que se transformam em parte da história. Esse era o meu sonho de menino e recebi uma grande ajuda inspiradora, tanto de programas televisivos de interesse geral ou de desenhos animados indiretamente educativos. Comecei a colher frutos efetivos já com certa idade e aprendi na prática que realmente, nunca é tarde para perseguir os seus sonhos, os meus eu comecei de modo claro a correr atrás depois dos 30 e de um episódio traumático e violento. Então, suponho que o objetivo dessa palestra é isso, mostrar que você pode conquistar vitórias, mas não aquelas vitórias formatadas e definidas, me refiro às customizadas, que pertencem a cada um que lê esse

¹⁴⁹ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Apresen-tacoes.html

¹⁵⁰ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/RFF.h-tml

¹⁵¹ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Idiomas.html

¹⁵² https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Video.h-tml

¹⁵³ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Cultura.html

¹⁵⁴ https://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Premios.html

documento e lá no fundo sabe o que é melhor para si e como conquistar.

Por isso tenho tanto orgulho de tudo, como o meu *clipping de 10 anos de notícias televisivas*¹⁵⁵, atualmente as mídias dessa natureza já não são tão poderosas como há uma década, pode soar como demodê, cringe ou outra palavra da moda. No entanto, esse feito representa pra mim uma série de superações com profundo significado. Quando eu fui assaltado em 2011 as TVs chegaram antes da polícia e lá tive a minha primeira “coletiva de imprensa”, atordado, em estado de choque. De 2014 a 2024 pude fazer outro projeto, agora focado em momentos de vitória, reescrevendo os conceitos e a história pessoal com esforço, pensamento acadêmico e amor pelo conhecimento.

Muito obrigado!

3.1 Referências Bibliográficas

- [Accetta_2019_c] Accetta, J. (2019). Probable Origins of a 14 th Century Turin Shroud Image. https://www.academia.edu/123822521/Probable_Origins_of_a_14_th_Century_Turin_Shroud_Image
- [Baldasso_et_al_2020_c] Baldasso, R. P., Moraes, C., Gallardo, E., Stumvoll, M. B., Crespo, K. C., Strapasson, R. A. P., & de Oliveira, R. N. (2020). 3D forensic facial approximation: Implementation protocol in a forensic activity. *Journal of Forensic Sciences*, 66(1), 383–388. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14587>
- [Bezzi_et_al_2016_c] Bezzi, A., Bezzi, L., Moraes, C., Carrara, C. N., Pievani, T., & Tiziani, M. (2016). FACCE. I molti volti della storia umana. Una mostra open source. *Archeologia e Calcolatori*, Suplemento 8, 271–279. https://www.archeolc.cnr.it/indice/Suppl_8/35_Bezzi_et_al.pdf
- [Carrara_et_al_2023_c] Carrara, N., Bezzi, L., Bezzi, A., & Moraes, C. (2023). L'approssimazione facciale forense: Dallo studio alle mostre temporanee fino all'esibizione permanente [Abstract]. Recuperado de <https://www.musei.unipd.it/sites/musei.unipd.it/files/ANMS%20abstract%20Carrara%20et%20aa.pdf>
- [Cunha_et_al_2022_c] Cunha, H. S., da Costa Moraes, C. A., de Faria Valle Dornelles, R., & da Rosa, E. L. S. (2020). Accuracy of three-dimensional virtual simulation of the soft tissues of the face in OrtogOnBlender for correction of class II dentofacial deformities: an uncontrolled experimental case-series study. In *Oral and Maxillofacial Surgery* (Vol. 25, Issue 3, pp. 319–335). Springer Science and Business

¹⁵⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=HQ5HvIsqhaI>

Media LLC. <https://doi.org/10.1007/s10006-020-00920-0>

- [Dias_et_al_2016_c] Dias, Paulo E. M., Fecchio, R. S., Moraes, C., Paz, L., Perez H., B., Ribeiro, V., & Teixeira R. H., F. (2016). Utilização de Tecnologia 3D para Reconstituição Protética de Rinoteca de Papagaio do Mangue (Amazona amazonica) - Relato de Caso. Unpublished. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34033.34402>
- [Facanha_et_al_2019_c] Façanha de Carvalho, E., Alkmin Paiva, G. L., Yonezaki, F., & Machado, G. G. (2021). Computer-Aided Surgical Simulation in Severe Atrophic Mandibular Fractures: A New Method for Guided Reduction and Temporary Stabilization Before Fixation. In *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* (Vol. 79, Issue 4, p. 892.e1-892.e7). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.11.011>
- [Heller_and_Afler_1982_c] Heller, J. H., & Adler, A. D. (1981). A Chemical Investigation of the Shroud of Turin. *Canadian Society of Forensic Science Journal*, 14(3), 81–103. <https://doi.org/10.1080/00085030.1981.10756882>
- [Jackson_et_al_1984_c] Jackson, J. P., Jumper, E. J., & Ercoline, W. R. (1984). Correlation of image intensity on the Turin Shroud with the 3-D structure of a human body shape. *Applied Optics*, 23(14), 2244. <https://doi.org/10.1364/ao.23.002244>
- [Lobo_et_al_2019_c] Lobo, F., Filho, L. I., Sigua-Rodríguez, E. A., da Silva, B. G., Tolentino, E. de S., Borges, Y. M., da Silva, M. C., Tonin, R. H., & Iwaki, L. C. V. (2022). Evaluation of ortogonblender software bone movement tools in bimaxillary orthognatic surgeries performed in dolphin software. In *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery* (Vol. 123, Issue 4, pp. 417–421). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2021.10.001>
- [Moraes_2024_c] Moraes, C. (2024). Image Formation on the Shroud of Turin - a Digital 3D Approach. Elsevier BV. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5003510>
- [Moraes_2025_c] Moraes, C. (2025). Image Formation on the Holy Shroud—A Digital 3D Approach. *Archaeometry*. <https://doi.org/10.1111/arch.70030>
- [Moraes_2025b_c] Moraes, C. (2025). An Approach to the 98th and 99th Percentiles in Standardized IQ Tests. Elsevier BV. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5182449>
- [Moraes_and_Miamoto_2015_c] Moraes, C., & Miamoto, P. (2015). Manual de Reconstrução Facial 3D Digital: Aplicações com Código Aberto e Software Livre (1a. ed.). EXPRESSÃO GRÁFICA.
- [Moraes_and_Dias_2018_c] Moraes, C. A., & Dias, P. E. M. (2018). Three-Dimensional (3D) Facial Reconstruction. In *The Encyclopedia of Archaeological Sciences* (pp. 1–2). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119188230.saseas0001>
- [Moraes_et_al_2016_c] Moraes C., Dias P. E., M., Camargo, S., Fecchio R., S., Rabello, M., Carvalho-Kamakura T. P., A., & Peres, S. (2016). Utilização de Tecnologia 3D para Reconstituição Protética de Rinoteca e Gnatoteca de Ganso Doméstico (Anser anser domesticus) - Relato de Caso. Unpublished. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27270.02880>
- [Moraes_et_al_2023_c] Moraes, C., Šindelář, J., Galassi, F. M., & Beaini, T. L. (2023). Ludmila of Bohemia (ca. 860–921): Multidisciplinary considerations on her facial approximation. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 29, e00263. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2023.e00263>
- [Moraes_et_al_2023b_c] Moraes, C., Habicht, M. E., Galassi, F. M., Varotto, E., & Beaini, T. (2023). Pharaoh Tutankhamun: a novel 3D digital facial approximation. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, 127(1), 13–22. <https://doi.org/10.36253/ijae-14514>
- [Moraes_et_al_2024_c] Moraes, C., Varotto, E., Habicht, M. E., Sineo, L., & Galassi, F. M. (2024). Facial approximation of a skull with signs of tertiary syphilis found in the Skriðuklaustur monastery (Iceland, 15th-16th century AD). *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 34, e00362. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2024.e00362>
- [Moraes_et_al_2024b_c] Moraes, C., Krenz-Niedbała, M., Łukasik, S., & Prada, C. S. (2024). Forensic facial approximation of an individual with achondroplasia from medieval cemetery in Central Europe. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 32, e00301. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2023.e00301>
- [Moraes_et_al_2024c_c] Moraes, C., Varotto, E., Artico, M., Galassi, F. M., Forte, F., & Habicht, M. E. (2024). 3D facial approximation and endocast analysis of the Mummy of Minirdis (Ancient Egypt, ca. 2,300 Before Present). *Morphologie*, 108(362), 100781. <https://doi.org/10.1016/j.morpho.2024.100781>
- [Moraes_et_al_2024d_c] Moraes, C., Galassi, F. M., Sineo, L., Šindelář, J., Varotto, E., Mietlińska-Sauter, J., Antunes-Ferreira, N., Habicht, M. E., & Beaini, T. (2024). The anatomical bases of the 3D digital facial approximation of the Zlatý kůň

1 woman (ca. 43,000 BP). *Anthropological Review*, 87(2), 85–97. <https://doi.org/10.18778/1898-6773.87.2.04>

[Moraes_et_al_2024e_c] Moraes, C., Habicht, M. E., Artico, M., Forte, F., Varotto, E., & Galassi, F. M. (2024). The mummy of <scp>Pharaoh Amenhotep III</scp> (reigned ca. 1388–1351 <scp>BC</scp>) and its facial approximation: An anatomical approach. *Clinical Anatomy*, 38(2), 211–215. <https://doi.org/10.1002/ca.24251>

[Moraes_et_al_2024f_c] Moraes, C., Abdullah, J. Y., Šindelář, J., Šindelář, M., Thomová, Z., Smrčka, J., Vaccarezza, M., Beaini, T., & Galassi, F. M. (2024). The Facial Approximation of the Skull Attributed to Jan Žižka (ca. AD 1360–1424). *Heritage*, 8(1), 7. <https://doi.org/10.3390/heritage8010007>

[Moraes_et_al_2025_c] Moraes, C., Abdullah, J. Y., Šindelář, J., Šindelář, M., Kroupa, P., Frolík, J., Galassi, F. M., & Beaini, T. (2025). Forensic Facial Approximation of the Skull Attributed to Wenceslas of Bohemia (ca. 907–935). *Heritage*, 8(6), 221. <https://doi.org/10.3390/heritage8060221>

[Moraes_et_al_2025b_c] Moraes, C., Šindelář, J., Frouz, M., Habicht, M. E., Varotto, E., Mielitnínska-Sauter, J., & Galassi, F. M. (2025). The digital facial approximation of Saint Adalbert of Prague (AD 956–997). *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 36, e00396. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2024.e00396>

[Nascimento_et_al_2023_c] Nascimento, B. C. G., Moraes, C. A. D. C., Neto, R. P., Rocha, B. A., Miranda, E. D. P., Bessa, J. D., Nahas, W. C., Hallak, J., Mulhall, J. P., & Gomes, C. M. (2023). (167) 3D Penile Reconstruction Imaging in Complex Peyronie’s Disease (PD): Proof of Concept Study. In *The Journal of Sexual Medicine* (Vol. 20, Issue Supplement_1). Oxford University Press (OUP). <https://doi.org/10.1093/jsxmed/qdado60.162>

[Rabello_et_al_2016_c] Rabello, R., Rabello, M., Fecchio R., S., Moraes, C., P.E.M., D., Palma, B., & Davanco, R. R. (2016). Utilização de Tecnologia 3D Para Reconstituição Protética de Caparanga de Jabuti (*Chelonoidis carbonaria*) - Relato de Caso. Unpublished. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34596.80001>

[Salazar-Gamarra_et_al_2022_c] Salazar-Gamarra, R., Cárdenas-Bocanegra, A., Masch, U., Da Costa Moraes, C. A., Seelaus, R., Lopes Da Silva, J. V., & Lauria Dib, L. (2022). Color translation from monoscopic photogrammetry +ID Methodology into a Polyjet final 3D printed

facial prosthesis. *F1000Research*, 11, 582. <https://doi.org/10.12688/f1000research.111196.1>

[Sarzeaud_2025_c] Sarzeaud, N. (2025). A New Document on the Appearance of the Shroud of Turin from Nicole Oresme: Fighting False Relics and False Rumours in the Fourteenth Century. *Journal of Medieval History*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/03044181.2025.2546884>

[Sobral_et_al_2021_c] Sobral, D. S., Duarte, D. W., Dornelles, R. F. V., & Moraes, C. A. C. (2021). 3D Virtual Planning for Rhinoplasty Using a Free Add-On for Open-Source Software. *Aesthetic Surgery Journal*, 41(8), NP1024–NP1032. <https://doi.org/10.1093/asj/sjabo85>

Usando o No-Break como um Monitor de Tensão da Rede Elétrica

Cicero Moraes

3D Designer, Arc-Team Brazil, Sinop-MT, Brazil - Bachelor's degree in Marketing, Dr. h. c. FATELL/FUNCAR (Brazil) and CEGECIS (Mexico) - Member of Sigma Xi, Mensa Brazil, Poetic Genius Society, and International Society for the Study of Creativity and Innovation (ISSCI) - Invited reviewer: Elsevier, Springer Nature, PLoS, and LWW - Guinness World Records 2022: First 3D-printed tortoise shell.

Google Scholar¹⁵⁶, ResearchGate¹⁵⁷, ORCID¹⁵⁸, Homepage.¹⁵⁹

Data da atualização: 15 de fevereiro de 2026

Data da publicação original: 5 de dezembro de 2025

ISSN: 2764-9466 (Vol. 7, nº 1, 2026)

DOI: 10.6084/m9.figshare.30800330

Resumo Este capítulo descreve o uso inovador de um no-break como monitor de tensão de redes elétricas com flutuações intensas. Usando soluções gratuitas e de código aberto, configura-se scripts para capturar dados de tensão em tempo real, gerando logs e gráficos que revelam picos críticos (até 148V em rede de 127V), acionando baterias e causando desligamentos. Validação com multímetro confirma os dados, e análise histórica correlaciona desgaste de equipamentos com o boom de painéis solares na vizinhança (presente em 23,2% dos terrenos em 2025 via fotos de satélite públicas). Interações com a concessionária Energisa expõem burocracias e omissões, resolvidas por pressão documentada, resultando em ajuste no transformador. O estudo destaca impactos da energia solar em redes locais, propondo monitoramento como ferramenta para maior autonomia do consumidor, com soluções open-source para replicação. Beneficia públicos ao promover transparência, redução de prejuízos e melhores práticas regulatórias.

Palavras-Chave: Monitoramento de tensão; No-break como sensor; Flutuações elétricas; Energia solar residencial; Rede elétrica brasileira; Scripts Python open-source; Impacto de painéis solares; Concessionária Energisa; Ciência aberta; Qualidade de energia.

¹⁵⁶ <https://scholar.google.com.br/citations?user=u33uvHUAAAAJ>

¹⁵⁷ <https://www.researchgate.net/profile/Cicero-Moraes>

¹⁵⁸ <https://orcid.org/0000-0002-9479-0028>

¹⁵⁹ <http://www.ciceromoraes.com.br>

4.1 Introdução

No dia 3 de setembro de 2025 um poste foi substituído na frente da casa do autor (Fig. 4.1), o que fez com que houvesse um queda súbita de energia e algumas lâmpadas que estavam ligadas no momento da troca, passaram a não mais funcionar assim que a energia foi reestabelecida.



Figura 4.1: Substituição do poste de madeira por um de concreto.

Um telefonema foi feito para a Energisa, a concessionária local e ao autor foi informado que ele poderia proceder com o concerto, mas que guardasse a nota da compra das novas lâmpadas e ao menos o recibo do concerto, que eles trabalhariam para efetuar o ressarcimento.

Efetuada o concerto, enviados os dados, passado aproximadamente duas semanas e em face ausência de contato da concessionária, o autor telefonou ao call center da mesma e descobriu que o pedido havia sido indeferido, pois segundo informações, não havia relato técnico de problema elétrico no local. O autor então teve que submeter a foto da troca de poste e foi orientado a enviar um email a um determinado setor da concessionária. Depois de alguns dias, contrariando as informações iniciais de que pouca documentação seria necessária ao processo, o autor recebeu um PDF (baixe a versão anonimizada¹⁶⁰) com dados detalhados do passo a passo para tentativa de ressarcimento com uma burocracia significativamente mais complexa e impossibilidade de ajuste retroativo, uma vez que o concerto já havia sido feito, dada a urgência de resstabelecimento da iluminação no local de trabalho. Evidenciava-se ali

¹⁶⁰ <https://drive.google.com/file/d/1lqhWRIKvGRf8hFubfhbWQjVBa5YKjhp/view?usp=sharing>

que a concessionária não havia sido transparente no primeiro contato, comprometendo assim o processo de ressarcimento.

Pouco tempo depois o autor passou a testemunhar com uma frequência fora do normal eventos em que o *no-break* recorria a bateria, mesmo sem aparente alteração no fornecimento da energia. Isso passou a acontecer de maneira tão constante, que o computador desligava, mesmo com o suporte de um equipamento robusto, composto por quatro baterias. Algo parecido já havia acontecido em 2011, portanto há 14 anos, quando um outro *no-break* do autor recorria à bateria constantemente, mesmo com os demais eletrodomésticos e equipamentos eletrônicos funcionando com aparente normalidade. Na ocasião a concessionária monitorou a rede, identificou uma tensão fora do padrão e instalou um transformador na rua local. Tal episódio demonstrou que o *no-break* era mais sensível do que os demais equipamentos eletrônicos e poderia ser uma ferramenta de identificação de problemas de tensão local.

Agora, um equipamento muito mais robusto do que aquele, indicava que algo estava errado com a rede elétrica e embora alguns episódios de desligamento já houvessem ocorrido há algumas semanas, eles se intensificaram muito depois da troca do poste a ponto de inviabilizar o trabalho do autor, uma vez que a bateria, por conta do uso constante não conseguia mais segurar a carga.

Na verdade, situações relacionadas a eventos elétricos remantam outros episódios problemáticos passados e isso instigou ainda mais uma revisão, depois do ocorrido com o poste. O fato é que o autor tem um histórico cíclico de problemas com *no-breaks* ao longo dos últimos anos. Os eventos mais recentes se dão a partir do ano de 2019, quando adquiriu uma máquina mais potente, baseada em uma CPU i9 9900K, uma GPU RTX 2700 com 4 monitores conectados. Assim que o equipamento foi instalado, evidenciou-se que o *no-break* de então não segurava a carga e a empresa que vendeu os eletrônicos indicou o uso do modelo Intelbrás 1800VA NBX 120v. O produto suportou bem por um tempo, mas pouco depois de dois anos teve que ser substituído por um novo do mesmo modelo, que por sua vez durou pouco menos de dois anos e quando foi substituído novamente o equipamento novo não aguentou um mês e meio. Daí o vendedor indicou o modelo atual, o *TS-Shara 2200VA*¹⁶¹ à época.

Tabela4.1: Histórico de Uso e Duração dos No-breaks.

Modelo	Duração (Início-Fim)	Dias
Intelbrás 1800VA	30/12/2019-04/11/2021	706
Intelbrás 1800VA	04/11/2021-30/08/2023	665
Intelbrás 1800VA	30/08/2023-10/10/2023	41
TS Shara 2200VA	13/10/2023-04/11/2025	753

¹⁶¹ <https://tsshara.com.br/produto/no-break-ups-professional-universal-2200-2/>

Ao observar a [Table 4.1](#) é possível identificar um padrão de deterioração do tempo de uso do *no-break* anterior de 1800VA que iniciou em 706 dias, depois caiu para 665 e finalmente apenas e espantosamente 41 dias (o modelo simplesmente parou de segurar a carga). Já o modelo de 2200VA, embora significativamente mais potente, durou mais do que os demais, 753 dias, mas menos do que a sua robustez poderia oferecer. Parece que algo aconteceu a partir de 2023 que possa ter gerado tal situação. O possível motivo será explanado ao longo deste documento.

4.2 Identificação do Problema

4.2.1 Configuração do No-Break para Captura os Dados da Tensão

Recordando do episódio de 2011, quando o *no-break* serviu como elementos identificador de problema de tensão, o autor observou a estrutura do equipamento, localizando uma conexão USB-A (cabo USB “de impressora”). Ora, se havia ali uma conexão, poderia ser possível o input/output de dados. Ao ler sobre o tema, descobriu que o seu modelo TS-Shara 2200VA, um contava com um *software*¹⁶² que permitia o monitoramento da tensão da rede, no entanto, este era disponível apenas para o sistema operacional Windows, entretanto o autor utiliza o Linux Ubuntu 24.04.

Em face a novas buscas, descobriu que havia uma forma de acessar os dados do *no-break* via Network UPS Tools (NUT), sendo UPS a supressão de Uninterruptible Power Supply, em português Fonte de Alimentação Ininterrupta, logo, um *no-break*.

O cabo USB-A foi conectado ao equipamento e o comando de listagem de dispositivos acionado:

```
$ lsusb
```

Dentre os dispositivos listados um deles foi identificado como aquele plugado ao equipamento:

```
Bus 001 Device 004: ID 0483:5740
→STMicroelectronics Virtual COM Port
```

A identificação foi feita pelo conhecimento anterior dos demais dispositivos e demonstra que se trata de uma COM Port, com protocolo serial (explanado adiante). A abordagem que fornece o dev específico foi executada com o seguinte comando:

```
$ sudo dmesg | grep tty
```

Que dentre os resultados listou o dispositivo:

```
[ 7.752718] cdc_acm 1-5:1.0: ttyACM0:
→USB ACM device
```

¹⁶² <https://tsshara.com.br/software-inteligente/>

O dev de interesse nesse caso é o **ttyACMo**, o que permite o acesso ao output de dados. Embora se trate de um dispositivo USB essa conexão segue um protocolo de comunicação serial, provavelmente por escolha do fabricante, visando praticidade e/ou economia de recursos no desenvolvimento.

Com o dispositivo identificado, é necessário, caso não esteja presente no sistema, a instalação das ferramentas NUT:

```
$ sudo apt update && sudo apt install nut
```

Em seguida a edição do arquivo de configuração:

```
$ sudo gedit /etc/nut/ups.conf
```

Adicionando o seguinte trecho:

```
[ts-shara]
driver = blazer_ser
port = /dev/ttyACMo
desc = "no-break TS Shara STM"
```

O uso do *driver* **blazer_ser** se deve ao fato da comunicação ser serial, condizente com a escolha do fabricante. Já a *port* utiliza o dev listado via dmesg, ou seja o **/dev/ttyACMo**.

Agora basta reiniciar o servido do NUT:

```
$ sudo systemctl restart nut-server nut-
monitor && sudo systemctl enable nut-
server nut-monitor
```

Feito isso é possível rodar o comando, chamando o *no-break* configurado:

```
$ upsc ts-shara
```

Que gera uma saída como:

```
Init SSL without certificate database
battery.charge: 100
battery.voltage: 27.20
battery.voltage.high: 26.00
battery.voltage.low: 20.80
battery.voltage.nominal: 24.0
device.mfr: TS SHARA 230713
device.model: Senoid 22
device.type: ups
driver.debug: 0
driver.flag.allow_killpower: 0
driver.name: blazer_ser
driver.parameter.pollinterval: 2
driver.parameter.port: /dev/ttyACMo
driver.parameter.synchronous: auto
driver.state: quiet
driver.version: 2.8.1
driver.version.internal: 1.60
input.current.nominal: 100.0
input.frequency: 60.0
input.frequency.nominal: 60
input.voltage: 137.0
```

(continues on next page)

```
input.voltage.fault: 137.0
output.voltage: 133.0
ups.beeper.status: enabled
ups.delay.shutdown: 30
ups.delay.start: 180
ups.firmware: V010304010
ups.load: 14
ups.mfr: TS SHARA 230713
ups.model: Senoid 22
ups.status: OL
ups.temperature: 27.0
ups.type: offline / line interactive
```

Ou seja, é possível monitorar a bateria, a voltagem de entrada, que vem da rede, e a voltagem de saída, ajustada pelo equipamento para não comprometer o funcionamento do computador. No exemplo acima, quando gerada a saída, mostrava uma tensão alta de 137v em uma rede de 127v. O quanto isso está fora do esperado? Tal abordagem será explanada no próximo tópico.

4.2.2 Configurando um Sistema de Monitoramento da Tensão por Planilha

O Linux oferece uma série de ferramentas que permitem o isolamento de dados desejados ao alcance de uma linha de comando, como esta, que informa apenas a tensão de entrada:

```
$ upsc ts-shara | grep input.voltage:
```

Que gera a seguinte saída:

```
input.voltage: 137.0
```

Um usuário com conhecimento em shell script pode criar um pequeno sistema que captura esses dados de tempos em tempos, mas usar soluções como a linguagem de programação Python pode simplificar o código e a abordagem, além de permitir o uso em outros sistemas operacionais com a adequação dos comandos.

Attention: Leitores não familiarizados com programação podem pular os trechos de código sem prejuízo de compreensão uma vez que os conceitos são expostos no texto. O compartilhamento dos scripts segue as boas práticas de ciência aberta e permite a extração do mesmo diretamente do documento atual.

Baseado nessa abordagem o autor criou um sistema em Python que captura a data, a hora, a tensão de entrada e a tensão de saída a cada um segundo (isso garante que capture os picos de tensão ao longo do período). Ao final tudo é salvo em um arquivo CSV com os dados do dia, por ex. 20251104.csv.

```
#!/usr/bin/env python3
import os
import time
import datetime
import subprocess
import csv

# ===== CONFIGURAÇÕES =====
UPS_NAME = "ts-shara" # nome configurado no NUT
SAVE_PATH="/home/USER/TSSHARA_script/LOGS"
# onde salvar os .csv
INTERVAL = 1 # segundos entre leituras

os.makedirs(SAVE_PATH, exist_ok=True)

def get_value(label):
    """Lê o valor de uma propriedade do UPS via NUT."""
    try:
        result = subprocess.check_output([
            "upsc", UPS_NAME], text=True)
        for line in result.splitlines():
            if line.startswith(label):
                return line.split(":")[1].strip()
        except subprocess.CalledProcessError:
            return None
        return None

def main():
    print("Monitorando UPS. Pressione Ctrl+C para parar.")
    while True:
        now = datetime.datetime.now()
        filename = now.strftime("%Y%m%d") + ".csv"
        filepath = os.path.join(SAVE_PATH, filename)

        input_v = get_value("input.voltage")
        output_v = get_value("output.voltage")

        if input_v and output_v:
            # Cria o arquivo se não existir, com cabeçalho
            new_file = not os.path.exists(filepath)
            with open(filepath, "a", newline="") as f:
                writer = csv.writer(f)
                if new_file:
                    writer.writerow(["Date", "Time", "Input Voltage", "Output Voltage"])
                writer.writerow([
                    now.strftime("%Y-%m-%d"),
                    now.strftime("%H:%M:%S"),
                    input_v,
                    output_v
                ])
    (continues on next page)
```

```
    ])
    time.sleep(INTERVAL)

if __name__ == "__main__":
    main()
```

Feito isso é necessário configurar o sistema para o funcionamento do monitor que foi salvo como `Monitor.py`¹⁶³. Primeiro criando um serviço com o comando para editar o arquivo:

```
$ sudo gedit /etc/systemd/system/ups_logger.service
```

No arquivo é necessário adicionar os dados do *no-break* a ser monitorado, onde USER é o seu nome de usuário:

```
[Install]
WantedBy=multi-user.target

[Unit]
Description=UPS Logger (TS-Shara)
After=network.target

[Service]
ExecStart=/usr/bin/python3 /home/USER/TSSHARA_script/Monitor.py
Restart=always
User=USER
```

Em seguida os comandos de recarregamento e rodar os serviços:

```
$ sudo systemctl daemon-reload && sudo systemctl enable ups_logger.service && sudo systemctl start ups_logger.service
```

Para testar se está rodando corretamente:

```
$ systemctl status ups_logger.service
```

Se tudo der certo gerará uma saída compatível com a seguinte:

```
ups_logger.service - UPS Logger (TS-Shara)
Loaded: loaded (/etc/systemd/system/ups_logger.service; enabled; preset: enabled)
Active: active (running) since Wed 2025-11-04 15:29:10 -04; 1h ago
Main PID: 1938 (python3)
Tasks: 1 (limit: 76827)
Memory: 8.0M (peak: 9.3M)
CPU: 6min 6.708s
CGroup: /system.slice/ups_logger.service
      └─1938 /usr/bin/python3 /home/USER/TSSHARA_script/Monitor.py
```

Como supramencionado, o sistema criado apenas gera arquivos CSV que capturam dados de segundo a se-

¹⁶³ <https://drive.google.com/file/d/18xNo13JEVROdGJBx1heQn4hIye33GVC/view?usp=sharing>

gundo. O usuário pode observar os valores abrindo diretamente a planilha e fazer uma busca pelos picos, ou, como fez o autor, utilizar o Python para plotar gráficos a partir do CSV.

4.2.3 Plotando os Gráficos a partir do Monitoramento

Para a geração do gráfico alguns conceitos e limites, relacionados a tensão e voltagem precisaram ser estudados. Inicialmente recorreu-se ao manual *Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional* [ANEEL_2020_d] (p.42), o que permitiu a extração das seguintes faixas: **Adequada**, **Precária** e **Crítica** nas tensões de 110V e 220V (Table 4.2).

Tabela 4.2: Faixas de Variação de Tensão

Tensão	220V/230V	110V/127V
Crítica +	>233	>135
Precária +	231< <=233	133< <=135
Adequada	202<= <=231	117<= <=133
Precária -	191<= <202	110<= <117
Crítica -	< 191	< 110

Segundo tais faixas, o dado de 137V extraído do levantamento manual via linha de comando já estaria classificado como **Crítica** uma vez que, sendo uma rede de 110/127V o mesmo se encontra cima de 135V.

Uma outra informação importante, é que além dos dados coletados no manual da ANEEL o autor também entrou em contato com a empresa TS Shara e sanou algumas dúvidas acerca do funcionamento do equipamento e esclareceu pequenas lacunas do *Manual de Operação e Instruções* [TS_Shara_2021_d]. A informação mais relevante foi a de que o *no-break*, apesar de constar que aciona a bateria a partir de 143V, na verdade, por conta de valores discretos, arredondamentos e variações, poderia acionar esse comportamento a partir de 142V.

Para se ter uma ideia mais ampla do que se passava na rede, era necessário criar uma ferramenta que facilitasse a leitura dos dados advindos dos arquivos CSV, armazenados no sistema. A solução foi gerar um script em Python que abrisse um determinado arquivo, fizesse a leitura do mesmo e plotasse os dados ao longo do dia da voltagem de entrada e da voltagem de saída, tendo como background uma linha de 127V, representando o ideal de tensão e as faixas supracitadas, além é claro, dos limites superior (143V) e inferior (91V) suportados pelo *no-break* antes de acionar a bateria. Era muito importante entender o que se passava, pois a bateria estava sendo acionada durante parte considerável do dia, seguidamente, a ponto de colapsar o sistema, pois o equipamento, por conta o tempo de uso (2 anos) e da inconsistência histórica da rede já não mais segurava a carga.

O código final do script `Plotagem.py`¹⁶⁴ foi o seguinte:

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# === CONFIGURAÇÕES ===
log_dir = "LOGS"
file_name = "20251104.csv"
file_path = f"{log_dir}/{file_name}"

# === CONFIGURAÇÕES DE LIMITE INFERIOR ===
usar_limite_inferior = False # True =
    ↳ limitar eixo Y inferior; False = modo
    ↳ automático
min_volt_limit = 110 # Valor
    ↳ mínimo permitido no eixo Y inferior

# === LEITURA DO CSV ===
df = pd.read_csv(file_path)
df['timestamp'] = pd.to_datetime(df['Date']
    ↳ + ' ' + df['Time'])
df = df.sort_values('timestamp')

# Determina mínimo e máximo reais do CSV
min_val = df[['Input Voltage', 'Output
    ↳ Voltage']].min().min()
max_val = df[['Input Voltage', 'Output
    ↳ Voltage']].max().max()

# Margem para eixo y
margin = 1 # volts
ymin_graph = min_val - margin
ymax_graph = max_val + margin

# === APLICAÇÃO DO LIMITE INFERIOR
    ↳ (OPCIONAL) ===
if usar_limite_inferior:
    ymin_final = max(ymin_graph, min_volt_
    ↳ limit)
else:
    ymin_final = ymin_graph

# === GRÁFICO ===
plt.figure(figsize=(12, 6))
ax = plt.gca()

# === LINHAS DE LIMITE: 91V e 143V
    ↳ (visíveis apenas se próximo) ===
input_min = df[['Input Voltage', 'Output
    ↳ Voltage']].min().min()
input_max = df[['Input Voltage', 'Output
    ↳ Voltage']].max().max()

if input_min <= 93:
    ax.axhline(y=91, color='red',
    ↳ linewidth=3, alpha=0.8, label='Limite
    ↳ Inferior (91 V)')

if input_max >= 141:
    ax.axhline(y=143, color='red',
    ↳ linewidth=3, alpha=0.8, label='Limite
    ↳ Superior (143 V)')
```

(continues on next page)

¹⁶⁴ <https://drive.google.com/file/d/139ogJvPYMzrvT-MhxYa8bhWproU6wzZx/view?usp=sharing>


```
# --- FAIXAS HORIZONTAIS COM CORES CLARAS ---
ax.axhspan(ymin=ymin_final, ymax=110, facecolor='red', alpha=0.25)
ax.axhspan(ymin=110, ymax=117, facecolor='yellow', alpha=0.25)
ax.axhspan(ymin=117, ymax=133, facecolor='green', alpha=0.25)
ax.axhspan(ymin=133, ymax=135, facecolor='yellow', alpha=0.25)
ax.axhspan(ymin=135, ymax=ymin_graph, facecolor='red', alpha=0.25)

# --- PLOT DAS LINHAS E PONTOS ---
ax.axhline(y=127, color='green', linewidth=8, alpha=0.3, label='127 V Referência')

ax.plot(df['timestamp'], df['Output Voltage'], '-', color='C0', linewidth=2, alpha=0.35, label='Voltagem de Saída (V)')
ax.scatter(df['timestamp'], df['Output Voltage'], s=10, alpha=0.5, color='C0')

ax.plot(df['timestamp'], df['Input Voltage'], '-', color='black', linewidth=3, alpha=0.35, label='Voltagem de Entrada (V)')
ax.scatter(df['timestamp'], df['Input Voltage'], s=15, alpha=0.5, color='black')

# === FORMATAÇÃO ===
ax.set_title(f'UPS Voltage Log - {file_name.replace(".csv", "")}', fontsize=14)
ax.set_xlabel('Horário', fontsize=12)
ax.set_ylabel('Tensão (Volts)', fontsize=12)
ax.legend()
ax.grid(True, linestyle='--', alpha=0.4)
ax.set_xlim(df['timestamp'].min(), df['timestamp'].max())
ax.set_ylim(ymin_final, ymax_graph)

plt.tight_layout()
plt.show()
```

O script trabalha apenas nos arquivos CSV e ao final gera gráficos com os dados necessários à observações da evolução da tensão ao longo do dia.

Já no primeiro levantamento entre as 7:00 horas até às 11:00 e alguns minutos, pela manhã (Fig. 4.2), foi possível observar que por volta das 8:10 houve um primeiro pico da tensão de entrada que se aproximou da linha de 143V e acionou a bateria (linha preta), fazendo a tensão de saída cair abaixo de 110V (linha azul). Como se tratou de pouco tempo, a bateria conseguiu segurar o equipamento ligado, mas logo depois, por volta das 8:45, um novo pico ultrapassou os 143V e chegou a absurdos 147V; em seguida a tensão caiu abaixo, retornando para alimentação da rede, mas pouco depois, em um novo pico acima de 143V a bateria foi novamente

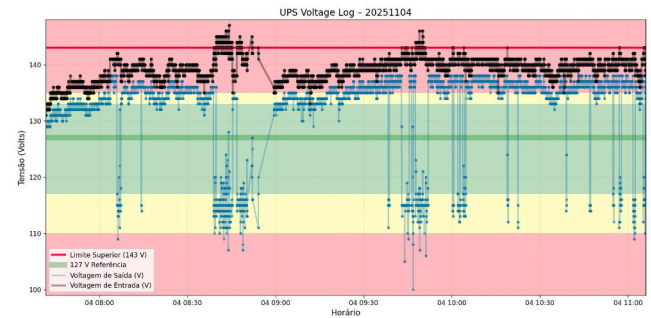


Figura 4.2: Plotagem dos dados relacionados a 04 de novembro de 2025.

acionada e não conseguiu manter o computador funcionando, desligando-o por um período, que é observado pela linha inclinada pouco antes das 9:00 horas. Por toda a manhã daquele dia, a tensão de entrada ficou muito acima da faixa **Crítica**, fazendo com que seguidamente o *no-break* recorresse à bateria, como pode ser atestado pelas quedas em azul.

A ferramenta de plotagem dos dados estava pronta e funcional, mas as informações vinham de apenas uma fonte, de modo que para validar tais dados o autor recorreu a um equipamento complementar.

4.3 Validação Complementar e Acompanhamento

Para validar os dados do *no-break* o autor adquiriu um multímetro (por R\$ 25,99¹⁶⁵), uma ferramenta acessível e de fácil utilização. A mensuração pode ser efetuada colocando o marcador no campo da Tensão Alternada em 750 e introduzindo os pinos nos orifícios da tomada.

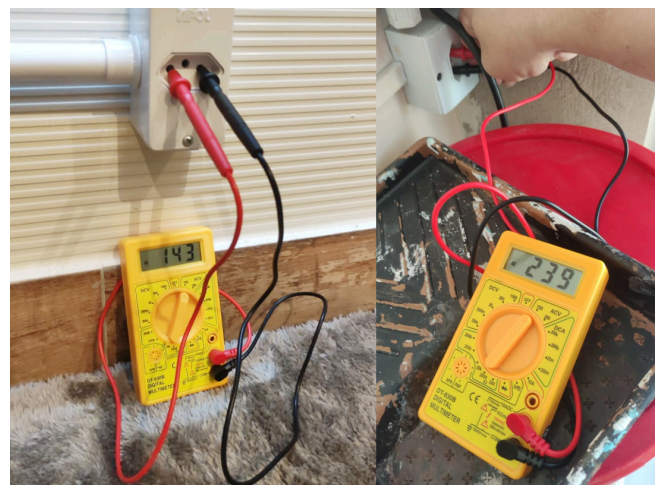


Figura 4.3: Aferição da tensão com um multímetro demonstrando que em ambos os casos a energia estava na faixa crítica. À esquerda: na tomada de 127V o valor aferido está em 143V, acima do limite da faixa crítica (>135). À direita: na tomada de 220V o valor aferido está em 239V, também acima do limite da faixa crítica (>233).

¹⁶⁵ https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1979706114-multi-metro-digital-profissional-com-cabo-teste-portatil-_JM

Durante um dos momentos em que o *no-break* recorreu à bateria, o autor aproveitou para mensurar a tensão e atestou que de fato marcava 143V (Fig. 4.3, à esquerda), logo, bem acima da faixa crítica, a partir de 136V. O mesmo se aplicou à tomada de 220V, que no momento de um dos picos denunciados pelo *no-break* marcou 239V, acima da faixa crítica, a partir de 243V.

O acompanhamento ocorreu ao longo dos dias, enquanto o autor buscava o contato com a concessionária de energia, que como será atestado adiante, aparentemente utilizava uma tática de subterfúgio retórico, não cumprindo com os prazos e abordagens combinadas, reforçando a impressão negativa do episódio do poste substituído e a queima das lâmpadas.

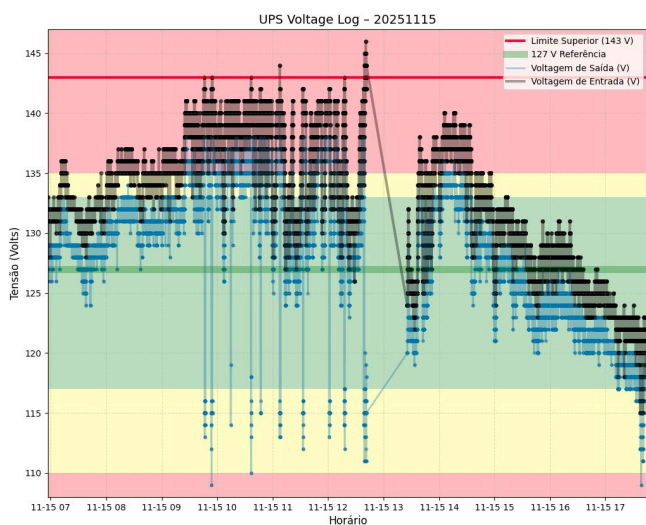


Figura 4.4: Plotagem dos dados relacionados a 10 de novembro de 2025, ilustrando o pico no período entre as 8:00 até às aproximadamente 14:30 horas, seguido de queda.

Durante o período em que acompanhou dia a dia a evolução da tensão local, o autor percebeu que um padrão se repetia. Por volta das 8:00 horas a energia já ultrapassava o limite crítico e esse estado durava até aproximadamente às 14:30. Depois a tensão caía a níveis de normalidade (Fig. 4.4).

Outro padrão recorrente é que, em dias de chuva ou nublados, havia uma tendência da tensão se manter no nível adequado (Fig. 4.5), isso aconteceu, por exemplo, na manhã de 22 de novembro de 2025, quando a cidade recebeu fortes pancadas de chuva¹⁶⁶, chegando a alagar alguns pontos.

O autor atestou também que o problema não era necessariamente a tensão chegar ao nível crítico, mas se aproximar de 142V ou 143V, ou seja, o limite do *no-break*. Como é possível visualizar no gráfico, mesmo que bata 140V, o sistema do equipamento consegue abaixar a

¹⁶⁶ <https://www.hnt.com.br/cidades/chuva-forte-alaga-centro-d-e-sinop-e-causa-transtornos-veja-video/521661>

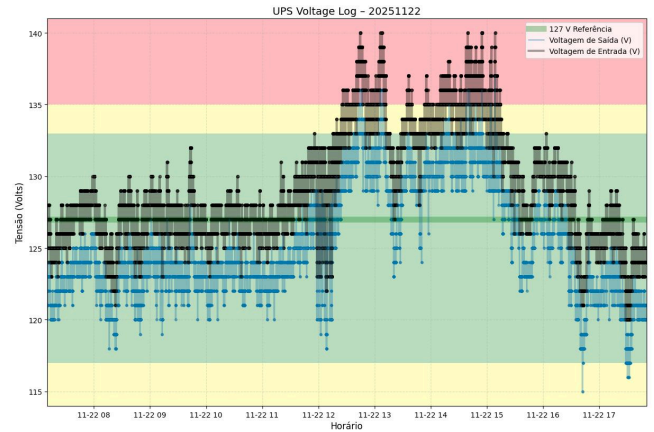


Figura 4.5: Um exemplo de dia chuvoso pela manhã, a tensão se manteve em um nível adequado.

tensão de saída em aproximadamente de 3 a 4V, o que permite o funcionamento dentro das faixas adequada e precária (Fig. 4.5).

Embora tudo estivesse muito bem documentado, o problema se concentrava em um ponto: a omissão da concessionária.

4.4 Chamados à Concessionária

Desde o primeiro momento em que atestou uma tensão acima do limite crítico, o autor entrou em contato com o atendimento ao cliente da concessionária.

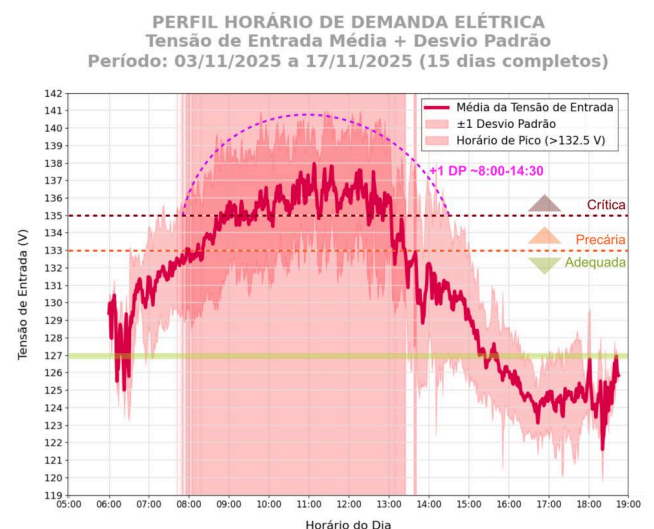


Figura 4.6: Gráfico extraído dos dados de 15 dias, evidenciando o horário de pico médio. No entanto, o problema maior eram os picos eventuais e aleatórios que se intensificaram aproximadamente entre as 8:00 até às 14:30, como pode ser observado no desvio padrão (+1). Sabendo-se que tem-se ainda mais dois desvios padrão para chegar a ~97% da amostra, os picos presentes nesses desvios eram os que acionavam a bateria no *no-break* a partir de 142V-143V. O pico máximo registrado até o momento foi de 148V, ao meio-dia de 11 de novembro de 2025.

Ele explicou a situação, a questão do padrão entre das 8:00 às 14:30 (Fig. 4.6) e solicitou que eles viessem em

tal horário, além de evitarem vir em dias chuvosos, pois havia a tendência da normalização da tensão. A atendente perguntou se ele gostaria de acompanhar as medições, ao que este concordou. A visita fora marcada para o próximo dia e o autor seria avisado por ligação telefônica que os técnicos haviam chegado. No entanto, isso não aconteceu no dia posterior nem nos seguintes.

O autor entrou em contato novamente e fora informado que os técnicos haviam visitado o local, que não identificaram problema algum e que deveria esperar 15 dias para emissão do laudo e que até lá não seria possível fazer uma nova visita técnica. Ou seja, além de não terem entrado em contato (e não aparecido), o sistema da concessionária, na prática, travou a conexão entre o cliente e a mesma por 15 dias, deixando-o com uma rede com tensão inviável à própria sorte e em detrimento do caro equipamento computacional.

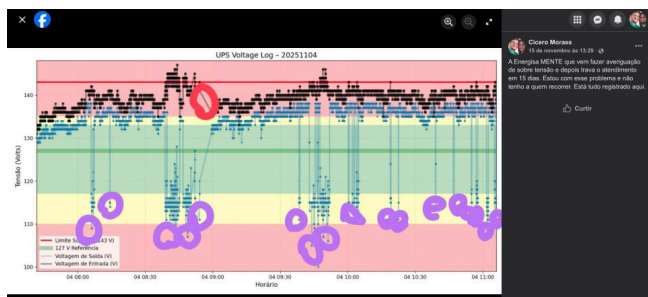


Figura4.7: Reclamação pública no perfil da Energisa no Facebook.

Percebendo que não seria atendido por aquele canal, o autor buscou outros meios de tornar notório o problema. Ao identificar que o perfil da Energisa no Facebook¹⁶⁷ respondia alguns dos usuários e permitia o envio de imagens, procedeu com a postagem de uma reclamação padronizada onde indicava graficamente os picos e quedas seguidos de tensão e um comentário de que a concessionária havia mentido acerca da visita, além de ter travado o atendimento em 15 dias (Fig. 4.7). A tática surtiu efeito e uma comunicação foi estabelecida via messenger do Facebook, onde os dados do usuário foram solicitados. É importante informar que em nenhum momento a Energisa desmentiu as palavras do autor, corroborando com uma potencial falha de comunicação ou mesmo ausência de visita por parte dos técnicos.

Os dias se passaram e o autor não recebeu a acordada ligação e os técnicos não apareciam no local. Para resumir a longa história, foi necessário o envio de mais mensagens, com evidências de que estava sendo feito um registro geral do que se passava, de modo que a concessionária percebesse que haviam provas significativas de que algo estava errado com a tensão.

Depois de mais alguns dias, novas mensagens e nova ligação, o autor foi informado pelo vizinho de que os



Figura4.8: Captura pela câmera de segurança da visita dos técnicos enviados pela Energisa. O horário, 17:55 está fora do acordado entre 8:00-14:00.

técnicos estiveram no local no dia anterior, no entanto, eles chegaram no final da tarde, ou seja, fora do período acordado. Recorrendo aos dados das câmeras de segurança, o autor atestou que os técnicos haviam chegado por volta das 17:55, ou seja, já no período em que a tensão estava normalizada (Fig. 4.8). O vizinho, que também havia identificado um funcionamento anormal em alguns equipamentos elétricos e comentou isso com os técnicos, relatou ao autor que aqueles informaram a ele que o problema da tensão alta seria a presença de painéis de energia solar em grande quantidade nas imediações.

Em relação aos vizinhos, o autor contactou-os ao longo dos dias de monitoramento e ao relatar que teve um condicionador de ar queimado, há alguns dias, descobriu que o vizinho do lado e o vizinho da frente passaram pela mesma situação, reforçando as indicações de que o problema era generalizado nas quadras. Além disso o autor cedeu o multímetro para um dos vizinhos, que aferiu em uma tomada sua e atestou as tensões de 137V (crítica) e 237V (crítica). Esse vizinho também solicitou uma visita dos técnicos, que o fizeram dias depois, também fora do horário solicitado, quando a rede estava normalizada.

O autor novamente solicitou à concessionária que fosse no horário combinado, fornecendo mais uma leva de dados, inclusive históricos atualizados do histórico de pico. Por alguns dias o contato via messenger indicava que o chamado ainda estava em aberto, com o limite máximo de atendimento no dia 26 de novembro. Por volta das 9:15 da manhã daquele dia o autor telefonou novamente para a Energisa, onde informaria que o atendimento estava em aberto. Assim que desligou, foi observar pela janela do seu escritório que dava para a rua e, por uma significativa coincidência os técnicos lá estavam, mas como de costume não haviam telefonado ao autor para que acompanhasse a visita. Este então desceu e foi conversar com o técnico, que informou estar colocando um equipamento para monitorar a rede por um período, que ele havia identificado uma tensão significativamente alta, proveniente, segundo o mesmo, do elevado número de placas solares na vizi-

¹⁶⁷ <https://www.facebook.com/energisa>

nhança e que ele faria um ajuste no transformador para baixar a tensão em aproximadamente 10V, e que o autor e o vizinho estavam no final da linha, o que tornava as variações de tensão mais significativas. O autor se deslocou e testemunhou que o técnico de fato havia trabalhado no transformador.

4.5 Análises Complementares

Em face à informação fornecida pelo técnico, de que o elevado número de placas solares poderia ser o principal causador da alta da tensão, o autor buscou levantar dados que permitissem uma análise mais precisa de tal alegação. Além do mais, fatos passados envolvendo os *no-breaks* substituídos poderiam, quiçá, ser esclarecidos por essa análise.

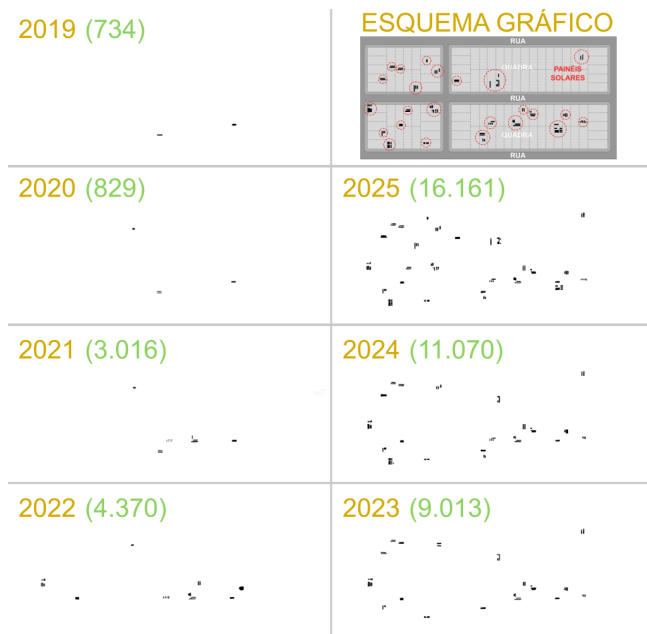


Figura4.9: Paineis solares segmentados de 2019 a 2025. Na parte direita superior o esquema de terrenos nas quadras. A captura original foi oculta para manter a privacidade dos moradores.

O autor utilizou uma abordagem muito simples para fazer o levantamento do aumento do uso de energia elétrica nas quadras dos vizinhos. Inicialmente utilizou o recurso de regressão de anos fornecido pelo [Google Earth](https://earth.google.com/)¹⁶⁸, de modo que pudesse capturar o local de interesse e segmentar os pixels dos painéis solares (Fig. 4.9).

Tabela4.3: Variação da Área de Paineis Solares ao Longo dos Anos.

¹⁶⁸ <https://earth.google.com/>

Ano	Pixels Paineis	Aumento (Pixels)
2019	734	
2020	829	95
2021	3.016	2.187
2022	4.370	1.354
2023	9.013	4.643
2024	11.070	2.057
2025	16.161	5.091

Utilizando um script Python, quantificou o número de pixels pretos e cinza, representados pela segmentação dos painéis solares e assim foi possível quantificar o crescimento ao longo dos anos. Algo que salta aos olhos na [Table 4.3](#) é que houve um *boom* significativo no ano de 2023, justamente aquele em que o terceiro *no-break* Intelbrás 1800VA teve que ser adquirido e durou apenas 41 dias ([Table 4.1](#)), obrigando a compra de um modelo mais robusto, no caso o TS Shara 2200VA. Já em 2025, ou seja, este ano, o crescimento foi maior ainda do que em 2023 e pode ter ajudado no desgaste do novo modelo. Segundo os fabricantes, a bateria original do modelo da Intelbrás em condições normais teria uma vida útil de 3 a 5 anos [[Intelbras_2021_d](#)], já o TS Shara em condições normais teria entre 2 a 3 anos, podendo estender para 5 em condições ideais [[TS_Shara_2025_d](#)]. Pelas evidências as condições não eram ideais em nenhum dos casos, tendo como aparente responsável a alimentação de energia dos painéis solares.

Tabela4.4: Terrenos com Paineis Solares: Contagem e Porcentagem ao Longo dos Anos.

Ano	Com Paineis (N)	Porcentagem (%)
2019	2	1,8
2020	3	2,7
2021	5	4,5
2022	8	7,1
2023	17	15,2
2024	19	17,0
2025	26	23,2

Como se trata de uma cidade projetada, foi possível identificar a divisão dos terrenos nas quadras (Fig. 4.9, direita superior), quantificando o total em quatro quadras (112) e contar aqueles que contavam com painéis solares. Uma tabela foi montada demonstrando a porcentagem ao longo dos anos e novamente é possível identificar dois *booms* significativos, um em 2023 e outro em 2025.

Um dado que chama muito a atenção é que no ano de 2025, 23,2% dos terrenos contava com painéis, ou seja, quase 1 em cada 4. Esse número é mais de três vezes maior do que os 7% de unidades consumidoras de energia solar no território brasileiro [[PV_Magazine_Brasil_2025_d](#)], embora o número dos usuários deste estudo possa ser maior, dada as características de titularidade distribuída, onde um conjunto

de placas pode gerar energia para vários imóveis cadastrados, em diferentes endereços e cidades.

Tabela4.5: Top 10 Estados por Potência Instalada (MW), População e Fator (MW por 1.000 hab.)

Estado	Pot. (MW)	Pop. (mi)	MW/1000
São Paulo	6030,0	46,0818	0,131
Minas Gerais	5457,2	21,3934	0,255
Paraná	3895,1	11,8905	0,327
Rio G. do Sul	3508,0	11,2333	0,312
Mato Grosso	2788,3	3,8937	0,716
Goiás	2214,0	7,4236	0,298
Bahia	2199,7	14,8709	0,148
Mato G. do Sul	1705,8	2,9246	0,583
Rio de Janeiro	1650,5	17,2235	0,096
Pernambuco	1528,7	9,5620	0,160

Tabela4.6: Ranking Nacional por Fator (MW por 1.000 habitantes)

Pos.	Estado	MW/1000
1º	Mato Grosso	0,716
2º	Mato Grosso do Sul	0,583
3º	Rondônia	0,361
4º	Tocantins	0,355
5º	Paraná	0,327
6º	Rio Grande do Sul	0,312
7º	Goiás	0,298
8º	Espírito Santo	0,280
9º	Minas Gerais	0,255
10º	Rio Grande do Norte	0,268
11º	Piauí	0,228
12º	Santa Catarina	0,194
13º	Alagoas	0,182
14º	Distrito Federal	0,171
15º	Acre	0,171
16º	Amapá	0,164
17º	Roraima	0,160
18º	Pernambuco	0,160
19º	Ceará	0,159
20º	Pará	0,158
21º	Bahia	0,148
22º	São Paulo	0,131
23º	Paraíba	0,131
24º	Maranhão	0,127
25º	Sergipe	0,109
26º	Rio de Janeiro	0,096
27º	Amazonas	0,064

Pelo Infográfico ABSOLAR de 11 de novembro de 2025 [ABSOLAR_2025_d] (enviado sob solicitação), foi possível extrair os dados dos estados brasileiros com maior produção de energia solar. Inicialmente chamou a atenção Mato Grosso se posicionar em 5º dada a sua pequena população. O autor então criou um número cujo fator é calculado dividindo-se a potência instalada em megawatts pela população do estado e, em seguida,

multiplicando-se o resultado por 1.000 para expressar o valor em megawatts por mil habitantes (Table 4.5).

Ao organizar os estados por tal fator, atesta-se que Mato Grosso supera os demais (Table 4.6). Isso corrobora com o quadro abordado neste documento, uma vez que o levantamento foi feito em quadras de um bairro médio da cidade de Sinop, a quarta em população e PIB do estado. Trata-se portanto de um estudo de caso que envolve uma cidade com alto engajamento no uso de energia solar e quais podem ser os impactos deste para na rede elétrica local.

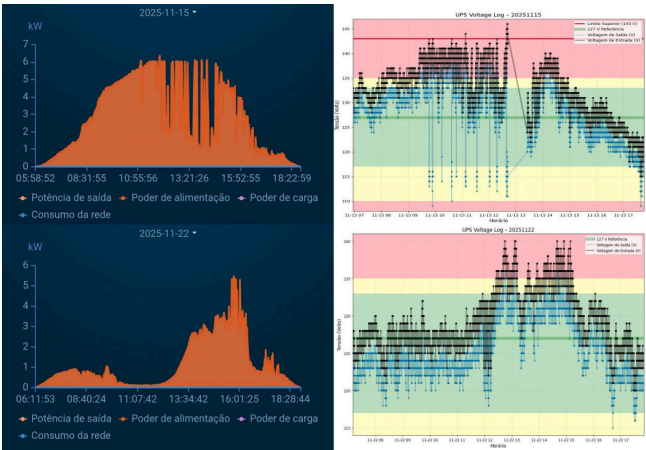


Figura4.10: Comparação entre os dados do app dos painéis solares e os dados da tensão da rede.

O autor também comparou os gráficos de um dia ensolarado (15 de novembro de 2025) e um dia chuvoso (22 de novembro de 2025); do app dos painéis solares da casa (FoxCloud), versus o gráfico advindo da tensão da rede, adquirido via no-break. Percebe-se que nos dois casos, a tensão acompanhou o padrão de produção de energia, evidenciando a influência dos painéis na sobrecarga da rede.

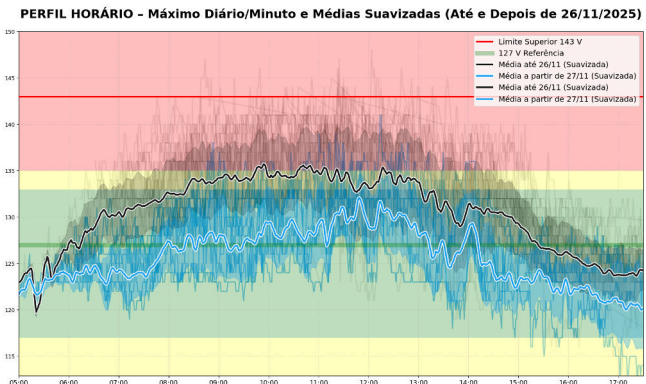


Figura4.11: Média da tensão antes e depois da do ajuste no transformador.

Complementarmente, analisado o gráfico plotado com a média de antes e depois de 26 de novembro de 2025 – quando o transformador foi ajustado – é possível atestar

que de fato houve uma redução na tensão, o suficiente para manter a média dentro da faixa Adequada. Além disso, nenhum dos dias posteriores (até 04/12/2025) passou de 140V. A evolução do gráfico também reforça a influência da alimentação da energia solar, posto que o pico citado de 140V se deu novamente ao meio dia, como ocorrera com o anterior de 148V, ambos visíveis quando observados com atenção nas linhas transparentes (Fig. 4.11).

4.6 Nova Tensão Crítica e Correção

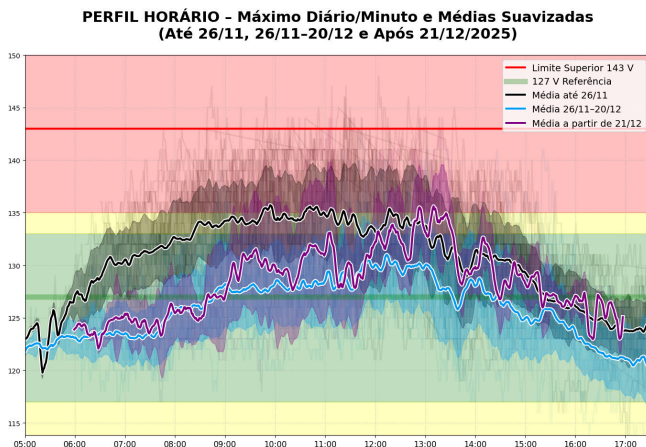


Figura4.12: Nova média pós 21/12/2025 em roxo, demonstrando picos acima da tensão crítica.

Durante um período que se estendeu de 26 de novembro à 20 de dezembro de 2025, a tensão parecia sob controle, no entanto, a partir de 21 de dezembro o *no-break* voltou a apitar, principalmente no período da tarde, entre 11:30 e 14:30. O autor então criou mais um marcador de tensão média para acompanhar a evolução do marcador (Fig. 4.12) e com esse dado entrou em contato com a concessionária Energisa, que então, já ciente do meu estudo e da abordagem tomada, rapidamente abriu um novo protocolo de atendimento.



Figura4.13: Visita técnica no dia 14 de janeiro de 2026.

No dia 14 de janeiro de 2026 o autor avistou, de modo

inesperado que os técnicos estavam na frente de sua residência. Ao conversar com os mesmos, soube que algumas fiações seriam substituídas (Fig. 4.13) e que outras medidas seriam tomadas, no entanto elas não foram explicitadas. O autor percebeu, ao circular na vizinhança, que mais fiação foi trocada ou adicionada em outros locais, no entanto, por não ter recebido maiores informações, qualquer observação acerca do que tenha sido feito por parte da concessionária, seria apenas especulação.

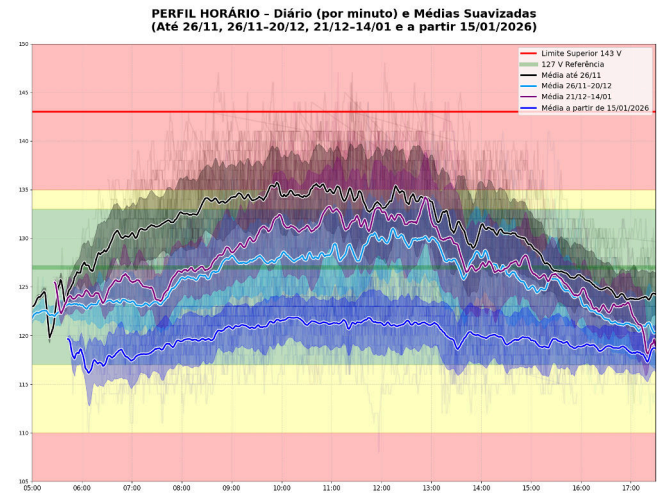


Figura4.14: Gráfico de média de tensão por período. Em preto: A média inicial, com os picos de tensão, antes da solicitação técnica. Em cinza (azul claro): A média logo após a visita técnica que ajustou a tensão no transformador. Em roxo: A média após novos picos de tensão, sem causa identificada, o que acarretou nova solicitação de visita técnica. Em azul escuro: A média atual depois de um mês do ajuste efetuado em 15 de janeiro de 2026.

Ainda que o autor não tenha informações claras acerca do que foi feito, o fato é que, desde que a efetuada a visita, a tensão tem se mantido mais estável do que os históricos anteriores, como é possível ver na linha azul, na parte inferior do último gráfico de tensão média plotado (Fig. 4.14). Um fato curioso a ser observado é que agora há um tendência da tensão se manter ligeiramente abaixo dos 127V, e quando há algum deslocamento crítico, é agora para as tensões inferiores, ou seja, em queda, não pico. A mais crítica delas foi uma queda para 108V.

O *no-break*, diferente do estado anterior, não mais apita quando a tensão cai para o nível crítico inferior, mas acontecem alguns estalinhos baixos, como se ocorresse algum ajuste interno de tensão.

É importante ser documentado aqui que, a substituição da fiação não seria isoladamente a solução para o caso da residência, uma vez que, como já abordado anteriormente, os vizinhos também relataram problemas com a tensão e o vizinho ao lado gerou levantamento da tensão com o multímetro, atestando-a no nível crítico.

O autor seguirá acompanhando os números e, em caso de alguma mudança relevante ou informação importante, certamente atualizará este documento.

4.7 Observações Finais

Em face ao histórico do autor em interações com a concessionária Energisa, ficou um tanto evidente que há um aparente descompasso entre o que é explanado no sistema de atenção ao consumidor (superficial) e o procedimento formal (burocrático). Em um primeiro momento passa-se a ideia de que será relativamente simples solucionar os problemas ocorridos, mas na prática o que acontece é um movimento de proteção da empresa em relação às perdas do consumidor, mesmo que o responsável por isso tenha sido a própria Energisa. Tal situação foi descrita tanto no caso da substituição do poste, quanto no problema de tensão alta.

Uma forma de solucionar isso, como ficou claro no documento, é desenvolver um mecanismo de pressão baseado em registro e documentação, que torne os argumentos retóricos e protocolares da Energisa pouco efetivos, e potencialmente prejudiciais à reputação pública da mesma.

É bem verdade que este estudo demonstrou que os eletrodomésticos atuais, embora apresentem defeitos e perdas eventuais, como os três condicionadores de ar queimados, na maioria das vezes funcionam bem, ignorando os picos e baixas da rede. Essa realidade deixa a Energisa em uma situação cômoda, pois diferente dos *nobreaks* que funcionam como sensores de energia de baixa qualidade, tais eletrodomésticos não “informam” os problemas elétricos que podem estar acontecendo.

Em relação aos processos por danos elétricos, os prazos muitas vezes impossibilitam que os orçamentos e laudos técnicos necessários – não informados no sistema de atendimento ao consumidor – sejam feitos de modo satisfatório, pois há a necessidade de retomar os trabalhos, caso contrário o consumidor terá mais prejuízos por não produzir. A Energisa parece também se beneficiar dessa situação, pois muitas vezes, mesmo sendo a responsável pelos problemas que se sucederam, acabam vencendo pelo cansaço. Como poucas pessoas se dão conta de que problemas de tensão podem ter ocasionado queima de aparelhos, como o caso dos condicionadores de ar, tais prejuízos são arcados pelos próprios consumidores, sendo que a solução do problema, como foi abordado aqui, pode ser conquistada de modo simples e rápido por parte da concessionária (redução da tensão).

Este documento tem o potencial de beneficiar a todos os envolvidos: consumidores, geradores de energia, concessionária e demais, que podem ver no mesmo um registro de caso, onde não apenas se abordou o problema em si, mas forneceu ferramentas de replicação de testes, explicações sobre o crescimento da energia solar e o impacto na rede local, além de um breve debate sobre melhores práticas que podem ser tomadas, de modo a melhorar a imagem da empresa ao passo que auxiliam efetivamente o consumidor final.

Respeitando as boas práticas de transparência pública,

a presente publicação foi enviada à Energisa, para que esta tome conhecimento da mesma e, frente ao ocorrido, possa melhorar o atendimento a casos semelhantes, fechando o ciclo de solução efetiva aqui proposto.

4.8 Referências Bibliográficas

- [ABSOLAR_2025_d] Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. (2025). Infográfico ABSOLAR nº 85. ABSOLAR.
- [ANEEL_2020_d] Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). (2020). Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST Módulo 8: Qualidade da Energia Elétrica (Módulo 8, Revisão 11). Resolução Normativa nº 888/2020. https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2020888_prodistrib_modulo_8_v11.pdf
- [Intelbras_2021_d] Intelbras. (2021). Bateria de nobreak: quando trocar a bateria, cuidados e dicas para preservar a vida útil. Blog Intelbras. <https://blog.intelbras.com.br/quando-trocar-a-bateria-do-nobreak/>
- [PV_Magazine_Brasil_2025_d] PV Magazine Brasil. (2025). 7% das unidades consumidoras no Brasil já contam com energia solar. pv magazine Brasil. <https://www.pv-magazine-brasil.com/2025/09/11/7-das-unidades-consumidoras-no-brasil-ja-contam-com-energia-solar/>
- [TS_Shara_2021_d] TS Shara. (2021). Manual de Instruções UPS Profissional e Senoidal 2200-3200. <https://tsshara.com.br/wp-content/uploads/2021/06/Manual-de-Instrucoes-UPS-Profissional-e-Senoidal-2200-3200.pdf>
- [TS_Shara_2025_d] TS SHARA. (2025). Nobreak dura quanto tempo? Guia Completo. Blog TS SHARA. <https://tsshara.com.br/blog/nobreaks/nobreak-dura-quanto-tempo-guia-completo/>