



# Boletim Ciência Macaé

Volume 2, Número 3. Out. 2022 | Edição Especial



**Macaé**  
PREFEITURA

# Boletim Ciência Macaé

Edição Especial Macaé Conecta.

e-ISSN 2675-598X

Volume 2

Número 3

Outubro de 2022.

Boletim Ciência Macaé [recurso eletrônico] / Prefeitura de Macaé. Secretaria Municipal de Educação. Secretaria Adjunta de Ensino Superior. v.2, n.3. (2022). – Macaé, RJ : Secretaria Adjunta de Ensino Superior, 2020 –

1 recurso online: il

Disponível apenas online.

Quadrimestral

ISSN-e 2675-598X

1. Ciência – Periódicos. 2. Macaé – Periódicos. 3. Inovação – Periódicos. 4. Projetos de Pesquisa.

CDD 618.92398

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Dilma Pereira de Azevedo CRB7/3719.

O Boletim Ciência Macaé é uma publicação organizada pelo Observatório da Cidade de Macaé, da Secretaria Adjunta de Ensino Superior/Secretaria Municipal de Educação da Prefeitura de Macaé. Editada e distribuída pela Prefeitura de Macaé.

Acesso gratuito.

Observatório da Cidade de Macaé

Endereço Postal: Av. Aluizio da Silva Gomes, nº 50, Granja dos Cavaleiros, Macaé - RJ, 27930-560

Email: [observatoriodepesquisamacae@gmail.com](mailto:observatoriodepesquisamacae@gmail.com)

Instagram: [@observa.macaé](https://www.instagram.com/observa.macaé)

URL: <http://www.macaerj.gov.br/bcm>

Telefone: (22)33991801

# Boletim Ciência Macaé

v.2 n.3 Edição Especial Macaé Conecta.

Os autores são responsáveis pela apresentação dos fatos contidos e opiniões expressas nesta obra.

**PREFEITURA DE MACAÉ**  
WELBERTH REZENDE

**SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO**  
LEANDRA LOPES

**SECRETARIA ADJUNTA DE ENSINO SUPERIOR**  
FLAVIÁ PICON PEREIRA

**OBSERVATÓRIO DA CIDADE DE MACAÉ**  
ALICE FERREIRA TAVARES  
FELIPE DIAS RAMOS LOUREIRO

**SECRETARIA EXECUTIVA DO BOLETIM CIÊNCIA MACAÉ**  
LUANA SILVA MONTEIRO – UFRJ - MACAÉ

**EDITORES**

CREMILDA BARRETO COUTO - UFF  
FELIPE DIAS RAMOS LOUREIRO - UNIVERSIDADE DE COIMBRA/PMM  
LUANA SILVA MONTEIRO - UFRJ - MACAÉ  
SABRINA AYD PEREIRA JOSÉ - UFRJ - MACAÉ  
SCHEILA ABREU RIBEIRO - UENF/PMM

**COMISSÃO EDITORIAL**

ALICE FERREIRA TAVARES - UFF/PMM  
CREMILDA BARRETO COUTO - FEMASS  
DARANA CARVALHO DE AZEVEDO - UFF-NITERÓI/PMM  
ELAINE ANTONIO ANTUNES PASSOS - PMM  
FELIPE DIAS RAMOS LOUREIRO - UNIVERSIDADE DE COIMBRA/PMM  
GIULIANO ALVES BORGES E SILVA - UFF - MACAÉ  
GLAUCO LOPES NADER - UFF - MACAÉ  
INÊS LEONEZA DE SOUZA - UFRJ - MACAÉ  
LIA HASENCLEVER – UCAM - CAMPOS  
MARIA INÊS PAES FERREIRA – IFF-MACAÉ  
SABRINA NUNES DIAS DA SILVA BARBOSA - PMM  
SCHEILA ABREU RIBEIRO - UENF/PMM  
VITOR YOSHIHARA MIANO - IFF-MACAÉ

**EDITORAÇÃO/DIAGRAMAÇÃO**

OBSERVATÓRIO DA CIDADE DE MACAÉ

**ARTE DA CAPA**

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DA PREFEITURA DE MACAÉ

## SUMÁRIO

Editorial _____	6
1. Estudo computacional das propriedades ópticas não lineares de moléculas com potencial aplicação tecnológica _____	8
2. Análise de estratégias de consumo inteligente de eletricidade em edificações educacionais de Macaé – RJ _____	27
3. Sistema embarcado, de baixo custo, para limpeza de módulos fotovoltaicos com utilização de água da chuva _____	50
4. Movimentos para a vida – desenvolvimento de protótipo para o tratamento de sequelas motoras devido à COVID-19, a partir da manufatura aditiva e automação _____	62
5. Produtos de ômega 3 marinho e suas utilizações – Um relato de experiência acerca da participação no edital Macaé Conecta _____	71
6. Vigilância em Saúde: a importância da padronização de dados para controle da pandemia da COVID-19 _____	86
7. A implementação do uso de redes sociais virtuais na estratégia de saúde da família de Macaé _____	105
8. Apoio técnico às e-mpresas desenvolvidas em Macaé _____	119

## EDITORIAL

O Boletim Ciência Macaé traz nesta edição artigos inéditos, resultantes de pesquisas, produzidos com o objetivo principal de colaborar com os desafios e possíveis soluções para a cidade de Macaé nas próximas décadas. A produção científica se dá a partir do diálogo com as instituições de ensino, pesquisa e extensão do município e parcerias público-privadas.

Isto acontece num contexto em que as medidas de incentivo à pesquisa científica, tecnológica e ao desenvolvimento são mola propulsora para um crescimento sustentável e comprometido com as várias camadas da população. Por entender o mundo de forma conectada é que os olhares se voltam para a uma produção de conhecimento, que auxilie não apenas na resolução de problemas locais, mas também nas instâncias estadual e nacional. A rede colaborativa em torno da produção de conhecimento científico é cada vez mais globalizada e consciente de que se precisa encontrar caminhos juntos.

O desejo de provocar transformações e somar forças em prol da ciência é a base formativa do Observatório da Cidade de Macaé. Nessa perspectiva, surgiu o Boletim Ciência Macaé, abrindo um novo espaço para a divulgação de trabalhos científicos acerca de temáticas relativas a Macaé. Apresentamos a sexta edição do BCM e nela temos a oportunidade de entrar em contato com as pesquisas realizadas por alguns dos melhores cientistas do nosso estado.

Celebramos a ciência e oportunizamos o contato entre pesquisadores, fomentamos o fazer científico e apresentamos os resultados periodicamente no Boletim Ciência Macaé. Cabe ainda ressaltar que nesta edição temos uma peculiaridade, todos os trabalhos publicados são frutos do Edital de seleção para a concessão de bolsas de apoio à pesquisa em parceria para a inovação tecnológica no âmbito do ecossistema de inovação no município de Macaé.

Em paralelo a esse edital, realizou-se uma maratona de inovação e programação, o “Hackathon Macaé Conecta”. Tal projeto, gerou aprendizado, compartilhamento e alguns aplicativos com potencial para contribuir em algumas áreas ou serviços da gestão pública municipal. Em reconhecimento ao esforço de pesquisadores e estudantes, publicamos em suplemento anexo os artigos produzidos pelas equipes que participaram desta iniciativa.

Destacamos ainda que tal programa é voltado para a atração de pesquisadores visando o fortalecimento e consolidação do ecossistema de inovação em áreas estratégicas para o desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação com potencial de geração de negócios de

base tecnológica no município. Sendo assim, recomendamos que leiam com atenção e desfrutem dos trabalhos a seguir.

Felipe Dias Ramos Loureiro e Cremilda Barreto Couto

# ESTUDO COMPUTACIONAL DAS PROPRIEDADES ÓPTICAS NÃO LINEARES DE MOLÉCULAS COM POTENCIAL APLICAÇÃO TECNOLÓGICA

*Computational study of nonlinear optical properties of molecules with potential technological application*

Diego Fernando da Silva Paschoal<sup>1</sup>

Júlio de Paula Campbell Oliveira<sup>2</sup>

Gabriel de Sousa Martins<sup>3</sup>

Hélio Ferreira Dos Santos<sup>4</sup>

**Resumo:** Existe um grande interesse no estudo de materiais moleculares que possuem propriedades ópticas não lineares (ONL) visando potenciais aplicações tecnológicas, tais como em tecnologia da informação. O uso de métodos baseados na mecânica quântica tem sido usado como uma alternativa na busca de novos materiais com aplicação em ONL. No entanto, a previsão teórica das propriedades ONL é muito dependente do protocolo computacional (método de mecânica quântica, funções de base, efeitos da correlação eletrônica e do meio). Assim, no presente estudo foi realizada uma validação dos protocolos computacionais CAM-B3LYP/NLO-V e CAM-B3LYP/aNLO-V (J. Mol. Model. 19 (2013) 2079-2090) propostos anteriormente para um conjunto de quatro moléculas orgânicas com valores de primeira hiperpolarizabilidade ( $\beta$ ) variando entre 52 e  $190 \times 10^{-30}$  esu. Além disso, os efeitos do meio também foram avaliados considerando os modelos implícitos de solvatação IEF-PCM, CPCM e SMD. No geral, os resultados obtidos estão dentro da faixa de erro de  $\pm 20\%$  das medidas experimentais, com os protocolos computacionais CAM-B3LYP/aNLO-V/IEF-PCM (UFF) e CAM-B3LYP/aNLO-V/SMD descrevendo adequadamente a tendência observada dos valores experimentais. O valor de  $\beta$  calculado com o protocolo CAM-B3LYP/aNLO-V/SMD apresentou um desvio relativo de apenas 0,7% para a molécula DIA ( $\beta_{\text{expt.}} = 190 \times 10^{-30}$  esu), que apresenta o maior valor de  $\beta_{\text{expt.}}$  entre as moléculas estudadas. Assim, baseado nos resultados obtidos, recomenda-se o protocolo CAM-B3LYP/aNLO-V/SMD para o estudo de novos candidatos a materiais ópticos.

**Palavras-chave:** Óptica Não Linear; Tecnologia; Primeira hiperpolarizabilidade ( $\beta$ ); Protocolo computacional.

---

<sup>1</sup> Doutor em Química. Professor do Instituto Multidisciplinar de Química, Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé – RJ, Brasil. NQTCM: Núcleo de Química Teórica e Computacional de Macaé: Polo Ajuda. E-mail: [diegopaschoa01@gmail.com](mailto:diegopaschoa01@gmail.com) ou [diegofspaschoal@macae.ufrj.br](mailto:diegofspaschoal@macae.ufrj.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0817-2379>

<sup>2</sup> Graduando do curso de Licenciatura em Química do Instituto Multidisciplinar de Química, Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé – RJ, Brasil. NQTCM: Núcleo de Química Teórica e Computacional de Macaé:

<sup>3</sup> Graduando do curso de Licenciatura em Química do Instituto Multidisciplinar de Química, Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé – RJ, Brasil. NQTCM: Núcleo de Química Teórica e Computacional de Macaé: Polo Ajuda. E-mail: [gabrielmartins1102@gmail.com](mailto:gabrielmartins1102@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2028-2415>.

<sup>4</sup> Doutor em Química. Professor do curso Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora. NEQC: Núcleo de Estudos em Química Computacional. E-mail: [heio.santos@ufjf.edu.br](mailto:heio.santos@ufjf.edu.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0196-2642>.

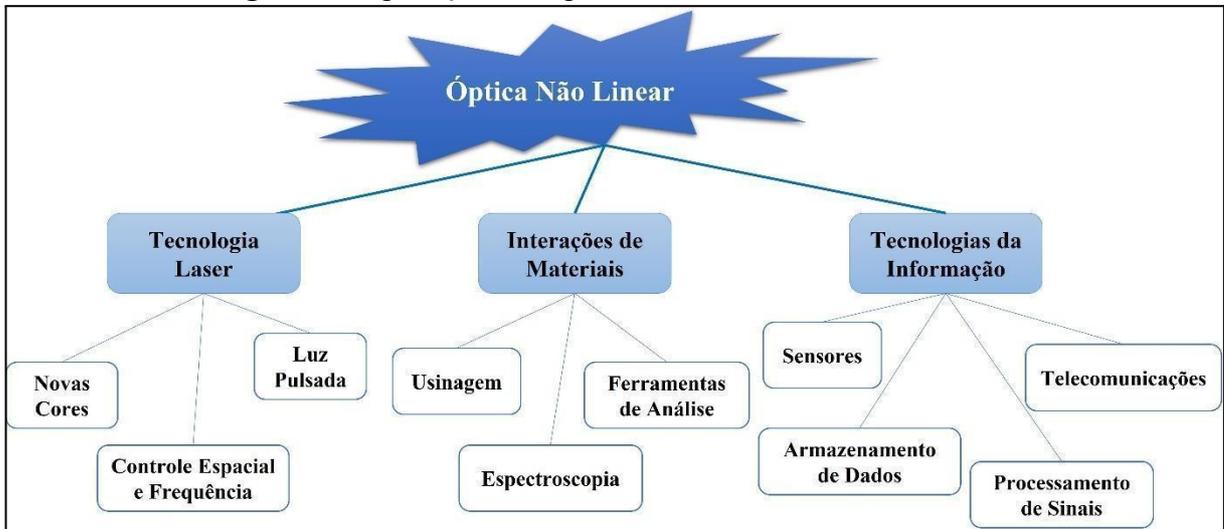
**Abstract:** There is a great interest in the study of molecular materials that have nonlinear optical properties (NLO) aiming at potential technological applications, such as in information technology. The quantum mechanical methods have been used as an alternative in the search for new material with application in NLO. However, the theoretical prediction of NLO properties is very dependent on computational protocol (quantum mechanics method, basis sets, electronic correlation and environment effects). Thus, in the present study, a validation the previously proposed CAM-B3LYP/NLO-V and CAM-B3LYP/aNLO-V (J. Mol. Model. 19 (2013) 2079-2090) computational protocols was performed for a set of four organic molecules with first hyperpolarizability ( $\beta$ ) values ranging between 52 and  $190 \times 10^{-30}$  esu. In addition, the effects of the environment were also evaluated considering the IEF-PCM, CPCM and SMD implicit solvation models. Overall, the results obtained are within the  $\pm 20\%$  error range of the experimental measurements, with the CAM-B3LYP/aNLO-V/IEF-PCM(UFF) and CAM-B3LYP/aNLO-V/SMD computational protocols adequately describing the observed trend of the experimental values. The  $\beta$  value calculated with the CAM-B3LYP/aNLO-V/SMD protocols showed a relative deviation of only 0.7% for the DIA molecule ( $\beta_{\text{expt.}} = 190 \times 10^{-30}$  esu), which has the highest value of  $\beta_{\text{expt.}}$  among the molecules studied. Thus, based on the obtained results, the CAM-B3LYP/aNLO-V/SMD protocol is recommended for the study of new candidates for optical materials.

**Keywords:** Nonlinear Optics; Technology; First Hyperpolarizability ( $\beta$ ); Computational Protocol.

## Introdução

Materiais moleculares que possuem propriedades ópticas não lineares (ONL) tem sido alvo de intensivos estudos visando potenciais aplicações tecnológicas (Figura 1) (Garmire, 2013; Gu et al., 2016; Dini et al., 2016), principalmente no campo da fotônica (Klembt, 2021).

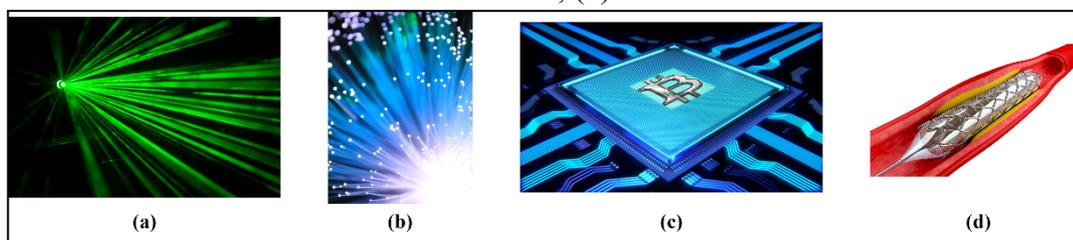
**Figura 1** - Aplicações da óptica não linear na vida cotidiana.



Fonte: Adaptado de GARMIRE, 2013.

A ONL tem um efeito significativo no desenvolvimento de tecnologia laser (Figura 2a) e em tecnologias da informação, como na comunicação (Figura 2b), armazenamento e processamento de informação (Figura 2c) (Garmire, 2013; Gu et al., 2016). As contribuições da ONL são percebidas até na Medicina (Chen et al., 2019), onde *stents* coronários (Figura 2d) e bioimplantes com textura de superfície têm sido produzidos com o advento da microusinagem a laser, processo onde lasers ultrarrápidos são capazes de modificar materiais, sem dissipação de calor, com qualidade e precisão elevadíssimas (Gower, 2000; Garmire, 2013; Muhammad et al., 2015; Wang et al., 2021). A microusinagem também exerce um papel fundamental nas microcirurgias, onde ablações e cortes são realizados em um nível subcelular (Gower, 2000; Garmire, 2013). Além disso, as aplicações da ONL no cenário da indústria 4.0 são fundamentais visando a melhoria da eficiência e produtividade dos processos (Karanassios e Fitzgerald, 2018; Martinek et al., 2018; Borghetti et al., 2020; Anthuber et al., 2021).

**Figura 2** – Exemplos práticos de uso da óptica não linear. (a) Lasers; (b) Fibras ópticas; (c) Processadores fotônicos; (d) *Stents* coronários.



**Fonte:** Extraído de (a) Pixabay, 2022a; (b) Pixabay, 2022b; (c) Pixabay, 2022c; (d) Pngwing, 2022.

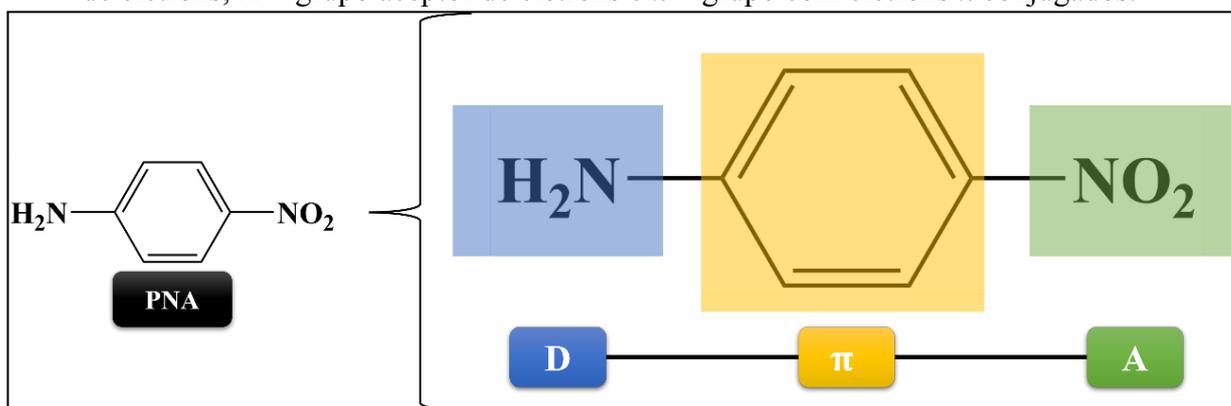
Compostos inorgânicos, como niobato de lítio ( $\text{LiNbO}_3$ ) e fosfato de titanil potássio ( $\text{KTiOPO}_4$  ou KTP) estão entre os principais compostos usados nos dispositivos eletro-ópticos (Evans e Lin, 2002). Apesar do tradicional interesse nas propriedades optoeletrônicas desses compostos inorgânicos (Li et al., 2019), compostos orgânicos e complexos de metais de transição têm sido cada vez mais estudados com relação às suas propriedades ONL (Evans e Lin, 2002; Ostroverkhova, 2016; Xue et al., 2018). As moléculas orgânicas, quando comparadas aos compostos inorgânicos tradicionais, têm recebido uma grande atenção devido ao seu baixo custo de produção, maior flexibilidade estrutural e facilidade de ajuste das propriedades ONL com pequenas mudanças na estrutura molecular (Evans e Lin, 2002; Ostroverkhova, 2016).

Estes materiais interagem com campos eletromagnéticos aplicados gerando novos campos, alterados em frequência ou fase (Kanis et al., 1994; Delaire e Nakatani, 2000; Kuzyk et al., 2013). A interação da luz ou de outros campos eletromagnéticos com uma molécula pode polarizar a distribuição de carga e alterar a propagação do campo. A resposta linear do campo é descrita pela polarizabilidade molecular ( $\alpha$ ) e as respostas não lineares são representadas pelas primeira ( $\beta$ ) e segunda ( $\gamma$ ) hiperpolarizabilidades moleculares (Maroulis, 2012; Kuzyk et al., 2013). Além das aplicações tecnológicas, estas propriedades são também relacionadas com características intrínsecas da estrutura eletrônica tal como maciez/dureza (VELA e GAZQUEZ, 1990), acidez/basicidade (Hehre et al., 1986; Headley, 1987) e potencial de ionização/afinidade eletrônica (Hehre et al., 1986; Headley, 1987).

A primeira hiperpolarizabilidade (resposta não linear de segunda ordem) é a propriedade chave no desenvolvimento de novos dispositivos ONL (Kanis et al., 1994; Delaire e Nakatani, 2000). Materiais com resposta não linear de segunda ordem não devem possuir centro de simetria, devem ter um elevado momento de dipolo ( $\mu$ ) e uma pequena energia de *gap* ( $E_{\text{gap}}$ ), energia necessária para transferir elétrons para a banda de condução

(Kanis et al., 1994; Delaire e Nakatani, 2000; Ghanavatkar et al., 2021). Existem diferentes estratégias utilizadas no desenvolvimento desses novos materiais ONL, tais como alternância de comprimento de ligação (BLA, do inglês “Bond Length Alternation”) (Kanis et al., 1994; Marder et al., 1994), inclusão de grupos doadores e receptores de elétrons ligados a cadeias com elétrons  $\pi$  conjugados (Levine, 1976; Kanis et al., 1994; Marder et al., 1994; Ghanavatkar et al., 2021;), coordenação com centros metálicos etc. (Bibi et al., 2021). Assim, de forma geral, moléculas orgânicas com a configuração  $D - \pi - A$ , onde D representa um grupo doador de elétrons ligado através de um grupo com elétrons  $\pi$  conjugados a um “grupo A” receptor de elétrons, são desejáveis para aumentar a hiperpolarizabilidade molecular (Figura 3) (Muhammad, 2015).

**Figura 3** - Estrutura química da para-nitroanilina (PNA), molécula referência nos estudos de  $\beta$ , e sua estrutura dividida na forma de um sistema  $D - \pi - A$ . Legenda: D = grupo doador de elétrons, A = grupo receptor de elétrons e  $\pi$  = grupo com elétrons  $\pi$  conjugados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A determinação experimental das propriedades ONL é uma tarefa difícil (Castet et al., 2012) e inconsistências são observadas nas diferentes técnicas de medidas experimentais, entre valores teóricos e experimentais, e entre as distintas aproximações teóricas (SEKINO e Bartlett, 1993; Reis, 2006; Castet et al., 2012). Os métodos de Química Quântica têm sido utilizados como uma alternativa na busca por novos materiais com aplicação em ONL (Maroulis, 2012; Brandão et al., 2021). Porém, a previsão teórica das propriedades ONL é muito dependente do protocolo de cálculo, que inclui o método quântico, efeitos da correlação eletrônica e das funções de base (representação dos orbitais atômicos) utilizadas (Paschoal et al., 2014). Além disso, os efeitos do meio também devem ser considerados, uma vez que as medidas experimentais dessas propriedades são normalmente realizadas em solução, assim correções para os efeitos do solvente devem ser incluídas (Kulasekera et al., 2014).

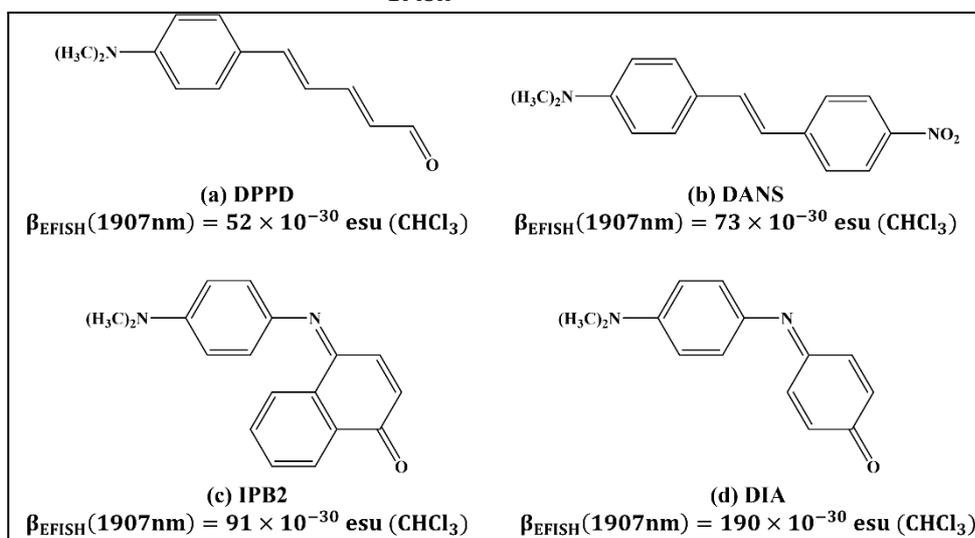
Em um trabalho desenvolvido anteriormente (Paschoal e Dos Santos, 2013), os autores analisaram o papel do nível de teoria e do conjunto de funções de base na previsão da primeira hiperpolarizabilidade estática ( $\beta(0)$ ) para derivados do benzeno (orto, meta e para dissubstituídos), estilbeno (4,4' dissubstituído), estireno (4- $\beta$  dissubstituído) e da bifenila (4-4' dissubstituída) em fase gasosa. Além disso, dois novos conjuntos de funções de base, para os átomos de H, B, C, N, O, F, Si, P, S e Cl, nomeados como NLO-V e aNLO-V, foram propostos. Foi mostrado que o nível CAM-B3LYP/NLO-V se apresenta como um protocolo de cálculo confiável para a previsão de  $\beta$  em moléculas orgânicas. Posteriormente (Paschoal e Dos Santos, 2016), tal protocolo de cálculo foi aplicado na previsão da primeira hiperpolarizabilidade estática  $\beta(0)$  e dependente da frequência  $\beta(\omega)$  de moléculas orgânicas que apresentam um valor elevado de  $\beta$ . Tais valores foram calculados levando-se em consideração a influência do solvente representado pelo modelo implícito de solvatação IEF-PCM. Para o conjunto de 20 moléculas estudadas, um erro médio de aproximadamente 35% foi encontrado. Considerando que a incerteza das medidas experimentais de  $\beta$  são de ~20%, os desvios encontrados pelos autores estão dentro dessa faixa de incerteza experimental. Apesar dos bons resultados apresentados pelo protocolo CAM-B3LYP/NLO-V, ainda existem lacunas a serem preenchidas na validação do mesmo para um conjunto maior de moléculas.

Tendo em vista que o desenvolvimento de novos materiais com propriedades ONL, visando o amplo cenário de aplicação na vida cotidiana, é fundamental tanto para o presente como para o futuro (Garmire, 2013; Righini et al., 2021), o presente trabalho apresenta uma análise do efeito do modelo implícito de solvatação e do conjunto de funções de base utilizado na previsão da primeira hiperpolarizabilidade molecular de moléculas orgânicas com potencial aplicação tecnológica.

### **Metodologia Computacional**

Um conjunto de quatro moléculas orgânicas (Figura 4) que apresentam valor experimental para a primeira hiperpolarizabilidade ( $\beta$ ) foram selecionadas a partir do trabalho de Marder et al. (1991) para serem utilizadas na validação dos protocolos computacionais CAM-B3LYP/NLO-V e CAM-B3LYP/aNLO-V para a previsão da primeira hiperpolarizabilidade molecular.

**Figura 4** – Estrutura 2D das moléculas orgânicas selecionadas para o presente estudo com seus respectivos valores experimentais para a primeira hiperpolarizabilidade ( $\beta_{EFISH}(1907\text{ nm})$ ).



Fonte: Elaborada pelo autor.

As geometrias das moléculas, construídas utilizando o programa Avogadro 1.2.0 (Avogadro; Hanwell et al., 2012), foram otimizadas e caracterizadas como pontos de mínimo na superfície de energia potencial (SEP) através de cálculos de frequências harmônicas no nível B3LYP/6-31+G(d) (Paschoal e Dos Santos, 2013), sendo B3LYP (Lee et al., 1988; Becke, 1992; Stephens et al., 1994) o método quântico da teoria do funcional de densidade (DFT, do inglês “DensityFunctionalTheory”) e 6-31+G(d) (Ditchfield et al., 1971; Hehre et al., 1972; Hariharan e Pople, 1973; Clark et al., 1983) a função de base. Em termos gerais, esse procedimento é necessário para garantir que a estrutura da molécula está numa posição de equilíbrio estável, portanto, suas propriedades podem ser determinadas.

A resposta óptica do campo elétrico é descrita através da expansão em série de Taylor (eq. 1) do momento de dipolo ( $\mu$ ) em relação ao campo elétrico aplicado (F) (Kanis et al., 1994).

$$\mu(F)_i = \mu_i^0 + \sum_j \alpha_{ij} F_j + \frac{1}{2} \sum_{jk} \beta_{ijk} F_j F_k + \frac{1}{6} \sum_{jkl} \gamma_{ijkl} F_j F_k F_l + \dots \quad (1)$$

Onde  $\mu_i^0$  é o momento de dipolo permanente,  $\alpha_{ij}$  é a polarizabilidade,  $\beta_{ijk}$  e  $\gamma_{ijkl}$  são a primeira e segunda hiperpolarizabilidades, respectivamente. Os tensores da primeira hiperpolarizabilidade são calculados usando a eq. (2) (Kanis et al., 1994).

$$\beta_{ijk} = \left( \frac{\partial^2 \mu_i}{\partial F_j \partial F_k} \right)_{F=0} \quad \text{ou} \quad \beta_{ijk} = \left( - \frac{\partial^3 E}{\partial F_i \partial F_j \partial F_k} \right)_{F=0} \quad (2)$$

onde  $i, j$  e  $k$  estão relacionados com as coordenadas cartesianas.

A primeira hiperpolarizabilidade é um tensor de ordem 3 ( $\beta_{ijk}$ ) que possui um total de 27 componentes ( $3 \times 3 \times 3$ ) (eq. 3) (Ferreira et al., 2007; Vivas et al., 2020).

$$\beta = \left[ \beta_{xxx} \beta_{xyy} \beta_{xzz} \beta_{xyz} \beta_{xzy} \beta_{xzx} \beta_{xxz} \beta_{xxy} \beta_{xyx} \beta_{yyx} \beta_{yyy} \beta_{yzz} \beta_{yyz} \beta_{yzy} \beta_{yzz} \beta_{zyz} \beta_{yzz} \beta_{yzz} \right] \quad (3)$$

O número de componentes para  $\beta$  pode ser reduzido a 18 através da permutação de simetria intrínseca, sendo  $\beta_{ijk} = \beta_{jik}$  para  $\beta(-\omega; \omega, 0)$  ou  $\beta_{ijk} = \beta_{ikj}$  para  $\beta(-2\omega; \omega, \omega)$  (eq. 4) (FERREIRA et al., 2007; VIVAS et al., 2020).

$$\beta = \left[ \beta_{xxx} \beta_{xyy} \beta_{xzz} \beta_{xyz} \beta_{xzy} \beta_{xzx} \beta_{xxy} \beta_{yyx} \beta_{yyy} \beta_{yzz} \beta_{yyz} \beta_{yzz} \beta_{yzz} \beta_{yzz} \beta_{zyz} \beta_{zyz} \beta_{zyz} \right] \quad (4)$$

Se a primeira hiperpolarizabilidade estática  $\beta(0)$  é considerada, o número de componentes para  $\beta$  pode ser reduzido para 10 considerando as condições de simetria de Kleinman ( $\beta_{ijk} = \beta_{kji}$ ) (eq. 5) (Ferreira et al., 2007; Vivas et al., 2020).

$$\beta = \left[ \beta_{xxx} \beta_{xyy} \beta_{xzz} \beta_{xyz} \beta_{yyx} \beta_{yyy} \beta_{yzz} \beta_{zxx} \beta_{zyy} \beta_{zzz} \right] \quad (5)$$

No presente estudo os elementos do tensor ( $\beta_{ijk}$ ) foram obtidos utilizando o método *CoupledPerturbedKohn–Sham* (CPKS) (Colwell et al., 1993), considerando a dependência da frequência para obtenção da primeira hiperpolarizabilidade ( $\beta(-2\omega; \omega, \omega)$ ) utilizando a aproximação dc-SHG (do inglês “direct currentsecondharmonicgeneration”) no nível CAM-B3LYP/NLO-V, sendo CAM-B3LYP (Yanai et al., 2004) a versão corrigida do funcional B3LYP com correção de longo alcance. Todos os cálculos, geometria e propriedades ópticas, foram realizados no estado gasoso e considerando o efeito do solvente ( $\text{CHCl}_3$  – clorofórmio) através dos modelos implícitos de solvatação IEF-PCM(UFF) (Scalmani e Frisch, 2010), CPCM(UFF) (Barone e Cossi, 1998; Cossi et al., 2003) e SMD (Marenich et al., 2009).

Posteriormente, o momento de dipolo ( $\mu$ , eq. 6), e a primeira hiperpolarizabilidade total ( $\beta_t$ , eq. 7) (KANIS et al., 1994) foram obtidos.

$$\mu = \sqrt{\mu_x^2 + \mu_y^2 + \mu_z^2} \quad (6)$$

$$\beta_t = \sqrt{\beta_x^2 + \beta_y^2 + \beta_z^2} \quad \therefore \quad \beta_i = \beta_{iii} + \frac{1}{3} \sum_{i \neq j} \beta_{ijj} + \beta_{jij} + \beta_{jji} \quad (i = x, y, z) \quad (7)$$

Os valores experimentais utilizados no trabalho foram obtidos a partir da técnica de geração de segundo harmônico por campo elétrico induzido (EFISH) a partir de um comprimento de onda de 1907 nm. Na técnica EFISH a medida fornece informações sobre a projeção da parte vetorial de  $\beta$  nos vetores do momento de dipolo, quantidade que é representada por  $\beta_{vec}$  (eq. 8) (Kanis et al., 1994; Kulasekera et al., 2014).

$$\beta_{\omega}(-2\omega; \omega, \omega) = \beta_{vec} = \sum_{i=1}^3 \frac{\mu_i \beta_i}{|\mu|} = \frac{(\beta_x \mu_x + \beta_y \mu_y + \beta_z \mu_z)}{|\mu|} \quad (8)$$

A razão entre  $\beta_{vec}/\beta_t$  (eq. 9) fornece informações sobre a direção da transferência de carga em uma molécula, onde valores próximos a 1 indicam que a transferência de carga na molécula é unidirecional do grupo doador de elétrons (D) para o grupo aceptor de elétrons (A) (Kanis et al., 1994).

$$\frac{\beta_{vec}}{\beta_t} = \cos \theta \quad (9)$$

onde  $\cos \theta$  é o ângulo entre o vetor formado pelas componentes de  $\beta_{vec}$  e o vetor momento de dipolo.

Por fim, é importante mencionar que os valores calculados utilizando o método CPKS, que envolve a expansão do momento de dipolo induzido em uma série de Taylor, estão na convenção **T**. Já os valores experimentais obtidos pela técnica EFISH estão na convenção **B**, que envolve uma expansão em série perturbativa. Para uma adequada comparação entre os

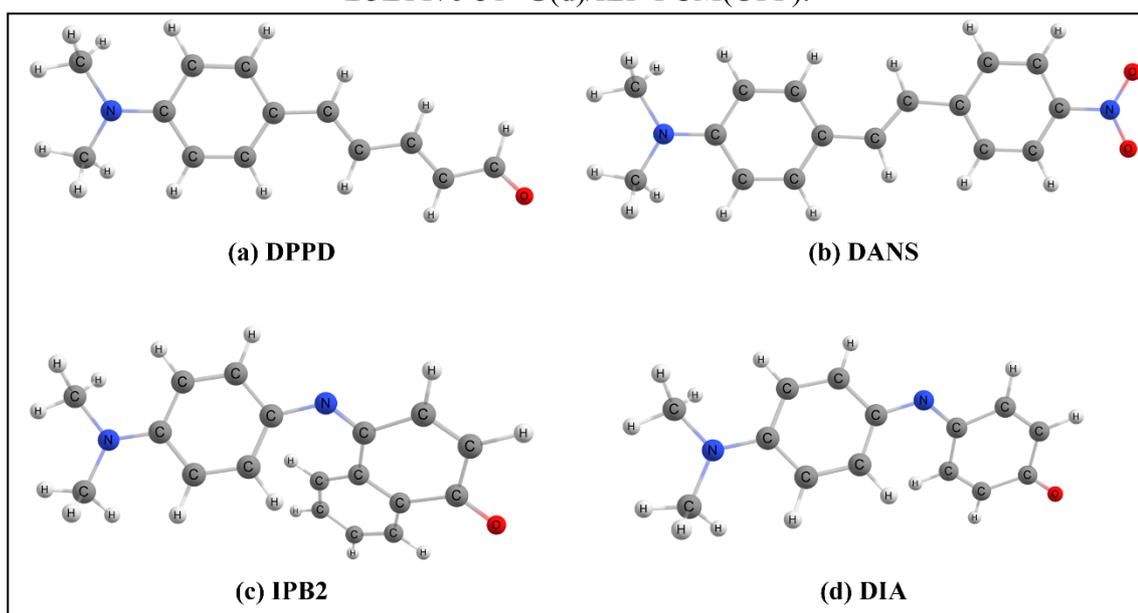
valores teóricos e experimentais, a seguinte relação deve ser considerada:  $\beta_{EFISH}^B = \frac{1}{2}\beta_{calc}^T$ .

Os valores apresentados no trabalho já estão convertidos para a convenção **B** (Willetts et al., 1992).

Todos os cálculos do trabalho foram realizados no programa GAUSSIAN 09 Rev. D.01 (Frisch et al., 2009).

## Resultados e Discussão

**Figura 5** - Estruturas 3D das moléculas otimizadas no nível B3LYP/6-31+G(d)/IEF-PCM(UFF).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em trabalhos anteriores Paschoal e Dos Santos (2013; 2016) propuseram e aplicaram um protocolo computacional no nível CAM-B3LYP/NLO-V para a previsão de  $\beta$  em um amplo conjunto de moléculas orgânicas. Apesar dos autores terem realizado um extenso estudo avaliando a influência do funcional DFT e da função de base, além de terem mostrado a importância de se incluir os efeitos do solvente, ainda existe uma lacuna no que se refere à escolha do modelo implícito de solvatação a ser utilizado. Somado a isso, devido a importância de se obter uma adequada descrição de  $\beta$ , é ainda necessário que o conjunto de moléculas a serem utilizadas na validação do protocolo computacional seja ampliado. Assim, no presente estudo, quatro moléculas orgânicas que possuem valores de  $\beta$  variando entre 52 e  $190 \times 10^{-30}$ esu foram selecionadas.

**Tabela 1** – Valores calculados para  $\mu$ ,  $\beta_t$ ,  $\beta_{vec}$  e  $\beta_{vec}/\beta_t$  no nível CAM-B3LYP/NLO-V//B3LYP/6-31+G(d) no estado gasoso e considerando o efeito do solvente ( $\text{CHCl}_3$ ) através dos modelos implícitos de solvatação IEF-PCM, CPCM e SMD.

		Gasoso	IEF-PCM	CPCM	SMD	Expt.
<b>DPPD</b>	$\mu(x 10^{-18} D)$	6,490	8,263	8,275	8,530	
	$\beta_t(x 10^{-30} esu)$	35,1	68,9	70,4	74,7	52
	$\beta_{vec}(x 10^{-30} esu)$	-34,9	-68,5	-70,0	-74,3	
	$\beta_{vec}/\beta_t$	-0,994	-0,995	-0,995	-0,994	
<b>DANS</b>	$\mu(x 10^{-18} D)$	4,661	5,720	5,709	6,089	
	$\beta_t(x 10^{-30} esu)$	30,2	53,9	54,4	59,6	73
	$\beta_{vec}(x 10^{-30} esu)$	-30,2	-53,8	-54,4	-59,6	
	$\beta_{vec}/\beta_t$	-0,999	-0,999	-0,999	-0,999	
<b>IPB1</b>	$\mu(x 10^{-18} D)$	4,319	5,879	5,932	6,365	
	$\beta_t(x 10^{-30} esu)$	49,8	107,1	112,8	124,3	91
	$\beta_{vec}(x 10^{-30} esu)$	-44,0	-94,2	-98,6	-110,1	
	$\beta_{vec}/\beta_t$	-0,883	-0,880	-0,875	-0,886	
<b>DIA</b>	$\mu(x 10^{-18} D)$	5,008	6,885	6,932	7,277	
	$\beta_t(x 10^{-30} esu)$	58,5	131,0	138,3	149,2	190
	$\beta_{vec}(x 10^{-30} esu)$	-56,8	-126,8	-133,5	-144,4	
	$\beta_{vec}/\beta_t$	-0,9697	-0,968	-0,965	-0,968	

Valores experimentais obtidos a partir de um experimento de EFISH com comprimento de onda da radiação de 1907 nm (MARDER et al.,1991). O erro das medidas experimentais é estimado em  $\pm 20\%$ .

Inicialmente, o efeito do solvente e do modelo implícito de solvatação foi analisado. Para isso foram realizados cálculos no estado gasoso e considerando os modelos implícitos de solvatação IEF-PCM (UFF), CPCM (UFF) e SMD. As geometrias das moléculas foram otimizadas no nível B3LYP/6-31+G(d) e  $\beta$  foi calculado no nível CAM-B3LYP/NLO-V. O protocolo de cálculo pode ser descrito como CAM-B3LYP/NLO-V//B3LYP/6-31+G(d), no qual os símbolos antes do sinal “//” indicam o nível de teoria utilizado para o cálculo da

propriedade ONL e os símbolos após o sinal “//” o nível de teoria utilizado para a otimização da geometria. Na Figura 5 é apresentada a geometria otimizada das moléculas no nível B3LYP/6-31+G(d)/IEF-PCM(UFF). Na Tabela 1 são apresentados os valores calculados para as propriedades ópticas.

A partir dos resultados obtidos (Tabela 1), pode ser observado que a razão entre  $\beta_{vec}/\beta_t$  é próxima de 1 para todas as moléculas estudadas, seja no estado gasoso ou considerando os diferentes modelos implícitos de solvatação utilizados. Este resultado indica que a transferência de carga nas moléculas é unidirecional e paralela ao momento de dipolo. Desta forma, para a comparação entre os valores calculados e experimentais, a primeira hiperpolarizabilidade total ( $\beta_t$ ) será considerada.

Os valores calculados para  $\beta_t$  das quatro moléculas no estado gasoso (Tabela 1) estão todos subestimados em relação aos valores experimentais, apresentando desvios relativos (DR) de 32,5% (DPPD), 58,6% (DANS), 45,2% (IPB2) e 69,2% (DIA), o que resulta em um desvio relativo médio (DRM) de 51,4%. Quando o efeito do solvente é considerado (Tabela 1), pode ser observado que para os três modelos considerados os DRM diminuem consideravelmente, 26,8% (IEF-PCM), 28,0% (CPCM) e 30,0% (SMD), indicando que a descrição adequada do meio tem um papel fundamental na previsão teórica de  $\beta_t$ .

Com relação ao modelo implícito de solvatação utilizado, observa-se que não há diferença significativa entre os valores calculados para  $\mu$  e  $\beta_t$  utilizando os modelos IEF-PCM e CPCM. No entanto, quando o modelo SMD é utilizado, observa-se um maior efeito de polarização, resultando em valores mais elevados para o  $\mu$  e  $\beta_t$  das quatro moléculas estudadas. Os DRM calculados para  $\beta_t$  foram de 26,8%, 28,0% e 30,0% para IEF-PCM, CPCM e SMD, respectivamente. Assim, o modelo implícito de solvatação IEF-PCM (UFF) pode ser considerado, no geral, o mais indicado para a previsão de  $\beta_t$ . Contudo, cabe ressaltar que para a molécula DIA, que apresenta o maior valor de  $\beta_{expt}$ ,  $190 \times 10^{-30}$  esu, quando o modelo SMD foi considerado o menor DR foi obtido, apenas 21,5%, contra 31,1% com o modelo IEF-PCM.

**Tabela 2** – Valores calculados para  $\mu$ ,  $\beta_t$ ,  $\beta_{vec}$  e  $\beta_{vec}/\beta_t$  nos níveis CAM-B3LYP/NLO-V/IEF-PCM(UFF)//, CAM-B3LYP/aNLO-V/IEF-PCM(UFF)// e CAM-B3LYP/aNLO-V/SMD.

		NLO-V	aNLO-V	aNLO-V	Expt.
		IEF-PCM	IEF-PCM	SMD	
<b>DPPD</b>	$\mu(x 10^{-18} D)$	8,263	10,197	10,379	
	$\beta_t(x 10^{-30} esu)$	68,9	88,7	94,8	52
	$\beta_{vec}(x 10^{-30} esu)$	-68,5	-87,8	-93,7	
	$\beta_{vec}/\beta_t$	-0,995	-0,990	-0,989	
<b>DANS</b>	$\mu(x 10^{-18} D)$	5,720	9,518	9,763	
	$\beta_t(x 10^{-30} esu)$	53,9	111,2	118,9	73
	$\beta_{vec}(x 10^{-30} esu)$	-53,8	-111,1	-118,8	
	$\beta_{vec}/\beta_t$	-0,999	-0,999	-0,999	
<b>IPB1</b>	$\mu(x 10^{-18} D)$	5,879	7,834	8,008	
	$\beta_t(x 10^{-30} esu)$	107,1	142,4	157,0	91
	$\beta_{vec}(x 10^{-30} esu)$	-94,2	-131,9	-144,8	
	$\beta_{vec}/\beta_t$	-0,880	-0,926	-0,923	
<b>DIA</b>	$\mu(x 10^{-18} D)$	6,885	9,072	9,274	
	$\beta_t(x 10^{-30} esu)$	131,0	168,4	188,7	190
	$\beta_{vec}(x 10^{-30} esu)$	-126,8	-166,8	-186,7	
	$\beta_{vec}/\beta_t$	-0,968	-0,991	-0,989	

Valores experimentais obtidos a partir de um experimento de EFISH com comprimento de onda da radiação de 1907 nm (MARDER et al.,1991). O erro das medidas experimentais é estimado em  $\pm 20\%$ .

A partir dos resultados apresentados na Tabela 2, pode ser observado que quando a função de base aumentada aNLO-V é utilizada, os valores calculados de  $\beta_t$  ficam

superestimados em relação aos valores observados experimentalmente. No nível CAM-B3LYP/NLO-V/IEF-PCM(UFF) o DRM encontrado foi de 26,8%, quando a função de base aNLO-V é considerada, o DRM aumenta para 47,7% (IEF-PCM) e 54,9% (SMD). No entanto, pode ser observado que para a molécula DIA, que é a única dentre as selecionadas que possui um valor de  $\beta_{\text{expt.}} > 100 \times 10^{-30}$ esu, considerado como limite mínimo para moléculas com potencial para ONL, o DR quando a função de base aNLO-V é utilizada diminui de 11,4% e 0,7% com os modelos implícitos de solvatação IEF-PCM e SMD, respectivamente. Assim, apesar do protocolo computacional CAM-B3LYP/NLO-V/IEF-PCM (UFF) ter apresentado o menor DRM, para valores de  $\beta_{\text{expt.}} < 100 \times 10^{-30}$ esu, a inclusão de funções difusas e o uso do modelo implícito de solvatação SMD tiveram um papel fundamental para valores de  $\beta_{\text{expt.}} > 100 \times 10^{-30}$ esu (ver Tabela 2). Outro resultado interessante da comparação entre as funções de base NLO-V e aNLO-V é no valor relativo de  $\beta$  para as moléculas DPPD e DANS. Os resultados com a base NLO-V fornecem  $\beta_t$  (DPPD)  $>$   $\beta_t$  (DANS), contrário à tendência experimental. Entretanto, com a função de base aNLO-V,  $\beta_t$  (DPPD)  $<$   $\beta_t$  (DANS), em acordo com os dados esperados.

Por fim, a partir das análises realizadas nos trabalhos de Paschoal e Dos Santos (2013; 2016) e no presente estudo, recomenda-se que o protocolo computacional CAM-B3LYP/aNLO-V/IEF-PCM (UFF) deve ser utilizado, no geral, para o estudo computacional de  $\beta$  e, quando moléculas com potencial para apresentarem valores de  $\beta_{\text{expt.}} > 100 \times 10^{-30}$ esu estiverem sendo estudadas, recomenda-se o uso do protocolo computacional CAM-B3LYP/aNLO-V/SMD.

### **Considerações Finais**

O presente trabalho apresentou uma análise do efeito do solvente e do modelo implícito de solvatação utilizado na previsão da primeira hiperpolarizabilidade de quatro moléculas orgânicas com valor de  $\beta_{\text{expt.}}$  variando entre 52 e  $190 \times 10^{-30}$ esu. Além disso, o papel da adição de funções difusas na previsão de  $\beta_t$  foi considerado comparando os resultados com as funções de base NLO-V e aNLO-V.

Os resultados obtidos mostraram que a inclusão do efeito do solvente é fundamental para uma adequada descrição de  $\beta$  e que o modelo implícito de solvatação empregado também desempenha um importante papel. No geral, recomenda-se que o protocolo já empregado em outros trabalhos, CAM-B3LYP/aNLO-V/IEF-PCM (UFF), que representou de forma adequada a tendência observada nos valores experimentais, é o mais adequado.

Finalmente, para moléculas que apresentem valores de  $\beta_{\text{expt.}} > 100 \times 10^{-30} \text{esu}$ , o protocolo computacional CAM-B3LYP/aNLO-V/SMD, que apresentou um DR de apenas 0,7% para a molécula DIA ( $\beta_{\text{expt.}} = 190 \times 10^{-30} \text{esu}$ ) deve ser considerado.

Considerando que os cálculos de Química Quântica são primordiais no desenvolvimento de novos candidatos à materiais ópticos, os resultados obtidos no presente trabalho contribuem fortemente nessa área de importância estratégica, porém de difíceis previsões teóricas e experimentais.

### Referências:

- ANTHUBER, S.; BENISCH, M. F.; RASCHER, R. Industry 4.0 in the fabrication of optical components: development, presence, and requirements. In: HABERL, A. et al. (Coord.). **Eighth European Seminar on Precision Optics Manufacturing**. Proceedings SPIE, 2021. v. 11853, p. 118530D.
- AVOGADRO. Avogadro: an open-source molecular builder and visualization tool. Version 1.2. Disponível em: < <http://avogadro.cc/>>. Acesso em: 10 out. 2021.
- BARONE, V.; COSSI, M. Quantum calculation of molecular energies and energy gradients in solution by a conductor solvent model. **The Journal of Physical Chemistry A**, v. 102, n. 11, p. 1995-2001, 1998.
- BECKE, A. Density-functional thermochemistry. III. The role of exact exchange. **The Journal of Chemical Physics**, v. 98, n. 7, p. 5648, 1993.
- BIBI, T. et al. Second-order NLO properties and two-states switching effects of transition metal redox complexes of iron and cobalt: A DFT study. **Journal of Molecular Graphics and Modelling**, v. 107, p. 107975, 2021.
- BORGHETTI, M. et al. Future sensors for smart objects by printing technologies in industry 4.0 scenario. **Energies**, v. 13, n. 22, p. 5916, 2020.
- BRANDÃO, I. et al. Applicability of DFT functionals for evaluating the first hyperpolarizability of phenol blue in solution. **The Journal of Chemical Physics**, v. 154, n. 9, p. 094501, 2021.
- CASTET, F. et al. Reference molecules for nonlinear optics: A joint experimental and theoretical investigation. **The Journal of Chemical Physics**, v. 136, n. 2, p. 024506, 2012.
- CHEN, Z.; OBAID, S. N.; LU, L. Recent advances in organic optoelectronic devices for biomedical applications. **Optical Materials Express**, v. 9, n. 9, p. 3843, 2019.
- CLARK, T. et al. Efficient diffuse function-augmented basis sets for anion calculations. III. † The 3-21+G basis set for first-row elements, Li–F. **Journal of Computational Chemistry**, v. 4, n. 3, p. 294-301, 1983.
- COLWELL, S. M. et al. The determination of hyperpolarizabilities using density functional theory. **Chemical Physics Letters**, v. 210, n. 1-3, p. 261-268, 1993.
- COSSI, M. et al., Energies, structures, and electronic properties of molecules in solution with the C-PCM solvation model. **Journal of Computational Chemistry**, v. 24, n. 6, p. 669-681, 2003.

- DELAIRE, J. A.; NAKATANI, K. Linear and nonlinear optical properties of photochromic molecules and materials. **Chemical Reviews**, v. 100, n. 5, p. 1817–1846, 2000.
- DINI, D.; CALVETE, M. J. F.; HANACK, M. Nonlinear optical materials for the smart filtering of optical radiation. **Chemical Reviews**, v. 116, n. 22, p. 13043–13233, 2016.
- DITCHFIELD, R.; HEHRE, W. J.; POPLE, J. A. Self-consistent molecular-orbital methods. IX. An extended Gaussian-type basis for molecular-orbital studies of organic molecules. **The Journal of Chemical Physics**, v. 54, n. 2, p. 724, 1971.
- EVANS, O. R.; LIN, W. Crystal engineering of materials based on metal–organic coordination networks. **Accounts of Chemical Research**, v. 35, n. 7, p. 511–522, 2002.
- FERREIRA, D. E. C. et al. Molecular properties of coordination compounds of the croconate ion with first-row divalent transition metals: a quantum mechanical study. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 18, n. 7, p. 1379–1387, 2007.
- GARMIRE, E. Nonlinear optics in daily life. **Optics Express**, v. 21, n. 25, p. 30532–30544, 2013.
- GHANAVATKAR, C. W.; MISHRA, V. R.; SEKAR, N. Review of NLO phoric azo dyes - Developments in hyperpolarizabilities in last two decades. **Dyes and Pigments**, v. 191, p. 109367, 2021.
- GOWER, M. C. Industrial applications of laser micromachining. **Optics Express**, v. 7, n. 2, p. 56–67, 2000.
- GU, B. et al. Molecular nonlinear optics: recent advances and applications. **Advances in Optics and Photonics**, v. 8, n. 2, p. 328–369, 2016.
- HANWELL, M. D. et al. Avogadro: An advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform. **Journal of Cheminformatics**, v. 4, p. 17, 2012.
- HARIHARAN, P. C.; POPLE, J. A. The influence of polarization functions on molecular orbital hydrogenation energies. **Theoretica Chimica Acta**, v. 28, p. 213–222, 1973.
- HEADLEY, A. D. Substituent effects on the basicity of dimethylamines. **Journal of the American Chemical Society**, v. 109, n. 8, p. 2347–2348, 1987.
- HEHRE, W. J.; DITCHFIELD, R.; POPLE, J. A. Self-consistent molecular orbital methods. XII. Further extension of Gaussian-type basis sets for use in molecular orbital studies of organic molecules. **The Journal of Chemical Physics**, v. 56, n. 5, p. 2257, 1972.
- HEHRE, W. J. et al. A scale of directional substituent polarizability parameters from ab initio calculations of polarizability potentials. **Journal of the American Chemical Society**, v. 108, n. 7, p. 1711–1712, 1986.
- KANIS, D. R.; RATNER, M. A.; MARKS, T. J. Design and construction of molecular assemblies with large second-order optical nonlinearities. Quantum chemical aspects. **Chemical Reviews**, v. 94, n. 1, p. 195–242, 1994.
- KARANASSIOS, V.; FITZGERALD, R. The Internet of Things (IoT) for a smartphone-enabled optical spectrometer and their use on-site and (potentially) for Industry 4.0. In: DRUY, M. A. et al. **Next-Generation Spectroscopic Technologies XI**. Proceedings SPIE, 2018. v. 10657, p. 1065705.

- KHALID, M. et al. First principles study of electronic and nonlinear optical properties of A–D– $\pi$ –A and D–A–D– $\pi$ –A configured compounds containing novel quinoline-carbazole derivatives. **RSC Advances**, v. 10, n. 37, p. 22273–22283, 2020.
- KLEMBT, S. Light detection nears its quantum limit. **Nature**, v. 597, n. 7877, p. 483–484, 2021.
- KULASEKERA, E. et al. DFT Calculation of Static First Hyperpolarizabilities and Linear Optical Properties of Metal Alkynyl Complexes. **Organometallics**, v. 33, n. 10, p. 2434–2447, 2014.
- KUZYK, M. G.; SINGER, K. D.; STEGEMAN, G. I. Theory of Molecular Nonlinear Optics. **Advances in Optics and Photonics**, v. 5, n. 1, p. 4–82, 2013.
- LEE, C.; YANG, W.; PARR, R. G. Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density. **Physical Review B**, v. 37, p. 785, 1988.
- LEVINE, B. F. Donor-acceptor charge transfer contribution to the second order hyperpolarizability. **Chemical Physics Letters**, v. 37, n. 3, p. 516–520, 1976.
- LI, H. et al. Flexible and stretchable inorganic optoelectronics. **Optical Materials Express**, v. 9, n. 10, p. 4023–4049, 2019.
- FRISCH, M. J. et al. **GAUSSIAN 09, Revision D.01**, Gaussian, Inc., Wallingford CT, 2009.
- MARDER, S. R.; BERATAN, D. N.; CHENG, L.-T. Approaches for optimizing the first electronic hyperpolarizability of conjugated organic molecules. **Science**, v. 252, p. 103–106, 1991.
- MARDER, S. R. et al. Large first hyperpolarizabilities in push-pull polyenes by tuning of the bond length alternation and aromaticity. **Science**, v. 263, n. 5146, p. 511–514, 1994.
- MARENICH, A. V.; CRAMER, C. J.; TRUHLAR, D. G. Universal solvation model based on solute electron density and a continuum model of the solvent defined by the bulk dielectric constant and atomic surface tensions. **The Journal of Physical Chemistry B**, v. 113, n. 18, p. 6378–6396, 2009.
- MAROULIS, G. Applying conventional ab initio and density functional theory approaches to electric property calculations. Quantitative aspects and perspectives. **Structure and Bonding**, v. 149, p. 95–129, 2012.
- MARTINEK, R. et al. Advanced methods for fiber-optic sensor signal processing. In: DU, H. H.; MENDEZ, A.; BALDWIN, C. S. (Coord.) *Fiber optic sensors and applications XV*. Proceedings SPIE, 2018. v. 10654, p. 106541D.
- MUHAMMAD, N. et al. Laser cutting of coronary stents: progress and development in laser based stent cutting technology. **Key Engineering Materials**, v. 660, p. 345–350, 2015.
- OSTROVERKHOVA, O. Organic optoelectronic materials: mechanisms and applications. **Chemical Reviews**, v. 116, n. 22, p. 13279–13412, 2016.
- OU DAR, J. L.; CHEMLA, D. S. Hyperpolarizabilities of the nitroanilines and their relation to the excited state dipole moment. **The Journal of Chemical Physics**, v. 66, n. 6, p. 2664–2668, 1977.

- PASCHOAL, D.; COSTA, M. F.; DOS SANTOS, H. F. NLO-X (X = I-III): New Gaussian basis sets for prediction of linear and nonlinear electric properties. **International Journal of Quantum Chemistry**, v. 114, n. 12, p. 796–804, 2014.
- PASCHOAL, D.; DOS SANTOS, H. F. Assessing the quantum mechanical level of theory for prediction of linear and nonlinear optical properties of push-pull organic molecules. **Journal of Molecular Modeling**, v. 19, n. 5, p. 2079–2090, 2013.
- PASCHOAL, D.; DOS SANTOS, H. F. Computational protocol to predict hyperpolarizabilities of large  $\pi$ -conjugated organic push-pull molecules. **Organic Electronics**, v. 28, p. 111–117, 2016.
- PIXABAY. Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/photos/verde-laser-raios-de-luz-1757807/>>. Acesso em 09 fev. 2022a.
- PIXABAY. Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/photos/tecnologia-de-fibra-%c3%b3ptica-luz-cabo-2749586/>>. Acesso em 09 fev. 2022b.
- PIXABAY. Disponível em <<https://pixabay.com/pt/photos/bitcoin-minera-%c3%a7%c3%a3o-processador-3369039/>>. Acesso em 09 fev. 2022b.
- PNGWING. Disponível em: <<https://www.pngwing.com/pt/free-png-yqfgr>>. Acesso em 09 fev. 2022.
- REIS, H. Problems in the comparison of theoretical and experimental hyperpolarizabilities revisited. **The Journal of Chemical Physics**, v. 125, n. 1, p. 014506, 2006.
- RIGHINI, G. C. et al. From flexible electronics to flexible photonics: A brief overview. **Optical Materials**, v. 115, p. 111011, 2021.
- SCALMANI, G.; FRISCH, M. J. Continuous surface charge polarizable continuum models of solvation. I. General formalism. **The Journal of Chemical Physics**, v. 132, n. 11, p. 114110, 2010.
- SEKINO, H.; BARTLETT, R. J. Molecular hyperpolarizabilities. **The Journal of Chemical Physics**, v. 98, n. 4, p. 3022–3037, 1993.
- STEPHENS, P. J. et al. Ab initio calculation of vibrational absorption and circular dichroism spectra using density functional force fields. **The Journal of Physical Chemistry**, v. 98, n. 45, p. 11623–11627, 1994.
- VELA, A.; GAZQUEZ, J. L. A relationship between the static dipole polarizability, the global softness, and the Fukui function. **Journal of the American Chemical Society**, v. 112, n. 4, p. 1490–1492, 1990.
- VIVAS, M. G. et al. Chapter 8 - First-order hyperpolarizability of organic molecules: hyper-Rayleigh scattering and applications. In: GUPTA, V. P.; OZAKI, Y. (Coord.). **Molecular and Laser Spectroscopy. Advances and Applications: Volume 2**. Amsterdam: Elsevier, 2020. p. 275–314.
- WANG, L. et al. The development of design and manufacture techniques for bioresorbable coronary artery stents. **Micromachines**, v. 12, n. 8, p. 990, 2021.
- WILLETTS, A.; RICE, J. E.; BURLAND, D. M. Problems in the comparison of theoretical and experimental hyperpolarizabilities. **The Journal of Chemical Physics**, v. 97, n. 10, p. 7590, 1992.

XUE, X. et al. Photoswitchable nonlinear optical properties of metal complexes. **Dalton Transactions**, v. 47, n. 1, p. 13–22, 2018.

YANAI, T.; TEW, D. P.; HANDY, N. C. A new hybrid exchange-correlation functional using the Coulomb-attenuating method (CAM-B3LYP). **Chemical Physics Letters**, v. 393, n. 1-3, p. 51-57, 2004.

## ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS DE CONSUMO INTELIGENTE DE ELETRICIDADE EM EDIFICAÇÕES EDUCACIONAIS DE MACAÉ - RJ

*Analysis of Smart Energy Consumption in educational buildings in Macaé-RJ*

Bruno Barzellay Ferreira da Costa<sup>5</sup>

Yan Brum Jardim<sup>6</sup>

João Pedro Alfradique de Oliveira<sup>7</sup>

**Resumo:** A acelerada prosperidade financeira proporcionada pelos vultosos investimentos na indústria do petróleo local, tornou a pequena cidade interiorana de Macaé, tradicionalmente embasada na economia agropecuária, em um pólo de negócios de reconhecimento internacional. Contudo, a crescente demanda por edificações residenciais, comerciais e educacionais, pressionou o ecossistema de construção civil local. Sendo assim, a infraestrutura predial do município foi arquitetada desconsiderando princípios básicos de eficiência energética, originando diversos transtornos pós-ocupação aos seus usuários, tais como: desconforto térmico e lumínico, necessidade constante do uso de equipamentos de climatização, e elevadas tarifas de energia. Portanto, o objetivo deste artigo é analisar estratégias de consumo inteligente de eletricidade em edificações educacionais da cidade de Macaé, por meio de visitas técnicas e simulações computacionais. A metodologia adotada neste trabalho fundamenta-se na identificação *in-loco* das diversas características que afetam o desempenho energético de três edificações pré-selecionadas, na sugestão de estratégias simples de redução de consumo, e no emprego de modelos computacionais desenvolvidos em softwares específicos visando a análise de sua efetividade. Concluiu-se que a adoção das estratégias propostas permitiria a efetiva redução de até 70% do consumo de luz artificial em duas das edificações estudadas, e a instalação de painéis fotovoltaicos reduziria ao mínimo a tarifa de energia elétrica da terceira edificação, com previsão do retorno do investimento em 29 meses. Este trabalho ressalta a importância do planejamento arquitetônico objetivando a eficiência energética para a qualidade de vida e o bem-estar financeiro dos usuários, e orienta que o projeto de novas edificações sejam avaliados com base em critérios bem definidos.

**Palavras-chave:** Eficiência energética; Edificações educacionais; Macaé; Sustentabilidade urbana.

---

<sup>5</sup> Professor Adjunto do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ - *Campus* de Macaé. Possui Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense - UFF (2008), Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense - UFF (2010), Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense - UFF (2018)

<sup>6</sup> Graduando em Eng. Civil. UFRJ. yanbrumjardim@gmail.com

<sup>7</sup> Graduando em Eng. Civil. UFRJ. jp.alfoliveira@gmail.com

**Abstract:** The accelerated financial prosperity provided by the large investments in the local oil industry, transformed the small town of Macaé, traditionally based on the agricultural economy, in a business center of international recognition. However, the growing demand for residential, commercial and educational buildings has put pressure on the local civil construction ecosystem. Thus, the building infrastructure of the municipality was designed disregarding basic principles of energy efficiency, causing several post-occupancy disorders to its users, such as: thermal and luminous discomfort, constant need for the use of air conditioning equipment, and high energy tariffs. Therefore, the purpose of this article is to analyze strategies for smart consumption of electricity in educational buildings in the city of Macaé, through technical visits and computer simulations. The adopted methodology is based on the *in loco* identification of the characteristics that affect the energy performance of three pre-selected buildings, on the suggestion of simple strategies to reduce consumption, and on the use of computational models developed in software aimed at analyzing its effectiveness. It was concluded that the adoption of the proposed strategies would allow an effective reduction of up to 70% of the consumption of artificial light in two of the studied buildings, and the installation of photovoltaic panels would reduce electricity tariff of the third building to a minimum, with an expected return of the investment in 29 months. This work emphasizes the importance of architectural planning aimed at energy efficiency for the quality of life and financial well-being of users, and guides that the design of new buildings be evaluated based on well-defined criteria.

**Keywords:** Energy efficiency; Educational Buildings; Macaé; Urban Sustainability.

## 1. Introdução

A construção civil é o setor econômico que mais consome recursos naturais em todo o mundo. Isto porque sua influência sobre o meio ambiente não ocorre somente durante as etapas de construção dos empreendimentos, sejam eles residenciais, comerciais, industriais, ou educacionais, mas também, e principalmente, durante o seu período de operação, ou seja, no mínimo 50 anos. Considerando-se que a etapa de construção do imóvel propriamente dita representa menos de 10% desse tempo, é possível concluir que a maior parte do serviço destes imóveis está destinada à fase de operação, que nada mais é que sua utilização pela sociedade. Com isso, atualmente, as edificações consomem aproximadamente 40% de toda a energia produzida no mundo e, conseqüentemente, são responsáveis pela emissão de 30% dos gases de efeito estufa lançados na atmosfera [1-3].

Tendo em vista o contínuo desenvolvimento de novos equipamentos eletrônicos e sua utilização cada vez mais acentuada, estima-se que a demanda por energia nas edificações, a qual já é expressiva, se intensificará a uma taxa de 1,5% ao ano até 2040 [3,4]. Neste contexto, o conceito de eficiência energética entendido como “um atributo inerente à edificação representante de seu potencial em possibilitar conforto térmico, visual e acústico aos seus usuários com baixo consumo de energia” [5], vem ganhando força ao longo das últimas décadas, viabilizando o desenvolvimento de novas tecnologias e, sobretudo, uma profunda modificação cultural acerca do envolvimento humano com o habitat construído e natural. Considerando que mais de 87% da população brasileira já vive em centros urbanos [6], o conceito de sustentabilidade aplicado às edificações vem conquistando a atenção de pesquisadores, empresários e tomadores de decisão, visto que o ambiente planejado, projetado, construído e usufruído de forma sustentável contribui para a preservação do meio natural, ao mesmo tempo, em que consegue gerar economia financeira. Portanto, ações que visem a mitigação do consumo destes recursos ou seu aproveitamento de forma mais eficiente são bem-vindas, pois possibilitam a geração de economia significativa durante todo o ciclo de vida do produto.

Existem basicamente duas formas de tornar uma edificação mais eficiente energeticamente em sua etapa de operação [7]. A primeira é a introdução de sistemas próprios de geração por meio de tecnologias alternativas, tais como: solar, eólica, térmica, biomassa, dentre outras. De fato, ao produzir sua própria energia o usuário reduz sua dependência dos sistemas tradicionais de geração e distribuição, mitigando os impactos que os recorrentes aumentos das tarifas provocam no orçamento de operação da edificação. Contudo, estas tecnologias, em especial a primeira, já se encontram bem difundidas. Somente em Macaé e região dezenas de empresas já se especializaram na prestação deste serviço aos usuários finais, tornando o mercado

um tanto quanto saturado. Além disso, o desenvolvimento de soluções inovadoras nesta linha de atuação é complexa, uma vez que demanda investimentos volumosos em equipamentos e materiais. Dessa forma, a utilização de energias renováveis foi utilizada como recurso secundário neste trabalho.

Sendo assim, optou-se por priorizar neste estudo a segunda forma de aprimorar a eficiência energética das edificações, que é por meio da redução do consumo. Apesar de óbvia, esta não é uma solução trivial. Nos dias atuais é impensável a hipótese de manter um ambiente de trabalho confortável sem a utilização de equipamentos de ar-condicionado e iluminação artificial, especialmente em regiões de clima tropical. Entretanto, existem estratégias simples, eficazes e de baixo custo de implementação que visam um aproveitamento mais racional destes recursos, tais como: emprego correto da iluminação natural; dimerização da iluminação artificial; estabelecimento de layouts adequados propiciando a ventilação natural; utilização de equipamentos eletroeletrônicos mais eficientes; seleção correta de materiais e cores a serem utilizados como revestimentos; determinação de padrões corretos de operação de elementos de sombreamento, como cortinas e brises; dentre outras. Tais proposições vêm logrando êxito no meio acadêmico, como demonstrado em inúmeros estudos científicos já publicados [8-11], porém se percebe que, na prática, poucas corporações se beneficiam deste conhecimento.

Portanto, o objetivo deste artigo é analisar estratégias de consumo inteligente de eletricidade em edificações educacionais da cidade de Macaé, por meio de visitas técnicas e simulações computacionais. A metodologia adotada neste trabalho fundamenta-se na identificação *in-loco* das diversas características que afetam o desempenho energético de três edificações pré-selecionadas, na sugestão de estratégias simples de redução de consumo. Tal como no emprego de modelos computacionais desenvolvidos em softwares específicos visando a análise de sua efetividade. Espera-se com este trabalho ressaltar a importância do planejamento arquitetônico objetivando a eficiência energética para a qualidade de vida e o bem-estar financeiro dos usuários. Para que o projeto de novas edificações seja avaliados com base em critérios bem definidos, levando-se em conta as consequências destes empreendimentos no avanço científico e da qualidade de vida da população macaense.

Após esta introdução, o estudo encontra-se estruturado em três seções adicionais. A seção 2 descreve o procedimento metodológico aplicado ao estudo. A seção 3 descreve as descobertas da pesquisa e discute seus resultados. Por fim, a seção 4 resume as conclusões e expõe sugestões para futuras investigações.

## 2. Materiais e Métodos

A etapa inicial do trabalho consistiu no levantamento de informações técnicas e detalhes construtivos que influenciam no desempenho energético de cada uma das edificações analisadas. Para tanto, foram coletados dados referentes a: localização, número de pavimentos, dimensões, áreas, quantidade de salas e seus respectivos usos, orientação das fachadas e elementos de proteção solar. Posteriormente, foram desenvolvidos modelos computacionais das edificações utilizando softwares específicos, tais como: Autodesk Revit; Autodesk AutoCAD; DIALux Evo e Analysis SOLAR. Nestes modelos foram adicionadas informações técnicas como o georreferenciamento da edificação em relação ao Norte, assim como os elementos sombreadores, sejam eles constituídos por edificações adjacentes ou por elementos de proteção solar já instalados na edificação, de modo a possibilitar uma maior compreensão a respeito da incidência solar sobre os ambientes avaliados. A carta solar da região foi utilizada para a definição da máscara de sombra dos edifícios, facilitando as análises da disponibilidade de iluminação natural em cada um deles. Além disso, foi adicionado a estes modelos o posicionamento de cada dispositivo de iluminação artificial presente na edificação, considerando-se características como a capacidade de iluminação e o consumo energético.

Uma característica relevante dos ambientes analisados é o grau de refletância dos materiais de revestimento das suas superfícies (piso, paredes, e forro). A definição deste valor foi realizada por meio do método do papel branco, com uso de um luxímetro modelo TLux-100 digital da marca Incoterm, que consiste em um sensor fotométrico de silício. O método do papel branco para medições com luxímetro fundamenta-se na atribuição de uma refletância de 90% para uma folha de papel branco, cujo nível de iluminância deve ser comparada àquela apresentada pela amostra em questão. O nível de iluminância da superfície em estudo foi calculado por meio da Eq. (1):

$$\rho = \frac{E_c \cdot 90}{E_p} \text{Eq. (1)}$$

Onde:

$\rho$  = refletância da amostra (%);

$E_c$  = Nível de iluminância refletida pela amostra (lux);

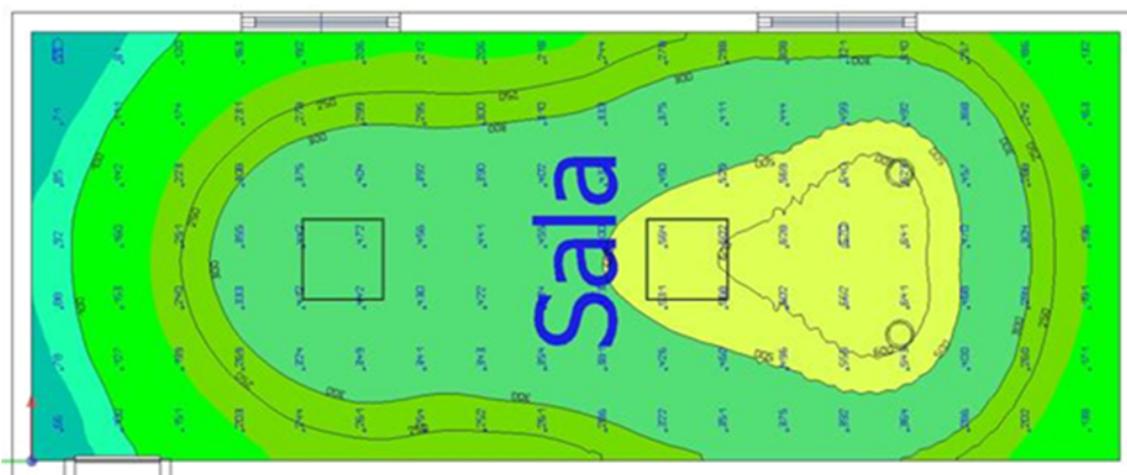
$E_p$  = Nível de iluminância refletida pelo papel branco (lux);

90 = Valor adotado para a refletância do papel branco (em %).

Este procedimento foi realizado para as paredes, divisórias e piso. Para o forro, foi utilizado o valor padrão de refletância para a cor branca, disponível no software DiaLux. Uma

vez coletados esses dados, e desenvolvidos os modelos de cada sala analisada nas edificações, são realizadas as simulações de iluminação para uma série de cenários relevantes (como o cenário atual e um cenário com elementos otimizados, para diferentes dias e horários), considerando o perfil de uso para cada caso. Com as simulações, uma variedade de dados é gerada pelo *software*, como os gráficos de isolinhas e cores falsas, além de valores numéricos absolutos que auxiliam a análise dos resultados obtidos de forma visual e objetiva (Figura 1). Por meio do resultado destas simulações são propostas estratégias para melhorar a eficiência energética das edificações em estudo. Essas sugestões podem englobar não só os elementos de iluminação artificial, como também o correto uso de sistemas de ventilação (natural ou artificial), ou até mesmo a possível geração de energia, caso seja observado que a edificação possui grande potencial para tal.

**Figura 1** – Exemplo de simulação da distribuição lumínica de uma sala.



**Fonte:** Elaborado pelo autor

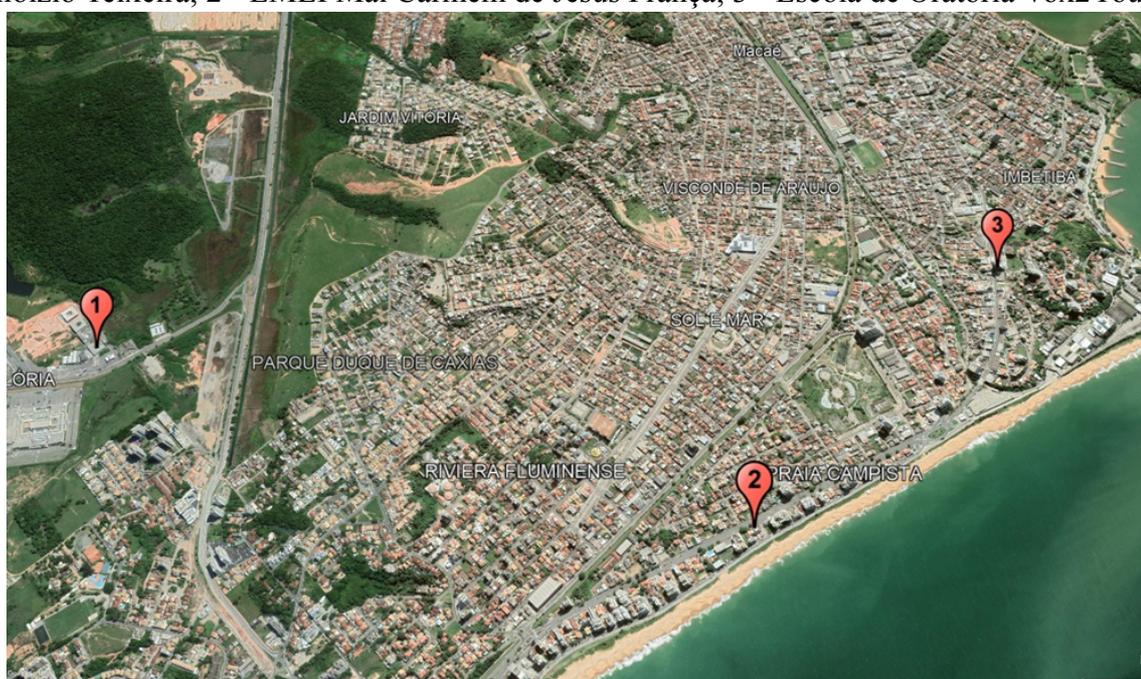
Podemos então, de forma objetiva, definir a metodologia através dos seguintes passos:

- 1 – Obtenção ou desenvolvimento do projeto arquitetônico da edificação analisada;
- 2 – Exportação do arquivo em AutoCad para o *software* de simulação lumínica DIALux, incluindo características específicas de cada ambiente de estudo, como posição de iluminação artificial e/ou situação de iluminação natural;
- 3 – Otimização do sistema de iluminação escolhido, sendo ele natural ou artificial;
- 4 – Realização da rotina de simulação, com obtenção de isolinhas, diagramas numéricos, gráfico de cores falsas, e de representações 3D renderizadas;
- 5 - Compilação e análise dos resultados.

### 3. Resultados e Discussão

De forma a obter uma análise mais objetiva dos resultados obtidos, cada estudo de caso será abordado separadamente, ressaltando-se suas devidas particularidades, assim como as possíveis soluções encontradas para os problemas observados. A Figura 2 apresenta a localização exata de cada uma das três edificações analisadas no mapa da cidade de Macaé.

**Figura 2** - Mapa dos Edifícios Contemplados pelo Estudo. 1 - Bloco A do Campus Aloizio Teixeira; 2 - EMEI Mai Carmem de Jesus França; 3 - Escola de Oratória Vox2You



Fonte: Google Earth

#### 3.1. Estudo de Caso 1 - Bloco A do Campus Aloísio Teixeira

A edificação objeto do estudo situa-se na Avenida Aloizio da Silva Gomes, 50 – Novo Cavaleiros, local conhecido como Polo Universitário de Macaé. Nesse endereço, distribuídos pelos seus cinco edifícios, encontram-se em funcionamento a Secretaria de Educação de Macaé, e os *Campi* da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, da Universidade Federal Fluminense – UFF, da Faculdade Professor Miguel Ângelo da Silva Santos – FeMASS, e do Colégio de Aplicação de Macaé – CAP, estes dois últimos operando atualmente no Bloco A, o objeto de estudo desta seção.

O Bloco A classifica-se como uma edificação quadrada, com fachadas de aproximadamente 42 metros (Figura 3). É composta por pavimento térreo, 2º e 3º pavimentos, totalizando 4.422,48 m<sup>2</sup>, além da área de telhado. Possui pátio lateral amplo que dá acesso aos demais blocos e um jardim central descoberto, no formato de átrio. Cada andar possui sanitários

feminino e masculino. O pavimento térreo é basicamente composto por salas destinadas ao setor administrativo e ao auditório, enquanto o 2º e o 3º pavimento acomodam salas de aula e laboratórios. O acesso ao 2º e 3º pavimento é feito por meio de duas caixas de escada e por uma rampa. Estas informações foram obtidas por meio do projeto arquitetônico fornecido pela Secretaria Adjunta de Ensino Superior, e complementadas por visitas *in-loco*, registros fotográficos e entrevistas com os usuários da edificação. Neste trabalho optou-se pela análise dos pavimentos 2 e 3 da edificação, visto que são constituídos de salas de aula com alta potência instalada de iluminação e amplamente utilizados no período noturno.

**Figura 3** – Fachada principal do Bloco A do Campus  
Aloísio Teixeira



**Fonte:** Acervo pessoal

O modelo da edificação em Building Information Modelling (BIM) utilizado para a realização do estudo solar foi gentilmente cedido pelo docente Leandro Tomaz Knopp, professor vinculado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro – *Campus Macaé*. O docente é responsável pela disciplina de Introdução ao BIM, oferecido como eletiva para os cursos de engenharia da instituição. Este modelo foi georreferenciado no programa Revit para sua localização real e orientado conforme sua posição referente ao Norte verdadeiro. A partir daí foram simuladas as diversas condições solares de hora em hora para os dias 21 de dezembro e 21 de junho, equivalentes aos Solstícios de verão e de inverno, respectivamente. Estes dias representam as condições extremas de sol, onde o mesmo se posiciona ou em sua trajetória mais baixa, ou em sua trajetória mais alta.

Devido à sua orientação em relação ao norte verdadeiro, todas as fachadas do edifício apresentam boa captação de radiação solar, o que pode favorecer o uso da iluminação natural, caso os elementos de proteção solar existentes sejam empregados corretamente. Foi possível diagnosticar entre os elementos de proteção solar: brises verticais fixos incorporados à estrutura do edifício, situados nas fachadas sudoeste e noroeste, e brises verticais metálicos móveis em conjunto com brises verticais fixos, situados nas fachadas sudeste e nordeste. No 3º pavimento de todas as fachadas, percebe-se que o beiral da edificação atua também como brise horizontal.

Os elementos de proteção solar foram contemplados na etapa de projeto, entretanto, pôde-se verificar que alguns brises encontram-se danificados, o que pode prejudicar o desempenho termo-luminoso da edificação. Além disso, a utilização de brises móveis manuais, apesar de dinâmica e funcional, depende diretamente da proatividade e conhecimento de sua operação por parte dos usuários, que precisam conhecer as condições ideais de posicionamento dos brises para cada época do ano e condição de céu para que possam posicionar as estruturas de forma eficiente.

A etapa inicial necessária para a avaliação da iluminação artificial atualmente empregada no edifício em estudo é o levantamento do correto posicionamento de cada lâmpada ou conjunto de lâmpadas nos ambientes analisados. Para tanto, com o uso de uma trena eletrônica, foi realizada a medição *in-loco* da disposição de todos os dispositivos de iluminação artificial das salas. Atualmente, grande parte das salas visitadas utilizam lâmpadas fluorescentes tubulares, com potências de 32 watts cada, da fabricante OSRAM, modelo FO32w/640-K378 white.

Os ambientes estudados apresentam basicamente as mesmas características, constituídos de paredes pintadas na cor marfim, tetos revestidos com forro na cor branco gelo, divisórias na cor bege e pisos de granilite. Portanto, foram adotados valores distintos de refletância para cada uma destas superfícies, com exceção dos forros. Devido à dificuldade em se realizar o procedimento em altura, empregou-se para este elemento uma refletância de 59% obtida diretamente a partir do banco de dados do software DIALux.

Os resultados deste estudo foram obtidos por meio de simulação computacional, entretanto, para fins de calibração do modelo, foi utilizada rotina experimental, publicada em estudo prévio em uma das salas da edificação [12]. Por fim, empregou-se o software DIALux com o objetivo de verificar se o output do software estava de acordo com os dados aferidos experimentalmente.

Os dispositivos selecionados para substituir os existentes pertencem ao catálogo da fabricante Phillips, modelo WT470C LED42S/840 PSU WB TW1 L1300, com 30,5 watts de potência e fluxo luminoso de 4100 lúmens. É importante destacar que este modelo foi utilizado

para fins ilustrativos, de forma a ressaltar a oportunidade de redução de consumo ao optar-se por lâmpadas mais eficientes. Contudo, em estudos práticos, as lâmpadas reais, com suas características próprias, devem ser consideradas na simulação. O cálculo do consumo médio mensal tanto para o cenário atual quanto para o cenário proposto foi realizado considerando-se que todas as lâmpadas permanecerão ligadas diariamente das 17:00 até às 22:00 horas durante uma média de 22 dias úteis por mês. Percebe-se que a iluminação proposta apresenta maior rendimento lumínico, além de demandar menor quantidade de energia para operar. Concluiu-se que a redução total de consumo pode chegar a 496,28 kWh, ou seja, quase 50% do consumo atual.

Além da substituição das lâmpadas atuais por modelos mais eficientes e do remanejamento das mesmas visando melhor aproveitamento do fluxo luminoso, existem outras estratégias que podem ser empregadas para aprimorar a eficiência energética, dentre as quais destacamos:

- **Utilização de materiais com maior refletância** - Nos ambientes estudados, pode-se perceber que os elementos construtivos, como paredes e pisos, apresentam valores reduzidos de refletância. Com isso, sugere-se que ao planejar a reforma dos ambientes, especialmente as paredes, sejam escolhidas tonalidades e padrões de acabamento mais reflexivos, que contribuirão para uma maior uniformidade na difusão dos feixes luminosos. Ao se analisar o emprego de uma tinta com refletância de 80% nas paredes, pode-se perceber que os resultados divergem bastante em diversos pontos de medição, destacando-se a melhor distribuição obtida com o material de maior refletância, especialmente em pontos próximos às paredes, os quais são, reconhecidamente, locais problemáticos para a difusão da iluminação. Essa seria uma estratégia eficaz e de baixo custo, pois as paredes precisam ser pintadas periodicamente.
- **Divisão adequada dos circuitos de iluminação** - A segunda estratégia proposta é a divisão adequada dos circuitos de acionamento dos dispositivos de iluminação artificial. Atualmente, verificou-se que a divisão desses circuitos nas salas não obedece a um critério lógico e, com isso, os usuários são invariavelmente compelidos a acionar todas as luzes do ambiente para obter níveis mínimos de luminosidade, gerando desperdício. Portanto, sugere-se que os circuitos sejam reorganizados em zonas paralelas às janelas da edificação. A primeira zona localiza-se próximo às janelas da sala de aula, a segunda zona no meio da sala e a terceira zona no canto oposto às aberturas. Com isso, possibilita-se o acendimento progressivo das zonas conforme necessário, economizando-se energia.

### 3.2. Estudo de Caso 2 - Escola Municipal de Educação Infantil Mai Carmen de Jesus França

A edificação onde funciona a Escola Municipal de Educação Infantil Mai Carmen de Jesus França, objeto do estudo, situa-se na Avenida Nossa Senhora da Glória, 745 – Praia Campista, Macaé, em um terreno de 356,19 m<sup>2</sup> posicionado na interseção desta com a Rua Sargento Francisco Pereira da Silva (Figura 4). A edificação apresenta formato predominantemente retangular, com fachadas frontal e de fundos de aproximadamente 25,30 metros, e uma fachada lateral de 9,10 metros. É composta por pavimento térreo e pavimento superior, totalizando 403,00 m<sup>2</sup>. O telhado é do tipo colonial, composto por estrutura de madeira e telhas cerâmicas. Possui pátios, frontal (de acesso ao interior da edificação) e lateral (área de lazer), além de uma área de serviço descoberta nos fundos.

**Figura 4** – Fachada principal da Escola Municipal de Educação Infantil Mai Carmen de Jesus França



Fonte: Acervo pessoal

O pavimento térreo é composto por hall de entrada, vestiário, sanitários masculino e feminino, refeitório, cozinha, área de serviço, lavanderia, corredor de circulação e três salas de aula, de aproximadamente 16 m<sup>2</sup> cada. O pavimento superior é composto por sala da direção, almoxarifado, sanitários masculino e feminino, secretaria, sala de professores, corredor de circulação, e quatro salas de aula, de aproximadamente 17 m<sup>2</sup> cada. O acesso ao pavimento superior é realizado por meio de duas escadas, posicionadas nas extremidades da edificação. Neste trabalho, optou-se pela análise das salas de aula dos pavimentos superior e térreo, da sala da direção, da secretaria e da sala dos professores, visto que são ambientes de uso intensivo, ou seja, são habitados durante todo, ou quase todo o período de expediente da instituição.

A orientação solar das fachadas do edifício foi obtida por meio do aplicativo Google Earth. Com isso, verificou-se que a fachada com menor número de aberturas, a fachada lateral,

está orientada para nordeste, captando assim, predominantemente, o sol da manhã, enquanto a fachada com o maior número de aberturas, a fachada frontal, está orientada para noroeste, experimentando alto grau de radiação solar durante a maior parte do dia. Esta característica é interessante para o aproveitamento da iluminação natural, objetivo deste estudo, porém requer cuidados especiais, de forma a evitar a absorção de calor, que pode ser prejudicial ao conforto térmico dos usuários.

Por meio da análise dos projetos fornecidos e de registros fotográficos, foi possível diagnosticar entre os elementos de proteção solar: brises verticais fixos incorporados à estrutura do edifício, situados na fachada noroeste e nordeste. Assim como, brises horizontais fixos, situados na fachada noroeste. No pavimento superior percebe-se que o beiral da edificação atua também como brise horizontal.

Foi observado que os elementos de proteção solar verticais foram contemplados na etapa de projeto, porém não foi possível averiguar se sua inclusão foi realizada especificamente para controle da radiação solar ou para fins estéticos. No caso dos brises horizontais, fomos informados pelas responsáveis pela instituição que os mesmos foram recentemente instalados, em uma tentativa de reduzir o calor nos ambientes.

Sendo assim, este estudo procedeu o cálculo dos brises ideais para a edificação. O resultado do processo de cálculo apontou que o sistema de proteção solar ideal para a edificação seriam brises horizontais conjugados a brises verticais. Porém, concluiu-se que os brises atuais, ainda que instalados com carência de dimensionamento, atendem às necessidades técnicas impostas pela arquitetura da edificação e por sua orientação solar, logo, não foi sugerida sua reestruturação. No caso dos brises verticais, estes seriam de grande ajuda para bloquear o sol da tarde, entretanto, sua instalação poderia ser custosa e descaracterizaria totalmente a arquitetura da edificação. Por isso, não foram recomendados.

Foram realizadas as medições de refletância para as paredes internas brancas e azuis, divisórias, muro externo e piso. Com isso, percebeu-se que para as divisórias o valor calculado para as refletâncias se mostrou bem elevado (95%), o mesmo aconteceu para as paredes brancas, cujos cálculos apontaram um valor de 105%, o que, na verdade, não é viável, pois desta forma o elemento medido estaria refletindo uma quantidade maior de luz do que aquela que ele recebe. Sabemos que o método empregado pode levar a inconsistências nas medições e, por isso, visando não propagar erros, optou-se por empregar tanto para as paredes brancas quanto para as divisórias uma refletância de 90%.

Com base nas informações obtidas, foram realizadas ao todo 660 simulações por meio do Software DIALux, sendo estas divididas em três rodadas de simulação para cada sala:

Rodada 1 – Situação antiga. Salas sem brises horizontais.

Rodada 2 – Situação atual. Salas com brises horizontais.

Rodada 3 – Situação futura. Proposta de ampliação das janelas de todas as salas, de forma a elevar os níveis de iluminação natural.

Abaixo encontram-se listados os resultados obtidos para cada um dos ambientes analisados após a avaliação das três rodadas de simulação.

#### a) Salas 1 e 2 – Andar Superior

As salas em questão estão voltadas para a fachada noroeste, recebendo assim altos níveis de incidência direta de radiação solar entre as 10:30h e 15:30h, o que pode vir a prejudicar o desempenho térmico do ambiente caso as janelas não sejam devidamente sombreadas. No verão, quando a trajetória solar atinge ângulos mais elevados em relação ao horizonte, a concentração de sol ocorre especialmente na região próxima à janela, o que pode levar ao ofuscamento do usuário localizado naquela área. Neste sentido, o brise horizontal recentemente instalado atuou de maneira efetiva, protegendo a abertura e reduzindo quantidade de luz penetrante em cerca de 30%. Contudo, apesar das janelas possuírem dimensões consideráveis (2,00 m x 1,20 m), a sua área útil de iluminação (ou seja, a porção da janela que permite a passagem de luz) é reduzida, e o formato da sala de aula é retangular, com a janela localizada em seu lado mais estreito, características estas que não contribuem para uma distribuição efetiva da luz natural. Sendo assim, foi proposta uma intervenção nas esquadrias, para a aumentar sua área útil de iluminação.

A estratégia se provou eficaz para as estações mais quentes do ano, permitindo uma autonomia de luz natural durante quase todo o dia. Com isso, as lâmpadas só precisariam ser acionadas antes das 09:00h e a partir das 16:00h em dias de céu claro. No entanto, nas estações de clima mais ameno, o sol atinge inclinações mais baixas em relação ao horizonte, adentrando as salas mais profundamente. Este não é um problema para os primeiros períodos da manhã até o meio do dia, devido aos brises horizontais existentes, porém à tarde, há uma tendência de penetração de raios solares diretos, o que não é desejado. Contudo, uma vez que nas estações mais amenas a cidade de Macaé normalmente não registra temperaturas muito elevadas, sugere-se a ampliação das áreas úteis de passagem de luz natural nas esquadrias, em conjunto com a instalação de persianas confeccionadas em material com alto grau de reflexão, de forma que as mesmas possam ser operadas bloqueando a radiação solar direta nestes horários e permitindo a penetração de luz refletida e difusa no ambiente. Com isso, a sala contará com autonomia de luz natural entre 09:00h e 16:00h, especialmente no final da tarde, mesmo nas estações mais frias do ano.

Normalmente a instalação de anteparos internos, como cortinas, não são indicados para bloqueio da radiação solar, pois impedem a passagem de luz, mas não de calor. Porém, neste caso em específico, onde as temperaturas não tendem a ser elevadas no inverno, esta pode ser uma opção que apresenta boa relação custo-benefício.

#### b) Salas 3 e 4 – Andar Superior

As salas 3 e 4 do andar superior, ao contrário das salas 1 e 2 supracitadas, são compostas por apenas uma janela cada. Com isso, sua autonomia de luz natural tende a ser menor. Isto ocorre especialmente na sala 4, a qual é a única que apresenta uma janela com dimensões menores (1,50m x 1,20m) que as demais (2,00m x 1,20m). Sendo assim, nos dois casos, recomenda-se a ampliação da área de iluminação útil das janelas, com instalação de cortinas venezianas produzidas com material de alta refletividade. Com isso, mediante a correta operação deste instrumento, espera-se obter autonomia de luz natural no período entre 09:00h e 15:00h.

É relevante ressaltar que as salas de aula do andar superior são acessadas por meio de amplo e arejado corredor de circulação. Este conta com janelas orientadas para o Sul (direção do mar), que apesar de confrontadas frontalmente pela lateral do edifício vizinho, são naturalmente sombreadas e recebem fluxo de ar constante proveniente da brisa do mar, que fica localizado poucos metros à frente. Sendo assim, recomenda-se que estas janelas sejam mantidas constantemente abertas, assim como a porta das salas de aula. Além disso, sugere-se, em caso de intervenção maior a ser realizada na edificação, que as paredes das salas do andar superior (onde se localizam as portas das salas) recebam também uma janela. Esta nova abertura viabilizaria um maior fluxo da brisa do mar para o interior das salas, garantindo ventilação cruzada. A inclusão destas janelas também ajudaria a nivelar a distribuição da iluminação natural nas salas, pois a claridade proveniente do corredor incidiria justamente na parte mais afastada da janela principal da sala, a qual é a região mais escura da mesma.

#### c) Salas 1, 2 e 3 – Andar Inferior

As salas 1, 2 e 3 do andar inferior possuem praticamente as mesmas características. Mesmo formato retangular, mesmo posicionamento e tamanho das esquadrias e, por isso, serão analisadas em conjunto. Estas diferem daquelas posicionadas no andar superior, pois apesar do mesmo formato retangular, contam com maior número de esquadrias (duas janelas de 2,00m x 1,20m em cada sala), as quais encontram-se posicionadas em seu lado maior, favorecendo a distribuição de luz natural. Neste contexto, percebe-se que os brises recém-instalados contribuem para uma redução da concentração de calor no período da tarde. Além disso, algumas janelas

deste pavimento contam com brises verticais anexados à estrutura do edifício, os quais proporcionam proteção extra contra o sol de final de tarde.

A análise das simulações indicou que a configuração atual destas salas já proporciona boa autonomia de luz natural, tanto no verão quanto no inverno e, por consequência, não é recomendável aumentar a área útil de iluminação destas aberturas. Isto poderia ocasionar excesso de insolação no ambiente, especialmente no período das 10:00h às 15:00h em dias de céu claro nas estações mais frias do ano, quando o sol percorre trajetórias de menor altitude. Portanto, sugere-se, em detrimento de uma maior área de passagem de luz nas janelas, a realização de um posicionamento dinâmico das cadeiras dos alunos. Recomenda-se que nas estações mais quentes do ano as cadeiras sejam posicionadas mais próximo às janelas, de forma paralela às mesmas até o meio-dia. E no centro da sala, também de forma paralela às janelas no período da tarde. Com isso, estima-se que a iluminação artificial deverá ser acionada somente a partir das 16:30h.

Por outro lado, nas estações mais frias do ano, as cadeiras devem ser situadas também paralelamente às janelas, porém mais afastadas das mesmas, visto que nesta época o sol tende a penetrar mais fundo no ambiente, podendo gerar níveis excessivos de iluminação nas regiões próximas às janelas, causando ofuscamento. Desta forma, estima-se que a iluminação artificial deverá ser acionada no período anterior às 09:00h e após as 16:00h.

#### d) Sala dos Professores

Na sala dos professores a instalação dos brises horizontais foi benéfica, especialmente para as estações mais quentes. A sala em questão apresenta uma particularidade em relação as demais, uma vez que possui uma bancada molhada posicionada paralelamente e adjacente ao peitoril da janela. Com isso, os usuários posicionam-se na região mais afastada da janela, ou seja, a que apresenta menor nível de iluminação natural. Desta forma, para manter níveis aceitáveis de iluminação, as lâmpadas precisam se manter acionadas por quase todo o expediente nos meses mais quentes do ano. Por outro lado, nos meses mais frios, quando a trajetória solar é mais inclinada, os níveis de luz natural tendem a se manter aceitáveis entre as 09:00h e 15:00h. Sendo assim, uma vez que este ambiente não apresenta uso contínuo, recomenda-se a manutenção da sua estrutura atual.

#### e) Secretaria

Atualmente a secretaria da instituição é ocupada por uma única usuária, cuja mesa de trabalho encontra-se posicionada à esquerda da janela, a qual atualmente não conta com nenhum tipo de proteção solar. Verificou-se que, nas condições atuais, a sala proporciona bons níveis de

iluminação natural em dias de céu claro, uma vez que devido à baixa densidade de ocupação, não se faz necessário o posicionamento de estações de trabalho em regiões próximas à abertura. Contudo, a análise das simulações computacionais identificou um possível período de desconforto entre as 14:00h e 16:00h nas estações mais frias do ano, quando o nível de incidência de luz natural pode atingir valores elevados, causando ofuscamento na estação de trabalho atual.

Sendo assim, não se recomenda a ampliação da área útil de iluminação desta janela, assim como a instalação de brise horizontal sobre a mesma também não parece apresentar uma relação custo-benefício satisfatória. Portanto, sugere-se a instalação de uma cortina veneziana produzida com material de propriedade reflexiva, que deve ser acionada no período acima especificado para bloquear a incidência solar direta e permitir a passagem de luz refletida e difusa.

#### f) Sala da Direção

A sala da Direção apresenta características diversas das demais. É a única sala orientada para a direção nordeste, recebendo elevados níveis de radiação solar direta, especialmente no período da manhã. Uma vez que capta o sol nascente (baixa elevação em relação ao nível do horizonte), seus raios penetram profundamente no cômodo independentemente da época do ano. Este ambiente é continuamente ocupado por duas usuárias, em estações de trabalho fixas, uma posicionada perpendicularmente e adjacente à janela (captando incidência solar direta nas estações mais quentes do ano) e outra situada em frente à janela no outro lado da sala (captando incidência solar direta nos meses mais frios do ano). Ou seja, a despeito do período do ano, alguma usuária trabalhará em desconforto no período da manhã. Apesar disto, em entrevista para este projeto, as usuárias relataram que, excluindo o período matutino, as mesmas se sentem confortáveis quanto à quantidade de luz natural disponível ao longo do dia em dias de céu claro, e que frequentemente não sentem necessidade de acionar a iluminação artificial durante boa parte do expediente.

Atualmente a sala não possui brises fixos, e verificou-se que a instalação do mesmo modelo de brises recém-introduzidos nas demais janelas não seria produtivo, pois os mesmos não são adequados para bloquear o sol das primeiras horas do dia. Também foi verificado que a ampliação da área útil de iluminação das janelas aumentaria em muito o nível de radiação solar na sala, não só pela manhã, como também à tarde, o que poderia causar ofuscamento nas usuárias. Portanto, sugere-se a manutenção do tamanho atual da abertura, porém são necessárias medidas para bloquear a incidência solar pela manhã. Uma opção seria a instalação de cortinas,

porém, ao contrário das demais salas, a orientação solar desta abertura exigiria que as mesmas se mantivessem fechadas durante praticamente todo o período da manhã, obrigando o acionamento da iluminação artificial.

Sendo assim, uma opção interessante seria a instalação de um brise móvel. Neste caso, um toldo de inclinação variável atenderia às necessidades, pois permitiria seu acionamento no período da manhã, em inclinação suficiente para bloquear a radiação direta, não sendo necessária a total obstrução da abertura. Com isso, permitiria-se que a luz refletida e difusa continuasse adentrando o ambiente e garantindo um nível mínimo de autonomia de luz natural no período da manhã. Após o meio-dia o anteparo poderia ser totalmente recolhido, garantindo o máximo de luz natural até o fim da tarde. Desta forma, estima-se que as luzes artificiais só precisariam ser acionadas após as 16:00h.

Além das orientações destacadas anteriormente, existem outras estratégias que podem ser empregadas para elevar o nível de eficiência energética da instituição e torná-la mais sustentável, dentre as quais destacamos:

- **Desobstrução das aberturas** - As aberturas da edificação devem estar sempre desobstruídas de mobiliário. O posicionamento de móveis altos próximos às janelas causa interferência direta e imprevisível nos níveis de iluminação proporcionados pela luz natural. Sendo assim, recomenda-se que todo o mobiliário com altura maior que o nível do peitoril das janelas seja instalado em local afastado das mesmas. A obstrução da radiação solar direta deve ser realizada por meio de elementos específicos, como brises e/ou cortinas.
- **Operação correta das esquadrias** - A edificação estudada não possui equipamentos de ar-condicionado e, sendo assim, o controle térmico dos ambientes deve ser realizado exclusivamente por meio de estratégias passivas, o que pode se tornar um procedimento complexo, especialmente nas estações mais quentes do ano. Entretanto, sua localização próxima ao mar e sua arquitetura tradicional com elevado número de aberturas nas fachadas, norte (frente para a Avenida Nossa Senhora da Glória) e sul (Praia Campista) favorecem o emprego da ventilação cruzada. Portanto, sugere-se que as salas de aula (cômodos que apresentam maior densidade de utilização) operem sempre que possível com todas as esquadrias abertas, ou seja, janelas e portas, (as quais estão localizadas em direções opostas), de forma que a brisa constante flua pelo ambiente, reduzindo o desconforto térmico dos ocupantes. Além disso, a luz que entra pela abertura das portas também ajuda a nivelar os níveis de iluminação destes ambientes.

- **Energias renováveis** - Apesar de não integrar o escopo principal deste estudo, cabe ressaltar que a edificação conta com aproximadamente 100 m<sup>2</sup> de cobertura (estrutura de madeira com telhas cerâmicas) orientada para o Noroeste, o que favorece a instalação de painéis de geração de energia fotovoltaica. O investimento em energias renováveis poderia, a médio prazo, reduzir substancialmente as despesas com energia elétrica e também permitir a instalação de equipamentos de condicionamento de ar para amenização do clima interno em dias mais quentes, sem acréscimo de despesas com as tarifas de energia.
- **Instalação de Aquecedor Solar de Água** - Ainda levando em consideração a orientação do telhado da edificação, ressalta-se a viabilidade de instalação de equipamentos de aquecimento solar de água. Estes equipamentos de custo acessível permitem que a água seja aquecida por meio da radiação solar, dispensando o uso de gás ou energia elétrica, aumentando o nível de eficiência energética da edificação. Conforme informado pelas gestoras da instituição, em períodos normais (sem pandemia), a escola opera em regime integral e, com isso, as crianças tomam banho antes de retornar para casa. Sendo assim, dado o perfil climático de Macaé, onde o Sol impera por grande parte do ano, considera-se que o investimento neste tipo de sistema de aquecimento pode gerar economia imediata para escola.

### **3.3. Estudo de Caso 3 - Escola de Oratória Vox2You**

A edificação objeto do estudo situa-se na Rua Abílio Moreira de Miranda, 45 – Imbetiba, edifício conhecido como Macaé Trade Center (MTC) (Figura 5). Neste endereço encontram-se em funcionamento diversas lojas e salas comerciais, dentre elas a sede da escola de oratória Vox2You em Macaé. Situada na cobertura do edifício, a empresa conta com recepção, sala administrativa e duas salas de aula, onde são ministrados os cursos.

**Figura 5** – Fachada do Edifício Macaé Trade Center

Fonte: Google Street View

As duas salas de aula existentes possuem a mesma arquitetura, ou seja, mesma forma retangular, mesmas dimensões (8,00x3,50m), mesmas esquadrias (2 portas de alumínio de 1,20x2,40m), mesma distribuição dos dispositivos de iluminação artificial (4 luminárias), mesmo pé-direito (2,40m), e mesma distribuição de mobiliário. A única diferença é que as salas se encontram em fachadas opostas do prédio, uma voltada para Leste (sol nascente), e outra voltada para oeste (sol poente). Sendo assim, a sala selecionada para o estudo foi aquela voltada para o lado oeste da edificação, devido à grande incidência de radiação solar recebida entre o meio do dia e o final da tarde.

A orientação da sala selecionada (Oeste), indica que sua fachada apresenta boa captação de radiação solar, podendo gerar elevados ganhos térmicos, o que aumenta a necessidade de utilização dos equipamentos de ar-condicionado, grandes consumidores de energia. Percebe-se, inclusive, um desgaste da parede externa, decorrente da exposição constante ao sol e à chuva. Esta exposição da fachada da sala ao sol da tarde causa um sobreaquecimento do ambiente durante o seu uso no período noturno, isto porque o calor proveniente da radiação solar direta vespertina é absorvido pelos materiais da fachada e liberado gradualmente para dentro do ambiente. Com isso, caso os equipamentos de ar-condicionado não sejam acionados, os usuários experimentam uma sensação contínua de aquecimento, mesmo após o pôr do sol.

Visando a redução do impacto deste efeito estufa, propõe-se a instalação de uma proteção solar horizontal ao longo dos oito metros de fachada da sala, de forma que o sol não atinja

diretamente a sua parede. Contudo, sugere-se que ao invés da instalação de um simples telhado, utilizem-se painéis fotovoltaicos para este fim. Desta forma, além de proteger a fachada contra a insolação, a cobertura ainda gerará energia renovável, reduzindo a tarifa de energia elétrica ao mínimo.

Como a utilização do ambiente se dá em período noturno, a realização de estudo direcionado ao uso da iluminação natural torna-se desnecessário. Portanto, procedeu-se à verificação da eficiência da iluminação artificial empregada no cômodo. A etapa inicial necessária para a avaliação da iluminação artificial atualmente empregada no edifício em estudo é o levantamento do correto posicionamento de cada lâmpada ou conjunto de lâmpadas nos ambientes analisados. Para tanto, com o uso de uma trena eletrônica, foi realizada a medição *in loco* da disposição de todos os dispositivos de iluminação artificial da sala. As informações foram posteriormente modeladas no software DIALux, específico para estudos de simulação lumínica. Foi verificado que a disposição atual das lâmpadas não é favorável à disposição do mobiliário, uma vez que as cadeiras estão posicionadas ao longo do perímetro da sala, enquanto as lâmpadas estão no centro da mesma. Com isso, tende-se a uma maior concentração de luz onde teoricamente não é necessário, e a formação de penumbra na região localizada acima das cadeiras. Sendo assim, foram simuladas diversas configurações de posicionamento das lâmpadas, de forma a encontrar a melhor opção para o ambiente. Percebeu-se que a alternativa de iluminação proposta não apresenta um consumo muito menor de energia que a situação atual, porém apresenta maior rendimento lumínico, aumentando o conforto visual dos usuários.

#### **4. Conclusões**

A análise dos três estudos de caso indicou que a operação das edificações não vem considerando conceitos de eficiência energética, contribuindo para o desconforto dos usuários e gastos desnecessários com energia elétrica. Por meio das simulações computacionais realizadas, o presente trabalho demonstrou que soluções viáveis e resultados tangíveis podem ser obtidos por meio do emprego de estratégias simples e acessíveis. A substituição das atuais lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED e a alteração de sua distribuição nas salas de aula do Bloco A da Cidade Universitária reduziriam em cerca de 50% o consumo de luz artificial da edificação. Resultado similar foi obtido na Escola Municipal de Educação Infantil Mai Carmen de Jesus França, onde o emprego das estratégias corretas de arquitetura bioclimática apresentam potencial de redução de até 70% no consumo de luz artificial da instituição. Na empresa Vox2You, a instalação de uma cobertura composta de painéis fotovoltaicos reduziria a incidência solar em uma de suas duas salas de aula, diminuindo a necessidade de utilização dos equipamentos de ar

condicionado em dias de temperatura mais amena, além de gerar energia renovável, de forma que a tarifa de energia elétrica fosse reduzida ao mínimo, com prazo de retorno do investimento de apenas 29 meses. Com isso, espera-se que os resultados práticos e o potencial de economia obtidos fomentem o desenvolvimento de novas pesquisas e que atraiam empreendedores que pretendam elaborar modelos de negócios com base em conceitos de eficiência energética.

Considerando o impacto positivo dos resultados obtidos, esta pesquisa apresenta alguns desdobramentos que podem ser futuramente explorados, tais como a realização de estudos em novas edificações educacionais, a aplicação da metodologia em edificações residenciais e/ou comerciais, a análise de outros aspectos da arquitetura bioclimática que influenciem diretamente no consumo energético das edificações, e a realização de medições com equipamentos específicos visando a comparação de seus resultados com aqueles obtidos por meio das simulações computacionais.

**Referências:**

1. WU, W.; SKYE, H.M. **Residential net-zero energy buildings: Review and perspective.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2021, 142, 110859.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110859>
2. CALISE, F.; CAPIELLO, F.L.; D'ACCADIA, M.D.; VICIDOMINI, M. **Dynamic modelling and thermo-economic analysis of micro wind turbines and buildings integrated photovoltaic panels.** *Renewable Energy* 2020, 160, 633-652.  
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.06.075>
3. MOKHARA, C.; NEGROU, B.; BOUFERROUK, A.; YAO, Y.; SETTOU, N.; RAMADAN, M. **Integrated supply-demand energy management for optimal design of off-grid hybrid renewable energy systems for residential electrification in arid climates.** *Energy Conversion and Management* 2020, 221, 113192.  
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.113192>
4. GÜL, O.; TAN, N. **Application of fractional-order voltage controller in building-integrated photovoltaic and wind turbine system.** *Measurement and Control* 2019, 52, 1145-1158. <https://doi.org/10.1177/0020294019858213>
5. LAMBERTS R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura.** 3ª ed.; Rio de Janeiro: Eletrobras, 2019.
6. BANCO MUNDIAL. **Urban population (%) of total population.** Disponível online em: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS>, último acesso em: 14/09/2021.
7. SHAQOUR, A.; FARZANETHH.; YOSHIDA, Y.; HINOKUMA, T. **Power control and simulation of a building integrated stand-alone hybrid PV-wind-battery system in Kasuga City, Japan.** *Energy Reports* 2020, 6, 1528-1544.  
<https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.06.003>
8. MORAES, M.S. **Análise da viabilidade da implantação de alternativas sustentáveis em uma edificação unifamiliar em Macaé-RJ.** 118 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro - Macaé, 2021.  
MACIEL, T.S.; LEITZKE, R.K.; DUARTE, C.M.; SCHRAMM, F.K.; Cunha, E.G. **Otimização termoenergética de uma edificação escolar: discussão sobre o desempenho de quarto algoritmos evolutivos multiobjetivo.** *Ambiente Construído* 2021, 21(4).  
<https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000400567>
9. LEONE, C.; FLORIO, W. **Análise paramétrica de iluminação natural e de proteção solar de edifícios torcidos.** *Ambiente Construído* 2021, 21(4).  
<https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000400568>
10. COSTA, L.M.; ALVAREZ, C.E.; MARTINO, J.A. **Proposta de método de projeto baseado no desempenho para edifícios energeticamente eficientes.** *Ambiente Construído* 2021, 21(2).  
<https://doi.org/10.1590/s1678-862120210002200533>

11. DA COSTA, B.B.F; MANHÃES, A.L.P. **Impactos da Indústria de Óleo e Gás na Mancha Urbana de Macaé-RJ**. Boletim Ciência Macaé, Macaé, v. 2, ano 1, n. 1, p. 144-146, 30 dez.2021. Disponível em:

<[https://macae.rj.gov.br/midia/uploads/Boletim%20Ci%C3%Aancia%20Maca%C3%A9%20v2%20n1%20\(2021\).pdf](https://macae.rj.gov.br/midia/uploads/Boletim%20Ci%C3%Aancia%20Maca%C3%A9%20v2%20n1%20(2021).pdf)>. Acesso em: 8 fev. 2022.

# SISTEMA EMBARCADO, DE BAIXO CUSTO, PARA LIMPEZA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS COM UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

*Low Cost Embedded System for Cleaning Photovoltaic Modules*

*Using Rain Water*

Robson da Cunha Santos<sup>8</sup>

Carlos Augusto dos Santos Vieira Júnior<sup>9</sup>

Jean Viana Ribeiro<sup>10</sup>

João Pedro Henriques<sup>11</sup>

**Resumo:** Nos últimos anos observou-se um enorme crescimento na geração de energia solar através da utilização de painéis fotovoltaicos. Em 2015, o Brasil tinha produzido em sua matriz energética apenas 0,0008% em sistemas solares fotovoltaicos, atualmente, ultrapassa 1,00%. Um dos desafios encontrados na obtenção deste tipo de energia é o acúmulo de resíduos nos painéis, ocasionando assim uma difusão da luz solar. Tal difusão pode ocasionar perdas de até 25% de eficiência na geração, dependendo do acúmulo de sujeira nos painéis. A incidência de chuvas consegue diminuir os efeitos do acúmulo de sujeira e restaurar a eficiência para quase 100%. O projeto apresenta o desenvolvimento de um protótipo para limpeza dos módulos fotovoltaicos, para geração de energia, instalados nos telhados, lajes e terrenos de escolas, residências, comércios e indústrias. O funcionamento desse sistema ocorre através da criação de um sistema autônomo para limpar os módulos fotovoltaicos em regiões que ficam sem a incidência de chuvas por um período elevado. Estudos e aplicações do protótipo irão possibilitar a demonstração de um acréscimo significativo na energia produzida, quando comparada à energia gerada por um módulo fotovoltaico sem o sistema proposto. Serão utilizadas tecnologias como programação para Arduino, sensores de chuva, esguichos de água, relés, configurações e confecções de modelos em impressoras 3D. Por fim, o projeto visa capacitar os alunos do IFF e de escolas públicas quanto à instalação de painéis fotovoltaicos, suas limpezas, iniciativa na área de programação e automação industrial com uso da plataforma Arduino.

**Palavras-chave:** *Painéis fotovoltaicos; protótipo; limpeza; reaproveitamento de água da chuva.*

---

<sup>8</sup> Doutorado em Engenharia Civil, subárea Petróleo e Gás COPPE/RJ (2020), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal Fluminense (2000) e graduado em ENGENHARIA ELÉTRICA pela Universidade Católica de Petrópolis (1992). Professor Concursado do Instituto Federal Fluminense (IFF/Macaé)

<sup>9</sup> Estudante Engenharia. Instituto Federal Fluminense. karlosjunior99@gmail.com. 0000-0003-4739-0141

<sup>10</sup> Estudante Engenharia. Instituto Federal Fluminense / jean.ribeiro@gsuite.iff.edu.br. 0000-0002-2971-677X

<sup>11</sup> Estudante Engenharia. Instituto Federal Fluminense / joaopehen98@gmail.com. 0000-0003-3852-8356

**Abstract:** The last few years have seen an enormous growth in electricity generation from solar panels. In 2015, Brazil had generated only 0.0008% of its energy mix with photovoltaic panels. Currently, that value is over 1%. However, the build up of dust particles and residues on the photovoltaic cells of the biggest challenges faced, as it directly affects the nominal electricity generation capacity. Despite that, rainfall can naturally clean the solar panels and restore their efficiency almost 100% percent. The Project presents the development of autonomous device able to clean photovoltaic modules by utilizing collected rainwater. The device is intended to be used on roofs, slabs, and lands residencies, schools, stores, and industries where rainfall is infrequent. Further Studies And Applications Of The Prototype Will demonstrate a significant increase in the generated Power compared to solar panels with out the proposed system. Technologies like wiring programming for Arduino, rain and water level sensors, water pumps, sprinklers, relays, and 3D printed models Will be used in the project. Lastly, the Project intends to instruct and educate IFF and public schools student regarding the installation of solar panels, their cleaning processes, while also giving an introduction to programming and industrial automation.

**Keywords:** *Photovoltaic panels; prototype; cleaning; collected rainwater*

## **Introdução**

Segundo Demonti (1998), a forma mais simples de se obter energia elétrica a partir da energia solar é por meio de sua conversão através dos painéis solares. Por meio deles, é possível obter energia de uma forma menos agressiva ao ambiente, diferentemente do caso de usinas termelétricas, por exemplo.

É comum aos painéis solares, como a qualquer outro objeto exposto às ações climáticas, o acúmulo de sujeira. De acordo com Sulaiman et al. (2014), medições realizadas na região de Riyadh, na África do Sul, apontam para uma diminuição na eficiência da performance dos painéis solares na casa dos 30% em um período de oito meses. Além disso, pesquisas conduzidas em laboratório com o intuito de testar tais quedas de performance, expuseram os painéis à areia, talco, poeira e musgo. Essas pesquisas conseguiram observar, para radiação de luz de 310 W/m<sup>2</sup>, diminuições de até 70% quando havia acúmulo de poeira e de mais de 80% em situações em que houve crescimento de musgos.

Estudos foram realizados com o intuito de comparar as várias formas de limpeza e remoção dos resíduos das células fotovoltaicas. Dentre elas, a limpeza natural dos painéis devido a incidência de chuvas foi observada como uma das formas viáveis de restaurar a capacidade de geração de energia dos painéis para quase 100%, segundo Smith et al. (2013). Em regiões onde a incidência de chuvas é infrequente, entretanto, torna-se necessário a limpeza manual dos painéis para restaurá-los, novamente, a plena capacidade.

## **Materiais e métodos**

Os principais materiais presentes na construção do protótipo de limpeza de painéis foram: uma unidade microcontroladora NodeMCU; sensores de chuva e umidade; placa de prototipagem (protoboard); relés; jumpers; uma bomba de 12VDC e 19W e um sensor de nível.

### ***Protótipo Físico***

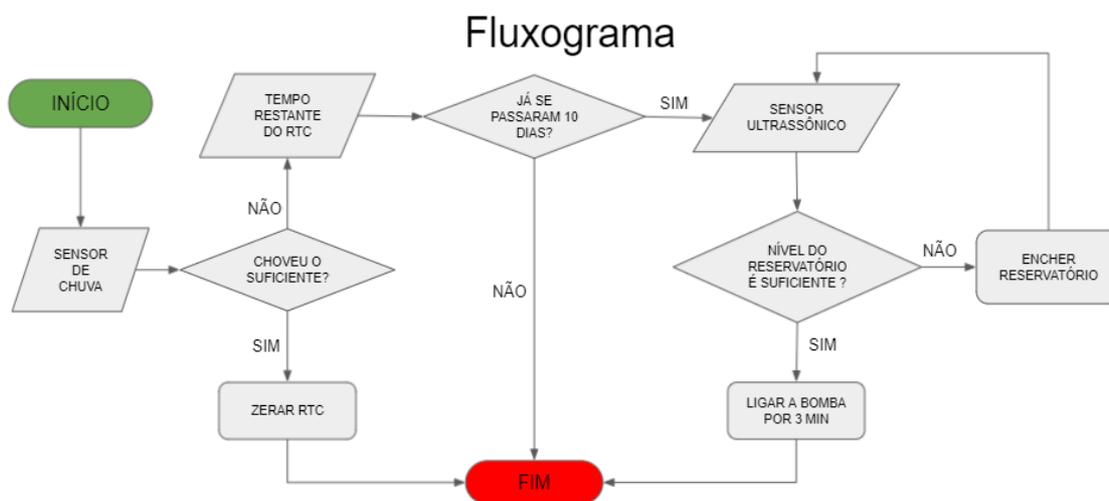
A parte física do projeto é responsável por interligar todos os componentes acima e, junto a lógica de programação implementada, controlar o uso da água, baseando-se em parâmetros medidos do ambiente externo.

Através dos sensores de chuva, é reconhecido o nível de umidade no ambiente e feita uma contagem da duração. Por meio destes parâmetros, são atribuídos valores para determinadas faixas de umidade, utilizados em um sistema de pontuação, necessário para

definir se a chuva foi suficiente para limpar os painéis ou não. Além disso, um sensor de nível é utilizado para verificar se a água presente no reservatório é suficiente.

Caso a chuva não tenha sido suficiente e estando o reservatório cheio, a água é utilizada para limpeza automática dos painéis, utilizando a bomba. No caso de o reservatório estar vazio, é necessário o uso de outra fonte para enchê-lo. Na Figura I, é mostrado o esquema geral de funcionamento.

**Figura I:** Fluxograma do protótipo



**Fonte:** Autoria própria

Inicialmente, os protótipos foram testados de forma unitária, sendo dividido entre testes do NodeMCU com a bomba e testes com o aplicativo/plataforma Blynk (ver próxima seção). A escolha deste dispositivo foi feita no passo em que se tornou necessário a utilização de um dispositivo com capacidade de conexão de rede via WiFi. Tendo em vista essa necessidade, foi considerado a utilização do Arduino em conjunto com um módulo WiFi e posteriormente o NodeMCU, que atendia de forma simultânea, aos dois requisitos (Graça, 2017).

Foram realizadas reuniões entre os membros da equipe, presencial e remotamente, a fim de alinhar novas ideias e metas, bem como, atualizar a todos sobre o desenvolvimento das duas divisões.

Durante a fase de desenvolvimento, certos aspectos foram modificados. Primeiramente, o módulo RTC (*Real time clock*) físico, para a contagem de tempo, foi substituído por um RTC digital, disponibilizado pelos servidores do Blynk, possibilitando uma precisão maior e uma diminuição no custo. Adicionalmente, a bomba foi trocada para uma mais potente nos processos finais do projeto.

A troca da bomba foi baseada nos testes com a primeira, utilizando-se um painel fotovoltaico, com dimensões 2,0 x 1,0 metros, em uma inclinação de 22° com a superfície. A limpeza foi possibilitada por uma mangueira acoplada na parte superior do painel, com 12 furos ao longo dos 100 cm, nos quais a água passava. Para a simulação da sujeira no painel, foi feita uma pesquisa sobre a composição da poeira e, o material escolhido foi pó de tijolo. Ao final dos testes, obteve-se o valor de vazão necessário para uma limpeza eficiente dos painéis. A bomba comprada possui uma vazão de aproximadamente 1,11x maior do que a anterior. Com esta nova bomba, a limpeza pôde ser completa em 1 min. e 30 segundos.

Devido à pandemia houve poucas reuniões presenciais, mas na última reunião da equipe feita nas instalações do IFF, o protótipo comportou as duas partes e se tornou um único produto, pois cada aluno envolvido no projeto estava desenvolvendo separadamente em suas residências.

### **Aplicativo**

Originalmente o projeto visava o desenvolvimento de um *app* utilizando o Flutter, porém, sendo o projeto um protótipo, o BlynkIoT, por ser voltado para projetos como este, apresentou diversas facilidades que possibilitaram um desenvolvimento mais rápido e focado.

A idealização do aplicativo se deu para viabilizar ao usuário a visualização do desempenho do limpador ao longo do tempo, sendo possível identificar o período desde a última limpeza, se há chuva e se a sua intensidade é suficiente para a limpeza do painel. Utilizando a plataforma do Blynk, foi possível desenvolver a conexão de dispositivos por meio da internet. As informações foram passadas pelo microcontrolador escolhido para uso (NodeMCU no caso específico do projeto) ao dispositivo virtual criado no console do Blynk que, por sua vez, estava conectado à interface desenvolvida no aplicativo para celular, disponibilizado pelo próprio Blynk.

Para que a conexão ocorresse foi necessária a adição de linhas de código ao script original do protótipo, contendo a identificação do template, o nome dado ao dispositivo criado pelo celular e o token de autenticação. Durante o projeto, foram realizadas duas refatorações de código, a fim de deixar o programa mais enxuto e otimizado. Em especial, na segunda refatoração, o código já havia sido integrado com o código da outra divisão de grupo, para testes com a bomba.

### ***Git e Github***

A fim de promover um desenvolvimento mais rápido e com constante atualização da equipe sobre este, decidiu-se usar o Git, um programa livre e de código aberto para versionamento distribuído de código, em conjunto com o Github, uma plataforma em nuvem para armazenamento de código-fonte e arquivos com controle de versão, utilizando o Git (Tableless, 2012).

Primeiramente, a equipe pôs-se a estudar conteúdos introdutórios e suficientes para que se pudesse usar o básico desses dois sistemas. Posteriormente, foram criados repositórios no Github, os quais armazenam o código-fonte do módulo de controle de limpeza e do aplicativo que irá se conectar com o mesmo. Após isso, todos os membros foram adicionados aos repositórios como contribuidores, podendo baixar a última versão do código que foi feita, bem como, promover novas modificações e mandá-las ao Github. Em termos mais explícitos, cada repositório possui todo o histórico de desenvolvimento respectivo a cada divisão, estando disponível a qualquer hora e lugar. A Figura II mostra um exemplo de uso do Git.

**Figura II - Exemplo de uso do Git**

The image shows a terminal window with the following content:

```

dteago@dt:~$ git status
# On branch master
#
# Initial commit
#
# Untracked files:
#   (use "git add <file>..." to include in what will be committed)
#
#   buttons-social-base.jpg
#   buttons-social-black.jpg
#   buttons-social-sidebar.jpg
#   buttons-social-top.jpg
#   buttons-social-white.jpg
nothing added to commit but untracked files present (use "git add" to track)
dteago@dt:~$ git add buttons-social-base.jpg
dteago@dt:~$ git status
# On branch master
#
# Initial commit
#
# Changes to be committed:
#   (use "git rm --cached <file>..." to unstage)
#
#   new file:   buttons-social-base.jpg
#
# Untracked files:
#   (use "git add <file>..." to include in what will be committed)
#
#   buttons-social-black.jpg
#   buttons-social-sidebar.jpg
#   buttons-social-top.jpg
#   buttons-social-white.jpg
dteago@dt:~$
  
```

Four numbered callouts on the left side of the terminal window explain the steps:

- 1 Arquivos UNTRACKED, ou seja, ainda não controlados pelo Git.
- 2 Usei o comando git add para controlar um arquivo.
- 3 Agora ele está tracked, esperando para ser commitado.
- 4 Estes arquivos ainda não estão controlados pelo Git. Untracked.

Fonte: Tableless (2012)

## Projetos de Micro Usinas

A equipe estudou sobre as possibilidades de instalações de micro usinas em alguns locais onde a equipe do professor Doutor Bruno Barzellay fez estudos de eficiência energética.

A equipe adquiriu a planta de toda Cidade Universitária para estudo, planejamento e identificação da possibilidade de instalação de uma micro usina fotovoltaica no telhado do Bloco A.

Pela figura III a seguir, pode ser identificado o bloco A e o posicionamento do telhado. Com esta imagem é possível calcular e planejar a instalação de um micro usina no local. Também foi visualizado e identificado a direção dos telhados em relação ao Norte geográfico,

onde seria o melhor posicionamento dos módulos. Ainda pode se observar a representação do Norte Geográfico e a orientação para instalação dos módulos fotovoltaicos (FV). Em detalhe na figura, está o arranjo dos módulos fotovoltaicos, que foram calculados e projetados para uma possível instalação no local. Fica a observação que este seria o melhor local para se instalar módulos fotovoltaicos com maior eficiência energética e geração distribuída.

**Figura III:** Representação do Norte Geográfico e Orientação para os Módulos FV



Fonte: Autoria Própria.

Foram calculados e planejados uma instalação com: 170 módulos de 545 W; uma potência instalada de 92,65 kWp; geração média mensal de 11,5 MWh; uma economia de R\$ 12.734,00 mês e R\$ 41.460.780,00 em 25 anos. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE,2021), a média de consumo nas residências brasileiras foi de 162 kWh/mês, dessa forma, a instalação no Bloco A da Cidade Universitária seria suficiente para suprir 70 residências.

Outro estudo, projeto e cálculo ocorreu na Escola M. de Educação Infantil Mai Carmen de Jesus França para instalação de uma micro usina fotovoltaica no telhado da mesma. A equipe adquiriu a planta da escola para estudo, planejamento e identificação da possibilidade da instalação. Na figura IV estão representados o Norte Geográfico e a orientação para instalação dos módulos fotovoltaicos (FV).No detalhe da figura, está o arranjo dos módulos fotovoltaicos, calculados e projetados para uma possível instalação no local. Fica a observação que este seria o melhor local para se instalar módulos fotovoltaicos com maior eficiência energética e geração distribuída.

**Figura IV:** Norte Geográfico, Orientação e Arranjo dos Módulos FV



Fonte: Autoria Própria.

Para esta escola, foram calculados e planejados uma instalação com: 50 módulos de 545 W; uma potência instalada de 27,25 kWp; geração média mensal de 3,4 MWh; uma economia de R\$ 3.645,00 mês e R\$ 10.700.000,00 em 25 anos. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE,2021), a média de consumo nas residências brasileiras foi de 162 kWh/mês, dessa forma, a instalação em um dos telhados da Escola seria suficiente para suprir 21 residências populares.

A equipe foi consultada sobre a possibilidade de um projeto na empresa Vox2you no centro de Macaé. Houve um estudo, projeto e cálculo na empresa, indicada pelo professor Bruno Barzellay da equipe de eficiência energética para instalação de uma micro usina fotovoltaica para melhorar o aquecimento na entrada do escritório. Através de uma possível análise termo-energética o professor identificou que seria interessante ter uma pequena varanda na entrada. Por este motivo, foi proposto uma varanda com painéis fotovoltaicos bifaciais. Dessa forma, a instalação dos módulos, além de gerar energia e suprir o consumo, vai servir para sombrear a fachada do prédio, de forma que os ganhos térmicos provenientes da radiação solar vão diminuir, reduzindo a necessidade de acionamento do condicionamento de ar.

Pela figura V a seguir, pode ser identificado o local para ser instalada a pequena cobertura em módulos fotovoltaicos. Com esta imagem é possível calcular e planejar a instalação de um micro usina no local. Também foi visualizado e identificado a direção da varanda em relação ao Norte geográfico, onde seria o melhor posicionamento dos módulos.

Na mesma figura, estão representados o Norte Geográfico e a orientação para instalação dos módulos fotovoltaicos (FV). Como pode ser observado, os módulos não estarão diretamente voltados para Norte, por este motivo podem perder cerca de 15% da sua eficiência se estivesse para Norte.

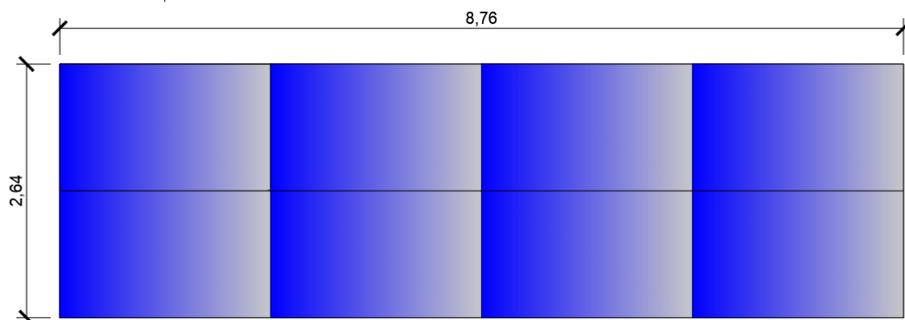
**Figura V:** Imagem de Satélite e orientação – Empresa Vox2you



Fonte: GoogleMaps, 2021

Na figura VI, está o arranjo dos módulos fotovoltaicos que foram calculados e projetados para uma possível instalação no local. Fica a observação que este seria o melhor local para se instalar módulos fotovoltaicos com maior eficiência energética e geração distribuída.

**Figura VI:** Arranjo dos Módulos



Fonte: Autoria Própria.

Já na figura VII, um modelo como poderia ficar a varanda com os módulos bifaciais. Esses módulos podem gerar até 30% a mais do que um módulo comum.

**Figura VII:** Exemplo de uma varanda com módulos bifaciais



**Fonte:**Portal Energia, 2021.

Foram calculados e planejados uma instalação com: 8 módulos de 590W – bifaciais; uma potência instalada de 4,72kWp; geração média mensal de 767kWh; uma economia de R\$ 843,00 mês e R\$ 1.436.870,00 em 25 anos e um pay-back de 32 meses.

## **Resultados**

Os resultados obtidos nos testes unindo o app e o protótipo foram satisfatórios. O módulo ficou completamente limpo em pouco tempo. Com o devido investimento, o projeto pode se tornar bem mais sofisticado, sendo uma opção eficiente e barata, comparada a produtos semelhantes que temos no mercado de energia fotovoltaica. Observou-se também, o devido funcionamento do processo de limpeza ao integrar o dispositivo de limpeza com o módulo de controle, os resultados obtidos foram coerentes com a lógica da programação fornecido pelos outros integrantes do grupo.

Quanto aos cálculos e planejamentos na Cidade Universitária (Bloco A); na Escola M. de Educação Infantil Mai Carmen de Jesus França e a empresa Vox2you no centro de Macaé, podem ser facilmente aplicados aos estabelecimentos, pois foram realizados com dados reais. De forma, a eficiência energética em cada um dos locais aumentará e haverá uma economia de energia considerável.

## **Discussão**

Algumas dificuldades apareceram durante a elaboração do projeto. Devido ao período de pandemia, dificuldades inerentes ao tipo de projeto se sobressaíram. Por conta do distanciamento social, os membros da equipe tiveram que realizar testes unitários em suas

residências, a fim de desenvolver cada tecnologia utilizada no projeto, tendo apenas um deles, contato com todos os componentes eletrônicos e um painel fotovoltaico, assim, aumentando o tempo de desenvolvimento e *delay* na troca de informações.

Nesse sentido, o uso do *Git* e *Github* foi essencial para diminuir o efeito deste fato, podendo cada membro visualizar e modificar o código de cada um, a qualquer momento e lugar. Porém, ainda assim foram necessárias reuniões presenciais, a fim de avançar o projeto mais rapidamente e encaminhar aos processos finais. A reunião de junção de códigos foi provavelmente um marco nesse aspecto, pois todos os envolvidos puderam agregar informações de forma conjunta.

Outro dado marcante foi a compra da nova bomba para a montagem do protótipo final, foi possível realizar os testes finais para refinar o sistema de pontuação e avaliar o desempenho de limpeza. Nos testes, utilizando um reservatório de 20L, o painel pôde ser limpo com 1 minuto e 30 segundos, aproximadamente, de atividade da bomba. Teste realizado com sucesso.

### **Considerações finais**

Durante a execução desse protótipo, houve bastante aprendizado em diversas tecnologias. A construção de um sistema IoT permitiu aprimorar e elevar o conhecimento dos alunos sobre microcontroladores, podendo ainda, conhecer uma nova plataforma (Blynk) amplamente utilizada no mercado. Um ganho no conhecimento sobre energia fotovoltaica, módulos fotovoltaicos, projeto de instalação, cálculo de instalação, dentre outros. Se trata de uma tecnologia em alta e que pode ser uma fonte de energia elétrica principal nas escolas, casas e indústrias.

## Referências:

DEMONT, R. **Sistema de Co-Geração de Energia a Partir de Painéis**

**Fotovoltaicos.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em <<https://www.epe.gov.br/pt>>. Acesso em dez.2021.

GRAÇA, Pedro Cannavale. **Sistema de aquisição de dados utilizando o módulo ESP8266 NodeMCU.** 2017. 42 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/156909> - acesso em out. 2021.

MATTHEW, S. et al (2013). **Effectsof Natural and Manual CleaningonPhotovoltaic Output.** Journalof Solar Energy Engineering. 135. 034505-034505. 10.1115/1.4023927. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/guia/flutter/40713>>. Acesso em out. 2021.

PORTAL ENERGIA - Painéis solares de dupla face ameaçam painéis solares tradicionais. Disponível em

<https://www.portal-energia.com/paineis-solares-dupla-face-ameacam-paineis-solares-tradicionais-148160/>. Acesso em 27 de Dez. de 2021.

SMITH, M. et al (2013). **Effectsof Natural and Manual CleaningonPhotovoltaic Output.** Journalof Solar Energy Engineering. 135. 034505-034505. 10.1115/1.4023927. Disponível em: <

[https://www.researchgate.net/publication/262300214\\_Effects\\_of\\_Natural\\_and\\_Manual\\_Cleaning\\_on\\_Photovoltaic\\_Output](https://www.researchgate.net/publication/262300214_Effects_of_Natural_and_Manual_Cleaning_on_Photovoltaic_Output)>. Acesso em out. 2021.

SULAIMANA, S. A. et al. **InfluenceofDirtAccumulationon Performance of PV Panels.** Selectionandpeer-review underresponsibilityofthe Euro-MediterraneanInstitute for SustainableDevelopment (EUMISD). doi: 10.1016/j.egypro.2014.06.006

TABLELESS. **Iniciando no GIT – Parte 2.** Disponível em:

<<https://tableless.com.br/iniciando-no-git-parte-2>>. Acesso em 26 de dez. 2021.

## MOVIMENTOS PARA VIDA - DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO PARA O TRATAMENTO DE SEQUELAS MOTORAS DEVIDO À COVID-19, A PARTIR DA MANUFATURA ADITIVA E AUTOMAÇÃO

*Movements for life – Prototype development for the treatment of motor  
sequels Dueto COVID-19, based on additive manufacturing and automation*

Roberto Mendonça<sup>12</sup>  
Lucas Alcantara de Souza<sup>13</sup>  
Aline de Lima Bragança<sup>14</sup>  
Luemy Ávila Santos Silva<sup>15</sup>  
Rafael de Luna Gonçalves<sup>16</sup>

**Resumo:** A proposta do presente trabalho é apoiar, elaborar e/ou promover ações de fomento a projetos nas áreas de robótica, automação e saúde, estabelecendo técnicas inovadoras para a construção de órtese articulada, motorizada e de baixo custo que apoia o tratamento da sequela motora devido à COVID-19. Tal enfermidade, denominada síndrome do pé caído, também conhecida como pé equino, com o desenvolvimento e prototipagem a partir da manufatura aditiva. A ideia é contribuir no tratamento em fisioterapia aos pacientes recuperados com o auxílio da robótica e automação. Esperamos que as ações propostas à comunidade incentivem o desenvolvimento de soluções tecnológicas, impulsionando assim o ecossistema de inovação do município.

**Palavra-chave:** Robótica; Automação; Pé-caído; Saúde.

---

<sup>12</sup> Possui graduação em Física (Bacharelado e Licenciatura) pela Universidade Federal Fluminense - UFF, mestrado em Radioproteção e Dosimetria com ênfase em Metrologia pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD/CNEN e doutorado em Ciências, Engenharia Nuclear pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ. Atualmente é Metrologista vinculado à Secretaria Adjunta de Ensino Superior da Prefeitura Municipal de Macaé - PMM e Professor Docente I da Secretaria de Estado de planejamento e Gestão - SEPLAG (RJ).

<sup>13</sup> Engenharia Mecânica - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Campus Macaé - UFRJ 21 96963-8152  
alcantaralucas01@hotmail.com

<sup>14</sup> Programa #inovareaprender - Secretaria Municipal Adjunta de Ensino Superior - PMM (22) 99819-0505  
alinelbraganca@gmail.com

<sup>15</sup> Programa #inovareaprender - Secretaria Municipal Adjunta de Ensino Básico - PMM (22) 98118-5945  
luemyeducinovar@gmail.com

<sup>16</sup> Programa #inovareaprender - Secretaria Municipal Adjunta de Ensino Superior - PMM (22) 21 97165-4900  
rafael.lgoncalves@gmail.com

**Abstract:** The purpose of the present work is to support, elaborate and/or promote actions to promote projects in the áreas of robotics, automation and health, establishing innovative techniques for the construction of articulated, motorized and low-cost orthosis that supports the treatment of motor sequelae due to to COVID-19. That Illness Called Dropped Foot Syndrome, also known as equine foot, with development and prototyping from additive manufacturing. The idea is to contribute to the physiotherapy treatment of recovered patients with the help of robotics and automation. Wehopethattheactionsproposedtothecommunity Will encourage thedevelopment of technological solutions, thus boosting the municipality's innovation ecosystem.

**Keywords:** Robotics; Automation; Footdrop; Health.

## Introdução

### A Síndrome do Pé Caído:

A síndrome do pé caído (SPC), também conhecida como pé equino, consiste na incapacidade do indivíduo em realizar a dorsiflexão do pé, no qual os dedos do pé são movidos em direção à perna.

O período prolongado de imobilização no leito hospitalar, durante o tratamento da COVID-19, pode acarretar algumas sequelas no sistema musculoesquelético do paciente, tais como atrofia, encurtamento e perda de força muscular, redução de mobilidade e rigidez articular. Essas sequelas podem levar à síndrome do pé caído.

Estudos ainda apontam sobre sequelas neurológicas que o vírus da COVID-19 pode causar, como alterações periféricas (mialgias e perda de sensibilidade) e desmielinização tanto periférica quanto do SNC (Sistema Nervoso Central), o que pode limitar a resposta quando o sistema nervoso dá o comando para a realização do movimento (PEBMED, 2021).

Manufatura aditiva é o conjunto de tecnologias de impressão 3D que permite a criação de objetos sólidos tridimensionais a partir do zero utilizando modelos digitais. É uma abordagem transformadora da produção industrial, pois permite a construção de peças de complexidade maior, possibilitando a produção tanto de protótipos quanto de peças finais (Rosenmann, G. C., 2017).

## Metodologia

Pesquisas relativas à robótica aplicada na área da saúde: órteses para fisioterapia automatizada provenientes da manufatura aditiva; autômatos representativos e ilustrativos nos movimentos de flexão plantar e dorsiflexão (PEBMED, 2021); modelagens realizadas para máquina de corte a laser tipo CNC e para impressora 3D.

- Pesquisas para o aprofundamento do tema em relação às sequelas oriundas do período prolongado de imobilidade no leito durante o processo de tratamento e recuperação da COVID-19 (Coordenadora da Pós em Fisioterapia... 2021; COVID-19, 2021).
- Criação do site intitulado de “Movimento para a Vida” através da plataforma *WordPress* (wordpress.com), para acompanhamento e divulgação do desenvolvimento das ações propostas para o projeto (<<https://inovareaprender.com.br/movimentos-para-a-vida/>>).
- Gravações de palestras com o Professor Docente Allan Martins, da Engenharia de Produção - Campus Macaé - UFRJ, sobre o tema "A Importância da Inovação para o Desenvolvimento de Macaé" (figura 1); com o Professor Substituto Vinícius de Castro Ecard, da Engenharia Mecânica - *Campus* Macaé - UFRJ, sobre o tema “Robótica”

(figura 2); e com a Fisioterapeuta Silvia de Lima Filo Lins da Clínica Reabilitar - Centro de Reabilitação Vertebral em Rio das Ostras - RJ, sobre o tema “Os efeitos deletérios da imobilidade prolongada no leito em pacientes com COVID-19” (figura 3). As palestras foram gravadas através das plataformas *StreamYard*(streamyard.com) e *YouTube* (youtube.com) e estão disponibilizadas no site do projeto “movimento para a vida” <<https://inovareaprender.com.br/movimentos-para-a-vida/>>

**Figura 1** - Apresentação do professor Allan sobre o tema “A Importância da Inovação para o desenvolvimento de Macaé”, com a participação da Designer Educacional Luemy Ávila Silva Santos.



**Fonte:** Acervo pessoal

**Figura 2.** Apresentação do professor Vinícius sobre o tema “Robótica”.



**Fonte:** Acervo pessoal

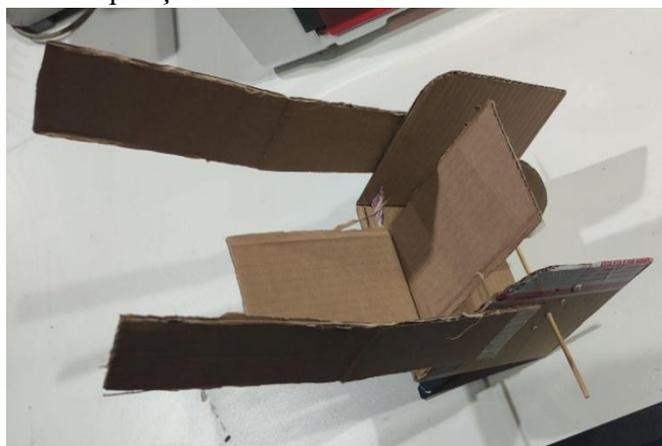
**Figura 3.** Apresentação da fisioterapeuta Silvia sobre o tema “Os efeitos deletérios da imobilidade prolongada no leito em pacientes com COVID-19”, com a participação da fisioterapeuta e Engenheira de Produção Aline de Lima Bragança.



**Fonte:** Acervo pessoal

→ Prototipagem das primeiras ideias de órteses (autômatos) para provocação, inspiração, ilustração e criação de um modelo, com material de baixo custo e reciclagem: papelão, rolha, arame, cola-quente, muita diversão etc.

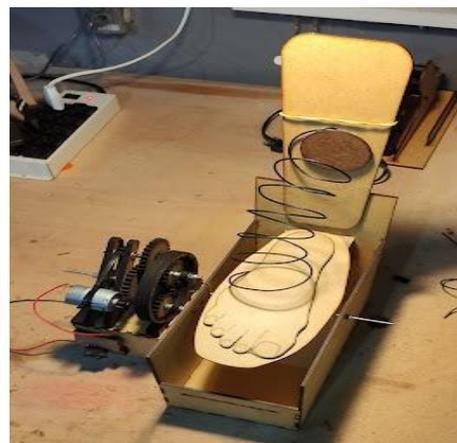
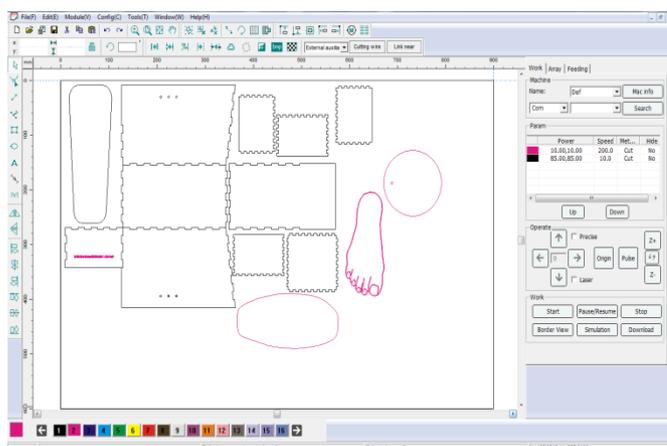
**Figura 4 -** Primeiros protótipos autômatos de órteses de papelão para estudo e inspiração.



**Fonte:** Acervo pessoal

→ Modelagem e prototipagem em 2D, através do software *Autolaser* <<http://www.topwisdom.com.cn/>>, para a máquina de corte e gravação em MDF, tipo CNC (*Computer Numeric Control*), da marca Visutec, modelo SK 9060.

**Figura 5** - Primeira modelagem e protótipo de órtese de madeira em MDF.



**Fonte:** Acervo pessoal

→ Modelagem e Impressão de um protótipo fixo de órtese na impressora 3D, da marca Creality, modelo Ender 3 pelo bolsista Lucas de Alcântara de Souza, para estudo da viabilidade e otimização, objetivando a redução de tempo e, conseqüentemente, o custo na produção.

**Figura 6** - Órtese fixa feita em 40 horas, aproximadamente, na impressora 3D.



**Fonte:** Acervo pessoal

Apresentação na “1ª Mostra de Pesquisa, Produtos e Soluções para a Sociedade”, realizada no dia 15/12/2021, na Cidade Universitária - Campus Macaé, promovida pela Secretaria Adjunta de Ensino Superior da Prefeitura Municipal de Macaé.

**Figura 7** - Apresentação na 1ª Mostra de Pesquisa, Produtos e Soluções para a Sociedade, na Cidade Universitária - Campus Macaé.



**Fonte:** Acervo pessoal

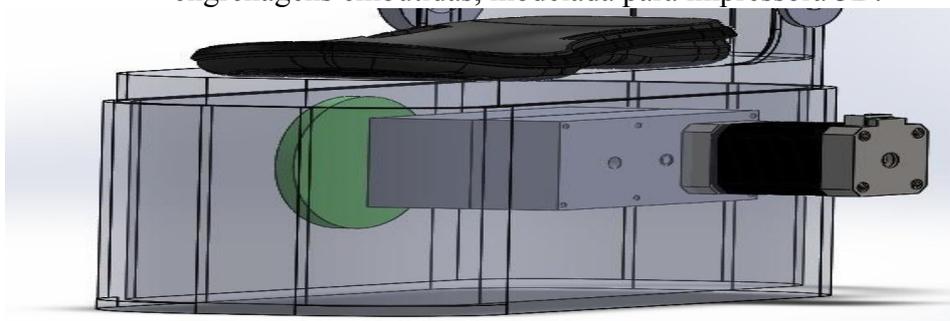
### **Conclusão e Perspectivas**

A construção colaborativa é um dos principais pilares do sucesso na adoção de soluções inovadoras, e é a mola propulsora de ecossistemas de desenvolvimento. A sociedade vem sendo impactada fortemente pelo avanço da tecnologia, pela mudança na economia tradicional, e vem necessitando cada vez mais do coletivo e do colaborativo, pelo entendimento de que a inovação incremental já não se sustenta sozinha. A inovação é disruptiva e mandatária com a demanda relacionada à saúde em tempos desafiadores e o ressignificado digital para um coletivo, por uma educação sustentável e democrática. Assim, concluímos que é fundamental a inserção de ações colaborativas com as tecnologias nas pesquisas e no desenvolvimento municipal, pois é a universidade de pensamento que impulsiona a integração do conhecimento à comunidade, gerando oportunidades criativas de assistência e empreendimento.

Durante o desenvolvimento colaborativo deste trabalho, foi constatado que a prototipagem em papelão, assim como a modelagem e prototipagem feita de madeira em MDF, contribuíram significativamente na construção da modelagem 3D, porém será necessário realizar novas impressões 3D do modelo idealizado, com variações nas dimensões de algumas peças (as engrenagens por exemplo) para estudo da funcionalidade e viabilidade deste primeiro protótipo. Além disso, é fundamental também o aprimoramento da

programação da placa controladora de circuito eletrônico (plataforma open-source de prototipagem eletrônica), responsável pela articulação motorizada da órtese, para possíveis ajustes na velocidade dos movimentos de dorsiflexão e flexão plantar do pé equino. (figura 8).

**Figura 8** - Exemplo de órtese motorizada, com placa controladora e engrenagens embutidas, modelada para impressora 3D.



**Fonte:** Elaborado pelo autor

Portanto, com o amadurecimento de um protótipo funcional, em breve estaremos aptos à realização de ações diretamente com a população, auxiliando na reabilitação das sequelas da SPC, através da Secretaria Municipal de Saúde - Centro de Atendimento e Reabilitação de Pacientes Pós-Covid-19 (CARP).

**Referências:**

RACU, C. M., DOROFTEY, I. **An Overview of Ankle Rehabilitation Devices**. Article in *Advanced Materials Research*. Vol. 1036 (2014) pp 781-786.

ROSEMANN, G. C. **Avaliação de Sistemas de Digitalização 3D de Baixo Custo Aplicados ao Desenvolvimento de Órteses por Manufatura Aditiva. Dissertação** (Mestrado em Engenharia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Curitiba. Paraná. f. 92-97, 2017.

Síndrome do pé caído: sintomas e diagnóstico. PEBMED, Jan de 2021. Disponível em: <<https://pebmed.com.br/sindrome-do-pe-caido-sintomas-e-diagnostico/>>. Acesso em 15 de set. de 2021.

COVID-19: como é a recuperação de um paciente curado? Hospitais Brasil, Jun de 2020, Disponível em: <<https://portalhospitaisbrasil.com.br/covid-19-como-e-a-recuperacao-de-um-paciente-curado/>>. Acesso em 15 de set. de 2021.

Coordenadora da Pós em Fisioterapia Hospitalar explica como é a recuperação de um paciente curado da COVID-19. Centro Universitário São Camilo. Disponível em: <[https://saocamilo-sp.br/noticias/coordenadora\\_da\\_ps\\_em\\_fisioterapia\\_hospitalar\\_explica\\_como\\_a\\_recuperao\\_de\\_um\\_paciente\\_curado\\_da\\_covid\\_19](https://saocamilo-sp.br/noticias/coordenadora_da_ps_em_fisioterapia_hospitalar_explica_como_a_recuperao_de_um_paciente_curado_da_covid_19)>. Acesso em 16 de set. de 2021.

Coronavírus Brasil. Painel Coronavirus. Set de 2021. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br>>. Acesso em 17 de set. de 2021.

A Fisioterapia no Pós-Operatório de Videoartroscopia de Tornozelo, Revista Saúde, maio de 2016. <<https://rsaude.com.br/florianopolis/materia/a-fisioterapia-no-pos-operatorio-de-videoartroscopia-de-tornozelo/9870>>. Acessado em 14 de out. de 2021.

## PRODUTOS DE ÔMEGA 3 MARINHO E SUAS UTILIZAÇÕES – UM RELATO DE EXPERIÊNCIA ACERCA DA PARTICIPAÇÃO NO EDITAL MACAÉ CONECTA

*Marine omega 3 products and their uses – an experience report about the participation in the Project Macaé Conecta.*

Juliana Tomaz Pacheco Latini<sup>17</sup>  
Stella Alves Benjamin<sup>18</sup>  
Tainá Gomes Henrique<sup>19</sup>  
Flávia Aline Andrade Saraiva<sup>20</sup>  
Kátia Calvi Lenzi de Almeida<sup>21</sup>

**Resumo:** A importância dos ácidos graxos essenciais (AGEs) para o desenvolvimento do sistema nervoso central está bem documentada na literatura. O consumo de pescado corresponde ativamente a uma oferta adequada de AGE aos humanos. Porém, além do custo relativamente elevado para grande parte da população, alguns peixes são susceptíveis a sofrerem fraudes alimentares, o que dificulta o acesso da população a AGEs provenientes de diversos pescados. Diante disso, propôs-se um projeto que objetivou identificar recursos pesqueiros de baixo valor econômico que possam ser boas fontes de AGEs, especialmente do ácido graxo ômega 3, no intuito de utilizá-los como coadjuvantes ao tratamento de doenças neurodegenerativas infantis. Esse relato de experiência mostrará as atividades do nosso grupo de pesquisa na participação no Edital Conecta Macaé, no qual nosso projeto intitulado “ÔMEGA 3 EXTRAÍDO DE PEIXES COMERCIALIZADOS NO MERCADO MUNICIPAL DE PEIXES DE MACAÉ/RJ COMO COADJUVANTE NO TRATAMENTO DE DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS INFANTIS” foi contemplado, durante os meses de setembro/2021 a janeiro/2022. Assim, pretendeu-se, através desse relato, discutir e esclarecer os objetivos pensados inicialmente, assim como principais resultados encontrados nesse período e que servirão de subsídio para fases futuras do projeto, como futuros ensaios biológicos com animais de laboratório relacionados à recuperação de doenças neurodegenerativas infantis. Da mesma forma, espera-se, que, atuando em conjunto com os outros pesquisadores participantes do Edital citado, tenhamos conseguido contribuir de alguma forma para a inovação tecnológica no âmbito do ecossistema de inovação do Município de Macaé.

**Palavras-chave:** pescado, ômega 3, doenças neurodegenerativas, relato de experiência, inovação

<sup>17</sup><https://orcid.org/0000-0001-9528-1252>, E-mail: julianatomaz@yahoo.com.br, doutora em Ciências Médicas, Professora Adjunta do Curso de Farmácia do Centro Multidisciplinar da Universidade Federal do Rio de Janeiro-Macaé-RJ/Brasil, Rua Aloísio da Silva Gomes, 50, CEP: 27930-560 Macaé – RJ, Brasil.

<sup>18</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4878-4559>, E-mail: soustellabenjamin@gmail.com, discente do Curso de Medicina do Centro Multidisciplinar da Universidade Federal do Rio de Janeiro-Macaé-RJ/Brasil, Rua Aloísio da Silva Gomes, 50, CEP: 27930-560 Macaé – RJ, Brasil.

<sup>19</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0092-4097>, E-mail: taina.henriquegs@gmail.com, discente do Curso de Medicina do Centro Multidisciplinar da Universidade Federal do Rio de Janeiro-Macaé-RJ/Brasil, Rua Aloísio da Silva Gomes, 50, CEP: 27930-560 Macaé – RJ, Brasil.

<sup>20</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6851-7899>, E-mail: flaviacalixto1@gmail.com, doutora em Medicina Veterinária, Pesquisadora da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro, Professora do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Serra dos Órgãos. Praça Fonseca Ramos, s/n, sobreloja, CEP 24030-020, Centro, Niterói, RJ, Brasil.

<sup>21</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1097-0927>, E-mail: calvilenzi@gmail.com, doutora em Patologia, Professora Associada do Curso de Medicina do Centro Multidisciplinar da Universidade Federal do Rio de Janeiro-Macaé-RJ/Brasil, Rua Aloísio da Silva Gomes, 50, CEP: 27930-560 Macaé – RJ, Brasil.

**Abstract:**Introduction: The importance of essential fatty acids (EFAs) for the development of the central nervous system is well documented in the literature. The consumption of fish actively corresponds to adequate supply of EFA to humans. However, in addition to the relatively high cost for a large part of the population, some fish are susceptible to food fraud, which makes it difficult for the population to access EFAs from different fish. In view of this, a project was proposed that aimed to identify fisheries resources of low economic value that could be good sources of EFAs, especially omega 3 fatty acid, in order to use them as adjuncts to the treatment of childhood neuro degenerative diseases. Materials And Methods: This experience report will show the activities of our research group in the participation in the Project Macaé Conecta, in which our project entitled “*ÔMEGA 3 EXTRACTED FROM FISH MARKETED IN THE MUNICIPAL FISH MARKET OF MACAÉ/RJ AS AN ADJUNCT IN THE TREATMENT OF NEURODEGENERATIVE CHILDHOOD DISEASES*” was contemplated, during month of September/2021 to January/2022. Results And final considerations: Thus, it was intended, through this report, to discuss and clarify the objectives initially thought, as well as the main result found in this period and that will serve as a subsidy for future phases of the project, such as future biological tests with related laboratory animals recovery from childhood neurodegenerative diseases. Likewise, it is hoped that, working together with the other researchers participating in the aforementioned project, we will be enabled to contribute in some way to technological innovation within the innovation ecosystem of Macaé.

**Keywords:** fish, omega 3, neurodegenerative diseases, experience report, innovation.

## **Introdução**

O conhecimento da importância dos AGPI, principalmente DHA (ácido docosa-exahenoico) e AA (ácido araquidônico) no neurodesenvolvimento foi originalmente obtido a partir de estudos com animais. Eles representam os componentes principais do Sistema Nervoso Central (SNC), cuja importância para o desenvolvimento inclui participação sobre seu crescimento, função e integridade (BAZAN et al., 2011). Estes ácidos são encontrados em altas concentrações no leite materno, sendo rapidamente acrescidos no cérebro durante o primeiro ano pós-natal em humanos lactentes, assim como também nos primeiros 30 dias pós-natal em ratos. Por isso, são importantes durante a gravidez e infância, sendo considerados essenciais para o desenvolvimento fetal do cérebro (CARBONE et al., 2020).

Estudos mostram que a nutrição intra-uterina (MUN et al., 2019; REES et al., 2019) e pós-natal (MOURA, et al., 2002, MELDRUM et al., 2012) podem influenciar na ocorrência de risco para doenças crônicas no adulto, sugerindo que o início da nutrição tem um efeito marcante em idades mais avançadas da vida. Desta forma, uma apropriada oferta no período pré e pós-natal destes ácidos é essencial para o desenvolvimento fetal e neonatal normais (SCHWARZENBERG & GEORGIEFF, 2018), os quais vão permitir uma função neurológica, aprendizado e comportamento adequados (SUN, 2018).

Os ácidos graxos (AGE) Linoléico (AL, 18:2n-6) e  $\alpha$ -Linolênico (ALA, 18:3n-3), são considerados essenciais (AGE), uma vez que não são sintetizados de forma endógena, sendo obtidos apenas através da dieta (DE ANGELIS & TIRAPAGUI, 2007). Dentro do sistema nervoso central, os fosfolipídios constituídos de n-3 e n-6 têm funções importantes na propagação do sinal neuronal, assim como na integridade e fluidez da membrana celular nervosa. Estes papéis permitem o posicionamento e funcionalidade de proteínas, tais como receptores de neurotransmissores e proteínas quinases, ambos vitais para sistemas celulares sinalizadores. O equilíbrio correto de n-3 e n-6 nos fosfolipídios é essencial para a homeostase da função neuronal (LAURITZEN et al., 2016).

Segundo Bousquet e colaboradores (2011), os ácidos graxos essenciais, aumentam a expressão de BDNF (fator neurotrófico derivado do cérebro) e GDNF (fator neurotrófico derivado da glia). Também são capazes de regular os processos oxidativos celulares, por promover o equilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio e a capacidade antioxidante da célula (LEUTI et al., 2019). Por outro lado, dietas muito deficientes em  $\omega$ -3 podem provocar significativas alterações bioquímicas e morfológicas no cérebro em desenvolvimento (LEE et al., 2015). Evidências obtidas por meio de estudos clínicos mostram

que o consumo de  $\omega$ -3 pode reduzir o risco para doenças neurodegenerativas, entre elas a Doença de Alzheimer e Parkinson (ESCHEVERRIA et al., 2017).

Ao estudar a Doença de Parkinson (DP) induzida pela neurotoxina MPTP, Ozsoy et al. (2011), utilizando suplementação com DHA durante 30 dias, observou aumento da imunorreatividade a tirosina-hidroxilase. Luchtman et al. (2012) observaram nos animais suplementados (ração + 0,8% EPA) uma redução da toxicidade do MPTP com maior incorporação de DHA no cérebro dos animais, acompanhada de redução dos níveis de TNF- $\alpha$  and IFN- $\gamma$ , se comparada aos controles. Tal resultado corroborou o verificado por Ji et al. (2012), onde a suplementação da dieta com 15% do óleo de peixe foi capaz de minimizar a reação inflamatória. Também estudando a DP, Delattre et al., (2016) observaram que a suplementação materna foi eficaz em prevenir o déficit de memória apresentado pelos filhotes lesionados. De forma semelhante, Mori et al. (2017) também observou o potencial antioxidante de PUFA's, reduzindo o processo inflamatório, através da reversão da ativação microglial e a liberação de espécies reativas de oxigênio, por redução na produção de óxido nítrico sintase, enzima pró-inflamatória ativada na morte neuronal.

O consumo de AGEs é associado também a outras inúmeras funções, como redução do risco de doenças cardiovasculares, manutenção dos níveis adequados de triglicerídios e auxílio no processo de cicatrização de feridas, como destacado por Grandini et al., (2020). Dentre as principais fontes de AGE estão os pescados marítimos (Escheverria et al., 2017). As principais fontes alimentares de AGEs são peixes de água salgada e algumas oleaginosas, como a semente de linhaça, além de óleos de canola e oliva (LENZI et al., 2011). São exemplos desses peixes atum, arenque, sardinha, bacalhau, cavala e salmão. O salmão (*Salmo salar* L.), juntamente com outras espécies de salmonídeos, apresenta altos níveis de ácidos  $\alpha$ -linolênico e linoleico, resultado de sua dieta (MARTINO, 2003). Porém, além do custo, relativamente elevado para grande parte da população brasileira, alguns peixes são susceptíveis a sofrerem fraudes alimentares (caso do próprio salmão) como a substituição de espécies de alto valor comercial por outras de baixo valor, afim de aumentar a lucratividade do produtor, o que dificulta o acesso da população a AGEs provenientes deste e de outros tipos de pescado, podendo também seu consumo apresentar efeitos tóxicos (LATINI et al., 2020; DUDUS et al., 2020).

Apesar de programas governamentais que estimulam o consumo de pescado e dos seus benefícios nutricionais comprovados, seu consumo na alimentação infantil e escolar é pouco significativo. BOAVENTURA (2013), apontou o preço alto, a característica perecível dos produtos in natura e a falta de estrutura nas cozinhas da rede pública de ensino como alguns dos

obstáculos para a baixa frequência do pescado no cardápio. Tal quadro configura-se uma lástima, uma vez, que, como já descrito anteriormente, AGPI provenientes de pescado são essenciais para o desenvolvimento neuronal natal e infantil.

Diante desta pequena revisão da literatura, verifica-se que a ingestão de  $\omega$ -3 pode atenuar os sintomas associados a doenças neurodegenerativas. Entretanto, há escassez de estudos testando o potencial terapêutico do  $\omega$ -3 frente, especificamente, a paralisia cerebral infantil a partir de lesões provocadas pela hipóxia em filhotes. Da mesma forma, pouco se estudou anteriormente acerca das melhores fontes de pescado marítimo, assim como aquelas de custo mais baixo que possam servir como fonte deste ácido graxo e, assim, participar deste efeito terapêutico. Sendo assim, este trabalho justifica – se no intuito de identificar espécies de pescado ricas no ácido graxo ômega três e de baixo custo comercializadas no Mercado Municipal de Peixes de Macaé/RJ para que seu consumo possa ser testado como estratégia terapêutica coadjuvante no tratamento de doenças neurodegenerativas infantis.

### **Metodologia**

Esse relato de experiência faz menção as atividades desenvolvidas durante os meses de setembro/2021 a janeiro/2022 por nosso grupo de pesquisa no Edital Macaé Conecta. Nesse ínterim, diante do edital que foi aberto pela Prefeitura de Macaé, que tinha por objetivo selecionar pesquisadores vinculados às Instituições de Ciência e Tecnologia instaladas no Município para desenvolverem, ao longo do período de vigência do projeto, ações de fomento, fortalecimento e consolidação do Ecossistema de Inovação de Macaé em áreas estratégicas de desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação com potencial de geração de negócios de base tecnológica; percebemos que o projeto “*ÔMEGA 3 EXTRAÍDO DE PEIXES COMERCIALIZADOS NO MERCADO MUNICIPAL DE PEIXES DE MACAÉ/RJ COMO COADJUVANTE NO TRATAMENTO DE DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS INFANTIS*” se enquadraria no escopo do mesmo. Dessa forma, possibilitaria tanto o seu desenvolvimento quanto a produção extensionista, que alcançaria a população macaense. Assim, mediante um processo seletivo, o projeto foi aprovado e classificado como primeiro colocado na categoria destinada à Educação e Desenvolvimento Humano (saúde/bem-estar e sustentabilidade).

Vale ressaltar que esse projeto configura-se como a parte inicial do projeto “O uso de peixes de menor valor agregado como fonte de suplementação de ácidos graxos essenciais para o tratamento de doenças infantis neurodegenerativas”, que obteve fomento aprovado na 7ª Edição do Programa Pesquisa para o SUS: gestão compartilhada em saúde (PPSUS) e que já vem sendo desenvolvido pela equipe do Laboratório de Patologia Toxicológica do Centro Multidisciplinar

da UFRJ/Macaé sob a coordenação da Prof<sup>o</sup> Kátia Lenzi, contando com o auxílio de 2 bolsistas de pesquisa PIBIC/UFRJ e FAPERJ.

Os objetivos iniciais do nosso projeto estão destacados a seguir:

1. Identificar recursos pesqueiros de baixo custo comercializados no Mercado Municipal de Peixes de Macaé/RJ;
2. Realizar levantamento bibliográfico acerca da concentração de ômega 3 presentes nos mesmos;
3. Determinar o perfil de ácidos graxos das amostras coletadas;
4. Elaborar folhetos informativos no intuito de divulgar a população as espécies de baixo custo mais importantes quanto ao consumo deste ácido graxo;
5. Identificar as espécies a serem utilizadas, futuramente, em ensaios biológicos para recuperação neuronal e cognitiva de filhotes submetidos à hipóxia após a suplementação com AGEs provenientes dessas amostras de pescado.

Além das atividades destacadas acima, relacionadas ao projeto de pesquisa, também foram previstas várias ações para desenvolvimento do ecossistema de inovação de Macaé. Inicialmente, após orientação da Secretaria Adjunta de Ensino Superior sobre como deveriam ser nossas ações dentro do edital em questão, traçamos nossa estratégia para realizar todos os objetivos previstos e iniciamos nossas atividades com as ações a seguir, relacionadas aos cinco meses que nosso grupo de pesquisa se dedicou a este projeto:

Primeiramente, foram realizadas reuniões online para a confecção do material que seria apresentado no evento “Sala Aberta – Apresentação das Ações de Fortalecimento do Ecossistema de Inovação de Macaé”, a respeito da proposta do projeto e de sua relevância para o município.

Para iniciarmos a coleta de dados prevista, foram realizadas também reuniões com a FIPERJ, parceira do nosso projeto, para orientação acerca da mesma, a ser realizada no Mercado Municipal de Peixes de Macaé. A Professora Extensionista Flávia Calixto nos orientou sobre a metodologia que deveríamos utilizar, assim como nos mostrou o Questionário de perguntas (de autoria desta Instituição) a ser aplicado. Assim, uma reunião presencial com toda a equipe de trabalho do nosso projeto a fim de programarmos a visita ao Mercado de Peixes para coleta dos dados. Após a adequada autorização para a coleta de dados, a ida ao Mercado de Peixes ocorreu, de acordo com a autorização concedida pela FIPERJ à administração do mercado.

Posteriormente, foi realizada a coleta de dados através aplicação de um questionário, fornecido pela FIPERJ, com os comerciantes do local, mediante agendamento e com as devidas aprovações éticas. Foi questionado aos peixeiros presentes, principalmente, quais espécies eles

vendiam, quais eram as mais vendidas e seus respectivos preços, com o objetivo de identificar os peixes mais comercializados e de menor valor econômico, porém com elevado teor de ômega 3.

Com essas informações referentes à coleta de dados, foram analisadas quais eram as espécies, dentre as mais vendidas, que mais foram citadas, além dos valores pelos quais eram comercializadas, sendo possível encontrar, assim, uma melhor relação de custo-benefício entre as espécies mais populares. A partir da análise das informações coletadas, foram selecionadas 5 espécies marinhas: *Pomatomussaltatrix* (Enchova); *Prionace glauca* (Cação-azul); *Micropogoniasundulatus* e *Micropogoniasfurnieri* (Corvina); *Coryphaenahippurus* (Dourado) e *Macrodonancylodon* (Pescadinha). A partir da análise dos dados coletados, foi realizado um levantamento bibliográfico a respeito do teor de ômega 3 presente nessas 5 espécies, nas bases de dados PubMed e Google Scholar. Para tal, foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: artigos publicados nos anos entre 2010-2021, publicados em língua inglesa e portuguesa, que analisaram pescados provenientes da costa brasileira, de espécies semelhantes àquelas escolhidas inicialmente para o nosso estudo. Os seguintes critérios de exclusão foram utilizados: artigos que tratam de análise de peixes em cativeiro, que não dispunham da análise lipídica (incluindo ômega-3 e ômega-6) do pescado. Os descritores utilizados foram: DHA e EPA e peixe; peixe e ômega-3; peixe de baixo valor comercial; composição centesimal de peixes.

Após a busca dos artigos, foi realizada uma breve análise através da leitura dos resumos objetivando filtrar artigos que realmente tratem do tema de nosso estudo. Ao final desta análise, foram excluídos os artigos que não se enquadravam no escopo de nossa pesquisa e assim prosseguimos para a fase de leitura dos artigos na íntegra.

Nesse contexto, as bolsistas do projeto foram ao Mercado Municipal de Peixes de Macaé/RJ realizar a coleta das amostras de três das cinco espécies citadas no relatório anterior (Cação, Dourado e Pescadinha) que foram encaminhadas para a determinação de perfil de ácidos graxos através de Cromatografia Gasosa (CG).

Posteriormente, as bolsistas, sob orientação da professora Juliana Latini, realizaram o preparo (retirada de vísceras, filetagem, separação de carcaças) das amostras coletadas no dia anterior, segundo as exigências das empresas que realizarão a análise das mesmas, organizando todo o processo necessário para envio das mesmas para empresa terceirizada para determinação do perfil de ácidos graxos do pescado coletado.

A participação no ecossistema de desenvolvimento e inovação de Macaé ampliou a visão do grupo de pesquisa acerca das possibilidades que o projeto promoveria. Um diálogo foi mantido com o grupo do Pesquisador Glauco Nader acerca da viabilidade da produção de um suplemento alimentar de ômega-3 proveniente de pescado de baixo custo, principal produto

previsto para nosso projeto. A reunião foi de extrema importância para que pudéssemos enxergar novos horizontes no nosso projeto. Na reunião com grupos atuantes deste Edital, foram apresentados os projetos, pelos orientadores e alunos, além do relato das atividades desenvolvidas por cada grupo nos meses de outubro e novembro, a fim de promover uma integração de conhecimento a respeito do que está sendo realizado e desenvolvido por cada um. Posteriormente, foi apresentado ao nosso grupo o modelo Canva de organização e gestão de negócios pela equipe do Pesquisador Glauco Nader, a partir da qual, outras reuniões foram marcadas para que esse objetivo fosse concluído. Vale ressaltar que, também foi discutido na reunião a produção do suplemento alimentar de ômega 3, o tempo e recursos necessários para que seja realizado.

Além disso, foi executada uma reunião com o Prof<sup>o</sup> Arídio Mattos, professor de Farmacotécnica do Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé, acerca de proposta de parceria sobre encapsulamento de óleos marinhos de ômega 3. Como trabalha com manipulação de fármacos, o professor é especialista em encapsulamento e vem nos auxiliando no assunto. Naquele momento, estavam sendo investigadas possibilidades de terceirização deste serviço, uma vez que o retorno das aulas práticas da graduação em Farmácia do CM UFRJ-Macaé poderia inviabilizar essa parte da nossa pesquisa.

Finalizando as ações previstas no Edital, diversas atividades foram realizadas a fim de alcançar os objetivos estabelecidos no projeto, como uma visita ao Mercado Municipal de Peixes onde a professora orientadora, juntamente com as bolsistas, foi ao mercado de peixes realizar a atividade extensionista de divulgação da produção de conhecimento, proporcionada pelo projeto e pela pesquisa. Os folhetos informativos foram entregues tanto à população que estava presente no mercado quanto aos comerciantes, com uma explicação a respeito da importância do ômega 3 e em quais espécies ele poderia ser encontrado em maiores quantidades.

Além disso, ocorreu uma reunião com a equipe de Gestão de Negócios coordenada por Glauco Nader para discussão do nosso projeto no Modelo Project Canvas, que contou com a presença da Prof<sup>a</sup> Kátia Lenzi, que coordena o projeto principal do qual esse faz parte. Foi feito também um diálogo virtual para confecção e ajustes do Banner para 1<sup>a</sup> Mostra de Pesquisa, Produtos e Soluções para a Sociedade, onde apresentamos à população os resultados prévios da nossa pesquisa, que foi extremamente proveitoso para todos.

As atividades descritas acima serão demonstradas e discutidas no item a seguir.

## **Resultados e discussão**

A partir das atividades desenvolvidas e pesquisas bibliográficas nos meses de projeto, identificamos o perfil de ômega 3 de nove espécies: Corvina, Pescadinha, Dourado, Enchova, Cação-azul, Porquinho, Pargo Rosa, Pescada Branca e Tilápia.

**Quadro 1** – Espécies mais vendidas no Mercado Municipal de Peixes de Macaé, seus custos e ácidos graxos essenciais.

Espécies mais vendidas no Mercado Municipal de Peixes de Macaé, seus custos e ácidos graxos essenciais.				
PEIXE	VALOR	EPA*	DHA**	REFERÊNCIAS
Corvina ( <i>Micropogonias undulatus</i> )	R\$ 17,00	6,2%	13,7%	CURCHO et al., 2009
Pescadinha ( <i>Macrondon ancylodon</i> )	R\$ 20,00	4,4%	16,1%	CURCHO et al., 2009
Dourado ( <i>Coryphaena hippurus</i> )	R\$ 25,00	3,49%	19,20%	GONÇALVES et al., 2021
Enchova ( <i>Pomatomus saltatrix</i> )	R\$ 25,00	4%	13,4%	VISENTAINER et al., 2007
Cação-azul ( <i>Prionace glauca</i> )	R\$ 30,00	5,10%	31,80%	CONTRERAS-GUZMÁN, 1998
Porquinho ( <i>Balistes capricus</i> )	R\$ 13,00	6,3%	1,4%	BASTOS et al. 2006
Pargo Rosa ( <i>Pagrus pagrus</i> )	R\$ 25,00	3.12 ± 0.27%	18.73 ± 1.30%	LOUKAS et al., 2010
Pescada Branca ( <i>Plagioscion spp.</i> )	R\$ 30,00	11,67%	10,34%	MAIA et al., 1998 ANDRADE et al., 1995
Tilápia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	R\$ 45,00	0.65 ± 0.34%	7.67 ± 3.83%	MEKONNEN et al., 2020

\*EPA: Ácido Eicosapentaenóico  
 \*\*DHA: Ácido Docosahexaenóico  
 Ambos metabólitos funcionais do ácido graxo ômega-3

**Fonte:** Elaborado pelo autor

A partir desse levantamento, selecionamos cinco espécies a serem enviadas para determinação do perfil de ácidos graxos (Cação-azul, Dourado, Pescadinha, Pescada Branca e Pargo Rosa). Vale ressaltar que todas essas espécies foram coletadas no Mercado Municipal de Peixes de Macaé, e preparadas pela equipe do projeto para que fossem enviadas para análise.

Ocorreu também a finalização e impressão dos folhetos informativos, que foram disponibilizados à população que frequenta o Mercado de Peixes de Macaé/RJ, os quais também foram publicados no perfil do Instagram do Lab.Patox (rede social mantida pelo nosso grupo de trabalho como atividade extensionista do mesmo), a fim de alcançar um maior número de pessoas e divulgar o também o Projeto Macaé Conecta.

Figura 1 – Folheto informativo



Fonte: elaborada pelos autores

Figura 2– Postagem na página do Instagram @labpatox



Fonte: elaborada pelos autores

**Figura 3-** Atividade extensionista de distribuição do Folheto Informativo no Mercado Municipal de Peixes de Macaé/RJ



**Fonte:** elaborado pelo autor

Para divulgação dos resultados até o momento alcançados pelo projeto e exibição dos planejamentos futuros foi confeccionado um banner, que foi apresentado aos outros colegas dos outros projetos desse presente edital e também à população em geral na 1ª Mostra de Pesquisa, Produtos e Soluções para a Sociedade, que ocorreu no dia 15/12/2021 na Cidade Universitária.

**Figura 4 -** Apresentação do banner



**Fonte:** Elaborado pelo autor

A fim de divulgar o projeto e seus resultados também para a comunidade acadêmica, para professores e alunos, submetemos nosso trabalho na 11ª Semana de Integração Acadêmica (SIAC) da UFRJ, na qual o projeto foi aceito e apresentado em fevereiro de 2022.

## **Considerações finais**

Esperamos que, com esse trabalho, tenham sido elucidadas dúvidas acerca da temática proposta, para que, futuramente, sejam desenvolvidos suplementos nutricionais de AGEs dessas diferentes espécies de peixe que possam ser utilizados como estratégias coadjuvantes do tratamento de doenças neurodegenerativas infantis, inclusive na esfera municipal, através de contato com a Casa da Criança de Macaé. Da mesma forma, espera – se, que, atuando em conjunto com os outros pesquisadores do grupo de Desenvolvimento Humano, tenhamos conseguido contribuir de alguma forma para a inovação tecnológica no âmbito do ecossistema de inovação do Município de Macaé.

É interessante ressaltar que este projeto foi essencial para coleta do material necessário para iniciar o protocolo experimental do projeto “O uso de peixes de menor valor agregado como fonte de suplementação de ácidos graxos essenciais para o tratamento de doenças infantis neurodegenerativas”, que obteve recentemente fomento aprovado na 7ª Edição do Programa Pesquisa para o SUS: gestão compartilhada em saúde (PPSUS) e que tem previsão para início de suas atividades práticas em março de 2022. Porém, vale destacar também, que participando deste ambiente de inovação e, principalmente, através do conhecimento em gestão de negócios compartilhado conosco pela equipe de Gestão de Negócios deste edital, fomos capazes de enxergar vários “produtos” concretos capazes de serem adquiridos com a realização deste trabalho, uma vez que são muitas possibilidades que pretendemos explorar, caso nos seja dada a oportunidade futura.

Com esse relato de experiência, pretendeu-se estimular conhecer mais e se aprofundar nas atividades previstas e realizadas em nosso trabalho, destacando as possibilidades que o Edital citado tem para ampliar o desenvolvimento da pesquisa/extensão no Município de Macaé através de práticas inovadoras que só tem a beneficiar a sociedade deste Município.

## Referências:

- ANGELIS RCD, TIRAPEGUI J. **Fisiologia da nutrição humana: aspectos básicos aplicados e funcionais**. 2.ed. São Paulo: Atheneu; 2007.
- BAZAN, N.G.; MOLINA, M.F.; GORDON, W.C. Docosahexaenoic acid signaling lipids in nutrition: Significance in aging, neuroinflammation, macular degeneration, Alzheimer's, and other neurodegenerative diseases. *Annu. Rev. Nutr.* 2011, 31, 321–351
- BOAVENTURA, P.S.; OLIVEIRA, A.C.; COSTA, J.J.; MOREIRA, P.V.P.; MATIAS, A.C.G.; SPINELLI, M.G.N.; ABREU, E.S. Avaliação qualitativa de cardápios oferecidos em escolas de educação infantil da grande São Paulo. *Alimentação, Nutrição & Saúde*, v.8, n.3, p. 397-409, 2013.
- BOUSQUET, M.; CALON, F.; CICCHETTI, F. Impact of omega-3 fatty acids in Parkinson's disease. *Ageing Research Reviews*, v. 10, n. 4, p. 453–463, 2011.
- CARBONE, B.E.; ABOULEISH, M.; WATTERS, K.E.; VOGEL, S.; RIBIC, A.; SCHROEDER, OH-U, BADER, B.M., BIEDERER, T. Synaptic Connectivity and Cortical Maturation Are Promoted by the  $\omega$ -3 Fatty Acid Docosahexaenoic Acid. *Cerebral Cortex*, Volume 30, Issue 1, January 2020.
- DELATTRE, A.M.; CARABELLI, B.; MORI, M.A. et al. Maternal Omega-3 Supplement Improves Dopaminergic System in Pre- and Postnatal Inflammation Induced Neurotoxicity in Parkinson's Disease Model. *Mol Neurobiol.*, v.54, n.3, p. 2090- 2106, 2016.
- DUDUS, M.M; LATINI, J.T.P.; SOUTO, M.M.; VILELA, I.G.O.; CALIXTO, F.A.A.; LENZI-ALMEIDA, K.C. The Consumption of Salmon Trout as a Risk Factor for Hepatic Steatosis in Murines. *J Nutri Bio*, 6(1): 405-411 (2020).
- DUPAS, G. & BALTOR, M.R.B. Experiences From Families of Children With Cerebral Paralysis in Context of Social Vulnerability. *Rev Lat Am Enfermagem*. Jul-Aug 2013;21(4):956-63.
- FAO. The Codex Alimentarius Commission and the FAO/WHO Food Standards Programme. Special Publications. Food Labelling: complete texts. FAO, Roma, 2016.
- FRANCISCA ECHEVERRÍA, F.; VALENZUELA, R.; HERNANDEZ-RODASA, M.C.; Valenzuela, A.. Docosahexaenoic acid (DHA), a fundamental fatty acid for the brain: New dietary sources. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 124 (2017) 1–10.
- GLÓRIA, M.B.A.; SOARES, V.F.M. Comparison of fluorometric methods for the determination of histamine in fish. *Arq. Biol. Tecnol.*, Curitiba, v.36, n.2, p.229-235, 1993.
- GRANDINI, N.A.; FRANÇA, T.C.J; SANTOS, S.H.A; MATTOS-JÚNIOR, A.; NOGUEIRA, T.A.; LENZI-ALMEIDA, K.C; LATINI, J.T.P. A ação de suplementos de óleo de peixe no reparo tecidual de camundongos lesionados. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n.5, p.26130-26143 maio. 2020.
- JI, A.; DIAO, H.; WANG, X. n-3 polyunsaturated fatty acids inhibit lipopolysaccharide induced microglial activation and dopaminergic injury in rats. *Neuro Toxicology*, n. 33, p.780–788, 2012.
- JUNIOR, JGS et al. Cognitive enhancement in aged rats after chronic administration of *Equisetum arvense* with demonstrated antioxidant properties in vitro. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 81:593-600, 2005.

LANARA (Laboratório Nacional de Referência Animal). **Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981. v. 2, cap. 11.

LATINI, J.T.P.; DUDUS, M.M.; SOUTO, M.M.; VILELA, I.G.O.; OLIVEIRA, I.J.P. HERDY, R.F. S.H., WU, X. LENZI-ALMEIDA, K.C. Ação toxicológica da cantaxantina sobre a morfologia de rins e fígados da prole de camundongos que consumiram truta salmonada. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 4, p.20850-20866, apr. 2020.

LAURITZEN, L., BRAMBILLA, P., MAZZOCCHI, A., LAURINE, B. S.; HARSLØF, CIAPPOLINO, V. AND AGOSTONI, C. DHA Effects in Brain Development and Function. *Nutrients* 2016.

LEE, H. J.; HAN, J.; JANG, Y.; et al.

Docosahexaenoic acid prevents paraquat-induced reactive oxygen species production in dopaminergic neurons via enhancement of glutathione homeostasis.

*Biochemical and Biophysical Research Communications*, v. 457, n. 1, p. 95–100, 2015.

LENZI-ALMEIDA, K.C.; BOAVENTURA, G. T.; SILVA, M. A. G. Influence of omega-3 fatty acids from the flaxseed (*Linum usitatissimum*) on the brain development of newborn rats. *Nutr. Hosp.* vol.26 no.5 Madrid, 2011.

LEUTI, A.; MACCARRONE, M.; CHIURCHIÙ. Proresolving Lipid Mediators: Endogenous Modulators of Oxidative Stress. *Oxid Med Cell Longev*, 2019.

LUCHTMAN, D. W.; MENG, Q.; SONG, C. Ethyl-eicosapentaenoate (E-EPA) attenuates motor impairments and inflammation in the MPTP-probenecid mouse model of Parkinson's disease. *Behavioural Brain Research*, v. 226, n. 2, p. 386–396, 2012.

MARTINO, R. C. Exigências e cuidados da adição de lipídeos em rações para peixes e a sua importância para o homem. Parte 2. **Rev. Panorama Aquicult.**, v. 13, n. 75, p. 58-60, 2003.

MELDRUM, S.J.; D'VAZ, N.; SIMMER, K.; DUNSTAN, J.A.; HIRD, K.; PRESCOTT, S.L. Effects of high-dose fish oil supplementation during early infancy on neurodevelopment and language: A randomised controlled trial. **Br. J. Nutr.** 2012, 108, 1443–1454.

MORI, M. A. et al. Neuroprotective effect of omega-3 polyunsaturated fatty acids in the 6-OHDA model of Parkinson's disease is mediated by a reduction of inducible nitric oxide synthase. *Nutritional Neuroscience*, n. 21, p. 1–11, 2017.

OZSOY, O. et al. Neurochemistry International The influence and the mechanism of docosahexaenoic acid on a mouse model of Parkinson's disease. *Neurochemistry International*, v. 59, n. 5, p. 664–670, 2011.

PIRES, D. R.; DE OLIVEIRA SILVA, P. P.; AMORIM, E.; DE OLIVEIRA, G. M. Espécies de pescado subexploradas e seu potencial para elaboração de subprodutos com valor agregado. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.5, p.148-157, 2014.

REES, A.; SIROIS, S.; WEARDEN, A. Prenatal maternal docosahexaenoic acid intake and infant information processing at 4.5 mo and 9 mo: A longitudinal study. *PLoS ONE* 2019.

REEVES, P.G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY, G.C.F. AIN-93 purified diet of laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutrition*, 123: 1939-1951, 1993.

SCHWARZENBERG, S.J.; GEORGIEFF, M.K.; Committee on Nutrition. Advocacy for Improving Nutrition in the First 1000 Days to Support Childhood Development and Adult Health. *Pediatrics* 2018, 141.

SUN, G.Y.; SIMONYI, A.; FRITSCHKE, K.L.; CHUANG, D.Y.; HANNINK, M.; GU, Z.; GREENLIEF, M.; YAO, J.K.; LEE, J.C. BAVERSDORF, D.Q. Docosahexaenoic Acid (DHA): An Essential Nutrient and a Nutraceutical for Brain Health and Diseases. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 2018 Sep;136:3-13.

WARD, R.D.; ZEMLAK, T.S.; INNES, B.H.; et al. DNA barcoding Australia's fish species. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, v. 360(1462), p.1847-1857, 2005.

LOUKAS, V. et al. EPA, DHA, Cholesterol and Phospholipid Content in *Pagrus Pagrus* (Cultured and Wild), *Trachinus Draco* and *Trigla Lyra* from Mediterranean Sea. *Chemistry and Physics of Lipids*, v. 163, n. 3, p. 292–299, mar. 2010.

MEKONNEN, M. F. et al. Evaluation of Fatty Acid-related Nutritional Quality Indices in Fried and Raw Nile Tilapia, (*Oreochromis Niloticus*), Fish Muscles. *Food Science & Nutrition*, v. 8, n. 9, p. 4814–4821, set. 2020.

MAIA, E. L. et al. Fatty acids composition of Amazon River fishes. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 16. Anais... Rio de Janeiro, 1998, p. 1154-1157.

ANDRADE, A. D. et al.  $\omega$ 3 fatty acids in freshwater fish from south Brazil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Champaign, v. 72, n. 10, 1, p. 1207-1210, 1995.

BASTOS, A. L. et al. **Perfil de ácidos graxos da pele e músculo de *Balistes capriscus e Menticirrhus litoralis*, pescados na região sul do Brasil.** 2006.

LENZI-ALMEIDA, K.C.; BOAVENTURA, G. T.; SILVA, M. A. G. Influence of omega-3 fatty acids from the flaxseed (*Linum usitatissimum*) on the brain development of newborn rats. *Nutr. Hosp.* vol.26 no.5 Madrid, 2011.

## VIGILÂNCIA EM SAÚDE: A IMPORTÂNCIA DA PADRONIZAÇÃO DE DADOS PARA CONTROLE DA PANDEMIA DA COVID-19

*Health Surveillance: the importance of data standardization to control the COVID-19 pandemic.*

Manuela Leal da Silva<sup>22</sup>  
 Maria Fernanda Ribeiro Dias<sup>23</sup>  
 Paula Lopes Cascabulho<sup>24</sup>  
 Isadora Nogueira Camelo<sup>25</sup>  
 Davi Ventura da Silva<sup>26</sup>  
 Diego Henrique Silvestre<sup>27</sup>  
 Evenilton Pessoa Costa<sup>28</sup>

**Resumo:** Neste trabalho, avaliamos a consistência na padronização dos dados genômicos depositados no banco de dados GISAID, considerando os filtros disponíveis pela própria plataforma. Os dados genômicos filtrados passaram por padronização dos rótulos das variáveis: “status do paciente”, “sexo” e “idade”. Rótulos redundantes foram transformados e categorizados, conforme o objetivo deste trabalho. Foram criados quatro rótulos (Vivo, Hospitalizado, Morto e Desconhecido) para a variável “status do paciente”; três rótulos (Feminino, Masculino e Desconhecido) para a variável “sexo”; e dois rótulos (apenas números reais e desconhecido) para a variável idade. Em seguida, analisamos o perfil global de genomas de SARS-CoV-2 sequenciados e depositados no GISAID, separando-os por continente. Analisamos também a distribuição de variantes do SARS-CoV-2 exclusivamente na América do Sul, bem como a distribuição das VOC e VOI conforme a idade e sexo dos pacientes. Foi feita uma análise quantitativa de sequências genômicas após aplicação dos filtros “localização geográfica”, “genoma completo”, “hospedeiro” e “status do paciente”. Construímos um mapa de distribuição das variantes de SARS-CoV-2 pela América do Sul, destacando a participação de cada variante por todo o continente. Finalmente, mostramos a importância da vigilância genômica na descoberta de novas variantes de SARS-CoV-2. Além disso, observamos que a ausência de padronização no depósito de dados genômicos no GISAID levam a perda de uma quantidade valiosa

<sup>22</sup> Doutora em Ciências, realizou estágio de pós-doutoramento na École Normale Supérieure de Cachan junto ao Laboratoire de Biologie et Pharmacologie Appliquée (LBPA) (França) e estágios de pós-doutoramento junto ao Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho - UFRJ e ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. É Professora Adjunta do Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade (NUPEM/UFRJ) da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Docente Permanente e Coordenadora local do Programa de Pós-Graduação Multicêntrico em Ciências Fisiológicas da UFRJ (PMPGCF), Docente Permanente e Coordenadora Adjunta do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia do Inmetro (PPGBiotec) e Docente colaboradora do Programa de Pós-graduação em Biologia Computacional e Sistemas do Instituto Oswaldo Cruz (PGBCS/IOC/Fiocruz).

<sup>23</sup> Doutora em Ciências. Professora na Secretaria Estadual de Educação do Espírito Santo (SEDU/ES). [marfedias@gmail.com](mailto:marfedias@gmail.com). Orcid: 0000-0002-0069-3199

<sup>24</sup> Graduanda em Biomedicina pela Universidade Católica de Petrópolis. Iniciação científica. [lopescascabulho@gmail.com](mailto:lopescascabulho@gmail.com). Orcid: 0000-0003-4308-0410.

<sup>25</sup> Graduanda em Ciências Biológicas do Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade (NUPEM/UFRJ) da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Iniciação científica. E-mail [isadoranogueiraok@gmail.com](mailto:isadoranogueiraok@gmail.com). Orcid: 0000-0001-6207-437X.

<sup>26</sup> Graduando em Ciências Biológicas do Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade (NUPEM/UFRJ) da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Iniciação científica. [davivilla09@gmail.com](mailto:davivilla09@gmail.com). Orcid 0000-0003-0544-4762.

<sup>27</sup> Mestre em Ciências Médicas. Doutorando do Programa de Pós-graduação em Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro. [diegosilvestre@ufrj.br](mailto:diegosilvestre@ufrj.br). Orcid: 0000-0003-3330-0256.

<sup>28</sup> Doutor em Biociências e Biotecnologia. Pós-doutorando do Programa de Pós-graduação Multicêntrico em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro. [eveniltonpessoa@gmail.com](mailto:eveniltonpessoa@gmail.com). Orcid: 0000-0003-3316-2834.

de dados. Em suma, esperamos que esta compilação de dados seja útil para as políticas públicas de saúde no controle da pandemia da COVID-19 e para a sociedade acadêmica como um todo.

**Palavras-chave:** Vigilância genômica; SARS-CoV-2; Banco de dados; Bioinformática; Mineração de dados.

**Abstract:** In this work, we evaluated consistency in the standardization of the genomic data deposited in GISAID database, considering the filters available by the platform itself. The filtered genomic data underwent standardization of variable labels: patient status, sex, and age. We transformed and categorized redundant tags according to the aim of this work. We Created four tags (Alive, Hospitalized, Dead, andUnknown) for the variable patient status, three for the variable sex (Female, Male andUnknown), and two for the age variable (only real and unknown numbers). Next, we analyzed the global profile of SARS-CoV-2 genomes sequenced and deposited in GISAID, separating them by continent. Then, we analyzed the distribution of SARS-CoV-2 variants in South America And The VOC and VOI distribution, according to the age and sex of patients. Next, we performed a quantitativeanalysisofgenomicsequencesafterapplyingthefilters' geographicallocation, complete genome, host, and patient status. We Constructed a distribution of SARS-CoV-2 variants across South America, highlighting the participation of each variant across the continent. Finally, we show the importance of genomic surveillance findings of the new SARS-CoV-2 variant and lack of standardization in the genomic data deposited in GISAID, leading the loss of valuable data. Together, we hope that this compilation of data could help public health policies handle the COVID-19 pandemic and for academic society as a whole.

**Keywords:** Genomic Surveillance; SARS-CoV-2; Database; Bioinformatics; Data mining.

## 1. Introdução

A Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou, em 30 de janeiro de 2020, a COVID-19 como uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPI), posteriormente atingindo o status de pandemia. No Brasil, o governo intensificou medidas e recursos direcionados ao Centro de Operações de Emergência (COE) do Ministério da Saúde (MS) para monitorar a disseminação do vírus SARS-CoV-2 (OMS, 2020; Ministério da Saúde, 2020). O SARS-CoV-2 apresenta um genoma constituído de RNA fita simples, polaridade positiva (RNAs+), não segmentado e com 27 a 32 quilobases (kb) de tamanho. Essas propriedades influenciam o surgimento de uma a duas mutações de nucleotídeos únicos por mês(1).

Dois anos se passaram, a pandemia continua em andamento, e o ano de 2022 se iniciou com centenas de variantes de SARS-CoV-2 mapeadas e circulando globalmente (2), e outras emergindo de países com baixas taxas de vacinação (3). O surgimento de novas variantes de SARS-CoV-2 levou as autoridades em saúde pública, tais como *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) e a OMS, a adotarem medidas para facilitar o controle da pandemia, como um sistema de classificação para as principais variantes, dividindo-as em grupos: variante de preocupação (*Variant of Concern*, VOC); variante de interesse (*Variant of Interest*, VOI) e variante sob monitoramento (*Variants under monitoring*, VUM) (4–6). Além disso, a OMS disponibilizou em agosto de 2021, um guia com orientações para vigilância de variantes de SARS-CoV-2, salientando a importância do sequenciamento genômico e o compartilhamento imediato das sequências, para entendimento e controle da pandemia (7).

A identificação de novas linhagens virais, enquanto elas estão em fase inicial de infecção, é uma das chaves para o controle de uma pandemia (8). A quantidade de genomas sequenciados e a inserção destes em bancos de dados mundiais, depende de sistemas de excelência no controle de vigilância epidemiológica. Devido à emergência de saúde global, mais de 10 milhões de genomas de SARS-CoV-2 já foram disponibilizados em bancos de dados públicos (2) como o *Global Initiative on Sharing Avian Influenza Data* (GISAID) e o *National Center for Biotechnology Information* (NCBI), que são plataformas de acesso aberto e acessíveis a pesquisadores em todo o mundo (9). O fornecimento desses dados evidencia os efeitos positivos de investimento em biologia computacional.

A divulgação e estudo em escala global do sequenciamento do material genético do SARS-CoV-2 facilitou o diagnóstico de novos casos de COVID-19 e identificou novas variantes, além de contribuir para que pesquisadores desenvolvessem vacinas eficazes contra

a doença (10). Embora a capacidade laboratorial de gerar dados referentes a sequenciamentos genéticos tenha aumentado muito, a capacidade de montar, analisar e interpretar esses dados genômicos têm sido mais difíceis de desenvolver. Para aumentar a capacidade analítica dos dados, os pesquisadores trabalham em duas extremidades: tornar a bioinformática e a análise genômica mais acessíveis aos não especialistas, e construir uma força de trabalho maior com experiência em bioinformática e epidemiologia genômica dentro da saúde pública. A melhora de desempenho dessas metodologias é utilizada para compor conjuntos de dados em métodos de Inteligência Artificial (IA), ferramentas que estão expandindo a capacidade da bioinformática, através de sondagem inteligente de genoma para classificação de características virais precisas (11).

No Brasil, o apagão de dados e a ausência de indicadores ampliam a vulnerabilidade frente à emergência sanitária atual e alertam para o aumento de ocupação de leitos de UTI (12). Esse cenário se intensifica devido a um surto de gripe, gerado pelo vírus influenza A (H3N2) (12), associado ao surgimento da nova variante da COVID-19, chamada Ômicron (13). O aumento exponencial dos casos exige contramedidas nos campos da vigilância epidemiológica, laboratorial e genômica (14).

Neste trabalho, abordaremos a importância da padronização de banco de dados de genomas voltado exclusivamente para a vigilância epidemiológica, e as dificuldades e limitações frente ao baixo investimento em Ciência e Tecnologia para com os centros de pesquisa dedicados ao sequenciamento de amostras de SARS-CoV-2. Os dados apresentados mostram que não só o Brasil, mas toda a América do Sul está aquém no quesito sequenciamento de amostras de SARS-CoV-2, quando comparado aos países desenvolvidos. Finalmente, apresentaremos neste trabalho uma forma eficaz e simplificada de montar, analisar e interpretar dados genômicos disponíveis, tornando a bioinformática e a análise genômica mais acessíveis aos não especialistas.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Extração e filtragem dos dados genômicos presentes na plataforma GISAID**

Os dados genômicos utilizados neste trabalho foram obtidos através do banco de dados EpiCoV hospedado na plataforma GISAID (<https://gisaid.org>). Para a extração dos dados brutos iniciais foram contabilizadas todas as sequências de SARS-CoV-2, depositadas entre janeiro de 2020 até 10 de janeiro de 2022, e que respeitavam os seguintes parâmetros de interesse. Sendo eles:

- i) Localização geográfica (países da América do Sul);
- ii) Sequências completas (genoma do SARS-CoV-2);
- iii) Hospedeiro (humano);
- iv) Status do paciente (informações referentes ao estado clínico).

Após a seleção dos parâmetros mencionados acima, com exceção do status do paciente, foi realizado o download das sequências, com dois arquivos distintos para cada sequência. Um arquivo em formato FASTA, referente às sequências genômicas e um arquivo em formato TSV, em forma de tabela com informações sobre o vírus e o paciente infectado. As informações disponibilizadas são: idade, sexo, localização geográfica, comprimento da sequência genômica, data de coleta e data de submissão. O parâmetro referente ao status do paciente não vem inserido nas tabelas, e por esse motivo, foi necessário fazer um ajuste, com a adição de uma coluna contendo esse parâmetro, adicionado de forma manual.

A plataforma GISAID só permite o download de no máximo 5 mil sequências por vez. Por esse motivo a extração foi realizada de forma gradativa e posteriormente os arquivos em formato TSV foram unificados em apenas uma planilha.

## 2.2 Padronização e análise dos dados extraídos

A planilha final obtida da plataforma GISAID, de acordo com os parâmetros estabelecidos no item 2.1 foi padronizada, sendo excluídas as linhas em que os dados estavam parcialmente estruturados, inconstantes e/ou inexistentes.

A padronização e análise dos dados foram realizadas utilizando bibliotecas implementadas em linguagem *Python v3.9*, através da interface *Jupyter Notebook*, software livre com padrões abertos e serviços web para computação interativa em todas as linguagens de programação. As bibliotecas empregadas foram as seguintes: *Pandas v1.3.5*; *Numpy v1.19.3*; *Seaborn v0.11.2*; *Matplotlib v3.1.3*; *Plotly.express v0.4*. *1eScikit-learn v1.0.2*.

A padronização dos dados exigiu o tratamento de situações específicas:

- **Dados ausentes (*missing*):** Na checagem de valores faltantes na base de dados utilizamos o método *isnull()*, proveniente da biblioteca *pandas*. Esse método retorna *True* caso encontre valores do tipo NaN ou Nulo. Alguns dados faltantes foram tratados e mantidos, enquanto outros foram excluídos, havendo a eliminação de linhas, culminando na diminuição do conjunto de dados iniciais.
- **Padronização dos dados:** A padronização foi feita pelo pacote *preprocessing* da

biblioteca *Scikit-Learn*. Além disso, padronizamos as escalas dos dados utilizando a função *Standard Scaler()*.

### 2.3 Gráficos e mapas

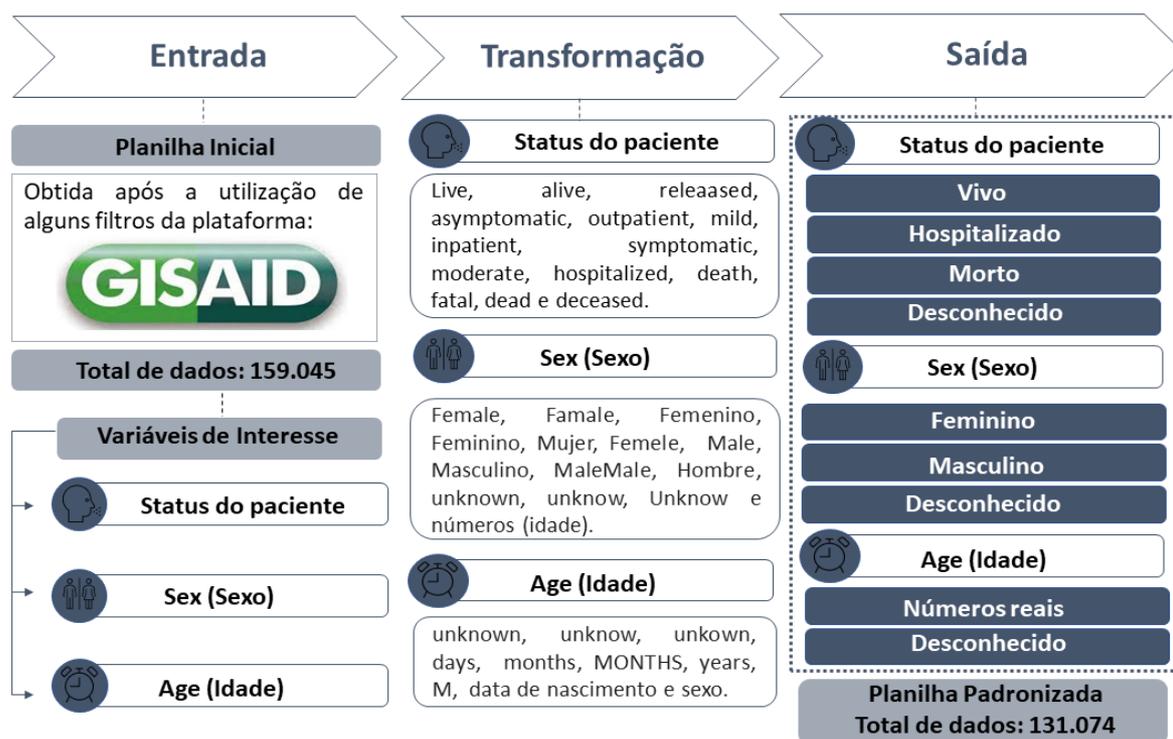
Os gráficos e a análise descritiva dos dados foram produzidos usando os programas Jamovi v2.2.5 (<https://www.jamovi.org/>). Os mapas foram produzidos utilizando o QGIS v3.16 ([https://www.qgis.org/pt\\_BR/site/index.html](https://www.qgis.org/pt_BR/site/index.html)), o que permitiu a visualização, edição e a análise de dados georreferenciados. Os arquivos necessários foram obtidos através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no formato *shapefiles*.

## 3.Resultados

O GISAID compartilhava sequências do vírus da gripe desde 2006, e em 2020 começou a receber informações de sequências genômicas do SARS-CoV-2 e armazená-las no banco de dados EpiCoV em sua plataforma. Em 10 de janeiro de 2022, o banco de dados disponibiliza mais de 6 milhões de sequências de SARS-CoV-2, tornando-se uma referência mundial.

A parametrização dos dados foi realizada levando em consideração todos os depósitos feitos na América do Sul, os filtros disponíveis no GISAID e alguns desenvolvidos internamente. A padronização e concatenação dos dados foi feita de acordo com as variáveis internas do GISAID: “status do paciente”, “sexo” e “idade”. Cada variável apresentava diferentes rótulos para um mesmo parâmetro. Este fator resultou na necessidade de um fluxo de trabalho para parametrização dos dados obtidos (**Fig. 1**).

A etapa de processamento dos dados resultou na divisão dos rótulos encontrados no GISAID nas seguintes categorias: Status do paciente (vivo, hospitalizado, morto ou desconhecido); Sexo (feminino, masculino e desconhecido); Idade (números reais e desconhecido) (**Fig. 1**).

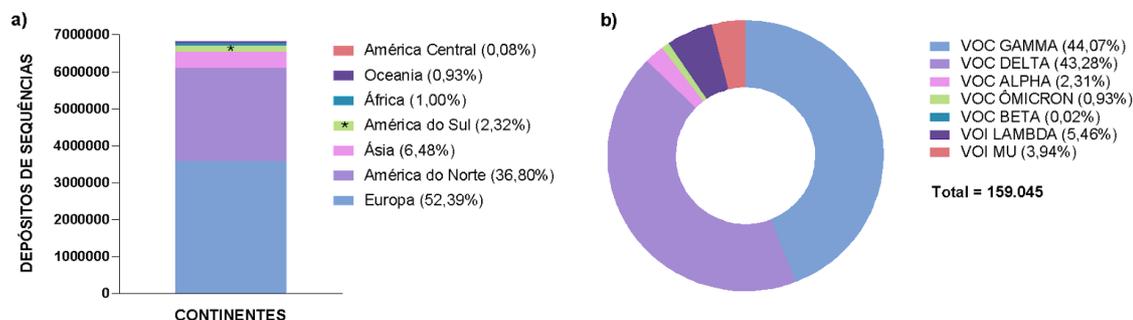


**Figura 1.** Representação esquemática do fluxo de trabalho adotado neste estudo. Todas as sequências do SARS-CoV-2 foram obtidas exclusivamente do GISAID. Os dados genômicos filtrados passaram por padronização dos rótulos das variáveis: “status do paciente”, “sexo” e “idade”. Rótulos redundantes foram transformados e categorizados, de acordo com o objetivo deste trabalho. Foram criados quatro rótulos (Vivo, Hospitalizado, Morto e desconhecido) para a variável “status do paciente”; três rótulos (Feminino, Masculino e Desconhecido) para a variável “sexo”; e dois rótulos (apenas números reais e desconhecido) para a variável idade.

### 3.1 Extração e filtragem dos dados genômicos presentes na plataforma GISAID

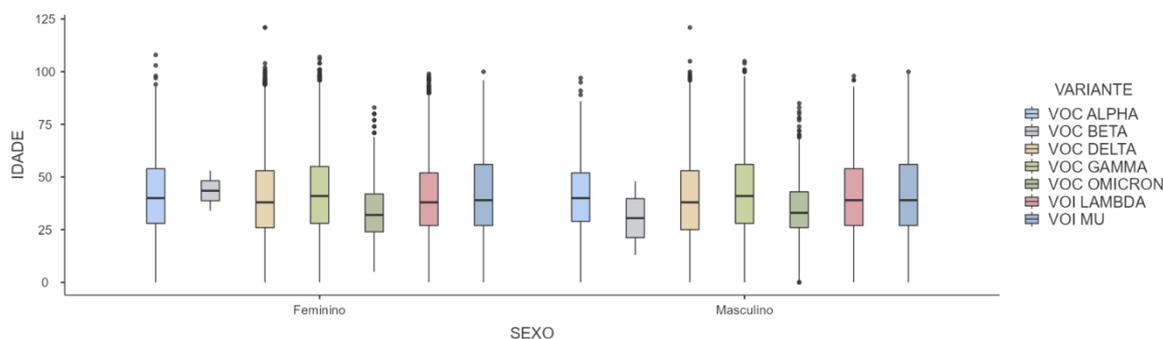
O depósito de genomas no banco de dados cresce a cada dia e até o momento em que foi realizada a última coleta de dados, o GISAID contava com 6.947.826 genomas depositados (**Fig. 2A**). Após a aplicação dos filtros “Localização geográfica”, “Genoma completo” e “Hospedeiro”, os dados genômicos diminuíram para 159.045 sequências, expressando um corte de 97,71% sobre o total de sequências depositadas globalmente. Das 159.045 sequências baixadas, um subconjunto de 131.074 amostras foram utilizadas para as análises, visto que houve a necessidade de deletar sequências de conteúdos incoerentes ou ausentes (**Fig. 2B**).

Após a filtragem dos dados, observa-se que as VOCs *Gamma* e *Delta*, em conjunto, representam 87,35% das variantes de SARS-CoV-2 que predominaram na América do Sul (**Fig. 2**), sendo a variante *Gamma* a mais prevalente em todo o continente, seguida pela variante *Delta*. As VOCs *Alpha*, *Ômicron* e *Beta*, e as VOIs *Lambda* e *Mu*, representam 12,65% de todos os demais casos, tendo a variante *Beta*, a menor frequência dentro da América do Sul.



**Figura 2.** Perfil global de genomas de SARS-CoV-2 sequenciados e depositados no GISAID. **a)** Número de sequências genômicas por continente. **b)** Distribuição de variantes do SARS-CoV-2 na América do Sul. Os dados apresentados foram coletados entre 01/2020 até 01/2022 e levam em consideração os filtros disponíveis no GISAID (localização geográfica, sequências completas e hospedeiro).

A figura 3 apresenta os dados dos pacientes segundo a idade e o sexo dos infectados pelas variantes estudadas, apresentados em *boxplot*. Segundo os dados podemos observar que a mediana da idade dos pacientes varia entre 20 e 60 anos (**Fig. 3**). Os elementos da caixa são definidos como: linha central (mediana ou segundo quartil), linha inferior (valor mínimo) e linha superior (valor máximo); a variação dos desvios padrão é determinada pelos pontos de dados mais discrepantes da mediana, denominados como *outlier*.



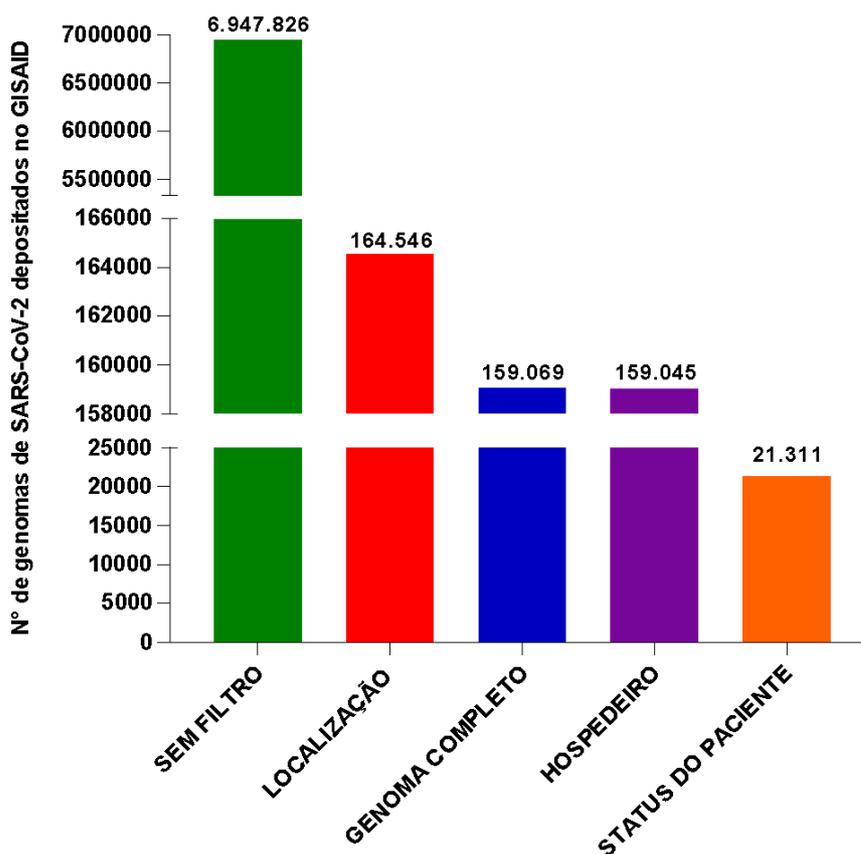
**Figura 3.** Análise da distribuição das VOC e VOI, de acordo com a idade e sexo dos pacientes.

### 3.2 Padronização e análise dos dados extraídos

Durante a extração de dados da plataforma GISAID, aplicamos um total de quatro filtros da própria plataforma para especificar os dados genômicos requeridos de acordo com os critérios iniciais estabelecidos para esse projeto. Estes filtros foram responsáveis pela maior redução de dados disponíveis, que contemplavam 6.947.826 de sequências depositadas no GISAID até o dia 10 de janeiro de 2022. Os filtros utilizados foram: Localização

geográfica (164.546), Genoma completo (159.069) e Hospedeiro (159.045) (**Fig. 4**). A exclusão dos dados faltantes resultou em 131.074 sequências genômicas, que compõem a planilha inicial.

O filtro “*Status* do paciente” resultou num total de 21.311 sequências genômicas, valor aquém do que se espera quando comparado à quantidade de dados depositados. Por essa razão, esse filtro não foi utilizado para eliminação dos dados, sendo atribuído uma nova coluna ao *dataset*, onde na linha referente a cada sequência que não possui essa informação, foi utilizada a categoria “Desconhecido” (**Fig. 4**).

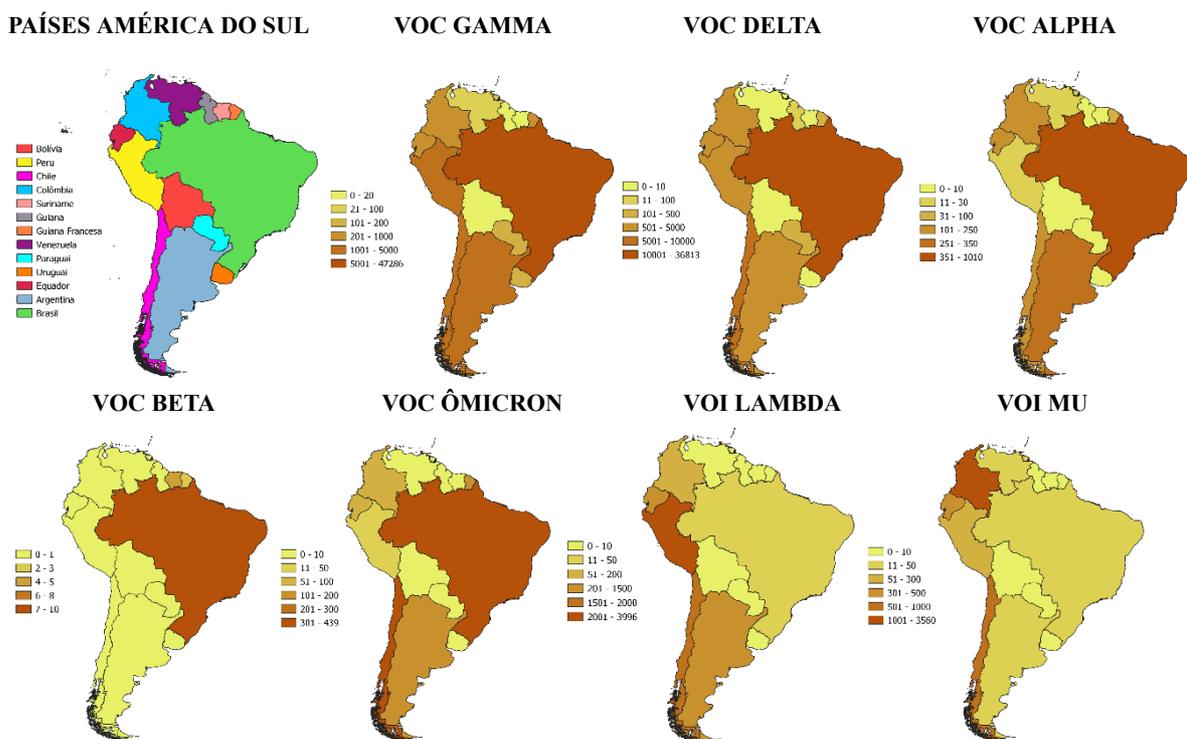


**Figura 4.** Análise quantitativa de sequências genômicas depositadas no GISAID após aplicação dos filtros “localização geográfica”, “genoma completo”, “hospedeiro” e “*Status* do paciente”. O filtro “*Status* do paciente” foi utilizado de forma isolada, não sendo utilizado para exclusão de dados.

Após a aplicação dos filtros, foi possível traçar o perfil de disseminação das variantes em cada país da América do Sul. Essa análise nos dá um panorama das variantes mais prevalentes na pandemia em cada país da América do Sul (**Fig. 5**).

No mapa de distribuição de variantes de SARS-CoV-2 na América do Sul (**Fig. 5**) observa-se que as variantes de preocupação *Gamma* (VOC GAMMA) e *Delta* (VOC DELTA) tiveram um maior êxito em sua disseminação por esse continente, seguida de forma mais discreta pela variante *Alpha* (VOC ALPHA). A variante *Beta* (VOC BETA) foi a que

apresentou o menor número de casos em toda a região de estudo e por consequência, baixos índices de disseminação, tendo alguns registros oficiais apenas no Brasil (10), Suriname (4) e Guiana Francesa (2).



**Figura 5.** Mapa de distribuição das variantes de SARS-CoV-2 na América do Sul. Baseado nos dados obtidos no GISAID até o dia 10 de janeiro de 2022.

As variantes de interesse (VOI) *Lambda* e *Mu* expõem uma considerável diferença de distribuição pela América do Sul, ambas se disseminaram de forma majoritariamente desigual pelos países analisados. A variante *Lambda* apresenta maior grau de disseminação no Peru (3.996), país que a identificou inicialmente, e apresenta sucesso em seu espalhamento pelo Chile (1.800) e Argentina (1.093). Em contrapartida, a variante *Mu* possui um grande predomínio na Colômbia (3.560), local onde foi identificada pela primeira vez e apresenta um relativo aumento de ocorrências no Chile (839) e Equador (351), e baixos índices nos demais países sul-americanos (**Fig. 5**).

A recente variante *Ômicron* (VOC ÔMICRON), até o último dia de coleta de dados que compuseram o presente trabalho, tem apresentado maior prevalência no Brasil (439), seguido pelo Chile (349), Guiana Francesa (135) e Argentina (121) (**Fig. 5**).

#### 4. Discussão

Diante da pandemia de COVID-19 (15) e do aumento de variantes do SARS-CoV-2 (16), o crescimento exponencial da quantidade de dados biológicos, depositados em bancos de dados e oriundos do sequenciamento de genomas levanta alguns desafios, como a necessidade de armazenamento e o gerenciamento eficiente de grandes volumes de dados. Dentro da biologia computacional e, especificamente, na vigilância genômica, a extração de informações úteis a partir de dados biológicos demanda o desenvolvimento de ferramentas e métodos capazes de sincronizar e transformar os dados heterogêneos, em conhecimento biológico sobre o mecanismo subjacente estudado (17).

Desenvolvemos um *workflow* específico para este trabalho, focado na extração de informações da plataforma GISAID (**Fig. 1**). Devido às dificuldades encontradas para a utilização dos filtros estipulados de forma padronizada, associadas principalmente à diminuição dos dados, foram utilizadas diferentes metodologias que auxiliaram na criação de um *dataset* estruturado. A utilização de fluxos de trabalho, como esse, é explorado na biologia computacional na etapa de pré-processamento dos dados e é um passo essencial para o sucesso das metodologias que irão utilizar esses dados, como é o caso de sistemas de aprendizagem de máquina (18). Na padronização dos dados extraídos do GISAID, os rótulos das variáveis ‘Status do paciente’, ‘Idade’ e ‘Sexo’, possuíam vários sinônimos. Neste trabalho, adotou-se uma estratégia que auxiliou na aquisição das informações, além de uma mera descrição dos dados, fator que contribui efetivamente na vigilância epidemiológica, otimizando custos e tempo.

A obtenção de dados genômicos passa por um longo processo, desde coleta da amostra a ser sequenciada no hospedeiro, até o sequenciamento propriamente dito, utilizando metodologias confiáveis e, finalmente, chegando ao depósito das sequências em bancos de dados públicos(19). Esse processo demanda verbas públicas, materiais específicos e mão-de-obra especializada, sendo exatamente nesses pontos que se observa as imensas discrepâncias na amostragem populacional entre países desenvolvidos e os países em desenvolvimento, expressas na quantidade de amostras de sequências genômicas, depositadas no GISAID ou no NCBI, nos anos de 2020 e 2021, como mostrado na **Fig. 2**.

É importante ressaltar que o número de depósitos no GISAID começou a aumentar no final do ano de 2020 (20), e em fevereiro de 2021, o Reino Unido havia sequenciado mais da metade das 400 sequências genômicas de SARS-CoV-2 disponíveis na plataforma (21). Kalia e Sharma (2021) afirmam que pesquisadores do Reino Unido são os mais rápidos na inserção

de sequências nas plataformas públicas. O tempo médio de depósito é de 16 dias, sendo 5 vezes mais rápidos que países como Japão e Canadá (22). A organização e agilidade desse processo interfere na quantidade dos dados depositados.

A América do Norte e a Europa respondem hoje, por 89,19% de todos os genomas depositados no GISAID (**Fig. 2**). Por outro lado, e demonstrando um expressivo contraste, a América do Sul e a África respondem 3,32%, uma diferença de 85,87%. Este dado evidencia a diferença de gastos e verbas públicas - destinadas à vigilância genômica e epidemiológica - quando comparamos países desenvolvidos e países em desenvolvimento.

Até o último dia de coleta de dados para o presente estudo, apenas 164.546 sequências correspondiam ao total das submissões dos 13 países constituintes da América do Sul, representando 2,37% do total de sequências depositadas na plataforma (**Fig. 2**). Essa falta de acompanhamento da evolução viral prejudica a vigilância genômica e provoca uma resposta tardia dos órgãos de saúde pública.

O SARS-CoV-2 apresenta uma alta taxa de recombinação do seu DNA viral e por isso ele possui tantas variantes espalhadas por todo o globo. Mutações já foram descritas na proteína *spike*, local de clivagem da furina (entre os domínios S1 e S2), proteína do nucleocapsídeo, genes ORF, NSP3, NSP12, NSP14 e no gene M(23). Tais alterações podem acarretar numa diminuição da eficácia das vacinas, uma vez que as vacinas atuais utilizadas nas campanhas de vacinação são baseadas na sequência original da SARS-CoV-2 (24,25). Fica evidente, portanto, a importância do acompanhamento de novas variantes, por meio da vigilância genômica.

A figura 3 nos mostra que as variantes distribuídas na América do Sul têm uma taxa de infecção distribuída com uma idade mediana de 39 anos em ambos os sexos (**Fig. 3**). Não foi possível traçar a relação entre níveis de infecção e taxa de mortalidade, sendo importante relatar o fato de que outros fatores adjacentes podem aumentar os perfis de óbito por COVID-19, como: obesidade, problemas cardíacos, doença renal crônica, ser fumante, etc.(26). Levin e colaboradores (2020), produziram um estudo baseado em metanálise e sugerem que o índice de fatalidade por COVID-19 aumenta progressivamente com a idade, em pacientes acima de 65 anos, estando com uma taxa de 0,4% aos 55 anos, 1,4% aos 65 anos, 4,6% aos 75 anos e 15% aos 85 anos (27). Contudo não podemos traçar este paralelo em nosso estudo devido a escassez de dados e ao enfoque do mesmo.

Tão importante quanto traçar o perfil de disseminação das variantes e depositar as sequências genômicas nas plataformas, está o processo de submissão dos dados, que necessita de informações pertinentes para complementar o dado de sequenciamento. Um processo de

submissão incompleto resulta em dados incoerentes e na necessidade de acréscimo de etapas no processo de vigilância genômica. No processo de ferramentas de inteligência artificial, a utilização de filtros para montagem de *dataset* constitui um passo importante e conta com a eficácia do pré-processamento. Quanto mais robustos os dados, melhor o desempenho do algoritmo e maior o ganho de tempo no processo de filtragem.

Este artigo aborda o pontapé inicial desse processo, com aplicação de filtros inerentes ao GISAID e outros, requeridos de acordo com o *workflow* (Fig. 1).

A aplicação dos filtros, nos depósitos feitos na América do Sul, resultou na diminuição significativa do conjunto de dados de sequências genômicas, que se referem a 2,29% dos dados disponibilizados no GISAID (Fig. 4). Isso representa a perda de 97,71% dos dados totais após a aplicação dos filtros: Localização geográfica (filtro que culminou na maior perda de dados), genoma completo e hospedeiro, fornecidos pela própria plataforma do GISAID (Fig. 4). Esse fator alerta para a defasagem quantitativa de sequências depositadas por alguns países na plataforma e posterior dificuldade no processo de vigilância genômica e epidemiológica, por esses países. Alguns motivos são citados para justificar o processo tardio de sequências genômicas no GISAID. O primeiro deles é a incompreensão e não valorização da vigilância genômica e o segundo é a preocupação em reter informações, publicar ou patentear metodologias específicas (22).

Alguns trabalhos apresentam a disseminação de variantes em países como EUA e Índia (23,28), mas ainda não há descritores bibliográficos da disseminação de SARS-CoV-2 na América do Sul. Assim, damos o pontapé inicial para análises dessa região. Na figura 5, observamos a dispersão das variantes VOC e VOI nos países da América do Sul, sendo possível observar a alta concentração de dispersão das variantes *Delta*, *Alpha*, *Gamma*, *Lambda*, *Mu* e *Ômicron* (Fig. 5).

No Brasil, a variante *Gama* foi responsável pelo adoecimento em massa da população do Amazonas, uma vez que ela era mais transmissível, com um alto índice de internações hospitalares e de mortalidade (29), quando comparada com as linhagens dominantes da primeira onda. A variante *Gama* se espalhou pelo país, sendo responsável pela maior parte das infecções na segunda onda de COVID-19, entre janeiro e maio de 2021. Após um ano, a variante *Gama* deu espaço para as variantes *Delta* e *Ômicron*. Esta última apresenta curva crescente nos quadros de infecção registrados no país (12).

## 5.Considerações finais

Durante a pandemia de COVID-19, variantes de SARS-CoV-2 têm surgido e circulado

em todo o mundo, e autoridades em saúde pública, tais como Organização das Nações Unidas (ONU), *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) e Organização Mundial da Saúde (OMS), vem traçando estratégias para diminuir os danos causados. Nesse cenário, a vigilância genômica, associada a metodologias computacionais específicas - como métodos de IA- vêm sendo explorada, auxiliando na compreensão de padrões moleculares e predição de informações.

A aplicação de IA necessita de uma grande quantidade de dados pré-processados. O processo de obtenção desses dados esbarra em diversas dificuldades, desde a ausência de dados confiáveis até a falta de padronização nos bancos de dados.

A quantidade de sequências genômicas depositadas no GISAID é enorme, porém o rápido aumento do índice de sequenciamento gerou a submissão em larga escala desses dados - sem a preocupação com a padronização. Esse fator limita a utilização desses dados na aplicação de ferramentas de inteligência artificial, que necessitam de dados padronizados para o treinamento de um sistema. A observação desses fatores leva vários grupos de pesquisas a se debruçar sobre os bancos de dados existentes, observando e extraindo informações com foco em sua padronização (22).

Um sistema de vigilância genômica eficaz tende a permitir ao país portar um melhor controle no surgimento de potenciais variantes de SARS-CoV-2 e o andamento da pandemia. A padronização dos dados e um detalhamento de informações relevantes dos pacientes como sexo, idade, etnia, sintomas e os genomas sequenciados é útil para alimentar um sistema de aprendizagem de máquina como um aplicativo, capaz de prever a possibilidade de disseminação viral em uma região ou auxiliar os profissionais de assistência à saúde a direcionarem tratamentos, por exemplo.

Diante disso, os dados de sequenciamento tornam-se um ponto chave, principalmente quando falamos de um banco de dados público e aberto como o GISAID, que teve um papel de fundamental importância para o compartilhamento de sequências e dados de SARS-CoV-2 ao longo da pandemia. Pontos assim só ressaltam o valor de domínios públicos de sequência que contribuem globalmente, não só para o combate de epidemias e pandemias, mas para prevenir ou aperfeiçoar as medidas de vigilância em saúde.

O uso de dados genômicos e a aplicação dos mesmos em sistemas de inteligência artificial, possibilita medir o grau de impacto, nacional e mundial, além de reforçar os cuidados e direcionamento para nações que necessitem de insumos para produção de vacinas e medidas de biossegurança, tornando as medidas de políticas e saúde públicas cada vez mais eficazes.

## Referências:

1. Butera Y, Mukantwari E, Artesi M, Umuringa J d'arc, O'Toole AN, Hill V, et al. Genomicsequencingof SARS-CoV-2 in Rwandarevealstheimportanceofincomingtravelersonlineagediversity. Nat Commun [Internet]. 2021;12(1):1–11. Availablefrom: <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-021-25985-7>
2. Romano CM, Melo FL. Genomicsurveillanceof SARS-CoV-2: A raceagainst time. Lancet Reg Heal - Am [Internet]. 2021;1:100029. Availablefrom: <https://doi.org/10.1016/j.lana.2021.100029>
3. Kandeel M, Mohamed MEM, Abd El-Lateef HM, Venugopala KN, El-Beltagi HS. Omicronvariantgenomeevolutionandphylogenetics. J Med Virol. 2021;
4. WHO. Tracking SARS-CoV-2 variants [Internet]. WHO. 2022 [cited 2022 Feb 9]. Availablefrom: <https://www.who.int/en/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants/>
5. Choi JY, Smith DM. SARS-CoV-2 VariantsofConcern. Yonsei Med J [Internet]. 2021 Nov 1 [cited 2022 Feb 10];62(11):961. Availablefrom: </pmc/articles/PMC8542474/>
6. Instituto Butantan. OMS reclassifica gravidade e altera o grupo de variantes do SARS-CoV-2 - Instituto Butantan [Internet]. Instituto Butantan. 2021 [cited 2022 Feb 9]. Availablefrom: <https://butantan.gov.br/noticias/oms-reclassifica-gravidade-e-altera-o-grupo-de-variantes-do-sars-cov-2>
7. WHO. OMS declara emergência de saúde pública de importância internacional por surto de novo coronavírus - OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde [Internet]. WHO. 2020 [cited 2022 Feb 7]. Availablefrom: <https://www.paho.org/pt/news/30-1-2020-who-declares-public-health-emergency-novel-coronavirus>
8. NanevSlavov S, Salvatore LeisterPatané J, dos Santos Bezerra R, Giovanetti M, Fonseca V, Jorge Martins A, et al. Genomicmonitoringunveiltheearlydetectionofthe SARS-CoV-2 B.1.351 lineage (20H/501Y.V2) in Brazil. medRxiv [Internet]. 2021 Apr 4 [cited 2022 Feb 7];2021.03.30.21254591. Availablefrom: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.03.30.21254591v1>
9. Shu Y, McCauley J. GISAID: Global initiativeonsharingall influenza data – fromvisionto reality. Eurosurveillance [Internet]. 2017 Mar 30 [cited 2022 Feb 7];22(13):1. Availablefrom: </pmc/articles/PMC5388101/>
10. The Lancet. Genomicsequencing in pandemics. Lancet (London, England) [Internet].

- 2021 Feb 6 [cited 2022 Feb 7];397(10273):445. Available from: [/pmc/articles/PMC7906659/](#)
11. Ardakani AA, Kanafi AR, Acharya UR, Khadem N, Mohammadi A. Application of deep learning technique to manage COVID-19 in routine clinical practice using CT images: Results of 10 convolutional neural networks. *Comput Biol Med* [Internet]. 2020;121(March):103795. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.103795>
  12. FIOCRUZ. Observatório Covid-19 divulga boletim apenas com indicadores de leitos no SUS [Internet]. Rio de Janeiro; 2022 Jan [cited 2022 Feb 7]. Available from: <https://portal.fiocruz.br/noticia/observatorio-covid-19-divulga-boletim- apenas-com-indicadores-de-leitos-no-sus>
  13. WHO. Genomic sequencing of SARS-CoV-2: a guide to implementation for maximum impact on public health [Internet]. 2021 Jan [cited 2022 Feb 7]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240018440>
  14. Sallas J, Elidio GA, Rohlfes DB, De Medeiros AC, Guilhem DB. A vigilância genômica do SARS-CoV-2 no Brasil na resposta à pandemia da COVID-19. *Rev Panam Salud Pública* [Internet]. 2021 [cited 2022 Feb 7];45. Available from: [/pmc/articles/PMC8147732/](#)
  15. Holmes EC, Goldstein SA, Rasmussen AL, Robertson DL, Crits-Christoph A, Wertheim JO, et al. The origins of SARS-CoV-2: A critical review. *Cell*. 2021 Sep 16;184(19):4848–56.
  16. Hirabara SM, Serdan TDA, Gorjao R, Masi LN, Pithon-Curi TC, Covas DT, et al. SARS-COV-2 Variants: Differences and Potential of Immune Evasion. *Front Cell Infect Microbiol*. 2022 Jan 18;0:1401.
  17. Larrañaga P, Calvo B, Santana R, Bielza C, Galdiano J, Inza I, et al. Machine learning in bioinformatics. *Brief Bioinform* [Internet]. 2006 Mar 1 [cited 2022 Feb 7];7(1):86–112. Available from: <https://academic.oup.com/bib/article/7/1/86/264025>
  18. Ekpenyong ME, Edoho ME, Inyang UG, Uzoka FM, Ekaidem IS, Moses AE, et al. A hybrid computational framework for intelligent inter-continent SARS-CoV-2 sub-strains characterization and prediction. *Sci Rep* [Internet]. 2021;11(1):1–25. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93757-w>
  19. Chiara M, D’Erchia AM, Gissi C, Manzari C, Parisi A, Resta N, et al. Next generation sequencing of SARS-CoV-2 genomes: Challenges, applications and opportunities. *Brief Bioinform*. 2021;22(2):616–30.

20. Maxmen A. Onemillioncoronavirusequences: popular genome site hits mega milestone. *Nature* [Internet]. 2021 May 1 [cited 2022 Feb 7];593(7857):21. Availablefrom: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33893460/>
21. Burki T. Understandingvariantsof SARS-CoV-2. *Lancet* [Internet]. 2021 Feb 6 [cited 2022 Feb 7];397(10273):462. Availablefrom: <http://www.thelancet.com/article/S0140673621002981/fulltext>
22. Kalia K, Saberwal G, Sharma G. The lag in SARS-CoV-2 genomesubmissionsto GISAID. *Nat Biotechnol* [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2022 Feb 7];39(9):1058–60. Availablefrom: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34376850/>
23. Prajapat M, Handa V, Sarma P, Prakash A, Kaur H, Sharma S, et al. Update ongeographicalvariationanddistributionof SARS-nCoV-2: A systematic review. *Indian J Pharmacol* [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2022 Feb 7];53(4):310. Availablefrom: </pmc/articles/PMC8411960/>
24. Wu F, Zhao S, Yu B, Chen YM, Wang W, Song ZG, et al. A new coronavirusassociatedwithhumanrespiratorydisease in China. *Nature* [Internet]. 2020 Mar 12 [cited 2022 Feb 10];579(7798):265–9. Availablefrom: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32015508/>
25. Dong Y, Dai T, Wei Y, Zhang L, Zheng M, Zhou F. A systematic review of SARS-CoV-2 vaccine candidates. *SignalTransduct Target Ther* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2022 Feb 10];5(1). Availablefrom: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33051445/>
26. Voss JD, Skarzynski M, McAuley EM, Maier EJ, Gibbons T, Fries AC, et al. Variants in SARS-CoV-2 associatedwithmildorsevereoutcome. *Evol Med PublicHeal* [Internet]. 2021 Feb 26 [cited 2022 Feb 7];9(1):267. Availablefrom: </pmc/articles/PMC8385248/>
27. Levin AT, Hanage WP, Owusu-Boaitey N, Cochran KB, Walsh SP, Meyerowitz-Katz G. Assessingthe Age SpecificityofInfection Fatality Rates for COVID-19: Systematic Review, Meta-Analysis, andPublicPolicyImplications. *medRxiv* [Internet]. 2020 Oct 31 [cited 2022 Feb 7];2020.07.23.20160895. Availablefrom: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.07.23.20160895v7>
28. Jha N, Hall D, Kankan A, Mehta P, Maurya R, Mir Q, et al. GeographicalLandscapeandTransmission Dynamics of SARS-CoV-2 VariantsAcrossIndia: A Longitudinal Perspective. *Front Genet* [Internet]. 2021 Dec 17 [cited 2022 Feb 7];12. Availablefrom: </pmc/articles/PMC8719586/>
29. Freitas ARR, Beckedorff OA, Cavalcanti LP de G, Siqueira AM, Castro DB de, Costa CF da, et al. The emergenceof novel SARS-CoV-2 variant P.1 in Amazonas (Brazil)

wastemporallyassociatedwith a change in the age and sex profile of COVID-19 mortality: A populationbasedecologicalstudy. Lancet Reg Heal - Am [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2022 Feb 7];1:100021. Availablefrom: <http://www.thelancet.com/article/S2667193X21000132/fulltext>

## A IMPLANTAÇÃO DO USO DE REDES SOCIAIS VIRTUAIS NA ESTRATÉGIA DE SAÚDE DA FAMÍLIA DE MACAÉ

*The implementation of the use of virtual social networks in the health strategy of  
the family of Macaé*

Márcia Regina Viana<sup>29</sup>

**Resumo:** O relato apresenta o Núcleo Integrado de Produção de Informações em Saúde (NIPIS) e a Plataforma de Saúde Colaborativa, constituídos por discentes e docentes do CM-UFRJ-Macaé. Foi criado perfil na rede social Facebook® para publicação de informações de Educação em Saúde elencadas a partir de demandas das unidades. Objetivos: compartilhar informações seguras e acessíveis aos usuários do SUS e aos trabalhadores da Rede de Atenção à Saúde; motivar usuários a participarem na geração de conteúdos; integrar ensino e serviço ao estimular as preceptorias e tutorias à produção de conteúdos para redes de comunicação virtual. Sua execução se estruturou nas fases: criação de agenda de Rodas de Conversa com usuários da ESF Macaé, para criação de vínculos e coleta de temas de educação em saúde sugeridos durante a abordagem; planejamento de pesquisa discente, para elaboração de conteúdos em linguagem simples; criação da arte final para posterior publicação. Resultados: A primeira postagem aconteceu em 4 de dezembro de 2021. Já foram publicados 15 conteúdos abordando os temas escoliose infanto-juvenil, sarampo, importância do prontuário médico, autoexame das mamas, HPV, prevenção de quedas no idoso, níveis de atenção à saúde, fisioterapia respiratória infantil, surgimento da insulina, vacinação, vírus respiratórios, serviço de atenção ao idoso e saúde do homem. A criação de espaços virtuais de educação em saúde pode contribuir para a experimentação da saúde enquanto direito e os conteúdos compartilhados irão promover emancipação cidadã para o autocuidado e cuidado do outro.

**Palavras-chave:** Educação em Saúde; Saúde Digital; Interprofissionalidade; SUS; ESF.

---

<sup>29</sup>Graduação em Nutrição pela Universidade Federal Fluminense (1985). cursou a Graduação em Filosofia com Licenciatura e Bacharelado, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1999). Mestre em Filosofia, na área de Ética e Existência, pela Universidade Gama Filho (2001). É doutora em Filosofia pela UGF (2007). Pós-Doutorado em Neurofilosofia pelo Programa Nacional de Pós-Doutoramento da CAPES. É doutora em Nutrição pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2015). É especialista em Direitos Humanos e Saúde pela Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca/FIOCRUZ. Atualmente é docente na Universidade Federal do Rio de Janeiro Campus Macaé e coordenadora do NESPERA - Núcleo de Estudos Plurais em Educação, Alimentação e Humanidades.

**Abstract:** The report presents the Integrated Center for the Production of Health Information (ICPH) and Collaborative Health Platform, made up of students and professors from the CM-UFRJ-Macaé. A profile was created on the social network Facebook® to publish information on Health Education Listed Based on the demands of the units. Objectives: to share safe and accessible information to SUS users and HealthCare Network workers; motivate users to participate in the generation of content; integrated each in a service by encouraging tutoring to produce content for virtual communication networks. Its execution is structured in the following phases: creation of an agenda for Conversation Circles with users of the ESF Macaé, to create links and collect health education topics suggested during the approach; student research planning, for the elaboration of content in simple language; creation of the final art for later publication. Results: The first post took place on December 4, 2021. 15 contents have already been published covering the topic of childhood scoliosis, measles, importance of medical records, breast self-examination, HPV, prevention of falls in the elderly, levels of healthcare, child respiratory physiotherapy, emergence of insulin, vaccination, respiratory viruses, elderly care service and men's health. The creation of virtual spaces for health education can contribute to the experimentation of health as a right and the shared content will promote citizen emancipation for self-care and care for the other.

**Keywords:** Health Education; Digital Health; Interprofessionalism; SHS; FHS.

## **Introdução**

Os anos de 2020 e 2021 foram parte de um período atípico para a vida em sociedade, especialmente ao que se relaciona às ações em educação, em saúde e em educação em saúde. As relações de ensino, pesquisa e extensão, constituintes do tripé das atividades acadêmicas, demandaram criatividade de seus docentes, discentes, tutores e preceptores. Ainda na vigência do Programa de Educação pelo Trabalho em Saúde – PET-Saúde (2019/2021), em sua última edição focada na Interprofissionalidade, apreendemos o sentido da expressão “reinventar a roda” e, transformamos todas as ações para o modelo de trabalho remoto. Não seria possível paralisar todas as atividades por conta do isolamento social, por isso foi necessário adaptá-las. Nesse sentido, todas as atividades do PET-Saúde IP passaram a ser executadas remotamente. Sabe-se que o grande desafio da formação em saúde é aproximar essa formação da sua finalidade – o SUS e seus usuários. Na esperança de alcançar essa meta, os grupos se lançaram às plataformas de redes sociais *online* para produzir conteúdos de educação em saúde.

Não poderia chamar essa experiência de exitosa em toda a sua dimensão. Alguns questionamentos inquietaram: será que os usuários participaram da ação? Estávamos em isolamento social, as atividades de grupo nas unidades suspensas, congestionadas com atendimento à pandemia de COVID-19 e mais tarde, com a vacinação. Os trabalhadores exaustos, os usuários acuados e nós, os educadores, desafiados a educar, acolher, informar e formar à distância.

Foi nesse caldeirão de impressões e sensibilidades contidas pelo isolamento social que desenvolvemos a reflexão de implementar o uso de redes sociais virtuais como estratégia de cuidado em saúde, aproveitando a presença da tecnologia já inserida no cotidiano das famílias. Como relatado em comunicação científica, o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) têm apoiado mudanças na forma de comunicação nos diferentes níveis da gestão e também na oferta de oportunidades de Educação Permanente em saúde. Na logística do cuidado em saúde e especificamente no apoio ao acompanhamento de pacientes crônicos, STRINGHINI et al. (2019) afirmam que “as ferramentas tecnológicas, quando bem indicadas e supervisionadas pela equipe de saúde, podem assegurar maior confiança e autonomia na implementação das orientações médicas e nutricionais”.

Adotando o modelo de associar teoria e prática e ação-reflexão-ação, proposta pela Educação Popular orientada pela Pedagogia da Autonomia de Paulo Freire (1996), nos lançamos à inovação de criar a Plataforma de Saúde Colaborativa, administrada

conjuntamente pela equipe selecionada de bolsistas de diferentes formações e pelo EDITAL DE SELEÇÃO PARA CONCESSÃO DE BOLSAS DE APOIO À PESQUISA EM PARCERIA PARA A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO ÂMBITO DO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MACAÉ (2021). Este edital representou a catapulta da ação. Reunimo-nos em equipe, reconhecemos demandas e, principalmente, fomos acolhidos e estimulados pela equipe de profissionais que compunham o laboratório de apoio ao Edital.

Este é um relato da experiência de criação de um Núcleo Integrado de Produção de Informações em Saúde (NIPIS) para rede social virtual da Estratégia de Saúde da Família (ESF) do Município de Macaé. Este núcleo foi constituído por discentes dos cursos de Enfermagem e Obstetrícia, Farmácia e Medicina e docentes dos Cursos de Medicina e Nutrição do Centro Multidisciplinar-UFRJ Macaé (CMM-UFRJ). Foi criado um perfil da Rede Social *Facebook* – “Plataforma de Saúde Colaborativa” – para a publicação de informações de Educação em Saúde elencadas a partir de cronograma criado em conjunto com as unidades de saúde, com os objetivos de: (1) vincular a produção de conteúdos às atividades de preceptoria, tutoria e supervisão das atividades extensionistas e didático pedagógicas dos cursos de formação em saúde desta Instituição de Ensino Superior (IES), de modo a facilitar a troca de saberes entre docentes, discentes e profissionais do serviço; (2) possibilitar aos usuários a inclusão de temas a serem tratados como conteúdos, facilitando assim a sua participação na elaboração do planejamento mensal de postagens, através de enquetes virtuais; (3) compartilhar os conteúdos produzidos na plataforma da rede social virtual; (4) integrar o ensino e o serviço ao estimular as preceptorias e tutorias à produção de conteúdos para redes de comunicação on-line.

### **O uso da internet no Brasil**

A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2019 realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostra que a população brasileira está utilizando cada vez mais a rede mundial de acesso a computadores. Essa pesquisa mostrou que 82,7% dos domicílios nacionais possuem acesso à internet, um aumento de 3,6 pontos percentuais em relação a 2018. O aumento da conexão de domicílios foi observado de forma mais significativa na área rural, onde a faixa de domicílios conectados saltou de 49,2%, em 2018, para 55,6%, em 2019, correspondendo a um aumento de 6,4 pontos percentuais. Nos domicílios urbanos, a utilização da internet subiu de 83,8% em 2018 para 86,7% em 2019. O IBGE ressalta ainda que o telefone celular ainda é o principal instrumento de conexão: foi encontrado em 99,5% dos domicílios com acesso à rede. No ano de 2019, dentre as 183,3

milhões de pessoas com 10 anos ou mais, 143,5 milhões (78,3%) utilizaram a internet nos últimos três meses. Jovens adultos entre 20 e 29 anos foram os que mais acessaram. O uso é maior entre estudantes (88,1%) do que entre não estudantes (75,8%). Os estudantes da rede privada (98,4%) usam mais do que os da rede pública (83,7%). Esses dados foram obtidos no sítio do Ministério da Comunicação, (<https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2021/abril/pesquisa-mostra-que-82-7-dos-domicilios-brasileiros-tem-acesso-a-internet> , acessado em 27/05/2021).

Apesar dessas informações serem alentadoras e sugerirem a perspectiva de inclusão digital, ainda não é possível creditar esse estado de coisas à população brasileira de forma equânime. Além do impedimento da renda para obtenção dos aparatos tecnológicos (aparelho e banda larga para acesso à rede), ainda se observa como obstáculo a falta de habilidade de grande parte da população ao uso dos aparelhos e das plataformas digitais, exclusão caracterizada como de primeira ordem – o acesso através de aparelhos; e a exclusão digital de segunda ordem, esta última dada pela dificuldade no uso das TIC. (MOTA, 2020). Além disso, “enquanto não se promoverem melhorias e inserção da população no processo formativo educacional, desigualdades em termos de efetividade de uso tendem a ser mais duradouras” (ROBINSON et al, 2015; VAN DEURSEN; VAN DIJK, 2014, *apud* MOTA, 2020).

Inegavelmente, a palavra *acesso* deveria ser o que mais expressaria a justificativa de se implementar o uso de redes sociais no cuidado em saúde. Mas, deve-se reconhecer que a mesma palavra vem acompanhada de seu reverso – o abuso das redes sociais em propagar informações inconsistentes e *fakenews*. Como possibilidade de minimizar os danos causados pelas falsas informações, Coelho et al (2020) chamam a atenção para a informação segura e fundamentada em bases científicas, em que: “pode-se incitar as parcerias com faculdades na área de saúde para que os alunos destas levem à população informações essenciais”.

Assimilar as plataformas de redes sociais como aliadas na disseminação de informações seguras aos usuários, além de oferecer maior capilaridade e acesso e consequentemente, maior resolubilidade na atenção e cuidado em saúde, pode representar importante ferramenta de exercício ao direito à saúde. O empoderamento de usuários que terão acesso a conteúdos informativos seguros sobre temas pertinentes ao cuidado em saúde é o retorno esperado dessa iniciativa (BAPTISTA DA SILVA, 2017). Compreender a informação como direito vai ao encontro de legislação que regula o direito de acesso à informação pública, previsto no artigo 5º, inciso XXXIII da Constituição Federal (PERES, 2014).

O direito à saúde pressupõe ações que coadunem com o entendimento ampliado da saúde, não ficando restrito a ações pontuais relacionadas aos procedimentos de assistência clínica. Ao aliar o direito à informação ao acesso à saúde, fica estampada a fragilidade que os usuários dos serviços de saúde experimentam diante da pouca informação qualificada sobre a maioria dos processos de saúde e doença vivenciados. Esta fragilidade não é fruto apenas da carência de informação (não) oferecida pelos serviços de saúde, resultado de dificuldades territoriais e operacionais, mas principalmente pela desinformação generalizada que a população vivencia no âmbito da educação em saúde e para a cidadania. A educação em saúde ganha maior dimensão quando pensada enquanto estratégia de promoção da saúde e de maior exercício de cidadania, ao considerar-se que “mais” cidadão é aquele que se percebe incluído nos serviços básicos. Em linhas gerais, a educação em saúde pode ser compreendida como um conjunto de práticas pedagógicas de caráter participativo e emancipatório, o qual abrange diferentes campos de atuação, visando sensibilizar, conscientizar e mobilizar para o enfrentamento de situações individuais e coletivas que transformam realidades.

Diante desses argumentos, torna-se coerente pensar que a educação em saúde pode encontrar na TIC e, em especial, nas redes sociais virtuais, uma importante ferramenta difusora de saberes. Informações seguras, de cunho científico sobre processos de saúde e educação e conseqüente autonomia no cuidado e inclusão, irão ao encontro da demanda pública de participação e mobilização social, incentivadas a partir de informações disponibilizadas em redes sociais já constituídas no cotidiano dos usuários do SUS (TROGLIO, 2016).

O projeto *Surveying The Digital Future* conduzido pelo *World Internet Project* (WIP) nos Estados Unidos da América em 1999, relatado no trabalho “A Sociedade em Rede Do Conhecimento à Acção Política” (CASTELLS & CARDOSO, 2005) mostrou como é significativa a busca por informação médica pelos novos internautas que se iniciam na navegação. O trabalho trouxe a hipótese de haver ilimitada curiosidade acerca de assuntos médicos, temas que possivelmente não eram discutidos livremente com amigos, pais e mesmo com os próprios médicos. Por que será? Constrangimento? Inacessibilidade? Verticalidade dos serviços?

Inerente à compreensão da saúde em sua amplitude está o entendimento também ampliado do território, este trazendo o sentido de geografia política, de que o espaço físico é demarcado por forças constituídas pelas relações sociais que emergem na disputa pelo poder de dominação, demanda alcançar a significação do território na organização da vida política e social dos grupos populacionais. Gondin *apud* Almerin (2017) chama a atenção para as

alterações que a enunciação sobre o território tem sofrido ao longo do tempo, também caracteriza a compreensão dessa enunciação para a dimensão que a articulação do território com a saúde realiza, no que concerne à ocupação de áreas urbanas e rurais. Pensar o conceito de território em saúde é articular este conceito com o processo de adoecimento e suas representações sociais, a historicidade das relações sociais e sua ecologia nos agravos de saúde, perceber os riscos implicados em sua arquitetura geográfica, epidemiológica, política e social. O território é um espaço vivo e dinâmico, onde as tensões de poderes locais e governamentais se disputam.

Durante o isolamento social provocado pela pandemia do COVID-19, a sociedade sofreu sensível afastamento das redes de atenção à saúde, em virtude de dois fatores desencadeantes: a necessidade de se manterem isolados e protegidos de infecções e a necessidade do serviço em ter que priorizar o atendimento aos acometidos pela SARS-COV 2. Desse afastamento, foi e é possível observar o medo das pessoas em frequentarem as unidades de saúde e a conseqüente interrupção de alguns processos de cuidado, como os grupos de trabalhos coletivos (“HiperDia”, Gestantes, Salas de espera), os quais foram suspensos para evitar aglomerações.

O grande desafio dos grupos do PET IP Macaé, ora citado como motivador dessa iniciativa, foi o de tentar aproximar suas atividades dos usuários da Rede de Atenção à Saúde (RAS) do município. Esperançosos de encontrar essa aproximação, os grupos se lançaram às plataformas de redes sociais *online* para produzir conteúdos de educação em saúde. Criar o NIPIS se justifica pelo entendimento de que a autonomia para o autocuidado em saúde se consolida a partir do acesso à informação segura e bem fundamentada. Um dos pilares da política indutora do PET IP é o incentivo à educação interprofissional que, em última instância, assegure ao usuário maior acesso à informação e direito à saúde. Implantar um núcleo integrado de produção de informações em saúde pode representar um empreendimento sustentável para a manutenção desse direito. A produção de conteúdos de informação em saúde envolve a integração de disciplinas de vários campos de atuação dos profissionais da ESF.

Importa salientar os aspectos de formação de vínculos e compartilhamento de saberes que a elaboração coletiva dos conteúdos promove no trabalho com diferentes atores. O movimento de encontro de falas de territórios diferentes, de sujeitos diferentes constituirá o cenário ideal para as trocas de experiência entre as equipes executora e de trabalhadores.

## **Materiais e Métodos**

O EDITAL DE SELEÇÃO PARA CONCESSÃO DE BOLSAS DE APOIO À PESQUISA EM PARCERIA PARA A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO ÂMBITO DO ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MACAÉ (2021), mencionado anteriormente, previa o intervalo de três meses de apoio financeiro e logístico para o desenvolvimento das ações. Dessa forma foi pensada uma estratégia de ação que pudesse ser implementada nesse curto espaço de tempo e que fosse sustentável. As etapas a serem paulatinamente alcançadas foram assim delineadas:

- Intervenção no âmbito da Atenção Básica em Saúde (ABS), especificamente na ESF, setor que demanda ampliar seu escopo de ação e alcançar o maior número de usuários e famílias. A criação de uma rede social virtual que consiga integrar as equipes de saúde da família, com comunicação permanente e sustentada por atividades didático-pedagógicas do CMM-UFRJ poderá otimizar o cuidado em saúde na proporção das métricas de alcance da rede social virtual.
- Articulação das tecnologias da rede social virtual, a tecnologia do cuidado em ABS e a tecnologia do ensino-aprendizagem da IES. A tríade dessas tecnologias – virtualidade/cuidado/metodologias de ensino – constituirão o resultado inovador da comunicação e cuidado em saúde; a comunicação é a chave mestra de implementação desta intervenção, uma vez que é o fundamento do cuidado em saúde: o compartilhamento de informações seguras e qualificadas para o fortalecimento de vínculos e redes de cuidado na ABS.
- Liderança e capacidade mobilizadora das ações - cada unidade de saúde tem a autonomia para propor os temas de saúde a serem compartilhados na rede social virtual, os quais podem ser desenvolvidos através de comentários e outras postagens. Além disso, a rede social se constitui em mediadora de encontros entre profissionais da RAS, que poderão trocar conhecimentos e saberes práticos, aumentando assim sua capacidade de resolubilidade e enfrentamento de agravos.

A Interprofissionalidade se colocou como característica essencial para a formação da equipe. Para compor uma equipe sugerida no edital em tempo hábil para concorrê-lo, convidamos extensionistas vinculados ao PET-IP, recentemente finalizado em maio de 2021, que já era composto por integrantes dos quatro cursos de formação em saúde. Por fim, a equipe manteve a base interprofissional, com docentes dos cursos de nutrição e medicina e discentes dos cursos de Farmácia, Medicina e Enfermagem (bolsistas), ambas as categorias oriundas do CMM-UFRJ.

Os conteúdos informativos foram produzidos de acordo com a demanda de cada unidade visitada. Esta demanda era acolhida pela equipe executora para produção de conteúdos. As equipes de trabalho (executora e multiprofissional das ESF) estiveram lidando com os fundamentos da Educação Interprofissional em Saúde e do trabalho colaborativo ao produzirem conteúdos e interações interdisciplinares veiculados na Plataforma de Saúde Colaborativa.

Como forma de avaliação, foram planejadas reuniões mensais com as equipes de trabalhadores das ESF em calendário a ser elaborado, que ainda não se realizou por conta do estado de emergência sanitária. Nessas reuniões será avaliado o retorno que os usuários vêm demonstrando no cotidiano do serviço e em conversa com a equipe, em relação ao uso da rede social virtual. A intenção é promover ao máximo a dialogicidade da ação, constantemente motivada pela interação entre o NIPIS e as unidades de saúde que aderirem ao projeto.

### **Atividades desenvolvidas**

Desde o início, focamos na integração da equipe com os diferentes elementos que compunham a intervenção:

- 1) O objeto do projeto – estruturação de informações qualificadas em rede social virtual;
- 2) O trabalho em equipe multiprofissional – o olhar de cada formação para o cuidado em saúde em linguagem simples;
- 3) A construção coletiva de informações em saúde – o incentivo à participação dos usuários na indicação de temas para elaboração de conteúdos;
- 4) O envolvimento dos trabalhadores da saúde na identificação de conteúdos relevantes – a adesão de cada gerente das ESF à plataforma virtual.

Para tanto, muitas ações foram desenvolvidas. O quadro abaixo é uma tentativa de demonstrá-las.

### **Quadro 1 - Demonstrativo das ações realizadas durante a vigência do edital.**

ATIVIDADES	MÊS	OBJETIVO
Primeira reunião <i>online</i> , entre coordenação e bolsistas	Outubro	- Integrar a equipe - Estabelecer diretrizes de ação - Montar cronograma
Pactuação com a Coordenadoria da Estratégia de Saúde da Família	Outubro	- Apresentar proposta

1a. Oficina de Gestão de Projetos	Outubro	- Estruturar o projeto inicial para que se transforme em ações viáveis, a partir das orientações da equipe de apoio do edital
Reunião com integrantes do NASF para apresentação do projeto	Outubro	- Firmar parcerias - Encaminhar ações
2a. Oficina de Gestão de Projetos	Outubro	- Aprender sobre o Project Model Canvas, apresentado pela equipe de apoio do edital - Discutir sobre estruturação e organização de projetos
1a. Oficina de Estruturação de Projetos	Novembro	- Promover chuva de ideias e identificar potenciais e fragilidades do projeto
1a. Roda de Conversa na ESF Imbetiba: primeira aproximação com os usuários sobre o projeto de criação da comunidade virtual no Facebook	Novembro	- Oportunizar a participação de usuários na elaboração de conteúdos TEMAS SUGERIDOS: - Falta mastologista; - Demora nos atendimentos; - Atendimento "agressivo" dos profissionais; - Muitos idosos com poucas vagas; - Mulheres (violência doméstica e descaso dos policiais); - Advogada da mulher; - Saúde do homem \ Sisreg; - "Agenda" dos serviços de saúde e especialidades em cada local e como marcar; - Folder de divulgação do nosso projeto
Reunião com a gerente da ESF Campo do Oeste	Novembro	- Apresentar o projeto e pactuar parceria
Visita à ESF de Botafogo e reunião com a médica da unidade	Novembro	- Apresentar o projeto e pactuar parceria
Visita à ESF Virgem Santa e reunião com a gerente	Novembro	- Apresentar o projeto e pactuar parceria
Criação da Página no Facebook "Plataforma de Saúde Colaborativa"	Novembro	- Iniciar as postagens de conteúdos elaborados pela equipe executora, os quais foram coletados nas rodas de conversa realizadas nas ESF que aderiram à iniciativa.
Apresentação dos projetos à coordenação do Edital	Novembro	- Apresentar resultados parciais das ações implementadas até o momento
2a. Oficina de Estruturação de Projetos	Novembro	- Orientar as demandas das postagens de cada unidade; - Orientar para o planejamento de conteúdos que demonstrem humanização do serviço prestado, através da apresentação dos membros da equipe executora.
Visita à ESF da Aroeira e conversa com a Enfermeira gerente	Novembro	- Apresentar o projeto e solicitar parceria
Roda de conversa na ESF Imbetiba	Novembro	- Oportunizar a participação de usuários na elaboração de conteúdos TEMAS SUGERIDOS: - escoliose infantil juvenil; - vacinação de sarampo; - saúde do homem

Participação da ação sobre o Novembro Azul na ESF Campo do Oeste	Novembro	- Participar do evento com os usuários e divulgar nosso projeto; TEMAS SUGERIDOS: - reaçãoalérgica - intervalo de vacinas
3a. Oficina de Estruturação de Projetos	Novembro	- Orientar a administração da plataforma virtual criada Temas discutidos: responsabilidade das postagens; definir a rede social como FB e IG; Definir quem fará e em quanto tempo dará a resposta. Definir o administrador da rede; Definir o tipo de posts: um <i>card</i> aglutinando as informações de várias ESF; Tornar o perfil uma página atrativa.
Reunião da equipe executora	Dezembro	-Trocar experiências -Planejar tarefas -Redistribuir atividades -Reajustar cronograma de ações
Roda de Conversa na ESF Imbetiba com projeção da plataforma virtual criada através de Datashow	Dezembro	- Fomentar a participação de usuários na Plataforma de Saúde Colaborativa -Motivar o pertencimento dos usuáriosatravés da projeção da tela -Compartilhar saberes em saúdeatravés da apresentação dos conteúdosjá postados TEMAS SUGERIDOS: -doença autoimune; -ansiedade e depressão; -referências sobre tratamentos
Visita à ESF Praia Campista e reunião com a gerente para inclusão na parceria	Dezembro	- Complementar a meta inicial de 5 ESF neste primeiro momento, uma vez que a ESF Aroeira não aderiu à iniciativa
Roda de Conversa na ESF Botafogo	Dezembro	- Fomentar a participação de usuários na Plataforma de Saúde Colaborativa Os temas sugeridos foram os mesmos indicados em outras rodas de conversa
Roda de Conversa na ESF Campo do Oeste	Dezembro	- Fomentar a participação de usuários na Plataforma de Saúde Colaborativa TEMAS SUGERIDOS: - exames de rotina;- atendimento prioritário; - sinais e sintomas de AVC;- sinais e sintomas de ataque cardíaco e hipertensão; - problemas de coluna, exercícios para prevenção; - artroses, como tratar.
Participação no evento MacaéConecta com apresentação de pôster	Dezembro	- Divulgar as ações realizadas até o momento; - Conectar a comunidade científica local com as inovações desenvolvidas no período de vigência do edital
Roda de Conversa na ESF Praia Campista	Dezembro	- Fomentar a participação de usuários na Plataforma de Saúde Colaborativa; TEMAS SUGERIDOS: - dose de reforço das vacinas como tétano e febre amarela

Reunião Remota com Técnico em Comunicações Visuais e Redes Sociais	Dezembro	- Aprender a criar posts em linguagem simples; - Discutir sobre quais estratégias a serem utilizadas para aumentar o alcance de pessoas na página do Facebook
--	----------	---

## Resultados

Iniciamos a plataforma no dia 18 de novembro de 2021 e nossa primeira publicação se fez no dia 4 de dezembro do mesmo ano. Desde o início até a presente data, já fizemos 15 publicações abordando os seguintes temas: escoliose infanto-juvenil, sarampo, importância do prontuário médico, autoexame das mamas, HPV, prevenção de quedas no idoso, níveis de atenção à saúde, fisioterapia respiratória infantil, curiosidades sobre o surgimento da insulina, vacinação, principais vírus respiratórios circulantes, serviço de atenção ao idoso e saúde do homem. Com essas postagens conseguimos o alcance de mais de 2000 acessos, recebemos a média de 122 engajamentos, segundo as métricas do Facebook. Os resultados esperados estão relacionados, principalmente, com a geração de conhecimento proporcionado pelo contato direto dos atores sociais responsáveis pela formação em saúde: os docentes coordenadores e tutores das ações, os profissionais preceptores, os discentes, e os usuários do SUS. O fluxo de diálogos e discussões entre docentes e profissionais favorecerá o compartilhamento de saberes e experiências, contribuindo para a formação interprofissional e desenvolvimento de competências colaborativas. A formação permanente caracterizada pela constante troca de saberes entre a universidade e o serviço será elemento constante, que trará, como consequência, o fortalecimento do SUS. Espera-se adicionar todas as ESF à rede social virtual criada, de modo a fomentar maior vínculo entre os trabalhadores da saúde e os usuários do SUS. Aposta-se na necessidade de criar oportunidades para maior participação social. A criação de espaços virtuais de educação em saúde pode contribuir para a experimentação da saúde enquanto direito e os conteúdos compartilhados irão promover emancipação cidadã para o autocuidado e cuidado do outro. Com o retorno das atividades presenciais e de nossas visitas às ESF, esperamos alcançar maior quantitativo de pessoas e mais curtidas, para que assim possamos expandir o projeto e proporcionar elevada disseminação de informações.

## Metas futuras

O projeto iniciou suas atividades, mas é possível afirmar que ainda tem muita potência a desenvolver. Reconhecemos que, neste momento, ainda estamos nos aperfeiçoando para enfrentar o desafio de aliar a plataforma virtual às ações de cuidado em saúde. É necessário

costurar os interesses do serviço, da academia e da gestão pública para que possamos inovar e alcançar o objetivo de vincular a produção de conteúdos às atividades de preceptoria, tutoria e supervisão das atividades extensionistas e didático-pedagógicas dos cursos de formação em saúde da IES, de modo a facilitar a troca de saberes entre docentes, discentes e profissionais do serviço. Além de implementarmos tais inovações, queremos alcançar todas as ESF de Macaé, em uma rede social que realmente conecte a cidade aos serviços e que, dessa forma, otimize seu alcance. Espera-se adicionar todas as ESF à rede social virtual criada, de modo a fomentar maior vínculo entre os trabalhadores da saúde e os usuários do SUS. Aposta-se na necessidade de criar oportunidades para maior participação social.

### **Considerações Finais**

A criação de espaços virtuais de educação em saúde pode contribuir para a experimentação da saúde enquanto direito e os conteúdos compartilhados irão promover emancipação cidadã para o autocuidado e cuidado do outro. Espera-se também alcançar algum grau de integração entre as formações não incluídas no nicho de formações convencionalmente chamadas de formação em saúde, como as engenharias e o direito, mas que navegância deste edital, pudemos perceber o quanto estas formações podem contribuir para aperfeiçoar a visão ampliada do conceito de saúde. Por exemplo, como a melhor organização do espaço físico dos equipamentos sociais pode colaborar na superação de agravos da saúde, ou ainda, qual a repercussão de que o entendimento de noções básicas de direito pode causar na melhora da saúde mental de cidadãos simples, que se sentem vítimas do sistema. Um dos pilares da política indutora da formação é o incentivo à educação interprofissional. A produção de conteúdos de informação em saúde envolve a integração de disciplinas de vários campos de atuação dos profissionais da ESF. A sociedade enquanto coletivo demanda ações que acomodem os cotidianos às conquistas do conhecimento científico de modo mais simplificado, que seja acessível aos cidadãos e cidadãs, para que encontrem na ciência uma aliada para maior acesso à informação de qualidade, e não apenas para alienação excludente.

## Referências:

- ALMERIN, B. **O uso do território na Atenção Primária à Saúde: estudo com médicos e enfermeiros da Estratégia de Saúde da Família (ESF)**. Dissertação – Varginha: Universidade Federal de Alfenas, 2017.
- BAPTISTA DA SILVA, A. **Perspectiva comunicacional de telessaúde como oportunidade de empoderamento**. In: Comunicação, mídia e saúde: novos agentes, novas agendas. [s.l.] Luminatti Editora, 2017. p. 250.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde. Departamento de Gestão da Educação na Saúde. As contribuições do PET-Saúde/Interprofissionalidade para a reorientação da formação e do trabalho em saúde no Brasil / Ministério da Saúde, Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde, Departamento de Gestão da Educação na Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2021. 84 p.
- CASTELLS, M.; CARDOSO, G. **A sociedade em Rede do Conhecimento à Acção Política**. Belém: Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 2005.
- COELHO, F.P. M. et al. **Revolta da Vacina no Século XXI**. Brasília, 2020. Disponível em: <http://revista.faciplac.edu.br/index.php/RSF/article/view/660/268>
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1997.
- IBGE. Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílio Contínua 2019. [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101794\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101794_informativo.pdf)
- MACAÉ, P.M. EDITAL DE SELEÇÃO PARA CONCESSÃO DE BOLSAS DE APOIO À PESQUISA EM PARCERIA PARA A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO ÂMBITO DO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MACAÉ. <https://macae.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1631374705.pdf>
- MOTA, F.P.B. Uso da internet: análise do relacionamento entre tipos de atividades, fatores de rejeição e condições sócio demográficas. **Revista Eletrônica Gestão & Sociedade**, v. 14, n. 38, p. 32, Maio/Agosto 2020.
- PERES, C. G. O Direito Humano Fundamental de acesso à informação pública: a perspectiva do Direito Comparado, a implementação da Lei no. 12.257/2011 e os seus reflexos para a accountability democrática no Brasil. **Publicações da Escola da AGU**, v.1. n. 35, 2014.
- STRINGHINI, M. L. F. et al. Whatsapp® como ferramenta de promoção da saúde com diabetes: relato de experiência. **Revista UFG**, v. v. 10, n. 1, p. 1–15, 2019.
- TROGLIO, B. D. C. **Saúde na rede: uma análise das práticas comunicacionais da Secretaria Municipal de Saúde de Porto Alegre no Facebook**. TCC—Porto Alegre: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2016.

## APOIO TÉCNICO ÀS E-MPRESAS DESENVOLVIDAS EM MACAÉ

*Technical Support for e-companies developed in Macaé*

Saulo Bichara Mendonça<sup>30</sup>  
Beatriz de Andrade Vieira

**Resumo:** O presente artigo tem por objetivo apresentar os trabalhos desenvolvidos e os resultados alcançados no desenvolvimento do projeto de extensão universitária “Apoio técnico às *e-mpresas* desenvolvidas em Macaé”. A pesquisa desenvolvida em sede do referido projeto de extensão universitária culminou com a publicação do *e-book* “Apoio Técnico às *E-mpresas*”, com apoio do Observatório da Cidade de Macaé, representando um produto inovador produzido em coautoria de docente e discente, no contexto de uma atividade científica e acadêmica fomentado pela Prefeitura Municipal de Macaé, através de sua Secretaria Municipal Adjunta de Ensino Superior. O resultado representa um instrumental didático-pedagógico eficiente e acessível gratuitamente por todos os cidadãos que visitem a página do Observatório da Cidade de Macaé, uma produção de Macaé para o país.

**Palavras-chave:** *Conhecimento; E-mpresas; Extensão Universitária; Fomento; Inovação.*

---

<sup>30</sup> Doutor em Direito pela Universidade Veiga de Almeida, Mestre em Direito pela Universidade Gama Filho, Especialista em Direito Público e Relações Privadas e Especialista em Direito do Trabalho pela Faculdade de Direito de Campos. Professor Associado na Universidade Federal Fluminense, lotado no Departamento de Direito de Macaé do Instituto de Ciências da Sociedade - Macaé

**Abstract:** This article aims to present the work developed and the results achieved by its authors in the development of the university extension project “Technical Support for companies developed in Macaé”, selected and approved under the terms of the “selection notice for granting scholarships to support research in partnership for technological innovation within the scope of the innovation ecosystem of the municipality of Macaé”. The research carried out at the headquarters of the aforementioned university extension project culminated with the publication of the e-book “Technical Support to E-Businesses”, with support from the City of Macaé Observatory, representing innovative product produced in co-authorship by professors and students, in the context of a scientific and academic activity promoted by the Municipality of Macaé, through its Municipal Secretariat for Higher Education. The result represents an efficient didactic-pedagogical tool, accessible free of charge by all citizens who visit the page of the Observatório da Cidade de Macaé, a production of Macaé for the country.

**Keywords:** Knowledge; Companies; University Extension; Promotion; Innovation

## Introdução

O projeto de extensão universitária, “Apoio técnico às *e-mpresas* desenvolvidas em Macaé”, selecionado e aprovado nos termos do “Edital de seleção para concessão de bolsas de apoio à pesquisa em parceria para a inovação tecnológica no âmbito do ecossistema de inovação do município de Macaé” teve seu início em primeiro de outubro de 2021 sendo executado nos três meses subsequentes.

O curto prazo definido no edital exigiu dedicação plena dos agentes envolvidos nas múltiplas atividades desenvolvidas, dentre participação em *webinars*, organização da apresentação realizada na “1ª Mostra de Pesquisa, Produtos e Soluções para a Sociedade”, realizada em 15 de dezembro de 2021 e o diálogo estabelecidos com pesquisadores de outras áreas de pesquisa contempladas no mesmo edital, como a de Robótica e a de Eficiência Energética. Nessa perspectiva, ainda foi produzido o citado *e-book* “Apoio Técnico às *E-mpresas*”, um processo que demandou atividades empíricas, pesquisas teóricas, entrevistas, reuniões, debates entre os coautores, formatação, editorial, investimento em revisão técnica e pode ser acessado gratuitamente pelo *QR Code* abaixo.



**Imagem 1:** *QR Code* para o *e-book* Apoio Técnico às *E-mpresas*

Além das atividades enumeradas, outra demanda atendida pelos pesquisadores envolvidos no projeto foi a revisão e aprimoramento do projeto de lei municipal que visa a criação de uma fundação municipal voltada para atividades de fomento à pesquisa e inovação científica. Tal como a redação da minuta de Estatuto Social destinado ao gerenciamento das atividades do órgão da Administração Pública Indireta a ser criado.

O resultado final, ou seja, o produto entregue pelos pesquisadores empenhados no desenvolvimento do citado projeto de extensão, é a publicação do *e-book* “Apoio Técnico às *E-mpresas*”.

### **Materiais e métodos**

No que tange à participação em *webinars*, a colaboração da pesquisadora bolsista foi essencial para a produção da apresentação realizada no evento “Sala Aberta: Apresentação Das Ações de Fortalecimento do Ecossistema de Inovação de Macaé”, transmitido ao vivo em 6 de out. de 2021 pelo YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=yWXOKPBBD7c>>.

A partir deste evento inicial do Programa de Inovação Tecnológica no Âmbito do Ecossistema de Inovação do Município de Macaé, foi estabelecido um plano de ação e cronograma para realização das atividades previstas no projeto aprovado.

No que diz respeito à demanda correlata a revisão e ao aprimoramento do projeto de lei municipal que visa a criação de uma fundação municipal voltada para atividades de fomento à pesquisa e inovação científica, também a redação da minuta do seu Estatuto Social, registra-se que esta atividade demandou várias reuniões junto da Secretária Municipal de Ensino Superior, Flavia Picon e do Coordenador na Instituto Macaé de Ciência e Tecnologia à época, Robério Dias.

A redação do *e-book* “Apoio Técnico às *E-mpresas* demandou levantamento bibliográfico, verificação dos procedimentos técnicos para registro de empresa individual e sociedade empresária por meio de consulta ao Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e à Junta Comercial do Estado do Rio de Janeiro (JUCERJA), foram realizadas entrevistas com profissionais da área das ciências contábeis e do direito, especialistas em assistência aos empresários e às empresas e atuantes no município de Macaé.

No evento intitulado “1ª Mostra de Pesquisa, Produtos e Soluções para a Sociedade”, realizado em 15 de dezembro de 2021, os pesquisadores tiveram a oportunidade de apresentar um resumo das atividades desenvolvidas no contexto do projeto de extensão por meio da exposição de *banner* expositivo.

Frisa-se que, toda construção editorial e *designer* gráfico foi produção integral e originária da discente pesquisadora bolsista que demonstrou durante toda a execução do projeto de extensão comprometimento e diligência no atendimento das demandas que lhes foram postas.

## **Resultados**

Além da excelente interação entre agentes e atores envolvidos nos projetos selecionados nos termos do “edital de seleção para concessão de bolsas de apoio à pesquisa em parceria para a inovação tecnológica no âmbito do ecossistema de inovação do município de Macaé”, organizado e coordenado pela Secretaria Municipal de Ensino Superior da Prefeitura Municipal de Macaé, registra-se como principal resultado o marco estabelecido pelo citado setor que contribui para a consolidação do Município de Macaé como a Cidade do Conhecimento.

## **Discussão**

A compreensão súbita que se teve ao realizar o levantamento de informações direto com o órgão responsável pela abertura, alteração e baixa de uma empresa, foi a eminente necessidade de um material único, completo e de fácil entendimento, que consiga atender a todos os tipos de empreendedores, independente de seus graus de formação e de suas áreas de atuação. Outra percepção foi a necessidade de realizar o levantamento da demanda empresarial local, a fim de alcançar dificuldades em comum, não somente para elaborar portfólio de propostas de respostas às demandas das empresas atendidas, mas, igualmente, proporcionar resposta clara e de fácil alcance às empresas de Macaé que não foram atendidas pelo projeto, daí a construção do *e-book* que permite alcançar não somente o núcleo onde o trabalho foi realizado, como também os empresários do município e toda a comunidade externa com um produto originário de Macaé.

## **Considerações finais**

Por fim, registra-se que a experiência vivida no contexto do Programa de Inovação Tecnológica no Âmbito do Ecossistema de Inovação do Município de Macaé foi essencial para a formação acadêmica dos discentes envolvidos, para a consolidação da simbiose das instituições de ensino superior sediadas em Macaé com a Prefeitura Municipal de Macaé que lhes apoia e com os agentes econômicos que se dedicam à atividade empresária no município e região. Ansiamos para que este evento proporcione um avanço e evolução na proposta, permitindo que Macaé entre no mapa dos Encontros Acadêmicos de cunho empírico e se consolide como a Cidade do Conhecimento.

## Referências

BRASIL. Lei n.º 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/110406compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406compilada.htm). Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. Departamento Nacional de Registro Empresarial e Integração. **Consultas Públicas**. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/dreji>. Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama – IBGE Cidades**: Macaé. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/macaee/panorama>. Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br>. Acesso em: 4 out. 2021.

MACAÉ. Prefeitura Municipal. **Diagnóstico Geral do Município de Macaé**. Disponível em: <http://www.macaee.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1429918917.pdf>. Acesso em: 4 out. 2021.

MENDONÇA, Saulo Bichara; BOUZO, Ramon Matheus de Moura; FIDELIS, David Dias; VELLOZO, Jullie Henrique; MARTINS, Maria Fernanda Siqueira Garcez; SANTOS, Gabriel Tavares dos. **E-commerce**: o empreendedorismo digital na perspectiva das pequenas empresas. Rio de Janeiro: Multifoco, 2020.

RAMOS, André Luiz Santa Cruz. **Direito Empresarial esquematizado**. 11. ed. Salvador: Juspodivm, 2021.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Energia e Relações Internacionais. Junta Comercial do Estado do Rio de Janeiro. **Passos para Abertura de Matriz e Filial nos Demais Municípios**. Disponível em: <https://www.jucerja.rj.gov.br/Home/informacoesEmpresas>. Acesso em: 4 out. 2021.

VIEIRA, Beatriz de Andrade e MENDONÇA, Saulo Bichara. Apoio técnico às e-mpresas. Macaé, RJ: Prefeitura Municipal de Macaé, 2021. Disponível em <[https://macaee.rj.gov.br/midia/uploads/APOIO%20T%C3%89CNICO%20%C3%80S%20E-MPRESAS\\_.pdf](https://macaee.rj.gov.br/midia/uploads/APOIO%20T%C3%89CNICO%20%C3%80S%20E-MPRESAS_.pdf)>. Acesso em: 21jan. 2022

Boletim  
Ciência  
Macaé

[Outubro]

[2022]

---

[Material Suplementar]

v. 2. n. 3.

Suplemento com artigos produzidos para o Hackathon Macaé Conecta.

# Boletim Ciência Macaé

v. 2. n. 3. Suplemento com artigos produzidos para o Hackathon Macaé Conecta.

ISSN 2675-584X e-ISSN 2675-598X

Boletim Ciência Macaé [recurso eletrônico] / Prefeitura de Macaé. Secretaria Municipal de Educação. Secretaria Adjunta de Ensino Superior. v.2, n.3. (2022). – Macaé, RJ : Secretaria Adjunta de Ensino Superior, 2020 –

1 recurso online: il

Disponível apenas online.

Quadrimestral

ISSN-e 2675-598X

1. Ciência – Periódicos. 2. Macaé – Periódicos. 3. Inovação – Periódicos. 4. Projetos de Pesquisa.

CDD 618.92398

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Dilma Pereira de Azevedo CRB7/3719.

O Boletim Ciência Macaé é uma publicação organizada pelo Observatório da Cidade de Macaé, da Secretaria Adjunta de Ensino Superior/Secretaria Municipal de Educação da Prefeitura de Macaé. Editada e distribuída pela Prefeitura de Macaé.

Acesso gratuito.

Observatório da Cidade de Macaé

Endereço Postal: Av. Aluizio da Silva Gomes, nº 50, Granja dos Cavaleiros, Macaé - RJ, 27930-560

Email: [observatoriodepesquisamacae@gmail.com](mailto:observatoriodepesquisamacae@gmail.com)

Instagram: [@observa.macaé](https://www.instagram.com/observa.macaé)

URL: <http://www.macaerj.gov.br/bcm>

Telefone: (22)33991801

# Boletim Ciência Macaé

v. 2. n. 3. Suplemento com artigos produzidos para o Hackathon Macaé Conecta.

Os autores são responsáveis pela apresentação dos fatos contidos e opiniões expressas nesta obra.

**PREFEITURA DE MACAÉ**

WELBERTH REZENDE

**SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO**

LEANDRA LOPES

**SECRETARIA ADJUNTA DE ENSINO SUPERIOR**

FLAVIÁ PICON PEREIRA

**OBSERVATÓRIO DA CIDADE DE MACAÉ**

ALICE FERREIRA TAVARES

FELIPE DIAS RAMOS LOUREIRO

**SECRETARIA EXECUTIVA DO BOLETIM CIÊNCIA MACAÉ**

LUANA SILVA MONTEIRO – UFRJ - MACAÉ

**EDITORES**

CREMILDA BARRETO COUTO - UFF

FELIPE DIAS RAMOS LOUREIRO - UNIVERSIDADE DE COIMBRA/PMM

LUANA SILVA MONTEIRO - UFRJ- MACAÉ

SABRINA AYD PEREIRA JOSÉ - UFRJ - MACAÉ

SCHEILA ABREU RIBEIRO - UENF-PMM

**COMISSÃO EDITORIAL**

ALICE FERREIRA TAVARES - UFF/PMM

CREMILDA BARRETO COUTO - FEMASS

DARANA CARVALHO DE AZEVEDO - UFF-NITERÓI/PMM

ELAINE ANTONIO ANTUNES PASSOS - PMM

FELIPE DIAS RAMOS LOUREIRO - UNIVERSIDADE DE COIMBRA/PMM

GIULIANO ALVES BORGES E SILVA - UFF - MACAÉ

GLAUCO LOPES NADER - UFF - MACAÉ

INÊS LEONEZA DE SOUZA - UFRJ - MACAÉ

LIA HASENCLEVER – UCAM - CAMPOS

MARIA INÊS PAES FERREIRA – IFF-MACAÉ

SABRINA NUNES DIAS DA SILVA BARBOSA - PMM

TIAGO OLIVEIRA DE SOUZA - UFRJ -MACAÉ

VITOR YOSHIHARA MIANO - IFF-MACAÉ

**EDITORAÇÃO/DIAGRAMAÇÃO**

OBSERVATÓRIO DA CIDADE

**FOTOGRAFIA**

**ARTE DA CAPA**

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DA PREFEITURA DE MACAÉ

## Sumário

Apresentação	131
1. Educação e conscientização ambiental nas escolas de Macaé - novos olhares sobre energia limpa e sustentável.	132
2. MONITORÁGUA: tecnologia para monitoramento de reservatórios de água desenvolvida por alunos da Rede Municipal de Ensino de Macaé	141
3. <i>GaiApp</i> : idas e vindas no desenvolvimento de um aplicativo para sustentabilidade	154
4. Forno à energia solar: uma alternativa para utilização de energia limpa nas escolas.	168
5. Hackathon Macaé Conecta: um relato da experiência de docentes do IFF Macaé	176
6. Mentoria de equipes no desenvolvimento de soluções para o Hackathon Macaé Conecta	187
7. Aprendizado de Programação baseada em projetos	196
8. Desenvolvimento de solução tecnológica em prol da eficiência e desburocratização entre a população e a prefeitura do município de macaé	200

## Apresentação

Este suplemento é fruto de uma experiência enriquecedora, o Hackathon Macaé Conecta. Ocorrido em 2021, o evento captou e fomentou iniciativas inovadoras com potencial de transformar a Administração Pública. Os artigos publicados apresentam ações e projetos com potência para gerar melhorias, com ganhos em eficiência e eficácia.

Hackathon é uma junção de dois vocábulos em língua inglesa, Hack e Marathon. Pode-se dizer que é uma maratona de programação e/ou inovações tecnológicas. Em eventos desse tipo ocorrem palestras, workshops, seminários, entre outras experiências de compartilhamento do conhecimento. Porém, tudo começa com um desafio.

O desafio proposto no Hackathon Macaé Conecta 2021 foi no sentido de identificar e estimular oportunidades de melhoria no âmbito da administração pública municipal. Ações visando eficiência energética, monitoramento de água, desburocratização e sustentabilidade se destacaram e podem ser lidas nos artigos que estão publicados a seguir.

No entanto, seria errado supor que esses artigos são os resultados mais importantes do processo denominado Hackathon. O network desenvolvido pelos atores envolvidos, sejam eles gestores públicos, setor privado ou estudantes, é um ganho considerável. A oportunidade de abordar problemas públicos numa perspectiva interdisciplinar também é positiva para os participantes e para a Prefeitura. Tal como aproxima a gestão pública dos setores mais inovadores da sociedade e do mercado.

Por fim, trata-se também de uma ação com finalidades educativas, na qual, o protagonismo jovem se une com a responsabilidade social dos cidadãos produzindo contatos e relações produtivas para a cidadania.

## ***Educação e conscientização ambiental nas escolas de Macaé - novos olhares sobre energia limpa e sustentável.***

*Environmental education and awareness in schools in Macaé - New Looks on clean and sustainable energy.*

Yasmin de Souza Medeiros;  
Gabrielly de Souza Romanhi;  
Heloisa Gonçalves Magno  
Abner dos Santos Silva;  
Guilherme de Oliveira Maforte.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Regina Lúcia Junqueira Carneiro<sup>31</sup>

### **Resumo:**

O presente artigo relata como foi a trajetória de criação do projeto que foca no desenvolvimento de um aplicativo que segue a finalidade de solução para conscientização sobre energia limpa e sustentável na cidade de Macaé com ambientação educacional. Logo, tem como objetivo promover e apoiar a educação sobre inovação e sustentabilidade com o foco nas energias renováveis para podermos ajudar as pessoas a se informarem mais sobre o mundo em que vivemos e a necessidade de cuidarmos mais dele através de trocas de experiências, jogos, simuladores, artigos, vídeos e podcasts.

**Palavras-chaves:** Solução; Conscientização; Energia Limpa; Inovação; Sustentabilidade.

### **Abstract:**

This article reports the trajectory of creation of the project that focuses on the development of an application that follows the purpose of a solution for awareness of clean and sustainable energy in the city of Macaé with an educational environment. Therefore, it aims to promote and support education on innovation and sustainability with a focus on renewable energies so that we can help people to be more informed about the world we live in and the need to take better care of it through exchanges of experiences, games, simulators, articles, videos and podcasts.

**Keywords:** Solution; Awareness; Clean energy; Innovation; Sustainability.

---

<sup>31</sup> Professora e Alunos do E. T. M Natálio Salvador Antunes.

## ***Agradecimentos***

Agradecemos à Prefeitura de Macaé; ao Programa Pedagógico *#inovareaprender*, à Secretaria de Educação, Secretaria Adjunta de Ensino Superior, Secretaria Adjunta de Ciência e Tecnologia e Programa Pedagógico; e a nossa Escola Técnica Municipal Natálio Salvador Antunes.

Agradecemos também à Luemy Ávila Santos Silva, à Aline de Lima Bragança e ao Roberto Mendonça de Lemos Junior - equipe do Macaé Conecta pela oportunidade; aos organizadores que participaram das nossas reuniões durante o período da Bolsa de Pesquisa - o Péterson Cardoso Pereira, Daniel Franco de Mendonça e Robson da Cunha Santos; e aos professores Daniel Malagueta e Rafael Ferreira - que participaram de nossos podcasts no período de desenvolvimento do App - aplicativo.

Somos muito gratos a todas as organizações e pessoas que nos apoiaram e acreditaram no nosso potencial.

## ***Introdução***

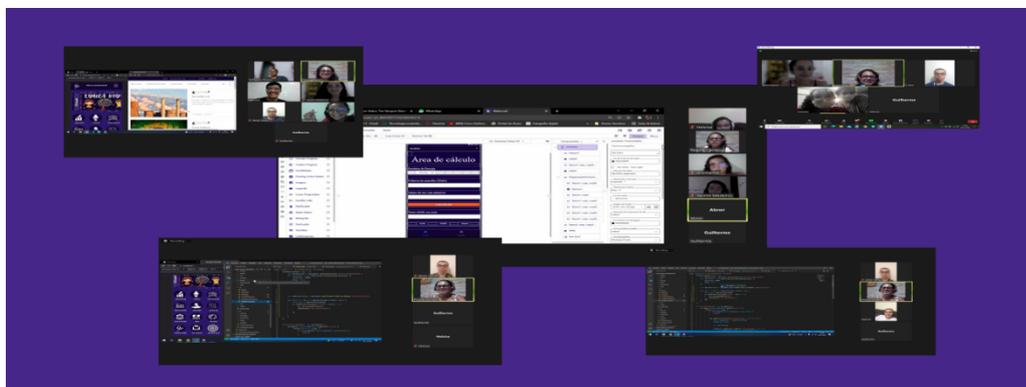
Este artigo tem por objetivo dissertar a trajetória da equipe Geração Ilimitada, da Escola Técnica Municipal Natálio Salvador Antunes, participante do Hackathon 2021, que é composta por seis membros, três alunas do Ensino Médio, do colégio Natálio, Gabrielly Romanhi, Heloisa Magno e Yasmin Medeiros, e mais dois colaboradores, Abner Santos aluno da oficina de robótica e um veterano do Natálio, Guilherme Maforte, sob a orientação da Professora Regina Carneiro.

Iniciamos nossa jornada rumo a uma educação mais sustentável, ao participarmos, pela primeira vez, no Hackathon, promovido pela Prefeitura Municipal de Macaé, quando recebemos a missão, num curto prazo, de buscar ideias e estratégias com soluções criativas e inovadoras, através da construção de um aplicativo *Mobile* com foco em quatro das dezessete ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável): 4- Educação de qualidade: 7 – Energia Limpa e Sustentável; 11- Cidade e Comunidade Sustentáveis e 12 – Consumo e Produção Responsável - visando simplificar as necessidades do usuário e sua relação, como cidadão, com o ambiente por meio de uma interação fácil, intuitiva e eficiente.

Após um minucioso estudo, vimos que a maioria das pessoas não tinha muito conhecimento sobre o futuro drástico que nos espera se continuarmos com os mesmos maus hábitos em relação ao nosso planeta. Então, a equipe Geração Ilimitada começou a desenvolver um aplicativo educacional mostrando a importância das energias renováveis e incentivando as pessoas a pensarem num futuro sustentável e com qualidade de vida para todos.

Na primeira fase do Hackathon, iniciamos nosso projeto com o recurso do aplicativo FabApp - Fábrica de Aplicativos. Na segunda fase, quando fomos premiados como bolsistas, tentamos migrar para o aplicativo Kodular, da MIT - Massachusetts Institute of Technology, porém sentimos os recursos do Kodular bem limitado ao que se desejava para o desenvolvimento do nosso Educa Sustentável. Com o desenrolar do processo, partimos para construir nosso aplicativo do zero, em forma de uma PWA - *Progressive web app*, com utilização de HTML - HyperText Markup Language, CSS - Cascading Style Sheets e Javascript.

**Figura 1** - Construção do app



**Fonte:** imagens da equipe

### ***Desenvolvimento***

Nosso tema referente ao Hackathon é Energia Sustentável. Tivemos três dias - 20, 21 e 22 de agosto de 2021 - para elaborarmos um aplicativo para entendimento e melhoria da cidade de Macaé, explorando as quatro ODS. No início, a equipe era composta por três alunas, Yasmin Medeiros, Gabrielly Romanhi e Heloisa Magno, e uma professora orientadora, Regina Carneiro.

Primeiramente, escolhemos o nome da nossa equipe – Geração Ilimitada – que nos remete a uma geração que tem sonhos e projetos, que não se limita, mas que busca construir, desconstruir e reconstruir algo para seu futuro e da sociedade. E, também nos leva a pensar numa sociedade com geração de energia limpa, sustentável e ilimitada.

Ao iniciar o projeto fizemos nosso Planner utilizando o Jamboard, do Google, para melhor análise e planejamento do aplicativo, delimitando páginas, conteúdos, botões, etc. Depois de muitas discussões em grupo decidimos desenvolver um aplicativo na área educacional, em que pudesse abranger a comunidade, professores, crianças, jovens e adultos. Um aplicativo que reunisse artigos, jogos, podcasts, simuladores de energia e vídeos, que fosse educativo, intuitivo, divertido e com uma interface agradável. Desta forma nasceu o app Educa Sustentável, um aplicativo educacional e interativo.

Dessa maneira, o nosso objetivo com o projeto foi criar um aplicativo que levassem as pessoas a reconhecerem os maus hábitos e o uso desenfreado da energia elétrica, o que vem agravando a crise hídrica, podendo também causar grandes apagões em breve. Focamos em conscientizar a população sobre a necessidade urgente de mudanças de atitudes, para isso nosso aplicativo traz soluções e maneiras de mudarmos essas atitudes enraizadas na sociedade.

Demonstramos que determinadas mudanças de hábitos dentro das nossas casas podem ajudar o planeta. Por exemplo, utilizarmos a água de maneira sábia, desligar os aparelhos elétricos que não estão sendo utilizados, trocar as lâmpadas convencionais por lâmpadas de menor consumo, tomar banho ou passar roupas fora do horário de pico e trocarmos os chuveiros elétricos por chuveiros com aquecimento solar térmico. Mostramos ainda que, estas mudanças além de ajudar o planeta, ajudam na economia doméstica e na economia sustentável do país.

Na classificação do Hackathon, a nossa equipe ficou em segundo lugar na categoria de Ensino Médio. Portanto, seguimos com o cronograma da Bolsa de Pesquisa e tivemos quatro meses para melhorar nosso projeto e desenvolver o aplicativo.

Recebemos a orientação dos professores Peterson, Robson e Daniel, professores orientadores do Hackathon, que nos direcionaram e nos fizeram repensar sobre os conteúdos

do nosso app e nos impulsionaram a desenvolvê-lo com maior clareza. Tivemos todo apoio logístico, referente às datas de entregas e dúvidas, da equipe Hackathon: Aline e Roberto.

### ***Etapas de desenvolvimento***

#### *Primeiro mês de desenvolvimento do projeto*

No primeiro mês da Bolsa de Pesquisa, setembro, replanejamos nosso projeto, analisamos quais ações tomaríamos até a entrega do Educa Sustentável. Algumas das ações foram: a remodelação do nosso app, que no início foi construído na Fábrica de Aplicativo, todavia a FabApp é um editor de apps pago e com poucos recursos. Reiniciamos nosso projeto no Kodular, da MIT, que é uma plataforma de construção de aplicativos gratuita e com mais recursos que a anterior.

Na sequência, pesquisamos fórmulas para produzir nosso simulador de energia, construímos nosso Blog Geração Ilimitada - com postagens de conteúdos, fizemos testes com o app (Educa Sustentável) e mudamos o design do aplicativo e conseguimos o primeiro colaborador para nossa equipe: o Abner. Ele ficou responsável por nos ajudar na construção do simulador. Além disso, desenvolvemos alguns vídeos e jogos; E começamos a publicação dos nossos conteúdos escritos, artigos desenvolvidos pela nossa colunista.

#### *Segundo mês de desenvolvimento*

No mês de outubro, criamos nosso canal no *YouTube*, nosso Instagram e e-mail para a população entrar em contato. Fizemos nosso primeiro podcast - que intitulamos de “Gicast” - com todos os integrantes da equipe, contamos como nossa equipe se formou e como estava sendo o primeiro mês de desenvolvimento do projeto. Criamos jogos, continuamos na construção do app com conteúdos e atualização do blog.

#### *Terceiro mês de desenvolvimento*

No mês de novembro, conseguimos um segundo colaborador, o Guilherme. Ele ficou responsável por nos ajudar na mudança do app. Mais uma vez resolvemos mudar, para deixar nosso app o melhor que conseguíssemos, em apenas quatro meses. Faltando apenas um mês e meio para entrega do app, tivemos que fazer várias mudanças.

A nossa decisão foi radical, resolvemos reconstruir o aplicativo do zero. Partimos para o desenvolvimento web. Para isso, fizemos uma PWA - Progressive web app - usando as

v.2 n.3, outubro de 2022

tecnologias HTML - HyperText Markup Language; CSS - Cascading Style Sheets; JavaScript; Bootstrap.

Terminamos o simulador, onde o usuário pode simular o gasto energético de um aparelho eletroeletrônico ou lâmpada em um determinado tempo, calculando o quanto ele pagará mediante ao consumo; Postamos mais conteúdos no app, como os vídeos do Educa Kids, Escola Sustentável, ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica e Artigos.

Gravamos o segundo podcast, com o convidado Rafael Malheiro Ferreira, professor de engenharia civil na UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus Macaé. No nosso Gicast, do mês de novembro, o assunto foi sobre as novas termelétricas que estão sendo construídas em Macaé e qual a relação com a frase: “Macaé cidade da energia” e publicamos nas nossas redes sociais. Atualizamos o blog, testamos o aplicativo com nossos familiares, amigos e com a comunidade escolar.

#### *\*Quarto mês de criação do projeto*

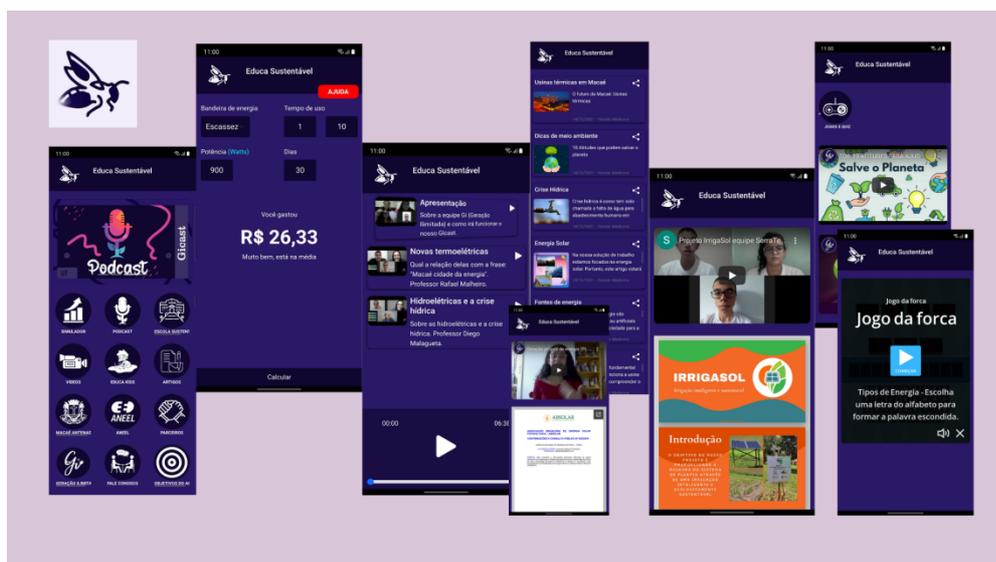
No mês de dezembro, a meta foi entregar o Educa Sustentável com a maior parte do nosso planejamento já feito, fizemos o refinamento do aplicativo para postagem geral - conseguimos colocar o aplicativo na Play Store. Fizemos vários conteúdos, a maioria dos artigos foram colocados diretamente no app, todos os nossos podcasts já gravados até aqui, estão dentro do aplicativo; Gravamos o terceiro podcast com o convidado especial, professor Diego Cunha Malagueta da UFRJ Campus Macaé, sobre as hidroelétricas e a crise hídrica e publicamos nas nossas redes sociais.

Fizemos novas atualizações do Blog, publicação dos últimos artigos previstos para esses quatro meses, e além disso, nas últimas semanas do mês de dezembro testamos o Educa Sustentável com a população, e inclusive recebemos *feedbacks* importantes para o desenvolvimento do projeto. Ademais, professores que têm projetos com conteúdos abrangentes querem fazer parceria conosco, colocando seus projetos dentro do nosso aplicativo, na aba Escola Sustentável.

#### ***Interfaces do aplicativo***

Os botões que estão no app são: Simulador, Podcast, Escola Sustentável, Vídeos, Educa Kids, Artigos, Macaé Antenada, ANEEL, Parceiros, Geração Ilimitada, Fale Conosco e Objetivo do App.

**Figura 2 - Botões do app**



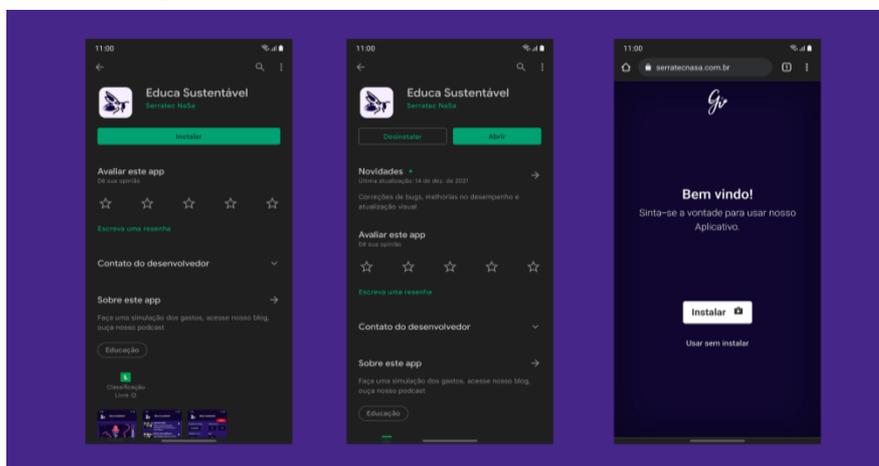
**Fonte:** imagens do aplicativo

### ***Considerações finais***

Do momento que começamos até aqui, no mês de dezembro de 2021, tivemos muitas reuniões, ideias, conhecimentos, parcerias, mudanças e inovações. No primeiro mês do desenvolvimento do projeto decidimos dividir as tarefas, porém ao final de cada parte concluída analisamos em equipe. Foram quatro meses de muita evolução e crescimento, em pouco tempo tivemos que elaborar conteúdos inovadores, que tornassem Macaé uma cidade que sabe inovar, que investe em uma causa, que busca melhorar a cidade. E, podemos dizer que foi isso que realizamos nesse período, criamos um projeto para melhoria da cidade, no aspecto energético e ambiental.

Com muito orgulho apresentamos nosso aplicativo. Nosso destaque no mês de dezembro foi a conclusão dele, foi quando conseguimos cumprir nosso planejamento. O app Educa Sustentável está funcionando, tem versão para *Web* e *Mobile*, pode ser baixado pela maioria dos navegadores de celular e já está acessível na *Play Store*. Nosso objetivo é fazer atualizações no Educa Sustentável, visando adicionar novos conteúdos, incluir parcerias e melhorar as funcionalidades já existentes.

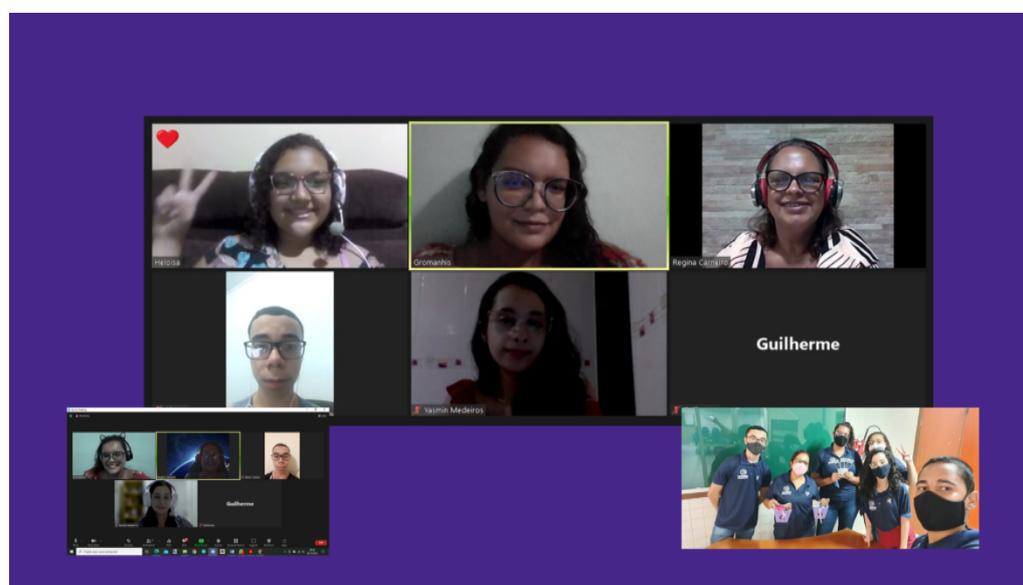
**Figura 3 - O Educa Sustentável na Play Store**



**Fonte:** imagem do aplicativo

Nossas reuniões semanais e o compromisso com a criação de um aplicativo diferenciado fez essa equipe crescer, pensar, questionar, analisar, empreender, nos desafiar e aprender muitas coisas novas, trabalhamos em equipe.

**Figura 4 - Equipe**



**Fonte:**  
imagem

do aplicativo

Durante o desenvolvimento do aplicativo fomos capazes de estabelecer relações com professores e pessoas conhecedoras da área que estávamos desenvolvendo o projeto.

Chegamos a alcançar diversas pessoas através da prévia do desenvolvimento do app. Recebemos apoio a proposta do projeto e também muitas críticas construtivas e dicas. A partir disso, conseguimos aprimorar o projeto Educa Sustentável.

Portanto, o Hackathon nos impulsionou a pensar no nosso futuro como empreendedores tecnológicos, nosso desejo é criar uma Startup para construção de novos produtos tecnológicos.

### ***Referências***

Eletricidade - Corrente elétrica. Energia solar. Disponível em:

<https://pt.solar-energia.net/eletricidade/watt>. Acesso em: 09 de setembro de 2021.

Wordwall. Disponível em: <https://wordwall.net/>. Acesso em: 28 de setembro de 2021.

Rocketseat. Disponível em: <https://www.rocketseat.com.br/>. Acesso em: 04 de novembro de 2021.

Zoom. Disponível em: <https://us02web.zoom.us/j/85469431591#success>. 24 de agosto de 2021.

Google. Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/docs/about/>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

Google Fonts. Disponível em: <https://fonts.google.com/>. Acesso em: 20 de setembro de 2021.

Kodular. Disponível em: <https://www.kodular.io/>. Acesso em: 06 de setembro de 2021.

Canva. Disponível em: [https://www.canva.com/pt\\_br/](https://www.canva.com/pt_br/). Acesso em: 20 de agosto de 2021.

Favicon.ico & App Icon Generator. Disponível em: <https://www.favicon-generator.org/>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

Online Image Tool. Disponível em: <https://www.onlineimagetool.com/pt/>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

SVG to PNG. Disponível em: <https://svgtopng.com/pt/>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

## ***MONITORÁGUA: tecnologia para monitoramento de reservatórios de água desenvolvida por alunos da Rede Municipal de Ensino de Macaé***

*MONITORÁGUA: technology for monitoring water reservoirs developed by students of the Municipal Education of Macaé*

Prof<sup>o</sup>. Erica de Jesus Soares Scheffel<sup>32</sup>

### **Resumo:**

O presente trabalho é um relato de experiência com estudantes do ensino fundamental da Rede Municipal de Ensino de Macaé, o qual resultou no desenvolvimento de um sistema para monitoramento de reservatórios de água, constituído por um aplicativo para dispositivos móveis e um microcontrolador Arduino dotado de sensores e de módulo transmissor via Bluetooth. O projeto STEAM teve início com o evento Hackathon Macaé Conecta, cujo desafio foi propor uma solução em benefício da sociedade, a partir da problemática gerada pela crise hídrica na bacia hidrográfica do Rio Macaé. O objetivo deste trabalho foi promover uma aprendizagem interdisciplinar baseada em problemas, ministrada por meio da Elaboração Dirigida, onde a inserção dos estudantes na tecnologia, no desenvolvimento de aplicações e na programação de computadores foi facilitada pelas plataformas online: MIT App Inventor, Kodular e Tinkercad. As propostas surgiram em reuniões de Brainstorm, recurso este que foi utilizado nos encontros trabalhados de forma construtivista. O aplicativo para dispositivos móveis e o sistema Arduino a ser instalado no reservatório de água foram implementados, mas ajustes ainda estão sendo feitos, a fim de que o kit, batizado pelos estudantes de Monitorágua, se torne uma ferramenta eficaz a ser disponibilizada à população, contribuindo para o melhor planejamento na utilização deste recurso vital: a água.

**Palavras-chave:** STEAM; Robótica Educacional; Aprendizagem Baseada em Problemas; Monitoramento de Água.

### **Abstract:**

The present work is an experience report with elementary school students from the Municipal Education of Macaé, which resulted in the development of a system for monitoring water reservoirs, consisting of an application for mobile devices and an Arduino microcontroller equipped with sensors and a transmitter module Bluetooth. The STEAM project began with the Hackathon MacaéConecta event, whose challenge was to propose a solution to benefit society, based on the problems generated by the water crisis in the hydrographic basin of the Macaé River. The objective of the work was to promote interdisciplinary learning based on problems, carried out through Direct Elaboration, where the insertion of the students in technology, in the development of applications, and in computer programming was facilitated by online platforms: MIT App Inventor, Kodular, and Tinkercad. The proposals came up in Brainstorm moments, a resource that was used in the meetings worked in a constructivist way. The application for mobile devices and the Arduino system to be installed in the

---

<sup>32</sup> Prefeitura Municipal de Macaé e mestre em informática pelo NCE-UFRJ  
v.2 n.3, outubro de 2022

water reservoir were implemented, but adjustments are still being made so that the kit, baptized Monitorágua, becomes an effective tool to be made available to the population, in a way that contributes to better planning in the use of this vital resource: the water.

**Keywords:** STEAM; Educational Robotics; Problem Based Learning; Monitoring Water Reservoirs.

## ***Introdução***

Avanços tecnológicos significativos que ocorreram em um intervalo de tempo relativamente curto, como o surgimento da Internet e da Inteligência Artificial, demonstram que a sociedade se encontra em um veloz desenvolvimento. Diversos países com alto nível econômico e social investiram na educação tecnológica na tentativa de suprir a carência de profissionais desta área. Os Estados Unidos, por exemplo, aplicaram bilhões de dólares em programas de inserção da aprendizagem STEM na educação básica nas últimas décadas, já que o sistema educacional foi compreendido como principal formador de mão de obra para essas áreas do conhecimento, capazes de gerar benefícios sociais e econômicos indispensáveis para o crescimento da economia no século XXI (OLIVEIRA; UNBEHAUM; GAVA, 2019). No Brasil as iniciativas de inserção de uma educação STEM ainda são incipientes, possivelmente pela necessidade de um professorado qualificado com conhecimentos de engenharia para integração com as demais disciplinas, contudo, as inovações educacionais estadunidenses e europeias tradicionalmente levam um certo tempo para que sejam adotadas no Brasil, mas acabam sendo (FREITAS, 2019). STEM é o acrônimo formado com as palavras da língua inglesa (Science, Technology, Engineering And Mathematics) que em português quer dizer: Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Para trabalhar com a educação STEM é necessário transformar a educação tradicional em configurações que levem o educando a pensar nesse novo mundo interconectado (BOY, 2013).

As habilidades colaborativas de resolução de problemas são competências altamente exigidas no século XXI e ajudar os estudantes a desenvolver essas habilidades, por meio de projetos STEAM trabalhados com métodos suportados por computador, é uma tendência impactante no campo da educação (LIN et al. 2020). As reuniões que originaram o produto deste trabalho, incluindo a proposta, o design, a programação do aplicativo e a programação do sistema Arduino foram realizadas por meio de métodos suportados por computador. Na ocasião foram utilizados os recursos Google Meet, Google Classroom e WhatsApp para a

comunicação e as plataformas online gratuitas Kodular e Tinkercad para a implementação. A necessidade de iniciar o trabalho remotamente ocorreu devido à pandemia de Covid-19 instaurada no início de 2020 (OMS, 2022). Nesse período, medidas como o uso de máscaras, o distanciamento social e a adoção de métodos mais profundos e eficazes de higienização foram protocolados em vários países na tentativa de conter o avanço da doença. Por esse motivo, as aulas das redes pública e privada do Brasil e de muitos outros países foram substituídas pelo ensino remoto emergencial, trazendo muitos desafios para alunos, professores e gestores nesta transição indispensável (VIEIRA, 2020). Com o retorno gradual das aulas presenciais foram realizados encontros com os estudantes envolvidos para que as partes físicas do projeto fossem colocadas em prática.

O produto desenvolvido é um sistema composto de um aplicativo para dispositivos móveis e um circuito eletrônico a ser instalado junto ao reservatório de água, o qual contempla um microcontrolador Arduino, dois sensores que verificam o nível e a vazão de água no reservatório e um módulo Bluetooth para transmissão dos dados coletados ao aplicativo instalado no celular do usuário. O sistema denominado MONITORÁGUA se originou no Hackathon Macaé Conecta, um evento da Secretaria Adjunta de Ensino Superior da Prefeitura Municipal de Macaé (PMM, 2021) e está em sua fase beta de desenvolvimento.

Este artigo está dividido em oito Seções: a introdução apresentou a relevância do trabalho e as ferramentas utilizadas; na Seção 2 encontram-se preceitos do conceito STEAM e da Aprendizagem Baseada em Problema abordados neste projeto; a Seção 3 descreve os materiais e métodos; na Seção 4 estão descritos os principais resultados deste processo de aprendizagem não tradicional; na Seção 5 encontra-se a discussão e na seção 6, as considerações finais, seguida pelos agradecimentos e referências.

### ***Educação STEAM e Aprendizagem Baseada em Problemas***

A disciplina Artes foi posteriormente englobada pelo conceito das áreas exatas e originou o acrônimo STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics) porque a atual sociedade, livremente conectada, promove o desenvolvimento da criatividade para desenvolver uma educação que prepara o ser humano para a vida social (BOY, 2013). Segundo o autor, devido ao consumismo provocado pela mídia, a sociedade se transformou

em espectadora ao invés de colaboradora. Nessa perspectiva, a educação do século XXI precisa resgatar, nas pessoas, a criatividade e a capacidade de lidar com situações inéditas. Esse tipo de capacidade intelectual pode ser desenvolvido com propostas trabalhadas em grupos, de forma interdisciplinar, formuladas com base em uma aprendizagem baseada em projetos e/ou problemas, cujo foco é o engajamento dos alunos em uma investigação cooperativa e sustentada. Nesse contexto, a robótica ganha destaque por ser uma ferramenta que proporciona importantes benefícios para a educação, principalmente em Ciências, Matemática, Informática e Tecnologia, mas que atende a objetivos que vão além daqueles declarados no currículo, tais como o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, criatividade, pensamento crítico, habilidades colaborativas, entre outras (ALIMISIS, 2009).

A educação STEAM se entrelaça com a aprendizagem baseada em problemas, por oferecer um campo interdisciplinar, ou seja, com inúmeras possibilidades, onde a criatividade pode ser explorada com o objetivo de solucionar os desafios propostos de forma prática. A aprendizagem baseada em problemas é utilizada até na formação de médicos, onde os alunos usam “gatilhos” do problema proposto para definir seus próprios objetivos de aprendizagem (WOOD, 2003). A aprendizagem baseada em problemas tem muitos pontos em comum com a mais comumente utilizada aprendizagem baseada em projeto, também conhecida como PBL (Project Based Learning). Uma sala de aula baseada em projetos permite que os alunos investiguem questões, proponham hipóteses e explicações, discutam suas ideias, desafiem as ideias dos outros e experimentem novas ideias (KRAJCIK; BLUMENFELD, 2005), porém o trabalho é feito de forma mais estruturada pelo professor, incluindo objetivos específicos. Neste trabalho, a liberdade de criar, propor e estruturar o que seria realizado para resolver o desafio foi priorizada para melhor preparar os estudantes para a vida real, onde o trajeto e o desfecho das situações não estarão predefinidos.

### ***Materiais e Métodos***

O trabalho durou quatro meses e teve início em agosto de 2021 com a apresentação do desafio direcionado ao ensino fundamental proposto no Hackathon Conecta Macaé: contribuição para o desenvolvimento da cidade, com foco na conscientização da utilização da

água no município, contemplando os ODS 4, 6, 11 e 12 (PMM, 2021), conforme apresentados na Figura 1.



**Figura 1** - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU

Os ODS são dezessete objetivos para os quais a Organização das Nações Unidas (ONU) está contribuindo para movimentar a agenda 2030, tratando de temas como, o meio ambiente e o clima. O ODS 4 se refere à educação de qualidade; o ODS 6 trata da água potável e saneamento; o ODS 11 contempla cidades e comunidades sustentáveis e o ODS 12 diz respeito ao consumo e produção responsáveis. Na ocasião, a abordagem utilizada para apresentação da temática aos estudantes foi a *Elaboração Dirigida*, proposta pelo professor emérito da Faculdade de Psicologia da UFRJ, Franco Seminério.

### ***Elaboração Dirigida***

A *Elaboração Dirigida* é uma técnica de interação com os alunos onde a instrução não acontece com o frequente monólogo de posse do professor, mas com o diálogo focado no que o adulto pode oferecer por meio de questionamentos que se revezam com as respostas obtidas, até que façam sentido para o educando (SEMINÉRIO, 1984). Por esse motivo, diversas questões foram levantadas à equipe de estudantes, a fim de que eles pudessem refletir conforme as possibilidades e a vivência de cada um. Entre as questões apresentadas destacam-se: a distribuição de água potável atende plenamente às necessidades da população macaense? A situação da distribuição da água potável interfere na educação de qualidade? Qual a relação entre a distribuição da água potável e o ODS 12, referente ao consumo e produção responsáveis? Se há carência na distribuição de água potável, como as cidades sustentáveis e inteligentes poderiam tentar amenizá-la? Como nós poderíamos contribuir para

a resolução dos problemas enfrentados pela sociedade decorrentes da carência no abastecimento de água potável?

Conforme os procedimentos técnicos sugeridos por Seminério (1984), durante a aplicação da Elaboração Dirigida o professor inicia o diálogo solicitando aos educandos que respondam a uma questão levantada ou que resolvam um problema proposto. Em seguida deve-se verificar se esses agiram e interpretaram corretamente a questão/problema e, a partir de suas respostas, avançar de acordo com as alternativas que se seguem. A Figura 2 apresenta o esquema de aplicação da Elaboração Dirigida sugerido por Seminério (1984, apud SCHEFFEL et al. 2020).



**Figura 2.** Esquema para aplicação da Elaboração Dirigida

Por ser um grupo de estudantes, a Elaboração Dirigida foi aplicada em uma reunião de *Brainstorm* que aconteceu remotamente no Google Meet, onde surgiu a ideia de monitorar digitalmente o nível de água nos reservatórios. Com a possibilidade de conferir facilmente a quantidade de água disponível, as pessoas poderiam planejar suas ações, evitando que este recurso vital viesse a faltar. O *Brainstorm* consiste em uma reunião para exploração de ideias, onde todas as sugestões são bem-vindas e livres de censura, a fim de que o grupo tente

encontrar uma solução para um determinado problema a partir das diversas ideias apresentadas (RIZI et al., 2013).

### ***Encontros Construtivistas***

Com a ideia definida, iniciou-se o trabalho de pesquisa para prototipagem do sistema proposto. Os estudantes participantes são assíduos na oficina de robótica, uma disciplina eletiva oferecida no contraturno da Escola Estadual Municipalizada Polivalente Anísio Teixeira, a qual atende estudantes do Ensino Fundamental II. A oficina de robótica é oferecida gratuitamente pela Prefeitura Municipal de Macaé, por meio do Projeto Inovar e Aprender. Por esse motivo, os participantes já conheciam a tecnologia Arduino e alguns sensores capazes de possibilitar a observação do nível de água. Um dos estudantes tinha experiência com o desenvolvimento de aplicativos por participar de um projeto anterior, também realizado na oficina de robótica da escola. Os recursos foram sendo compartilhados com os estudantes à medida que os mesmos caminhavam com suas ideias, de forma totalmente construtivista.

Segundo Becker (1994), o Construtivismo não é um método e nem uma abordagem, mas sim uma teoria capaz de conceber o conhecimento como algo construído pelo sujeito cognoscente a partir de sua interação com o meio. Numa perspectiva construtivista, os estudantes atuaram na escolha do que precisam aprender para concretizar as suas ideias, despertando a motivação e a apropriação do conteúdo pretendido.

Inicialmente a proposta foi pensada para ser utilizada na unidade escolar, principalmente devido à pandemia de Covid-19 que evidenciou ainda mais a necessidade de lavar as mãos com frequência. Mas o público alvo foi ampliado por ser promissor na contribuição, não apenas para o ambiente escolar, mas para a sociedade em geral. Assim surgiu a ideia do aplicativo para dispositivo móvel, conectado ao sistema Arduino, chamado MONITORÁGUA.

### ***O Sistema MONITORÁGUA***

A implementação teve início com o desenvolvimento do aplicativo na plataforma digital Kodular. Durante a elaboração do design, os estudantes decidiram que o aplicativo

deveria ter duas telas para facilitar a sua usabilidade: a tela inicial para conectar o aplicativo com o sistema Arduino, via Bluetooth, e a segunda tela para apresentar as informações obtidas pelos sensores, quando acionado o botão Nível de Água, conforme apresentado na Figura 3.

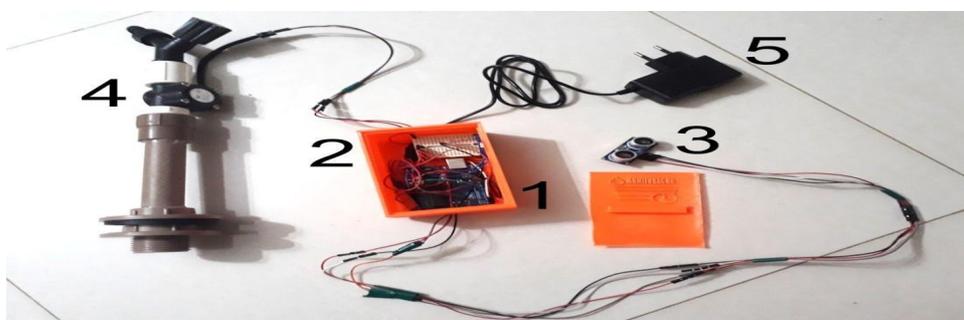


**Figura 3** - Telas do aplicativo MONITORÁGUA

Para que o aplicativo se tornasse capaz de mensurar a quantidade de água existente no reservatório foi utilizado um sensor ultrassônico fixado na tampa da caixa de água. A partir da distância do sensor até a superfície da água, foi possível calcular os litros existentes. Para isso, o usuário precisa selecionar a capacidade de seu reservatório, na segunda tela, uma vez que a informação apresentada será feita com base no cálculo de volume. As opções de capacidade previamente apresentadas no aplicativo foram escolhidas entre as mais utilizadas: 100L, 500L, 1000L, 2000L e 5000L. Para que o aplicativo também informe se está entrando água e qual a vazão, é necessário que o usuário instale um sensor de vazão de água na tubulação de entrada da caixa. Esse sensor possui uma curta tubulação roscável e diferentemente do ultrassônico que basta uma fixação simples, a instalação deste requer a mão de obra de alguém que saiba lidar com encanamento. O sistema completo, apresentado mais adiante, custou aproximadamente duzentos e cinquenta reais.

A utilização dos componentes eletrônicos, incluindo a montagem do circuito e a programação na linguagem C++ para o funcionamento do Arduino, foi iniciada remotamente

por meio da plataforma digital Tinkercad. O Tinkercad é um simulador gratuito para uso de Arduino e seus principais componentes, o qual também oferece recursos para modelagem 3D. Os estudantes montaram e programaram pequenos projetos remotos para a aprendizagem e a montagem física do conjunto foi feita na unidade escolar, após o retorno das aulas presenciais, em setembro de 2021. Além do circuito eletrônico, da programação e do desenvolvimento do aplicativo, os estudantes se preocuparam, ainda, com o armazenamento do sistema, já que se trata do uso de componentes eletrônicos em áreas molhadas. Por esse motivo, um suporte foi desenhado e impresso na impressora 3D, conforme demonstrado na Figura 4, cuja legenda apresenta: 1) uma placa Arduino; 2) um módulo transmissor Bluetooth; 3) um sensor ultrassônico; 4) um sensor de vazão de água e 5) uma fonte de alimentação de 6V.



**Figura 4** - Componentes eletrônicos do sistema MONITORÁGUA

A equipe gravou diversos vídeos para apresentação do andamento do trabalho, o que contribuiu com melhorias na oratória e na postura de cada participante. A culminância do projeto aconteceu no dia 15 de dezembro de 2021 na Cidade Universitária de Macaé, onde os estudantes apresentaram o trabalho e compartilharam a experiência de ter participado no evento, uma oportunidade de suma importância para esses jovens, uma vez que falar em público é uma circunstância temida por muitos e que requer prática para obtenção da segurança e da tranquilidade na oratória. A Figura 5 mostra a equipe, iniciando pelo lado esquerdo, temos: Ana Letícia Grijó, Professora Erica Scheffel, Ana Letícia Amorim, Hillowd de Lima e Davi Leal.



**Figura 5** - Equipe Poli Station da Escola Estadual Municipalizada Polivalente Anísio Teixeira no Hackathon Conecta Macaé 2021

## **Resultados**

O primeiro resultado obtido com este trabalho foi a iniciação dos estudantes participantes no desenvolvimento de aplicações para o benefício da sociedade, a partir de problemas levantados, cujas competências adquiridas durante todo o processo ultrapassam as fronteiras das disciplinas e da sala de aula convencional: i) resolução de problemas; ii) criatividade; iii) pensamento crítico; iv) trabalho em equipe; v) programação de computadores; vi) design de aplicações e logomarcas; vii) circuitos eletrônicos; viii) modelagem 3D; ix) impressão 3D e x) prática da oratória.

O segundo resultado foi o desenvolvimento do sistema MONITORÁGUA que pode vir a contribuir com a população, desde que produzido em larga escala e com preço acessível, iniciando esses jovens estudantes na prática do empreendedorismo tecnológico, como opção de carreira profissional.

### ***Discussão***

Considerando que a atual geração de estudantes presentes na educação básica nasceu em um mundo altamente conectado; considerando que a tecnologia avança de forma extremamente rápida e, por fim, considerando que atualmente todo o tipo de informação está disponível a todos, vencendo inclusive a barreira do idioma, já que a qualidade dos tradutores instantâneos aumenta cada vez mais com o uso da Inteligência Artificial, é insensato manter a educação no formato desenvolvido há mais de um século. Na educação brasileira os alunos permanecem sentados enfileirados, copiando um material pronto apresentado no quadro, assistindo a uma explanação comum a todos, apesar das diferentes vivências de cada educando, porque a escola precisa comportar um grande número de estudantes em ambientes com recursos mínimos, os quais são os mesmos que existiam há mais de cem anos: iluminação, cadeiras, mesas e quadro.

Este trabalho mostra que independentemente da idade e da condição financeira, existe um grande potencial nestes jovens que se perde pela falta de oportunidade. Recursos tecnológicos e metodologias ativas mais recentes, compatíveis com o imaginário da geração Z, primeira nascida em ambiente totalmente digital, são fundamentais para uma educação de qualidade.

### ***Considerações Finais***

O presente trabalho relata uma experiência que resultou em um processo de construção de ideias e de conhecimentos interdisciplinares, onde os alunos foram protagonistas de sua própria aprendizagem. Ao longo desse processo foram trabalhados conceitos como: STEAM, Brainstorm, Construtivismo, Elaboração Dirigida e Aprendizagem Baseada em Problemas.

As ideias ocorrem a partir da vivência de cada um e a Elaboração Dirigida contribuiu para que todos os novos conteúdos trabalhados neste projeto fossem absorvidos de forma natural e prazerosa, pois as explicações eram disponibilizadas conforme as respostas dos estudantes, respeitando o imaginário de cada um. Dessa forma, as novidades apresentadas fizeram sentido para eles, pois quando o conteúdo é ensinado de forma desconexa com a nossa vivência, tendemos a rejeitá-lo. O sistema MONITORÁGUA encontra-se em fase beta

de desenvolvimento. Ajustes precisam ser realizados e temos a intenção de continuar trabalhando neste projeto até estar em pleno funcionamento.

### ***Agradecimentos***

Este trabalho contou com apoio financeiro da Secretaria Adjunta de Ensino Superior da Prefeitura Municipal de Macaé, concedido por meio de bolsa de pesquisa, em decorrência da premiação no Hackathon Conecta Macaé 2021. Agradecemos às diretoras da Escola Estadual Municipalizada Polivalente Anísio Teixeira por todo o apoio: Sônia Maria Pereira Dias, Ana Cristina Quintanilha e Jaqueline Amaral. Agradecemos, especialmente, à Luemy Ávila, idealizadora do Projeto Inovar e Aprender, por ter possibilitado a realização desta visionária jornada de aprendizagem.

### ***Referências***

- ALIMISIS, D.; et al. Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods. **School of Pedagogical and Technological Education (ASPETE)**, Chapter 3, 103–111, 2009. Disponível em: <<https://alimisis.edumotiva.eu/wp-content/uploads/2019/05/Alimisis-Ed.-TERECOP-book-ASPETE-Athens-2009.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2022.
- BOY, G. From STEM to STEAM: toward a human-centred education, creativity & learning thinking. In **Proceedings of the 31st European Conference on Cognitive Ergonomics (ECCE '13)**. Association for Computing Machinery, Nova Iorque, n. 3, p. 1–7, 2013. DOI: 10.1145/2501907.2501934.
- FREITAS, D. Indústria 4.0 e Educação em Ciências no Brasil: perspectivas STEM e Freire-PLACTS no horizonte de disputas por suas afirmações. **Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–XII ENPEC**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019. Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1628-1.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2022.
- LIN, K.; YU, K.; HSIEN-SHENG, H.; YU-SHAN, C.; YU-HUNG, C. Effects of web-based versus classroom-based STEM learning environments on the development of collaborative problem-solving skills in junior high school students. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 30, p. 21–34, 2020. DOI: 10.1007/s10798-018-9488-6.
- KRAJCIK, J.; BLUMENFELD, P. Project-Based Learning. In R. Sawyer (Ed.), **The Cambridge Handbook of the Learning Sciences** (Cambridge Handbooks in Psychology), p. 317–334, 2005. DOI:10.1017/CBO9780511816833.020.

OLIVEIRA, E.; UNBEHAUM, S.; GAVA, T. STEM Education and Gender: A Contribution to Discussions in Brazil. **Cadernos de Pesquisa [online]**, Fundação Carlos Chagas, v. 49, n. 171, p. 130–159, 2019. DOI: 10.1590/198053145644.

OMS, Organização Mundial de Saúde. **Folha informativa COVID-19[online]**. Disponível em: <<https://covid19.who.int/>>. Acesso em: 19 jan. 2022.

PMM. Prefeitura Municipal de Macaé. Secretaria Adjunta de Ensino Superior. **Hackathon Macaé Conecta**. Disponível em: <<https://macae.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1627707824.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

RIZI, C.; NAJAFIPOUR, M.; HAGHANI, F.; DEHGHAN, S. The Effect of the Using the Brainstorming Method on the Academic Achievement of Students in Grade Five in Tehran Elementary Schools. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, n. 83, p. 230-233, 2013. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.06.045.

SEMINÉRIO, E. *Elaboração Dirigida: Um caminho para o Desenvolvimento Metaprocessual da Cognição Humana*. **ISOP 10**. Rio de Janeiro: FGV, 1984.

SCHEFFEL, E.; QUEIROZ, R.; SAMPAIO, F. F.; MOTTA, C. L. R. Hands-on STEAM: learning to program in Elementary School using Directed Elaboration. **Hands on Science, discovering and understanding the wonders of Nature**, 2020. Disponível em: <[http://www.ijhsci.info/hsci2020/hsci2020-proceedings/HSCI\\_2020\\_PROCEEDINGS.pdf](http://www.ijhsci.info/hsci2020/hsci2020-proceedings/HSCI_2020_PROCEEDINGS.pdf)>. Acesso em 20 jan. 2022.

VIEIRA, M. F.; SECO, C. A Educação no contexto da pandemia de COVID-19: uma revisão sistemática de literatura. In **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 28, p. 1013–1031, 2020. DOI: 10.5753/RBIE.2020.28.0.1013.

WOOD, D. F. Problem based learning. **BMJ** (Clinical research ed.) vol. 326, p. 328–30, 2003. DOI:10.1136/bmj.326.7384.328.

## ***GaiApp: idas e vindas no desenvolvimento de um aplicativo para sustentabilidade***

*GaiApp: Comings And Goings in developing an app for sustainability*

Lara de Carvalho Coelho<sup>33</sup>

Rickelmy Pacheco do Espírito Santo<sup>34</sup>

Vitória Dias dos Santos<sup>35</sup>

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Eduardo Tavares Damas.<sup>36</sup>

### **Resumo:**

Nas últimas décadas, vem se disseminando na educação brasileira, a utilização de metodologias ativas, práticas pedagógicas que buscam colocar o aluno no centro do processo de aprendizagem. Uma dessas metodologias ativas é a aprendizagem por resolução de problemas, que centra o trabalho pedagógico nas soluções para situações reais da sociedade. Hackathon ou maratona de soluções é uma forma de aplicação dessa metodologia, possibilitando o incentivo ao trabalho em equipe, a inovação e a soluções tecnológicas para problemas do cotidiano. Este trabalho relata especificamente a jornada de uma das equipes que participaram do Hackathon, a Capinova, formada por alunos do Colégio de Aplicação de Macaé e que desenvolveu um aplicativo que tem como propósito incentivar os cidadãos macaenses a realizarem ações sustentáveis de forma lúdica e contínua. A equipe buscou conhecer as necessidades dos habitantes da cidade para saber a viabilidade do aplicativo e de forma simultânea iniciou-se a elaboração do mesmo. O percurso para a criação do aplicativo se mostrou bastante difícil, embora a ideia original tenha sido muito interessante e cheia de possibilidades, não foi possível colocá-la em prática, devido a sua complexidade. A falta de tempo e a de conhecimento mais profundo sobre linguagem de programação foram fatores decisivos para o resultado alcançado. Todavia, a equipe conseguiu entregar o aplicativo possível, que pode ser o início para que a sustentabilidade se torne algo cotidiano para Macaé.

**Palavras-chave:** metodologias ativas, hackathon, inovação, aplicativo, GaiApp

### **Abstract:**

Over the past decade, the use of active methodologies, pedagogical practices that seek to place the student at the center of the learning process has been spreading in Brazilian education. One of these active methodologies is problem-solving learning, which centers pedagogical work on solutions for real situations in society. Hackathon, a solutions marathon, is a way of applying this methodology, giving the go-ahead and whipping up team work, innovation, and technological solutions to everyday problems. This work characteristically broadcast the journey of one of the teams that participated in the Hackathon, Capinova, set up by students from the Colégio de Aplicação de Macaé and which developed an application whose purpose is to encourage Macaé's citizens to carry out sustainable actions playfully and continuously. The teams ought to know the needs of the city's house holders to find out the feasibility of the application and simultaneously began its development. The creation process of the application proved to bech all enging even IF the original Idea was spell binding and

---

<sup>33</sup> Discente do CAP-Macaé

<sup>34</sup> Discente do CAP-Macaé

<sup>35</sup> Discente do CAP-Macaé

<sup>36</sup> Professor de Geografia do CAP-Macaé e mestre em Geografia pela UFF.

full of possibilities, it was not possible to carry through due to its complexity. The lack of time and the lack of expert knowledge about programming language were decisive factors for the result achieved. Despite this, the team managed to deliver the possible application, which could be the beginning for sustainability to become one thin routine for local people.

**Keywords:** active methodologies, hackathon, innovation, application, GaiApp

### ***Introdução***

Nas últimas décadas a sociedade vem passando por inúmeras transformações que estão impactando o modo de vida, o entretenimento, a política, o trabalho, os relacionamentos e a educação. Contudo, à medida que em outras áreas da vida humana essas mudanças acontecem de forma rápida e intensa, no setor educacional, ocorrem vagarosamente ainda persistindo em grande parte das escolas uma concepção tradicional do processo de ensino e aprendizagem, centrada no professor e no aluno como um receptor e memorizador de informações.

Nas últimas décadas, nota-se, nas escolas brasileiras, a adoção de novas experiências pedagógicas que buscam modificar as práticas docentes e introduzir de forma inovadora a tecnologia na educação. Essas experiências foram denominadas de metodologias ativas, pois modificam as características do processo de ensino e aprendizagem. O aluno se torna o centro do aprendizado, o professor um mediador desse processo. Nessas práticas pedagógicas, o conteúdo é o meio para o desenvolvimento de competências e habilidades. Todas as mudanças apresentadas impactam diretamente as formas de avaliação, deixando de ser baseada apenas na aplicação de exames e atividades ao fim de um período; para uma avaliação processual, que considera todo o percurso realizado pelos discentes.

As metodologias ativas estão se difundindo de maneira bastante assimétrica na educação do país. Algumas escolas já modificaram o projeto pedagógico, o currículo e até a infraestrutura para implantar essas novas práticas. Contudo, na maioria das instituições de ensino, as metodologias ativas ainda são residuais, praticadas por alguns professores individualmente ou em atividades interdisciplinares, que não modificam a estrutura escolar. Uma dessas metodologias é a aprendizagem por resolução de problemas, que busca desenvolver competências e habilidades através da solução de problemas reais da sociedade.

A aprendizagem através da problematização pode ser aplicada através de competições denominadas maratonas de inovação. Um exemplo disso é o Hackathon, que são eventos de curta duração, onde equipes buscam desenvolver soluções inovadoras utilizando a tecnologia.

O evento Hackathon Macaé Conecta, realizado pela Secretaria Municipal Adjunta de Ensino Superior, buscou promover nas escolas públicas de Macaé, uma metodologia com ênfase na resolução de problemas, sendo realizado entre os dias vinte e vinte e oito de agosto, de forma online, com o objetivo de estimular a criação de soluções para problemas vivenciados pela sociedade macaense.

O presente artigo tem por finalidade apresentar o trabalho realizado por uma das equipes que participaram do Hackathon, a “CApinova”, formada por discentes e um docente do Colégio de Aplicação de Macaé. A “CApinova” desenvolveu um aplicativo que objetiva incentivar a prática de atitudes sustentáveis através de desafios. Na primeira parte será aprofundado o conceito de metodologias ativas e do Hackathon com uma estratégia de resolução de problemas, que possibilita a promoção da inovação. Em seguida, será apresentado o percurso metodológico utilizado pela equipe para alcançar o resultado, que é a criação do aplicativo. Por fim, será relatado os resultados do período de trabalho, assim como os avanços e recuos enfrentados durante o processo.

### ***Hackathon como estratégia de metodologia ativa***

Um dos maiores desafios da educação na atualidade é promover uma aprendizagem significativa para as crianças, adolescentes e jovens do século XXI. Em meio a um mundo repleto de estímulos instantâneos proporcionados pela presença do celular e seus aplicativos, torna-se muito difícil para os professores motivar os estudantes utilizando as tradicionais aulas expositivas. Esse quadro foi agravado pela pandemia, assim como o ensino remoto que prejudicou ainda mais a capacidade de atenção dos discentes, visto que, durante as aulas online, em muitos casos, não havia nenhum tipo de supervisão. Devido a esse fato, muitos alunos não conseguiam se concentrar por muito tempo nas aulas e acabavam se distraindo com outras coisas e até mesmo deixando o dispositivo ligado e voltando a dormir. Além disso, muitos estudantes devido a questões sócio econômicas não tinham um ambiente adequado para estudar em sua casa.

Toda essa situação demonstra a necessidade da utilização de práticas pedagógicas estimulantes, que gerem engajamento e promovam a aprendizagem. Nos últimos anos, essa temática tem sido recorrente na educação brasileira. Uma das principais propostas para enfrentar esse quadro é a adoção de metodologias ativas. Tais métodos de ensino modificam substancialmente o trabalho docente, pois alteram o foco da aula, que deixa de estar na

transmissão de conteúdos de forma passiva para uma proposta que coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem. A mudança de postura do discente de mero receptor para promotor do seu próprio aprendizado é a razão dessas metodologias serem denominadas de ativas, ou seja, os estudantes que atuam diretamente nas atividades propostas pelos docentes.

A proposta de uma educação centrada nos alunos, que rompe com o seu papel de expectador não é recente. Desde a primeira metade do século XX, autores como Dewey, Freire, Rogers e Novack, enfatizam a importância de superar esse modelo tradicional de educação baseada na exposição de conteúdos disciplinares que os alunos precisam memorizar para fazer uma prova e serem aprovados (MORÁN, 2015.)

Segundo Morán (2015), as "metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada, híbrida." Essas estratégias são flexíveis pois transcendem o modelo baseado na explicação do professor em sala. Os alunos estudam em diferentes espaços e ambientes, utilizando as mais diversas tecnologias possíveis. As metodologias ativas podem ser utilizadas de forma interligada, ou seja, várias propostas podem ser utilizadas no decorrer do trabalho docente para promoção da aprendizagem. E híbridas, porque vão além da aula presencial utilizando as redes sociais, os ambientes virtuais de aprendizagem, e outros recursos digitais para ampliar as possibilidades de estudo oferecidas aos discentes.

Diferente da educação tradicional, as metodologias ativas são fundamentadas no desenvolvimento de competências e habilidades. Os conteúdos continuam importantes, mas não são um fim e sim um meio para alcançar os objetivos de aprendizagem pretendidos pelos docentes. Através da utilização desse método, os discentes adquirem mais confiança em suas decisões e na aplicação do conhecimento em situações práticas, melhoram o relacionamento com os colegas aprendendo a expressarem-se melhor oralmente e por escrito, pois adquirem gosto para resolver problemas e vivenciam situações que requerem tomar decisões por conta própria, além de, reforçar a autonomia no pensar e no atuar (ZALUSKI E OLIVEIRA, 2018).

Os professores têm o seu papel redefinido com o uso desses métodos, deixando de ser transmissores de informações, do conhecimento científico para se tornarem tutores e mediadores dos processos de aprendizagem vivenciados pelos estudantes. O trabalho docente continua indispensável, através do planejamento das estratégias que serão utilizadas; da condução do percurso de cada estudante até atingir os objetivos traçados; e na avaliação da

aprendizagem, não baseada na reprodução de conteúdos, mas no desenvolvimento de competências e habilidades.

É importante salientar que essas “metodologias ativas contribuem para redesenhar as formas de ensinar e de aprender, a organização da escola, dos espaços, da avaliação, do currículo e da certificação” (MORÁN, 2019). Por isso, a sua disseminação na educação brasileira ainda é muito diversa fazendo com que existam escolas que as utilizem de forma pontual, restrita à alguns professores e gestores. Outras escolas já organizaram todo o currículo em função da utilização dessas estratégias de ensino e aprendizagem, modificando o ambiente escolar, a sala de aula, o planejamento e as avaliações.

Existem várias propostas de aprendizagem ativa que podem ser utilizadas no processo de ensino e aprendizagem. Algumas mais adaptativas e híbridas que mesclam o ambiente da sala de aula com o uso da internet na escola e em casa. Existem também outras mais radicais e disruptivas, que rompem com o ambiente escolar tradicional, onde estudantes divididos em turmas e séries ficam horas sentados em cadeiras escutando os professores apresentarem o conhecimento da sua disciplina.

São alguns dos exemplos de metodologias que ativas são utilizadas em instituições de ensino do Brasil e do mundo, desde a educação infantil até o ensino superior - a pedagogia de projetos, a aprendizagem baseada em problemas, o uso dos estudos de caso, a aprendizagem em pares, a educação maker, e a aula invertida. O desenvolvimento deste trabalho foi realizado através da aprendizagem baseada em problemas, da problematização, a partir de uma maratona de desenvolvimento de soluções, que é conhecida como “Hackathon”.

A palavra Hackathon é a junção de “hack” e “marathon”, “hack” vem de hackear, tem o sentido de explorar e investigar a programação, e “marathon” significa maratona. Originalmente, esses eventos eram maratonas de hackers, eventos em que grupos cooperam em um período curto de tempo para a criação de protótipos de software, a partir de um desafio predefinido (SILVA E FOSSATI, 2020).

Segundo Ladislau apud Silva e Fossati (2020), o Hackathon é "...baseado no encontro intenso de pessoas que participam de uma maratona de programação, prototipagem, projetos de hardware, software e resolução de problemas sociais usando a tecnologia.”. Nesses eventos que ocorrem em poucos dias, pessoas com perfis profissionais diferentes, como programadores de computador, empreendedores, designers, e profissionais de marketing criam soluções colaborativas para um problema específico (SILVA E FOSSATI, 2020).

Devido a sua origem relacionada a resolver problemas, o Hackathon é uma estratégia extremamente válida para ser utilizada como uma metodologia ativa no sistema educacional. As maratonas de desenvolvimento de soluções ao se apoiar no trabalho coletivo e na busca de soluções para problemas reais, possibilita a discussão e reflexão entre os estudantes, o levantamento de questões, a construção de conhecimento e a tomada de decisões (CAETANO, 2017).

O foco de um Hackathon se baseia na tecnologia e resolução de problemas. Sendo assim, uma ferramenta muito útil para propor aos estudantes desafios que utilizem a tecnologia para refletir e criar soluções para questões que afligem a nossa realidade em diferentes áreas da sociedade, principalmente no nível local.

### ***Hackathon como estratégia de inovação***

Além de ser uma metodologia de aprendizagem ativa, em que os estudantes são os centros do processo e os professores se constituem como orientadores para alcançar os objetivos traçados, os Hackathons também se constituem como uma estratégia para desenvolver inovações nas instituições que as promovem. Através da competição e do prazo curto para alcançar as metas estabelecidas pela organização, as equipes participantes do evento são estimuladas a serem colaborativas e criativas, dando origem a soluções inovadoras para diferentes áreas da sociedade.

Ainda persiste uma concepção que relaciona inovação com a criação ou invenção de algo totalmente novo. Porém, é fundamental enfatizar que a inovação pode ser caracterizada como “a busca, descoberta, a experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, processos e novas técnicas organizacionais” (DORSI apud LEMOS, 2000). A ampliação do entendimento sobre inovação também passa pela perspectiva dos agentes econômicos. Nesse caso, a inovação é “o processo pelo qual produtores dominam e implementam o projeto e produção de bens e serviços que são novos para os mesmos, a despeito de serem ou não novos para seus concorrentes - domésticos ou estrangeiros”. (LEMOS, 2000).

Essa concepção de inovação permite ir além dos agentes econômicos, como indústrias, comércio e serviços. O processo de inovar também está relacionado com a administração pública, com as organizações não-governamentais e outras instituições que não tem fim

lucrativos. Tais organizações precisam buscar constantemente soluções inovadoras com o propósito de melhorar os produtos e serviços oferecidos à sociedade.

Segundo Garbix (2010), a inovação nem sempre acontece pela invenção, mas quase sempre pelo arranjo, combinação e exploração. É devido a esse sentido amplo, que a necessidade de inovação está obrigatoriamente nas estratégias de desenvolvimento do mundo inteiro.

As inovações podem ser radicais ou incrementais. As radicais estão relacionadas ao desenvolvimento de um novo produto, processo ou forma de organização inteiramente nova. As inovações radicais podem resultar em uma ruptura com o padrão tecnológico existente, dando origem a novos setores econômicos, mercados e profissões. Já as inovações de natureza incremental correspondem a introdução de melhoria em algo já disponível, como um produto, processo ou organização da produção no interior de uma empresa, sem mudanças na estrutura da indústria (LEMOS, 2000).

Devido às suas características, os Hackathons são ambientes propícios para inovação, invenção e criação. E quando esses eventos são organizados e promovidos por instituições de interesse público, a tecnologia vem ao encontro das demandas sociais. Dessa forma, a utilização de maratonas de desenvolvimento de soluções na esfera pública pode estimular estudantes, servidores e a sociedade em geral para o desenvolvimento de processos e produtos inovadores que contribuam para a melhoria do serviço público.

### ***Percurso metodológico***

O presente trabalho é resultado do acompanhamento da equipe CApinova que foi formada para participar do “Hackathon Macaé Conecta” que ocorreu entre os dias 20 e 28 de agosto de 2021. Após a finalização da maratona, no qual, saiu vencedora na categoria ensino médio, a equipe foi selecionada para dar continuidade a ideia desenvolvida durante o evento, no decorrer de 4 meses (setembro a dezembro).

O trabalho realizado constituiu-se como uma pesquisa aplicada, que tem o propósito de solucionar problemas, práticos e operacionais (ZANELLA, 2009). No caso dessa pesquisa, o propósito era desenvolver um aplicativo que contribuísse para que a população macaense pratique hábitos saudáveis.

A construção do aplicativo exigiu o levantamento de informações sobre a população macaense. Por essa razão, a equipe aplicou um questionário utilizando o aplicativo google

forms em dois diferentes locais da cidade: a feira de produtores locais da Praia do Pecado no dia 15 de outubro de 2021 e o Terminal Central de Macaé em 05 de novembro de 2021. A aplicação desse questionário, portanto, foi fundamental para conhecer as necessidades, os anseios e dificuldades da população da cidade, facilitando a construção de um aplicativo que verdadeiramente atenda as demandas da sociedade macaense.

### ***O Hackathon Conecta Macaé e o início do GaiApp***

Entre os dias 20 e 28 de agosto do ano passado, a Secretaria Municipal Adjunta de Ensino Superior realizou uma maratona de soluções que foi denominada “Hackathon Macaé Conecta”. Nesse evento, várias equipes de instituições públicas competiram nas categorias de ensino fundamental, médio e superior para desenvolver soluções inovadoras relacionadas à temática ambiental, com o propósito de contribuir para o desenvolvimento de uma cidade mais sustentável. O Colégio de Aplicação competiu com uma equipe formada por três discentes da 3ª série e um da 1ª série na categoria ensino médio, essa equipe ganhou o nome de CAPInova. Nessa categoria, o objetivo consistia que as equipes desenvolvessem um aplicativo mobile que disponibilizasse experiências gamificadas, que contribuíssem para divulgação de fontes de energia limpa e adoção de práticas que reduzissem a emissão de carbono.

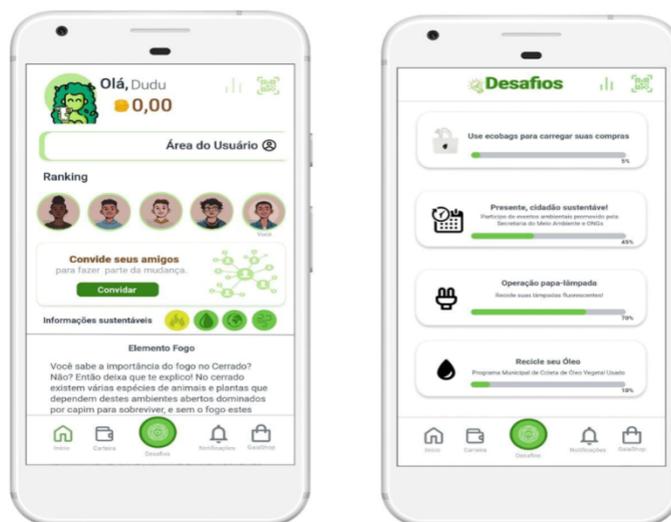
Inicialmente, a equipe formulou uma proposta para desenvolver um aplicativo para divulgar informações sobre energia solar, suas vantagens ambientais e econômicas. Como e onde fazer a instalação dessa fonte energética, além de trazer um jogo de perguntas e respostas sobre meio ambiente para gerar engajamento entre os usuários. Contudo, no final da primeira semana do evento, faltando algumas horas para entrega do projeto, os (as) integrantes da equipe decidiram abandonar a ideia original, que já tinha logomarca e o nome de “Apolomak”, a junção do deus do sol da mitologia grega e da cidade de Macaé.

A causa da mudança de rumo foi a percepção por parte dos (as) integrantes da equipe que o aplicativo sobre energia solar apresentava algumas dificuldades, como um público restrito e a percepção de que rapidamente os usuários deixariam de utilizá-lo, porque após obterem a informação desejada não haveria motivo para manter o aplicativo nos celulares. A partir dessa constatação, a CAPInova formulou uma proposta de aplicativo que através da gamificação incentiva os usuários a praticarem ações sustentáveis, como andar de bicicleta, utilização de ecobags, reaproveitamento de óleo, entre outras.

O novo projeto foi aprovado pela comissão do Hackathon e ao longo da semana a proposta foi sendo aprimorada até o envio da versão final. O novo aplicativo foi batizado de GaiApp, em homenagem a deusa da Terra na mitologia grega, sendo Gaia, a personificação do planeta Terra. O GaiApp seria um aplicativo no qual cada usuário teria sua própria conta, quando ele realizasse uma ação sustentável seria contabilizado, acumulando pontos que poderiam ser trocados por descontos no comércio local ou em serviços prestados pela prefeitura.

O desenvolvimento do primeiro protótipo do que seria o aplicativo GaiApp foi construído inicialmente a partir da plataforma Kodular, mas devido às limitações desta, a equipe migrou para o programa Marvel . A equipe também criou o logotipo do aplicativo inspirada na imagem da deusa Gaia (Figura I). O novo projeto conquistou a primeira colocação na categoria ensino médio no Hackathon Macaé Conecta, possibilitando a equipe dar continuidade ao desenvolvimento do GaiApp durante quatro meses (setembro a dezembro de 2021).

Figura 1 – GaiApp na plataforma Marvel



Fonte: Elaborados pelos autores (2021)

*GaiApp: das ideias a realidade*

Para transformar a ideia do GaiApp num aplicativo viável, primeiramente, a equipe identificou a importância de conhecer os anseios da população macaense, suas necessidades e dificuldades em relação à questão ambiental, buscando construir um aplicativo que fosse útil para os moradores. Nesse sentido, foi elaborado um questionário no aplicativo Google Forms para ser aplicado na Feira da Agricultura Familiar e Economia Solidária do Pecado, no dia 15 de outubro de 2021, numa ação em parceria com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente. A partir da aplicação dessa enquete, a equipe levantou uma série de informações que contribuíram para aprimorar as funcionalidades do aplicativo.

A partir dos resultados alcançados na pesquisa, é possível afirmar que a grande maioria dos participantes pratica ações sustentáveis no seu cotidiano de forma frequente. Os entrevistados também afirmaram que utilizariam um aplicativo que os incentivasse a realizar práticas sustentáveis no seu cotidiano. Isso demonstrou um grau elevado de consciência ambiental dos frequentadores da feira onde foi realizada a enquete.

No entanto, é fundamental ressaltarmos que a pesquisa foi realizada num bairro de alta renda da cidade, o que torna os resultados bastante restritos em relação ao total da população macaense, visto que, essa classe socioeconômica representa um pequeno percentual da demografia da cidade de Macaé. Por isso, a equipe aplicou o questionário em outro local da cidade, no qual, existe uma maior diversidade de renda e de habitantes de bairros variados de Macaé. O espaço escolhido foi o terminal central, que está localizado no centro da cidade e que recebe linhas de ônibus de todos os bairros e distritos macaenses.

A enquete foi aplicada no dia 05 de novembro e apresentou resultados um pouco diferentes dos obtidos anteriormente. Em primeiro lugar, houve uma diversidade maior de locais da cidade, moradores de vários bairros, distritos e alguns até de outras cidades responderam o questionário; divergindo do resultado do dia 15 de outubro, onde os participantes eram basicamente moradores do Pecado, Cavaleiros, Novo Cavaleiros e Glória.

Houve também uma queda no percentual de pessoas que praticam algum tipo de ação sustentável. Enquanto no questionário aplicado na Feira, o percentual foi de 88%, no terminal esse percentual caiu para 74%. Em relação a frequência das práticas sustentáveis, a diferença entre as duas enquetes foi ainda maior. No questionário aplicado no dia 15 de outubro, 73% dos entrevistados afirmaram sempre realizar práticas sustentáveis, enquanto no dia 04 de novembro, esse percentual foi de aproximadamente 49%. Outra diferença importante dos

resultados alcançados na aplicação das enquetes foi em relação ao uso do aplicativo. Na pesquisa realizada na feira, cerca de 97% dos entrevistados afirmaram que usariam um aplicativo que incentivasse a realização de práticas sustentáveis, esse número caiu para cerca de 72% no terminal.

Os resultados permitem afirmar que independente da questão sócio econômica ou espacial, mais de dois terços do percentual dos entrevistados utilizariam o GaiApp para ajudá-los na realização de atitudes sustentáveis. E quando a pergunta incluía a contribuição ao comércio local, muitos entrevistados que ainda estavam duvidosos quanto ao uso do aplicativo afirmavam que isso seria um fator importante para utilizá-lo.

Uma última informação significativa obtida a partir da realização dos questionários foi que independente do local, do bairro, sexo ou idade, os cidadãos macaenses enfatizaram que um dos grandes entraves para a realização de ações sustentáveis é a falta de informação. Assim como a escassez de informações sobre os locais onde reaproveitar óleo, onde entregar o lixo que foi separado, onde devolver pilhas e baterias e os endereços dos locais de reciclagem. Esse seria, portanto, um fator importante para o uso do aplicativo GaiApp.

Simultaneamente, a equipe começou uma análise aprofundada da plataforma Marvel para saber as suas funcionalidades e se a mesma atenderia às exigências impostas pelo projeto. Devido às limitações da Marvel, essa plataforma foi abandonada e após um período de levantamento, foi escolhido o **MIT App inventor**, desenvolvida pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), um aplicativo gratuito, com vários tutoriais disponíveis na internet e que apresenta uma linguagem de programação baseada em blocos.

A mudança para o MIT App Inventor constituiu-se como um novo desafio, aprender sobre a linguagem de programação em blocos e também como criar um banco de dados, que era essencial para a funcionalidade do aplicativo. O conhecimento ainda incipiente da equipe sobre programação e o tempo para entrega do produto exigiu uma mudança no projeto original, ficando evidente que não seria possível construir o aplicativo que idealizamos, pois era muito complexo.

Várias adequações foram necessárias para criar o aplicativo dentro do prazo que foi proposto pela organização do Hackathon.

A partir de todas essas modificações, o aplicativo ficou da seguinte forma:

- Tela de login e cadastro do usuário;
- Tela com todos os desafios do aplicativo;

- Tela para verificar a pontuação que o usuário fez em cada desafio.  
Por outro lado, ainda restam oportunidades para desenvolver as seguintes ideias:
- QR CODE para monitorar os desafios realizados pelos usuários;
- Área exclusiva para cada usuários;
- Ranking de ações sustentáveis realizadas pelos usuários;
- Carteira virtual com as moedas arrecadadas com a realização dos desafios;
- Interação com outros softwares;
- Loja virtual com produtos e serviços que poderiam ser trocados por moedas acumuladas pelos usuários.

Através desse vídeo [https://youtu.be/1SC7\\_BUyykE](https://youtu.be/1SC7_BUyykE) é possível conferir as telas disponibilizadas pelo aplicativo GaiApp.

### ***Considerações finais***

A experiência do Hackathon provou ser um verdadeiro ambiente de promoção de inovação, criatividade e cooperação entre os participantes, nesse caso, alunos do ensino médio. Os discentes desenvolveram diversas competências e habilidades no âmbito cognitivo, relacional, atitudinal e pessoal. Além disso, participar desse evento e de toda jornada de elaboração do GaiApp contribuiu para a reafirmar escolhas profissionais dos integrantes da equipe.

O aperfeiçoamento na metodologia e prática da pesquisa; a capacidade de administrar o tempo e as responsabilidades individuais e coletivas; a busca por soluções para problemas que surgem ao longo do processo; a aptidão de tomar decisões necessárias e difíceis; essas são algumas das capacidades desenvolvidas ao longo do percurso e que demonstram a importância da disseminação de metodologias ativas nas escolas brasileiras.

O papel da docência também foi impactado com o Hackathon, ao invés de transmitir informações, o professor foi um tutor para alcançar o resultado desejado, a criação do aplicativo. Durante esse período, novas práticas docentes foram desenvolvidas, como o gerenciamento do tempo e distribuição das tarefas, a mediação como forma de acompanhamento da aprendizagem e a avaliação enquanto um processo contínuo voltado para realização de ações para criação do GaiaApp, ou seja, o foco deixou de ser o resultado final. O aplicativo é importante, mas o caminho que leva até ele é o que demonstra o aprendizado.

Uma das grandes lições dessa jornada, foi o caminho para transformar ideias em realidade que foi complexo e cheio de avanços e recuos. Ficando bem evidente durante o processo de construção do aplicativo. Embora as ideias tenham sido realmente criativas, envolvendo a possibilidade de praticar ações sustentáveis de forma divertida e compartilhada, além de gerar recompensas monetárias em parceria com o comércio local, quando levadas para aplicação se mostraram irrealizáveis. Isso aconteceu devido a falta de conhecimento em programação necessário para o tamanho da tarefa, assim como, pelo curto tempo para entrega do produto final.

Essa situação não diminui o que foi conquistado durante esse período, na verdade, se constitui como mais um aprendizado dessa experiência intensa que começou em agosto com o Hackathon Conecta Macaé e termina com essa versão possível do GaiApp, o aplicativo que busca levar a sustentabilidade para o nosso dia-a-dia.

### ***Referências***

ARBIX, Glauco. Estratégias de inovação as dopara o Desenvolvimento. **Tempo Social**, São Paulo, vol.22, nº2, p.167-185, novembro 2010. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ts/a/JGc3cGT8dZr3KLBnLmg9wKz/?format=pdf&lang=pt#:~:text=O%20alvo%20do%20inovador%20%C3%A9,de%20desenvolvimento%20no%20mundo%20odo>. Acesso em 15 nov. 2021.

CAETANO, Ana-Bela Roldão. Estratégias de aprendizagem ativas em estudantes de Enfermagem: Aprendizagem cooperativa e resolução de problemas. **Indagatio Didactica**, Aveiro, vol.9, nº1, p.39-49, janeiro 2017. Disponível em <https://proa.ua.pt/index.php/id/article/view/475>. Acesso em 15 nov. 2021.

LEMOS, Cristina. Inovação na era do conhecimento. **Parcerias Estratégicas**, vol. 5, nº 8, p.157-179, maio 2000, Disponível em [http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/104/97](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/104/97). Acesso em 15 nov. 2021.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de & MORALES, Ofelia Elisa Torres (orgs.). **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**, vol.2, Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2015. 180p. p.15-33. Disponível em [http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf). Acesso 03 jan. 2022.

MORÁN, José. Metodologias Ativas em Sala de Aula. **Pátio Ensino Médio**, ano 10, nº39, p.10-13. Dez.2018/Fev.2019. Disponível em

[http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/Metodologias\\_Ativas\\_Sala\\_Aula.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/Metodologias_Ativas_Sala_Aula.pdf). Acesso em 03 jan. 2022.

SILVA, Louise de Quadro da & FOSSATI, Paulo. Aprendizagem por meio da maratona de soluções. In: Congresso Internacional de Educação e Tecnologias, online, 2020. **Anais (...)** Online: CIET:EnPED, 2020. Disponível em <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1357/1025>. Acesso 15 nov. 2021.

ZANELLA, Liane Carly Hermes. **Metodologia de estudo e de pesquisa em administração**. Florianópolis: UFSC/Brasília:UAB, 2009. 164p.

ZALUSKI, Felipe Cavalheiro & OLIVEIRA, Tarcisio Dorn de. Metodologias Ativas: uma reflexão teórica sobre o processo de ensino e aprendizagem. In: Congresso Internacional de Educação e Tecnologias, online, 2018. **Anais (...)** Online: CIET:EnPED, 2018. Disponível em <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/556>. Acesso em 03 jan. 2022.

## ***Forno à energia solar: uma alternativa para utilização de energia limpa nas escolas.***

*Solar energy oven: an alternative for using clean energy in schools.*

Hélio Júnior.<sup>37</sup>  
Victoria de Almeida Santiago<sup>38</sup>  
Eduarda Silva Ferreira<sup>39</sup>  
Helena Nunes Pinheiro<sup>40</sup>  
Jorge Amado de Oliveira Lopes Segundo<sup>41</sup>

### **Resumo:**

Considerando a complexidade dos desafios atuais, compreende-se que a utilização da ciência como mecanismo de redução dos problemas do cotidiano é um imperativo para este tempo. Assim, salienta-se a importância da promoção, sobretudo em ambientes de produção do conhecimento, de conexões entre os saberes acumulados e as contingências atuais. Nesse contexto, apresenta-se um relato parcial para a experiência da construção de um forno à energia solar, produzido por alunos e alunas dos cursos de Automação Industrial e Meio Ambiente do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Fluminense - Campus Macaé, para o projeto Hackathon Macaé Conecta. Dessa maneira, dispõe-se, após uma breve introdução sobre o campo e os sujeitos envolvidos, a fundamentação teórica que norteou o trabalho, o contexto e os problemas motivadores para o projeto, os principais desafios enfrentados, além dos materiais utilizados, processos de construção e testagem. Diante disso, conclui-se, por meio deste estudo, que a construção de um forno à energia solar, com a reutilização de materiais de longa decomposição, contribuiu para a preservação do meio ambiente, além disso, sua utilização colaborou com a diminuição de custos de energia elétrica, compra e manutenção de novos fornos microondas, assim como da otimização do tempo de intervalo dos alunos. Ademais, notou-se que o projeto corroborou a formação de uma nova consciência ambiental entre os estudantes, e que a aplicação de conhecimentos teóricos em projetos interdisciplinares confirmou um movimento de aprendizagem significativa em suas práticas pedagógicas e, portanto, devem ser desenvolvidas e amparadas por ações individuais e políticas públicas.

**Palavras-chave:** educação-ambiental, forno-solar, energia limpa, interdisciplinaridade

---

<sup>37</sup> Professor do IFF/Macaé

<sup>38</sup> Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Fluminense - Campus Macaé (22) 997116348  
Victoria\_santiagoo@outlook.com

<sup>39</sup> Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Fluminense - Campus Macaé (22) 998259210  
eduardasflima14@gmail.com

<sup>40</sup> Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Fluminense - Campus Macaé (22) 997343318  
helena.nunesp3@gmail.com

<sup>41</sup> Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Fluminense - Campus Macaé (22) 998590643  
jamadolopes@gmail.com

**Abstract:**

considering the complexity of the current challenges, it is understood that the use of science as a mechanism to reduce everyday problems is imperative for this time. Thus, the importance of promoting, especially in knowledge production environments, of connections between accumulated knowledge and current contingencies is highlighted. In this context, a partial report is presented for the experience of building a solar energy oven, produced by students of the Industrial Automation and Environment courses at the Federal Institute of Science and Technology Fluminense - Campus Macaé, for the Hackathon project. Macaé Connect. In this way, after a brief introduction about the field and the subjects involved, the theoretical foundation that guided the work, the context and the motivating problems for the project, the main challenges faced, in addition to the materials used, construction processes and testing. In view of this, it is concluded, through this study, that the construction of a solar energy oven, with the reuse of long decomposition materials, contributed to the preservation of the environment, in addition, its use collaborated with the reduction of costs. of electric energy, purchase and maintenance of new microwave ovens, as well as the optimization of the students' break time. Furthermore, it was noted that the project corroborated the formation of a new environmental awareness among students, and that the application of theoretical knowledge in interdisciplinary projects confirmed a movement of significant learning in their pedagogical practices and, therefore, must be developed and supported by individual actions and public policies.

**Keywords:** environmental education, solar oven, clean energy, interdisciplinarity

***Introdução***

O presente trabalho apresenta um relato parcial da experiência de construção de um forno à energia solar por alunos e alunas do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Fluminense - Campus Macaé. O projeto desenvolveu-se, entre setembro e dezembro de 2021, com a participação de uma equipe no Hackathon Macaé Conecta, um torneio científico com o objetivo de encontrar soluções criativas e inovadoras para problemas cotidianos. O Hackathon Macaé é um projeto desenvolvido pela Prefeitura Municipal de Macaé, por meio de sua Secretaria Adjunta de Ensino Superior, do Laboratório de Inovação em Gestão Pública, Secretaria Adjunta de Planejamento, Secretaria Adjunta de Educação Básica, Secretaria Adjunta de Ciência e Tecnologia e Coordenadoria de Robótica e Inovação - Programa Inovar é Aprender.

A equipe que representou o IFF- Campus Macaé, doravante denominada VOLTIFF, foi composta por alunos e alunas dos Cursos Médio Integrado em Meio Ambiente e em Automação Industrial, respectivamente. Cumpre destacar que, apenas, os estudantes do curso de automação possuíam experiência pregressa em outros torneios de inovação, programação e robótica, no ensino fundamental e médio.

No que tange ao desenvolvimento do projeto, considerando as limitações impostas pelo distanciamento social, protocolados pelo ministério da saúde e demais secretarias, tornou-se imprescindível que os encontros destinados ao planejamento, orientações gerais e discussões realizassem por intermédio das redes sociais *Discord* e *Whatsapp*. Dessa maneira, apenas as atividades de construção e testagem do protótipo realizaram-se presencialmente.

Salienta-se que a proposta para construção de um forno à cocção por meio da energia solar, corresponde a uma contingência enfrentada por alunos da própria escola, haja vista sua carga horária em regime integral e da disponibilidade de apenas um forno microondas para o aquecimento das refeições no *campus*. Ademais, observa-se que, além do contexto apresentado, trata-se de um problema comum a outras escolas, *campi* universitários e ambientes profissionais. Dessa maneira, apresenta-se este estudo, dividido em quatro partes, respectivamente: introdução, referenciais teóricos sobre a utilização da energia solar para cocção de alimentos, construção de fornos e fogões solares, desenvolvimento e conclusão

### ***Metodologia***

De acordo com Fortunato (2018), o relato de experiência, enquanto método científico, caracteriza-se pela descrição das sensações de experimentar o objeto, buscando e ressignificando o sentido das interações, de modo a discriminar todo o contexto e qualificar as ações, sequencialmente, até sua conclusão. Assim, tendo como propósito apresentar os elementos necessários para que outros, em circunstâncias análogas, possam refletir de modo a inferir alternativas satisfatórias na resolução de suas próprias questões.

Com efeito, o presente estudo, de caráter qualitativo, apresenta um relato parcial da experiência de discussão, construção e testagem do forno solar. Dessa maneira, pretende-se descrever a estrutura do projeto, do seu planejamento até a consumação. Espera-se por meio deste trabalho, contribuir para o desenvolvimento de novos projetos.

### ***Fundamentação teórica***

De acordo com Sarmiento (2015), fornos ou fogões solares são equipamentos que, por meio da utilização de espelhos côncavos ou planos, concentram a luz solar em um determinado ponto, de forma a produzir um aumento na intensidade da radiação, e assim, proporcionando que o objeto disposto neste local, possa atingir altas temperaturas. O autor

acrescenta que sua utilização abrange a cocção de alimentos e a esterilização da água, tratando-se de um instrumento, altamente eficaz, para a conversão de energia heliotérmica (energia solar), em energia térmica (calor).

A história da cocção por meio da energia solar, remete a meados do século XVIII, em sentido mais estrito, no que tange aos experimentos desenvolvidos pelo naturalista francês Horace Bénédicte de Saussure. Em seu projeto, foi utilizada uma caixa de madeira de pinho, dentro de outra caixa, do mesmo material, separadas por isolamento de lã e três coberturas de vidro. Além de Saussure, outros cientistas desenvolveram fornos solares, como pode ser observado nos trabalhos de: Herschel (1837), Mouchot (1870) e Adams (1878), (SARMENTO, 2015).

A utilização da energia heliotérmica para a cocção de alimentos se destaca em diversos países, entre os quais destacam-se França e Portugal, respectivamente por seu pioneirismo neste modelo energético e pela produção dos primeiros projetos em larga escala. Além disso, é possível encontrar relatos da utilização de fornos solares na Índia, China, Quênia, Afeganistão e Senegal. No Brasil, os estudos relacionados à cocção de alimentos por este meio, remetem a pesquisas desenvolvidas na década de 1980 pelo Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal da Paraíba. (Melo 2008, p.12).

Sarmento (2015), apresenta três modelos, principais utilizados na construção de fornos solares, à saber: em primeiro lugar o forno parabólico, formado por um espelho esférico, em segundo, o forno solar estilo caixa, composto por quatro espelhos planos que convertem para uma caixa com tampo de vidro, proporcionando um efeito estufa e por último, o forno solar estilo painel, formado por uma parede de espelhos que direcionam os raios solares para uma redoma de vidro ou acrílico, disposta sobre um reservatório de água ou alimento.

Entre as principais vantagens da utilização da energia solar para a cocção de alimentos, destacam-se: sua adesão a questões ambientais, eficiência energética, baixa manutenção, potência e acessibilidade. A cocção por meio da energia solar colabora com a substituição de energias tradicionais por modelos energéticos que se estabeleçam a partir de recursos naturais de fácil renovação, além da não poluição durante seu uso. O alto índice de emissão solar nos países tropicais, tem relação com seu custo de manutenção e implantação é decrescente. A potência alcançada por seus protótipos é cada vez maior e sua captação energética favorece a instalação em lugares de difícil acesso.

Embora as vantagens apresentadas indicam que a utilização da energia solar para cocção de alimentos contribui com a resolução de diversos problemas contemporâneos, ambientais, sociais e econômicos, e da energia solar ultrapassar todas as outras formas energéticas disponíveis, duas questões contrapõem-se a tal tese, a saber: a dificuldade para seu armazenamento e a sujeição à variações climáticas. (RAMOS, 2011). No modelo atual, a cocção dá-se sincronicamente à captação e transformação da energia e por esta razão, não é possível utilizar seu recurso em dias ou épocas de baixa luminosidade ou exposição solar.

A despeito dos desafios observados, no que se refere ao armazenamento dos recursos energéticos e da necessidade de adaptações às, eventuais, ocorrências climáticas, é possível afirmar que a utilização da energia solar, em sentido mais estrito, da sua conversão em energia térmica, é um imperativo para este tempo. E que são inegáveis suas contribuições para acessibilidade e para preservação do meio ambiente.

### ***Desenvolvimento***

O projeto Forno Solar, conforme apresentado na figura 1, desenvolveu-se a partir da adaptação do modelo estilo caixa, apresentado anteriormente. Desse modo, sua estrutura compreende: uma caixa de madeira, coberta por um vidro de automóvel, conectada a uma tampa articulada, de papelão, para captação e projeção dos raios solares em diferentes horários do dia. Além disso, foram utilizadas: cola para artesanato, para fixação da caixa, folhas de papel alumínio para reflexão, parafusos para fixação da tampa articulada, borracha de câmara de ar de automóvel, para vedação do vidro junto a caixa e tinta preta para o acabamento da tampa.

Em primeiro lugar, para construção da caixa se utilizou aproximadamente, dois metros quadrados de compensado, obtidos no almoxarifado do laboratório maker. Contudo, observa-se que tal material pode ser encontrado facilmente para reutilização em canteiros de obra e resíduos de propagandas. Dessa maneira, o processo de corte do compensado, compreendeu uma cortadora laser, SK 9060<sup>42</sup>, respeitando as dimensões do vidro reutilizado, já que este tipo de material, temperado, não permite cortes.

---

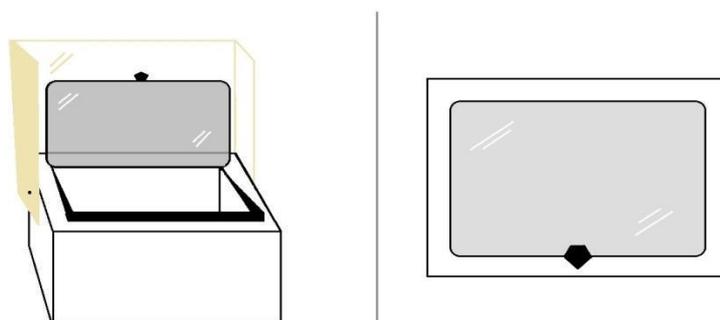
<sup>42</sup><https://www.multivisi.com.br/maquina-router-laser-vs9060-branca-corte-e-gravacao-90x60cm-100w>  
v.2 n.3, outubro de 2022

As partes laterais da caixa possuíam cortes para facilitar o encaixe. Para segurança os pontos de contato da caixa receberam reforço de cola de artesanato para fixação. Além disso, foram fixados parafusos na lateral da caixa para encaixe da tampa articulada e um esquadro de madeira para o posicionamento do vidro.

A tampa articulada foi construída com a utilização de papelão, por sua facilidade para moldagem e leveza para articulação em diversos ângulos, de modo a promover o alinhamento, máximo, à luz solar em diferentes horários do dia. Em seu interior, aplicou-se papel laminado para reflexão dos raios solares.

Embora, por questões práticas esta tenha sido a opção para construção do protótipo, observou-se em alguns testes que latas de alumínio, higienizadas e desmontadas podem ser fixadas na face interior da tampa em substituição do papel laminado. O que pode ser observado nas figuras 2. e 3. Para vedação da caixa e maior retenção do calor obtido por meio da radiação solar, utilizou-se pequenos recortes de câmara de ar, reutilizados de pneus de automóveis.

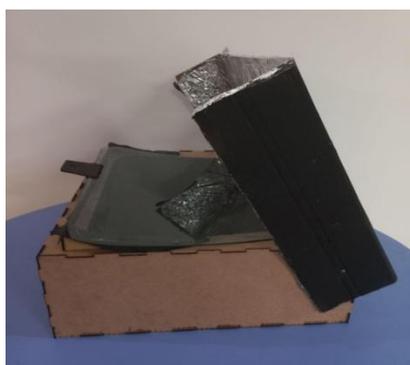
Como postulado anteriormente, as medidas gerais do forno, caixa central e tampo são determinadas pelo vidro temperado, disponível para utilização. Considerando sua resistência à altas temperaturas e não viabilidade de cortes e adaptações.



*Figura 1: figura dos autores.*



*Figura 2: figura dos autores.*



*Figura 3: figura dos autores.*

### ***Considerações finais***

Os testes confirmaram a eficácia do produto para cocção e aquecimento de alimentos, contudo salienta-se que sua utilização está condicionada às questões naturais do tempo. Em dias nublados ou chuvosos o tempo de aquecimento não correspondeu ao necessário para a finalidade proposta na escola. Além da contribuição para utilização de energia limpa e econômica, a construção do projeto colaborou com a formação de uma nova consciência ambiental entre os estudantes e para a reutilização de materiais encontrados na natureza. Diante disso, espera-se que o presente trabalho contribua para o desenvolvimento de novos projetos relacionados à consciência ambiental e utilização de novas formas de energia.

### ***Referências***

ALDABÓ, L. R. **Energia eólica**. Artliber Editora, São Paulo, 2002

FORTUNATO, I... O relato de experiência como método de pesquisa educacional. In: Ivan Fortunato; Alexandre Shigunov Neto. (Org.). **Método(s) de Pesquisa em Educação**. São Paulo: Edições Hipótese, 2018, v. 1, p. 37-50.

MELO A. V. Projeto, Construção e Análise de Desempenho de um Forno Solar Alternativo Tipo Caixa a Baixo Custo. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós - Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

SARMENTO, José Souto. Construção e análise de um forno solar como uma atividade prática não formal no ensino de física. 2015. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015

## ***Hackathon Macaé Conecta: um relato da experiência de docentes do IFF Macaé***

*Hackathon Macaé Conecta: a experience report of teachers from IFF Macaé.*

Aurea Yuki Sugai;<sup>43</sup>  
Marques Fredman Mescolin;<sup>44</sup>  
Robson da Cunha Santos.<sup>45</sup>

### **Resumo:**

Em agosto de 2021, a Secretaria Municipal Adjunta de Ensino Superior do Município de Macaé (RJ) lançou o Hackathon Macaé Conecta, destinado a equipes de alunos do Ensino Fundamental (anos finais), Ensino Médio e Ensino Superior. Além de participar de uma maratona de curta duração, as equipes melhores classificadas tiveram quatro meses, de setembro a dezembro de 2021, para aprimorar as ideias apresentadas na maratona. Desde o início, as equipes foram acompanhadas por uma Comissão Técnica, formada tanto por docentes de diferentes instituições de ensino de Macaé como por alunos de graduação. Este é um relato da experiência de três docentes do *campus* Macaé do Instituto Federal Fluminense (IFF) que participaram da Comissão Técnica. De forma geral, o Hackathon Macaé Conecta atingiu os objetivos propostos pelos organizadores, apresentando-se como uma proposta inovadora e de integração. Enquanto trouxe desafios de interesse público relacionados aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) para os participantes, propiciou aos integrantes da Comissão Técnica uma valiosa troca de experiências, além do conhecimento de novas metodologias de ensino/aprendizagem. Apesar da necessidade de mais tempo para finalização das propostas das equipes, o fato de o Hackathon Macaé Conecta aliar uma maratona de curta duração a um período subsequente de aprimoramento das ideias revelou-se uma ótima estratégia para o desenvolvimento de soluções de interesse público e para o processo de aprendizagem dos alunos envolvidos.

**Palavras-chave:** Hackathon; Comissão Técnica; Experiência

### **Abstract:**

In August 2021, the Assistant Secretariat for College Education of Macaé (RJ) launched the Hackathon Macaé Conecta, whose teams were composed by students from junior highschool, senior high school and college. In addition to participating in a short-term Marathon, the top-ranked teams had four months (from September to December of 2021), to refine the ideas presented in the event. Since the beginning, the temas were accompanied by a Technical Commission, formed by teachers from different educational institutions fo Macaé and by undergraduate students. This is an experience report made by three teachers from Instituto Federal Fluminense (IFF – Macaé campus), who participated in the Technical Commission. In general, the Hackathon Macaé Conecta achieved the aims proposed by the organizers, presenting itself as an innovative and integration proposal. While it brought challenges of public interest related to the Sustainable Development Goals (SDGs) to the participants, it provided the members of the Technical Committee a valuable exchange of experiences,

<sup>43</sup> Doutora em Engenharia Química pela USP, docente do IFF/Macaé

<sup>44</sup> Doutor em Modelagem Computacional pela UERJ, docente do IFF/Macaé

<sup>45</sup> Doutor em Engenharia Civil, docente do IFF/Macaé

in addition to the knowledge of new teaching/learning methodologies. Despite the need for more time to finalize the teams' proposals, the fact that the Macaé Conecta Hackathon combines a short-term Marathon with a subsequent period of improvement of ideas proved to be a great strategy for the development of solutions of public interest and for the learning process of the students involved.

**Keywords:** Hackathon; Technical Committee; Experience.

## ***Introdução***

Em Agosto de 2021, a Secretaria Municipal Adjunta de Ensino Superior do Município de Macaé lançou o Hackathon Macaé Conecta, cujo objetivo geral foi incentivar o desenvolvimento de soluções inovadoras e empreendedoras para problemas reais das instituições de serviços públicos do município de Macaé, em conformidade com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). Dentre os seus objetivos específicos, podem ser destacados: o fortalecimento da cultura de inovação no ambiente acadêmico; a sensibilização de estudantes, professores e dirigentes de instituições de ensino de Macaé quanto à importância da inovação, do pensamento criativo, da curiosidade e da busca por soluções inovadoras no ambiente educacional; o incentivo à comunidade acadêmica para sua participação em editais e concursos de solução aberta, com fortalecimento das conexões entre as instituições públicas e os atores do ecossistema de inovação local (SECRETARIA ADJUNTA DE ENSINO SUPERIOR, 2022).

Os Hackathons, de maneira geral, “são maratonas que reúnem programadores, desenvolvedores e inventores, os hackers - geralmente motivados pelo reconhecimento, recompensas financeiras e aprendizado - para criar projetos que transformem informações de interesse público em soluções digitais, acessíveis a todos os cidadãos” (FERREIRA; FARIAS, 2019). Eventos deste tipo têm se popularizado pelo país, em função de sua dinâmica e potencialidades.

A proposta na qual o Hackathon Macaé Conecta se apresenta, além de propiciar um espaço para se pensar em estratégias e soluções inovadoras para problemas e desafios de gestão, de interesse público, também traz consigo uma perspectiva bastante animadora, em especial do ponto de vista do avanço de recursos tecnológicos e de seu uso nos processos de ensino-aprendizagem.

A perspectiva do Hackathon dialoga com a afirmação de Moran (2015) que já afirmava que “a educação formal está num impasse diante de tantas mudanças na sociedade: como evoluir para tornar-se relevante e conseguir que todos aprendam de forma competente e conhecer, a construir seus projetos de vida e a conviver com os demais”. Neste contexto, a busca por metodologias ativas de aprendizagem, na qual o desafio pode ser visto como um recurso para se aprender pela descoberta, tem se apresentado como ferramenta indispensável na construção de conhecimentos, sendo “um processo de aprendizagem amplo, que busca a colocação do estudante como agente ativo no processo de ensino e aprendizagem, tornando-o responsável por sua própria aprendizagem” (DA SILVA et al., 2018).

Na vasta gama das metodologias ativas, a aprendizagem por meio da resolução de problemas certamente é uma das correntes metodológicas na qual também podemos incluir o Hackathon Macaé Conecta, uma vez que este se propõe à busca e ao desenvolvimento de soluções para problemas sociais reais. Neste contexto, também se destaca a aprendizagem colaborativa, recurso no qual alunos trabalham juntos em busca de um objetivo comum.

Deste modo, é inevitável construir uma concepção do Hackathon Macaé Conecta que favoreça o avanço dos processos de aprendizagem, uma vez que suas demandas e ações promovem o desenvolvimento de competências, estimulam a participação ativa dos estudantes e professores, privilegiam o trabalho em equipe, propiciando oportunidades de contato com diferentes perspectivas, análises e construção de conclusões coletivas, por meio do uso de novas tecnologias. Com isso, o evento apresentou-se com foco na tecnologia e solução de problemas reais da cidade de Macaé, mas também se constituiu numa oportunidade ímpar de articular tecnologia e educação positivamente.

### ***Materiais e métodos***

Participaram do Hackathon Macaé Conecta como competidores alunos dos ensinos fundamental (8º e 9º anos), médio e superior de instituições de ensino públicas do município de Macaé. Os estudantes formaram equipes, sendo que nas categorias ensino fundamental e médio, um professor também compunha cada time. Além dos competidores, foi formada uma Comissão Técnica Científica com 6 (seis) professores de instituições de ensino públicas do Rio de Janeiro e 2 (dois) estudantes de ensino superior. Dentre os professores da Comissão Técnica, estavam os três autores do presente relato – Aurea Yuki Sugai, Marques Fredman Mescolin e Robson da

Cunha Santos - todos docentes do Instituto Federal Fluminense *campus* Macaé. Numa breve descrição, Aurea Sugai é mestre e doutora em Engenharia Química (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo) e graduada em Engenharia de Alimentos (Universidade Estadual de Campinas). Leciona no IFF desde 2014 disciplinas como Poluição Ambiental, Microbiologia Ambiental e Educação Ambiental e Sustentabilidade. Desde novembro de 2019, é diretora de Inovação, Pesquisa e Extensão do *campus* Macaé. Marques Fredman Mescolin é doutor em Modelagem Computacional (Instituto Politécnico da Universidade Estadual do Rio de Janeiro), mestre em Ensino de Matemática (Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro) e licenciado em Matemática. Leciona no IFF desde 2009 disciplinas da área de Matemática em turmas de graduação em Engenharia e Ensino Médio e Técnico. Robson da Cunha Santos é doutor em Engenharia Civil (Universidade Federal do Rio de Janeiro), mestre em Ciência da Computação (Universidade Federal Fluminense) e graduado em Engenharia Elétrica (Universidade Católica de Petrópolis). Leciona no IFF desde 2008 disciplinas como: Eletricidade Básica, Algoritmos e Técnica de Programação, Programação de Computadores, Estrutura de Dados, entre outras. Já atuou como diretor de Inovação, Pesquisa e Extensão e também da Infraestrutura e Apoio Acadêmico do *campus*.

O Hackathon Macaé Conecta foi organizado em duas fases: inicialmente, uma maratona de curta duração (8 dias) e, em seguida, uma fase de desenvolvimento e aprimoramento das soluções apresentadas na primeira fase.

Na fase inicial do Hackathon, ou seja, na maratona de curta duração o papel principal da Comissão Técnica Científica foi o de avaliar as soluções apresentadas pelas equipes para os diferentes desafios, relacionados a seguir:

- Categoria Ensino Fundamental: apresentar propostas de solução para a conscientização da utilização de água. Questões relacionadas à crise hídrica na bacia hidrográfica do Rio Macaé, contemplando itens como falta de saneamento básico, poluição das águas do Rio Macaé, uso dos recursos hídricos para fins energéticos, entre outros, deveriam ser abordadas no projeto apresentado pelas equipes.

- Categoria Ensino Médio: apresentar propostas de solução para o uso de energia limpa na Cidade Universitária e implementação de usinas solares. O projeto final deveria abordar questões relacionadas ao enfrentamento da questão energética, à redução da emissão de carbono, à

democratização e manutenção do acesso à energia elétrica a fim de garantir energia limpa para o desenvolvimento da cidade.

- Categoria Ensino Superior: criar um aplicativo Mobile, no qual fosse possível acessar os serviços públicos diretamente pelo celular, sem a necessidade de deslocamento do munícipe aos órgãos públicos. O aplicativo, além de facilitar o acesso, traria mais eficiência e segurança na utilização dos serviços públicos.

Ao final da primeira fase, as equipes apresentaram as soluções em um *pitch*, sendo todas as soluções avaliadas individualmente por todos os membros da Comissão Técnica Científica.

Na segunda fase do Hackathon, entre os meses de setembro e dezembro de 2021, o papel da Comissão Técnica Científica foi o de acompanhar e auxiliar, quando possível, o desenvolvimento dos projetos baseados nas soluções apresentadas pelas equipes na fase inicial do evento. O acompanhamento foi feito prioritariamente por meio remoto, pelos aplicativos *Discord* e *Google Meet*. Em raras ocasiões, o acompanhamento pode ser realizado de forma presencial, sendo uma das ocasiões a 1ª Mostra de Pesquisa, Produtos e Soluções para a Sociedade, realizado no dia 15 de dezembro de 2021 na Cidade Universitária, na qual os projetos puderam ser apresentados ao público.

### ***Resultados e Discussão***

Os resultados apresentados a seguir retratam a experiência dos autores deste relato como integrantes da Comissão Técnica Científica do Hackathon Macaé Conecta. As experiências de cada equipe competidora foram retratadas em outros relatos e artigos.

Como mencionado anteriormente, na fase inicial do Hackathon Macaé Conecta, o papel da Comissão Técnica foi de avaliar as soluções apresentadas pelas equipes. As soluções apresentadas pelas equipes do ensino superior foram avaliadas quanto aos seguintes itens:

- Aderência ao Tema/Desafio (alinhamento da proposta de solução com os cinco ODS para o desenvolvimento da cidade; solução tecnológica desenvolvida pela equipe de acordo com a necessidade apresentada no edital para sua categoria; explicação sobre a solução proposta e descrição de como ela resolve o problema);

- Impacto da Solução na Sociedade (aprofundamento nos conhecimentos referentes ao problema e análise das soluções já existentes; variedade de dados obtidos e qualidade das fontes utilizadas para a construção da proposta; compartilhamento da proposta antes da submissão do projeto com os possíveis usuários da solução);

- Viabilidade Técnica (solução tecnológica desenvolvida pela equipe com viabilidade técnica; efetivação do trabalho em equipe; o desenvolvimento tecnológico com viabilidade econômica de investimento);

- Funcionalidades (pronto atendimento das demandas, alta taxa de resolutividade on-line e segurança; *Front-end* da plataforma focada em usabilidade, design, responsividade e interatividade; *Back-end* focado na segurança, velocidade e estabilidade do ambiente);

- Experiência do usuário (interface da solução com orientação para utilização pelo cidadão, promovendo uma adequada experiência para o usuário final; solução proporciona ao usuário interação fácil, intuitiva e eficiente; apresentação da solução para coleta de feedback, a fim de efetuar melhorias em sua solução);

Já as equipes de ensino médio e fundamental foram avaliadas em relação aos seguintes itens:

- Aderência ao Tema/Desafio (alinhamento da proposta da solução com os quatro ODS para o desenvolvimento da cidade; solução tecnologia desenvolvida pela equipe em acordo com a necessidade apresentada no edital para sua categoria; relevância da questão ambiental abarcada);

- Impacto da Solução na Sociedade (ecologicamente correto; socialmente justo; culturalmente diverso);

- Desenvolvimento da Ideia (explicação sobre a solução proposta e descrição desse processo; variedade de dados obtidos e qualidade das fontes utilizadas para construção da proposta; gestão e trabalho em equipe);

- Viabilidade do Projeto (economicamente viável; qualidade da identidade visual; qualidade técnica do projeto).

No total, nove equipes se inscreveram, sendo três de cada categoria. O fato de ser o primeiro Hackathon promovido pelo município de Macaé, somado à pandemia do novo

coronavírus, certamente influenciou no baixo número de inscrições. Das 3 equipes de ensino superior, uma desistiu, não apresentando a solução exigida pelo edital.

Na fase inicial, as equipes demonstraram grande interesse na participação do Hackathon, especialmente os alunos do ensino fundamental. Mesmo com problemas de conectividade, entre outros, os alunos participaram com entusiasmo do *pitch* de apresentação das soluções. Especificamente em relação aos estudantes do ensino superior, é importante ressaltar que as equipes foram formadas de acordo com as habilidades descritas pelos alunos na inscrição. Assim, nem todos os integrantes de cada equipe se conheciam, fato que pode trazer ganhos no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, mas que, por outro lado, pode dificultar os trabalhos em uma maratona de curta duração, especialmente no período de pandemia.

Apesar de algumas equipes terem se destacado na primeira fase do Hackathon, o presente relato traz uma visão geral do evento, uma vez que as particularidades do trabalho de cada equipe são apresentadas em outros relatos. De forma geral, as soluções apresentadas foram boas, porém não se apresentaram desenvolvidas de forma plena; todas as soluções, sem exceção, tinham itens a serem aprimorados, segundo avaliações da Comissão Técnica. Essas avaliações justificam plenamente a importância da segunda fase do Hackathon Macaé Conecta, em que as soluções foram aprimoradas por quatro meses.

Durante o *pitch* de apresentação, as diferenças entre as soluções e o posicionamento da equipe e do técnico, no caso das categorias ensino médio e fundamental, foram melhores observadas. Especialmente nas equipes de ensino fundamental, problemas de acesso à internet e de falta de ocasiões para reuniões foram relatadas pelos técnicos, o que certamente prejudicou o trabalho das equipes. Nas equipes de ensino superior, o fato de alguns alunos possuírem vínculos empregatícios ou outros compromissos foi apontado como uma das dificuldades para elaboração da solução. Em relação às apresentações das soluções, algumas equipes se destacaram, demonstrando um maior cuidado na elaboração dos vídeos.

Após o *pitch* de apresentação, as equipes receberam da Comissão Técnica *feedbacks* das avaliações, que indicavam os pontos a serem aprimorados. Assim, começou a segunda fase do Hackathon Macaé Conecta, em que as soluções foram aprimoradas durante 4 meses. Uma descrição simplificada das soluções/propostas das equipes é apresentada a seguir:

*Categoria Ensino Superior:*

Equipe 1 – Desenvolvimento de um aplicativo para o PROCON de Macaé

Equipe 2 – Desenvolvimento de um aplicativo que possibilite a obtenção de orçamentos para instalação de painéis fotovoltaicos, com diferentes empresas de energia solar da região.

*Categoria Ensino Médio:*

Equipe 1 – Desenvolvimento de um aplicativo para promoção de práticas sustentáveis

Equipe 2 – Desenvolvimento de um aplicativo para sensibilização e informação do usuário sobre energias renováveis, especialmente sobre geração de energia limpa e acessível

Equipe 3 – Construção de um protótipo de forno solar e desenvolvimento de um aplicativo para o gerenciamento do seu uso

*Categoria Ensino Fundamental:*

Equipe 1 – Desenvolvimento de um aplicativo que facilite o acesso do cidadão aos serviços públicos de água e saneamento

Equipe 2 – Desenvolvimento de um aplicativo para monitoramento de reservatórios de água

Equipe 3 – Desenvolvimento de aplicativo para discussão de Educação Ambiental e Sustentabilidade

Como já mencionado, o período de aprimoramento mostrou-se necessário, uma vez que as soluções apresentavam pontos de aprimoramento para o seu desenvolvimento pleno. Esse período de 4 meses, no entanto, mostrou-se insuficiente ao final, pois muitas das equipes não conseguiram finalizar a solução, de forma que fosse possível sua utilização pelo público em geral.

Na fase de aprimoramento, o papel da Comissão Técnica foi de acompanhar e auxiliar no desenvolvimento das soluções ao longo de 4 meses, de setembro a dezembro de 2021. Os integrantes da Comissão Técnica foram divididos entre as equipes, sendo 3 integrantes em cada grupo. Não havia impedimento, no entanto, para que algum integrante da Comissão Técnica acompanhasse os trabalhos de uma equipe para a qual não estivesse originalmente escalado. Os autores deste relato acompanharam principalmente as equipes de ensino fundamental e médio,

sendo o acompanhamento das equipes de superior bastante pontual. Assim, o relato se concentrará nas soluções apresentadas pelas equipes de fundamental e médio.

Apesar do contato constante da Comissão Técnica com as equipes por meio do aplicativo *Discord*, a efetiva colaboração dos integrantes da Comissão no desenvolvimento das soluções variou de equipe para equipe. Algumas equipes interagiram constantemente com os integrantes da Comissão, discutindo as etapas e buscando auxílio técnico, enquanto outras equipes desenvolveram suas soluções de forma mais autônoma. Especialmente os grupos de Ensino Fundamental, a participação dos autores deste relato no aprimoramento das soluções foi pequena, sendo mais significativa no início de setembro, quando foram definidas, por cada equipe, as etapas do desenvolvimento das soluções. Na apresentação do cronograma de trabalho das equipes foi possível aos integrantes da Comissão Técnica fazerem observações sobre as etapas propostas. É importante destacar que o papel do professor técnico nas equipes do fundamental mostrou-se diferenciado, uma vez que os alunos, por serem muito jovens, não possuíam a mesma autonomia dos alunos de ensino médio e superior. Dessa forma, a interação entre os alunos do ensino fundamental com integrantes da Comissão Técnica sempre ocorreu com intermediação do professor técnico, o que não ocorria com equipes do ensino médio, por exemplo.

Ao longo da segunda fase, as equipes apresentaram *pitchs* mensais, com o progresso de seu trabalho. No final de outubro de 2021, em uma reunião virtual em que estavam presentes integrantes da Comissão Técnica além de gestoras do Município de Macaé, as equipes puderam apresentar suas soluções. Foi um momento interessante de troca de ideias entre os participantes das diferentes equipes, além de proporcionar um momento de avaliação dos projetos. As apresentações deixaram claro o progresso no aprimoramento das soluções; uma maior desenvoltura na apresentação de alguns alunos também pode ser observada, o que reafirma a importância do Hackathon no processo de ensino-aprendizagem dos alunos participantes.

Como mencionado, algumas equipes buscaram e permitiram um maior envolvimento da Comissão Técnica no desenvolvimento de suas soluções. Esse contato com as equipes, além da troca de experiências entre os integrantes da Comissão Técnica foram muito valiosos ao longo dos quatro meses da segunda fase do Hackathon. O acompanhamento do trabalho de profissionais e alunos de outras instituições de ensino de Macaé foi extremamente enriquecedor para os autores deste relato; o entendimento das qualidades e dificuldades vivenciadas por esses

profissionais e alunos foi bastante esclarecedor, uma vez que auxiliou no nosso próprio processo de ensino-aprendizagem.

É importante destacar que para as equipes dos ensinos fundamental e médio, os desafios propostos envolviam questões ambientais, sendo a participação da Secretaria de Ambiente e Sustentabilidade de Macaé (SEMA) de grande relevância para o desenvolvimento das soluções. De fato, uma das equipes de ensino médio, por intermédio de um dos autores do presente relato, apresentou a solução para analistas ambientais da SEMA, o que possibilitou uma ação conjunta entre a equipe e a SEMA. Os autores avaliam que a interação foi muito positiva e motivadora para a equipe, o que poderia ter sido estendido às outras equipes. Outro ponto de destaque foi que o período de aprimoramento possibilitou o contato de equipes com empresas para apresentação das soluções, além de promover a capacitação em produtos e serviços para melhorias dos aplicativos que estavam desenvolvendo. Os pontos mencionados acima demonstraram a importância de os integrantes da Comissão Técnica possuírem conhecimentos técnicos específicos sobre os temas dos desafios (questões ambientais, sistemas fotovoltaicos, geração de energia limpa, entre outros), o que facilitou o desenvolvimento das soluções de algumas das equipes.

### ***Considerações Finais***

O Hackathon Macaé Conecta buscou promover inovação, tecnologia e conectividade, estimulando a proposição de soluções tecnológicas para questões relacionadas ao cotidiano da população de Macaé por estudantes, professores e pesquisadores de diferentes níveis e instituições de ensino públicas.

Os autores do presente relato, todos docentes do Instituto Federal Fluminense *campus* Macaé, participaram do evento como integrantes da Comissão Técnica Científica e acompanharam contínua e principalmente virtualmente as soluções desenvolvidas pelas equipes competidoras. Os autores puderam observar, ao longo dos cinco meses de Hackathon, que as equipes tiveram a oportunidade de contato com uma experiência de escolha, análise e desenvolvimento de ferramentas tecnológicas e sua adequação ao desafio proposto. Nesse sentido, destacou-se também o trabalho em grupo e o desenvolvimento de competências interpessoais necessárias ao avanço do projeto de cada equipe.

Nesse contexto, a vinculação no projeto enquanto docentes fornece uma oportunidade relevante de desenvolvimento da prática pedagógica, que traz consigo uma perspectiva animadora: o uso de ferramentas tecnológicas diversas, o enfrentamento de questões atuais e relevantes ao município, o trabalho contínuo de desenvolvimento de ações com foco no aluno, a adoção de um ambiente de aprendizagem baseado em projetos, a difusão da inovação, pesquisa e do conhecimento científico e tecnológico, dentre muitos outros.

O Hackathon Macaé Conecta, de forma geral, atendeu os objetivos propostos pelos seus organizadores; como pontos de destaque, a proposta de uma ação inovadora e integradora, entre diferentes atores de instituições públicas de Macaé, a abertura para alunos de diferentes níveis de escolaridade, com ênfase no ensino fundamental. A proposta de um período de aprimoramento das soluções também deve ser destacada; no entanto, caberia um período mais longo, uma vez que muitas das soluções propostas não conseguiram ser completamente finalizadas.

### ***Referências***

DA SILVA, L. Q.; FOSSATTI, P.; JUNG, H. S. Metodologias Ativas: A Google for Education como ferramenta disruptiva para o ensino e aprendizagem. *Revista Paidéia@ - Revista Científica de Educação a Distância*. v. 10, n. 18, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unimesvirtual.com.br/index.php/paideia/article/view/880>. Acesso em 26 de janeiro de 2022.

FERREIRA, G. D.; FARIAS, J. S. Hackathons no setor público brasileiro: Objetivos e resultados sob a ótica de agentes públicos promotores das iniciativas. *CONTEXTUS – Revista Contemporânea de Economia e Gestão*. v. 17, n. 1, 2019. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/contextus/article/view/39555>. Acesso em 26 de janeiro de 2022.

MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. *Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: Aproximações Jovens*. v. 2, n. 1, 2015. Disponível em: <https://www.uces.br/site/midia/arquivos/bibliografia-PGCIMA-canela.pdf>. Acesso em 26 de janeiro de 2022.

SECRETARIA ADJUNTA DE ENSINO SUPERIOR. Hackathon Macaé Conecta. Disponível em: <https://macae.rj.gov.br/ensinosuperior/conteudo/titulo/hackathon-macae-conecta>. Acesso em 08 de fevereiro de 2022.

## ***Mentoria de equipes no desenvolvimento de soluções para o hackathon macaé conecta***

*Mentoring teams in the development of solutions for the macaé conecta hackathon*

Péterson Cardoso Pereira<sup>46</sup>  
Alexandre de Jesus Sales<sup>47</sup>

### **Resumo:**

Este artigo tem por objetivo apresentar, através de um relato de experiência, a vivência de dois professores da rede municipal de ensino de Macaé no processo de mentoria de equipes participantes do evento Hackathon Macaé Conecta - uma maratona de programação realizada no ano de 2021, ofertada pela Prefeitura Municipal de Macaé por meio da Secretaria Adjunta de Ensino Superior, em parceria com entidades do setor municipal -, que aconteceu entre os meses de agosto e dezembro de 2021. Durante o evento, os autores deste trabalho acompanharam seis equipes, sendo duas formadas por alunos do Ensino Fundamental II, duas formadas por alunos do Ensino Médio e duas formadas por alunos do Ensino Superior. O relato abrangerá a experiência dos mentores, desde a parte inicial do evento, que incluiu a seleção da comissão técnica, preparação de materiais, recepção e seleção das equipes, até o processo de mentoria das mesmas e finalização do Hackathon, apresentando os resultados obtidos ao longo do processo e, discutindo ao final sobre os impactos gerados por essa iniciativa aos participantes e comunidade macaense.

**Palavras-chave:** Mentoria; Metodologias ativas; Desenvolvimento; Aplicativos (App)

### **Abstract:**

This article aims to present, through an experience report, the experience of two teachers from the municipal education network of Macaé in the mentoring process of teams participating in the Hackathon Macaé Conecta event - a programming marathon held in 2021, offered by the Municipality of Macaé through the Assistant Secretary of Higher Education, in partnership with entities of the municipal sector -, which took place between the months of August and December 2021. During the event, the authors of this work accompanied six teams, two formed by Elementary School II students, two formed by High School students and two formed by Higher Education students. The report will cover the mentors' experience from the beginning of the event, which included the selection of the technical committee, preparation of materials, reception and selection of teams, to the mentoring process of the same and completion of the Hackathon. , presenting the results obtained throughout the process and, at the end, discussing the impacts generated by this initiative on the participants and the Macanese community.

**Keywords:** Mentoring; Active methodologies; Development; Applications (App).

---

<sup>46</sup> Professor da Rede Municipal, com formações na área de robótica.

<sup>47</sup> Professor da Rede Estadual, mestre em ciências do mar.

## ***Introdução***

Muito se discute sobre a importância de inserir a comunidade na resolução de problemas enfrentados pela sociedade, através do compartilhamento de ideias e aproveitando o conhecimento obtido à luz dos avanços científicos e tecnológicos. Vivemos hoje em um mundo globalizado graças à internet e aos avanços tecnológicos, que permitem, através da conectividade, diminuir distâncias e vencer barreiras que anteriormente eram impostas. Devido aos avanços da tecnologia e comunicação, a sociedade pode compartilhar ideias, criatividade, cultura e, principalmente, conhecimentos a nível mundial.

Observando esse avanço tecnológico nas áreas digitais e a busca pelo compartilhamento de ideias e conhecimento nas redes, instituições públicas e privadas enxergaram nesse fenômeno a oportunidade de unir pessoas para juntas, buscarem soluções inovadoras para problemas existentes. Uma dessas iniciativas é a realização de maratonas de programação, chamadas de Hackathon. De acordo com ICICT/FIOCRUZ (2016), o termo Hackathon tem origem na combinação dos termos hack (programar) e marathon (maratona) e é um ambiente que propicia a inovação e resolução de problemas.

A Prefeitura Municipal de Macaé, alinhada com o objetivo de promover um ecossistema de inovação e pesquisa na cidade, promoveu no ano de 2021, por meio da Secretaria Adjunta de Ensino Superior, em parceria com o Laboratório de Inovação em Gestão Pública, Secretaria Adjunta de Planejamento, Secretaria Adjunta de Educação Básica, Secretaria Adjunta de Ciência e Tecnologia e Coordenadoria de Robótica e Inovação - Programa *#inovareaprender* o Hackathon Macaé Conecta, tendo como público alvo alunos e professores dos diferentes níveis e esferas da educação no município - Ensino Fundamental II, Ensino Médio e Ensino Superior -, oportunizando a participação de alunos e professores da rede municipal e federal.

Durante a maratona e tempo de pesquisa, as equipes desenvolveram soluções para problemas reais enfrentados pela comunidade macaense, soluções essas alinhadas com os ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) da ONU, tendo como proposta de produto final a criação de um aplicativo *mobile*. Coube à comissão técnica acompanhar e mentorear as equipes no processo de desenvolvimento das soluções.

O DICIO (2022) define mentoria como “Prática de ajudar ou de aconselhar uma pessoa menos experiente, durante um período de tempo”. KAJI. *et al.* (2021) abordam em seu artigo

sobre a importância da mentoria no acolhimento e acompanhamento de estudantes na inserção em um novo processo de aprendizado, aumentando o engajamento de ambas as partes nas atividades realizadas.

Após o processo de seleção da comissão técnica, foram realizadas reuniões junto a organização do Hackathon para apresentação dos objetivos específicos da maratona - que podem ser encontrados no Regulamento Hackathon Macaé Conecta, MACAÉ (2021), disponível na página do evento, no site da Prefeitura de Macaé - e a determinação das tarefas que seriam executadas pela comissão ao longo do evento.

### ***Materiais e métodos***

#### ***Recursos utilizados***

Em reunião realizada pela comissão, juntamente com a organização do Hackathon, foram definidos os materiais e recursos que seriam utilizados para a realização dos trabalhos de mentoria por parte da comissão. São eles:

- Canal do Hackathon no Discord, sendo este a forma oficial de diálogo entre comissão, organização e participantes;
- Google Meet, Zoom e Whatsapp, para comunicação informal com as equipes e demais integrantes da comissão;
- Plataformas de programação de aplicativos e linguagens de programação determinadas de acordo com o regulamento, MACAÉ (2021);
- Google Agenda, Canva, Jamboard, Trello etc, para gestão de trabalho e preparo de apresentações;
- Literaturas diversas, como material de apoio e pesquisa;
- Conteúdos do Youtube e de outros sites, como material de apoio e pesquisa.

### ***Métodos de avaliação e acompanhamento de trabalho***

Durante a fase de seleção das equipes, que ocorreu entre os dias 20 e 28 de Agosto de 2021, foi utilizado como instrumento de avaliação das equipes a rubrica, uma vez que havia o

entendimento que as equipes estariam em processo de desenvolvimento e constante aprimoramento de suas soluções e, que deveriam ser avaliadas dentro de um processo. As rubricas foram feitas pela comissão técnica, especialmente para a maratona, de acordo com o nível de escolaridade e, divididas nas diferentes competências/áreas de projeto, possibilitando nortear as equipes e comissão quanto ao processo de desenvolvimento dentro do tempo da maratona.

A primeira entrega das equipes a ser avaliada foi o plano de trabalho e apresentação da solução através de um mockup da aplicação, que deveria apresentar de forma visual a proposta para o app. Após o recebimento das rubricas com o feedback da comissão, as equipes passaram por um processo de aprimoramento das soluções, acompanhadas pelos mentores, tendo como objetivo a entrega de um vídeo de apresentação oficial da solução e a apresentação de um *pitch* para a comissão e organização.

Passada a fase de seleção das equipes, para garantir o acompanhamento e avaliação de desenvolvimento das soluções, definiu-se que além das comunicações pelo canal oficial do Hackathon no Discord e mensagens nos grupos, seriam realizadas apresentações mensais em formato de *pitch*, para avaliação da evolução do trabalho.

Foram realizadas reuniões síncronas periódicas, sendo este momento utilizado pelas equipes para apresentação das ações realizadas no período e planejamentos futuros. Nas reuniões eram expostas as dúvidas e dificuldades encontradas pela equipe, sendo estas sanadas durante a reunião ou posteriormente, através das conversas nos grupos e disponibilização de materiais de apoio.

As avaliações dos pitches eram usadas exclusivamente para nortear a comissão e equipes quanto ao andamento dos trabalhos, a fim de propor ações que contribuíssem com o desenvolvimento da equipe no processo de desenvolvimento das soluções.

## ***Resultados***

Visando facilitar o entendimento dos resultados obtidos ao longo da maratona, optou-se pela apresentação mensal dos mesmos, iniciando no mês de agosto de 2021, quando aconteceu a primeira reunião da comissão técnica, para preparação dos materiais para os participantes, terminando no mês de dezembro de 2021, com a finalização do hackathon. Apesar dos resultados

serem públicos, não serão citados neste trabalho os nomes dos participantes e/ou equipes, sendo denominadas de forma geral pelo nível de escolaridade a qual pertencem.

- Agosto

Uma vez que o Hackathon teve seu início no mês de setembro, coube à comissão técnica, ainda no mês de agosto, auxiliar a comissão organizadora na preparação dos documentos para apoio das equipes (Manual do Participante) e para o processo de seleção das mesmas (Rubricas de Avaliação). Ainda no mês de agosto, foi realizada pela comissão técnica a divisão prévia das equipes, a participação na live de abertura e o processo de seleção das equipes.

- Setembro

Foi realizado no início do mês de setembro o acolhimento das equipes selecionadas no canal do *Discord*. Posteriormente houve uma reunião para apresentação do cronograma da nova fase, para explicar como se daria o desenvolvimento do hackathon até sua conclusão, em dezembro.

Ainda no mês de setembro, foi feito o acompanhamento e auxílio das equipes para organização do cronograma de trabalho, que deveria ser entregue até o dia 20 de setembro. Durante todo o mês foram feitas reuniões para acompanhamento das equipes no processo de desenvolvimento das soluções. Notou-se um trabalho mais independente das equipes neste mês quanto às pesquisas sobre o tema da solução e uma dependência maior no que diz respeito à preparação do cronograma e à programação do app, que durante o mês de setembro foi visto com menor atenção pelas equipes.

- Outubro

Durante o mês de outubro, destaca-se a apresentação do primeiro pitch, no dia 18. A mentoria das equipes focou no acompanhamento das mesmas no processo de programação do app e organização dos trabalhos para a apresentação do *pitch*.

Outras ações importantes realizadas neste mês foram:

- Reunião da Comissão Técnica e Coordenação do Hackathon para alinhamento do *pitch* de outubro e conversa sobre o desenvolvimento das equipes;

- Auxílio à uma equipe de nível superior no contato com empresas do setor de energia solar para alinhar entrevistas e pesquisas;

- Preparação e seleção de materiais para auxílio das equipes no aprendizado das plataformas MIT App Inventor e Kodular;

- Auxílio às equipes na definição de estratégias para efetivar a implantação do app, tais como a criação de perfil no Instagram ou site da equipe, que servirão como base de trabalho e comunicação com o público alvo que utilizará o app desenvolvido pela equipe;

- Participação na reunião geral das equipes com a liderança do Observatório da Cidade de Macaé e da Secretária Adjunta de Ensino Superior para uma breve apresentação dos trabalhos desenvolvidos até o momento, orientação sobre a preparação do artigo científico e detalhes sobre a submissão dos projetos no Boletim Ciência Macaé.

- Novembro

Em novembro, o desenvolvimento da programação dos apps se tornou o foco principal de trabalho das equipes. Devido ao trabalho mais intenso e interno das equipes, a mentoria deu-se na maior parte através do monitoramento dos trabalhos e auxílio com materiais de apoio.

Em 18 de novembro ocorreu a apresentação do segundo *pitch*, que serviu de base para a análise do progresso das equipes em relação ao mês de outubro e como métrica para intervenções e orientações de trabalho para o mês de dezembro.

Foi identificado nesse momento a dificuldade encontrada pelas equipes quanto ao cumprimento do prazo de entrega da solução, por conta da dificuldade encontrada com a programação do aplicativo, seja por falta de domínio da programação ou limitação da plataforma de criação do app. Devido a isso, foi proposto pela comissão a adequação do projeto, como forma de viabilizar a entrega das soluções. Algumas equipes adotaram como alternativa a migração para outra plataforma de programação, enquanto outras equipes optaram pela adequação das ferramentas disponíveis no app, com a proposta de aprimoramentos posteriores.

- Dezembro

Em dezembro, destacaram-se como atividades essenciais para o avanço do trabalho no Hackathon Macaé o acompanhamento e mentoria das equipes para desenvolvimento de seus

projetos, visando a finalização dos trabalhos para apresentação do *pitch* final e participação na 1ª Mostra de Pesquisa, Produtos, e Soluções para a Sociedade - Macaé Conecta.

Outras ações importantes da comissão nesse período:

- Reunião da Comissão Técnica e Coordenação do Hackathon para alinhamento sobre a apresentação dos trabalhos na 1ª Mostra de Pesquisa, Produtos, e Soluções para a Sociedade - Macaé Conecta;

- Submissão de trabalho na 1ª Mostra de Pesquisa, Produtos, e Soluções para a Sociedade - Macaé Conecta;

- Acompanhamento das equipes na elaboração do artigo científico.

### ***Discussão***

Todo o processo desenvolvido pela comissão técnica ao decorrer do hackathon teve como base a criação de um ambiente de aprendizagem ativa e aprendizado colaborativo, valorizando sempre o conhecimento agregado ao decorrer do processo. O fortalecimento de um ecossistema de inovação, que foi um dos objetivos a serem atingidos, foi observado no desenvolvimento das soluções por parte das equipes. Motivados pela implementação da solução de forma prática, algumas equipes construíram, além dos aplicativos, protótipos físicos para aplicação de suas soluções, validando o objetivo de incentivar a criação de projetos utilizando a prototipação como processo de construção.

Foi observada a importância da relação entre mentores e mentorados durante os trabalhos com as equipes. Todas essas demonstraram interesse nos diálogos com os mentores e recorreram aos mesmos com frequência. Notou-se, porém, que as equipes de ensino fundamental e médio, por terem um professor orientador, que também atuava como mentor, conseguiram desenvolver com mais fluidez os seus trabalhos. Em contrapartida, notou-se uma maior dependência das equipes de ensino superior com relação ao andamento do projeto. Cabe ressaltar, que tal fato não interferiu nos trabalhos de ambos, uma vez que era papel da comissão apoiar a estruturação dos projetos inovadores em todas as etapas, validando-as através do acompanhamento contínuo e apresentação de pitches dos projetos.

Ao longo do desenvolvimento das soluções, algumas dificuldades surgiram, exigindo das equipes e comissão a adequação dos trabalhos. A maior dificuldade foi relacionada a parte de programação dos aplicativos para as soluções, uma vez que a maioria dos participantes tinha pouco ou nenhum conhecimento prévio de programação, gerando uma demanda muito grande de estudo para todos os participantes, professores e comissão, comprometendo o cronograma de entrega de algumas equipes. Como solução para essa situação, algumas equipes optaram por mudar a linha de trabalho que estavam seguindo. Outra dificuldade encontrada pelas equipes foi a quantidade reduzida de integrantes por equipe (apenas 3 integrantes), dificultando a divisão de tarefas e por consequência, o cumprimento do cronograma estipulado, visto que o desenvolvimento das tarefas exigia mais tempo. Para contornar esse fator, algumas equipes incorporaram voluntários para integrarem a equipe.

Apesar das dificuldades encontradas ao longo do processo, as equipes se adequaram, cumpriram o objetivo proposto e, algumas delas, continuam em processo de aprimoramento de suas soluções. Cabe ressaltar que esse foi o primeiro Hackathon realizado pela prefeitura e que os resultados obtidos validam o objetivo de criar um ecossistema de inovação e pesquisa na cidade, resultando na construção de soluções inovadoras que impactam positivamente a sociedade macaense. Tal fato foi comprovado na apresentação das soluções na 1ª Mostra de Pesquisa, Produtos, e Soluções para a Sociedade - Macaé Conecta.

### ***Considerações finais***

Este trabalho permitiu concluir que os objetivos propostos para o desenvolvimento dos projetos foram atingidos e que o processo de aprendizado ao decorrer do Hackathon foi de grande valia para todos os participantes.

Além disso, sendo de interesse do poder público municipal, as soluções desenvolvidas durante a maratona podem ter acompanhamento para garantia de continuidade.

Como sugestão para um próximo hackathon que envolva a construção de um aplicativo, recomenda-se que sejam convidados desenvolvedores de apps experientes para integrarem a comissão técnica, visando um atendimento melhor às equipes no processo de construção das soluções. Com relação ao quantitativo de participantes por equipe, sabe-se que o fato aconteceu devido ao número de inscritos ser inferior ao esperado quando publicado o edital e, devido à

desistência de uma equipe após o término do período de inscrição. Por isso, recomenda-se que as equipes sejam compostas por no mínimo cinco integrantes.

### **Referências**

ICICT/FIOCRUZ. O Que é um Hackathon? **Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz**, 2016. Disponível em: <https://hackathon.iciet.fiocruz.br/o-que-%C3%A9-um-hackathon#:~:text=Hackathon%20%C3%A9%20uma%20combina%C3%A7%C3%A3o%20entre,da%20inova%C3%A7%C3%A3o%20e%20resolu%C3%A7%C3%A3o%20de>. Acesso em: 08 fev. 2022.

DICIO. Mentoria. **Dicionário Online de Português**, 2022. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/mentoria/#:~:text=Significado%20de%20Mentoria,durante%20um%20per%C3%ADodo%20de%20tempo>. Acesso em: 08 fev. 2022.

KAJI, A. K.; GAZZI, B. C.; SCHIMITD, B.; SILVA, M. J.; ZÖLLNER, M. S. A. C. Desenvolvimento de um programa de mentoria por pares estudantis: um relato de experiência. **RBEM. Revista Brasileira de Educação Médica** | 45 (sup.1) : e107, 2021.

MACAÉ. Regulamento Hackathon Macaé Conecta. **Prefeitura Municipal de Macaé**, 2021. Disponível em: <https://macae.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1627707824.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2022.

## *Aprendizado de Programação baseada em projetos*

*Learning Programming Project Based*

Rodrigo Caride Gomes<sup>48</sup>  
Matheus Epifanio.<sup>49</sup>

### **Resumo:**

No evento Macaé Conecta foi realizado um hackathon, onde equipes selecionadas foram convidadas a criarem soluções, e, durante quatro meses, desenvolverem seus projetos. Este trabalho tem como objetivo entender o impacto que o desenvolvimento de um projeto pode ter no aprendizado de programação. Serão levadas em consideração duas equipes participantes que tiveram o desenvolvimento e aprendizado de programação a níveis diferentes durante todo o processo.

**Palavras-chave:** Projetos, Programação, Aprendizado

### **Abstract:**

At the Macaé Conecta event, a hackathon was held, where selected teams were invited to create solutions and, for four months, develop their projects. This work aims to understand the impact that the development of a project could be on programming learning. Two participating teams that had the development and learning of programming at different levels throughout the process will be taken into account.

**Keywords:** Project, Programming, Learnings

## ***Introdução***

A aprendizagem baseada em projetos é uma forma de ensino centrada no aluno que se baseia em três princípios construtivistas: a aprendizagem é específica ao contexto, os alunos estão envolvidos ativamente no processo de aprendizagem e atingem seus objetivos por meio de interações sociais e do compartilhamento de conhecimento e compreensão (COCCO, 2006). Essa afirmação vai de encontro com a opinião de Boda et al (2004 apud AREIAS e MENDES, 2007) onde é dito que os alunos conseguem melhores resultados tendo uma participação ativa, o que é oposto ao comportamento passivo das salas de aula tradicionais. Na programação, isso

---

<sup>48</sup> Graduando em engenharia Civil da UFRJ

<sup>49</sup> Graduado em ciência da computação pela UFF.

significa que a atividade mais importante para aprender a programar é criar seus próprios programas.

Dito isso, é possível observar que utilizar a aprendizagem baseada em projetos aplicada à programação parece ser promissor. O foco do presente trabalho é justamente relacionar esses dois conceitos e entender quais foram os ganhos.

### ***Metodologia***

Para a realização deste trabalho, foi proposto um desafio para as equipes participantes, onde eles tiveram que cumpri-lo através do desenvolvimento de um projeto desde o início da sua ideia até a entrega do seu MVP (Produto Mínimo Viável) por um período de 4 meses.

Com o objetivo de construir essa relação de aprendizado entre “Programação” e “Projetos” foram adotadas algumas metodologias, dentre elas, Programação Pareada (i.e. Estilo de programação onde mais de uma pessoa faz a programação em conjunto), conceitos de desenvolvimento ágil (i.e. alguns conhecimentos para ajudar na gerência dos projetos), apresentação de *pitchs*, aplicação de pesquisas de mercado, contato com clientes para entender os requisitos do sistema e aprendizado sob demanda por meio de vídeo aulas.

Para aplicar as metodologias citadas, foi necessário adotar o uso de algumas ferramentas como: Plataformas de programação (*App inventor*, *compute* ir e hora do código), *framework* de desenvolvimento *mobile* (React Native), ferramenta de gerência de projeto (Trello) e ferramentas de comunicação (*Whatsapp*, *Discord* e *Meet*). Essas ferramentas em conjunto com as metodologias têm um potencial muito grande para ajudar a atingir a meta deste trabalho.

### ***Desenvolvimento***

Todo processo de aprendizado começou com o evento Hackathon Macaé Conecta, onde foi apresentado um desafio *mobile* para as equipes participantes de cada nível (ensino fundamental, ensino médio e ensino superior). Os desafios eram temáticos e estavam de acordo com a ODS. Os temas dos níveis fundamental, médio e superior eram, respectivamente: crise hídrica de Macaé, energia e App do Procon. Numa primeira etapa as equipes deveriam propor e desenhar uma solução para os temas propostos, e, na segunda etapa, deveriam implementar a

solução proposta. Neste trabalho serão analisadas apenas duas equipes (uma equipe do ensino médio e uma equipe do ensino superior)

Durante a primeira etapa, as equipes conseguiram pensar em soluções inovadoras para os temas. É importante ressaltar que todos participantes se mostraram muito motivados em estarem desenvolvendo sua própria solução. Na segunda etapa, já era esperado que as equipes teriam que aprender vários conceitos para conseguir desenvolver sua solução, por isso foi estipulado um período de 4 meses para o desenvolvimento. Ou seja, as equipes tiveram que passar por todos processos desde o desenho da solução até o produto final, passando por conversas com usuários, pesquisa de mercado, prototipagem, roteiro de desenvolvimento, programação, design e refinamento da solução. Desses pontos, a programação era o ponto em que as equipes tinham menos familiaridade.

Foi observado que o maior desafio, para a equipe do ensino médio, estava relacionado ao seu pouco contato e experiência em programação. Por isso foi incentivado o uso de ferramentas básicas, como a plataforma Hora do Código e Compute It, para um primeiro contato com o desenvolvimento da lógica de programação, o que ajudou a entender como se dava o processo de criar algoritmos, mas devido a animação e motivação eles optaram por logo começar a desenvolver a solução que propuseram. E rapidamente demonstraram que estavam avançando no aprendizado de programação apresentando as primeiras versões de suas soluções.

Por outro lado, na equipe do ensino superior já existia uma expertise e contato com a programação, porém alguns desafios específicos relacionados à programação foram encontrados, como por exemplo, como fazer o aplicativo se comunicar com o banco de dados. Mas, o engajamento que os integrantes tinham com sua solução, os fez começar a procurar materiais rapidamente para ajudar no desenvolvimento do projeto. A demanda de criar soluções impulsionou o aprendizado e exercitou a criatividade na hora de pensar em soluções inovadoras.

Por fim, o conhecimento de programação não foi uma grande barreira para as equipes. Todos participantes demonstraram domínio durante o desenvolvimento de suas soluções, o que mostra que de fato houve um aprendizado grande acerca da programação. Vale destacar que, apesar do foco do presente trabalho ser a programação, tiveram outras habilidades trabalhadas durante a Hackathon, que também sofreram uma melhora, dentre elas a organização, responsabilidade, comunicação e trabalho em equipe.

## **Conclusão**

O que se pode perceber é como um desafio traz um engajamento no aprendizado muitas vezes não visto em processos de formação convencionais, principalmente quando existe uma demanda de um projeto autoral, sendo assim, a aprendizagem baseada em projeto é uma perspectiva educacional que necessita de um olhar voltado para sua implementação nas práticas pedagógicas de diferentes níveis. Inclusive, vale ressaltar que um grupo era composto por alunos do ensino médio e um educador, já o outro de graduandos do ensino superior, sendo interessante que o educador que fazia parte do primeiro teve seu processo de aprendizado e crescimento junto com a equipe.

## **Referências**

- Cocco, S. (2006).: Student leadership development: the contribution of project-based learning. Unpublished Master's thesis. Royal Roads University, Victoria, BC
- Areias, Cristiana e Mendes, António. (2007).: A tool to help students to develop programming skills. [ed.] the 2007 international conference on Computer systems and technologies. New York : ACM, 2007.
- Boada, I., Soler, J., Prados, F., and Poch, J. (2004): "A teaching/learning support tool for introductory programming courses", In Proceedings of the 5th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, pp. 604-609, 2004.

## ***Desenvolvimento de solução tecnológica em prol da eficiência e desburocratização entre a população e a prefeitura do município de macaé***

*Technologic solution development in favor of efficiency and desburobratization between the population and macaé's prefecture*

Fernanda Reis Alves Lamim Degang<sup>50</sup>  
Thiago Rangel da Silva<sup>51</sup>  
Walber Barreto Rosa<sup>3</sup>

### **Resumo:**

Este trabalho tem como objetivo apresentar perspectivas e metodologias obtidas ao longo da pesquisa realizada pela equipe de desenvolvimento de um projeto para aplicativo como resultado do Hackathon Macaé Conecta realizado pela Secretaria de Ensino Superior/Secretaria de Educação da cidade de Macaé. Solução tecnológica capaz de promover maior integração da população com a administração pública da prefeitura da cidade de Macaé, estudo na fase de desenvolvimento em conjunto com a Procuradoria Adjunta de Proteção e Defesa do Consumidor PROCON – MACAÉ.

**Palavras-chave:** Aplicativo, Tecnologia, Administração Pública.

### **Abstract:**

This work aims to present perspectives and methodologies obtained during the research carried out by the development team of a project for an application as a result of the Macaé Conecta Hackathon carried out by the Secretary of Higher Education, Secretary of Education of Macaé City. Technological solution capable of promoting greater integration of the population with the public administration, study in the development phase together with the Deputy Attorney for Consumer Protection and Defense PROCON - MACAÉ.

**Keywords:** Application, Technology, Public Administration.

### ***Agradecimento***

Agradecimento de toda equipe para a organização do programa Hackathon Macaé Conecta que nos permitiu agregar conhecimento de valor em nosso crescimento pessoal e

<sup>50</sup>Graduanda em Administração na Faculdade Municipal de Macaé Professor Miguel Ângelo da Silva Santos/ffreisdg.fernanda@gmail.com

<sup>51</sup>Graduando em Sistemas de Informação na Faculdade Municipal de Macaé Professor Miguel Ângelo da Silva Santos/thiagodasilva925@gmail.com

<sup>3</sup>Graduando em Administração na Faculdade Municipal de Macaé Professor Miguel Ângelo da Silva Santos/brwalber@gmail.com

profissional, a toda equipe técnica que empenharam dedicação e assistência em todos os aspectos de nosso estudo e criação do projeto.

### ***Introdução***

Novas tecnologias surgem constantemente e, cada vez mais, é possível visualizar os avanços tecnológicos impactando diretamente na sociedade. Ações públicas e privadas têm optado por implementar essas ideias dentro dos serviços oferecidos à população . É preciso considerar que tanto o mercado privado quanto as instituições públicas precisam dialogar com o que a atualidade exige.

Por essa razão, a Prefeitura Municipal de Macaé por intermédio da Secretaria Municipal Adjunta de Ensino Superior, em conjunto com o Laboratório de Inovação em Gestão Pública, Secretaria Adjunta de Planejamento, Secretaria Adjunta de Educação Básica, Secretaria Adjunta de Ciência e Tecnologia, Coordenadoria de Robótica e Inovação, definiu a maratona do Hackathon Macaé Conecta como atividade de pesquisa para a equipe de Ensino Superior, proporcionando o desenvolvimento uma solução para gestão pública com desenvolvimento de ferramentas digitais, para serviços do município de Macaé.

O objetivo da solução surge a partir da necessidade de desenvolver um protótipo de aplicativo móvel para a população macaense ter acesso aos serviços do PROCON de forma rápida, prática, eficaz e desburocratizada. Por esse motivo, foi necessário elaborar métodos de pesquisa para compreender as necessidades dos usuários desse serviço. A partir dessa premissa, o instrumento de estudo foi baseado nos seguintes requisitos: interface de fácil manuseio, ícones interativos e intuitivos, conhecimento dos serviços disponibilizados pelo PROCON e, principalmente, a demanda do consumidor.

### ***Metodologia***

O ideal de Governo digital para implementação de serviços públicos eficazes, a partir da noção de avanços tecnológicos, é, sem dúvidas, o que norteia os próximos passos da linha de pesquisa. Compreendendo que o objetivo do trabalho é desenvolver uma solução tecnológica eficaz e desburocratizada para população Macaense, foram realizadas pesquisas tanto dos serviços que o PROCON dispõe, como a real necessidade do consumidor.

### *Atribuições de atendimento do PROCON*

O PROCON MACAÉ disponibiliza duas categorias de atendimento aos chamados de Atendimento I e Atendimento II. Para o desenvolvimento da solução, foi necessário se aprofundar somente nos serviços disponibilizados no Atendimento I, uma vez que o Atendimento II é exclusivo para o caso da não resolução do processo no Atendimento I, ou seja, quando é necessário entrar no mérito jurídico para resolução dos conflitos.

De acordo com as informações contidas no site da Prefeitura de Macaé, no que diz respeito à Procuradoria Adjunta de Proteção e Defesa do Consumidor – PROCON MACAÉ, foram extraídas as atribuições dos deveres para com o consumidor pertinentes à inserção de funcionalidades dentro do aplicativo.

I - Assessorar a Administração Pública Municipal na formulação da Política do Sistema Municipal de Proteção e Defesa do Consumidor;

II - Planejar, elaborar, propor, coordenar e executar a política municipal de proteção e defesa do consumidor;

III - Receber, analisar, avaliar e encaminhar consultas, reclamações, denúncias e sugestões apresentadas por consumidores, por entidades representativas ou pessoas jurídicas de direito público ou privado e de ofício;

IV - Orientar e informar permanentemente os consumidores sobre seus direitos, deveres e prerrogativas, podendo elaborar cartilhas, folhetos, cartazes, promover eventos, bem como orientá-los sobre a importância da pesquisa de preços e qualidade que devem observar na compra de bens e utilização de serviços;

V - Fiscalizar as denúncias efetuadas e encaminhar aos órgãos de assistência judiciária e/ou ao Ministério Público as notícias e denúncias de fatos tipificados como crimes contra as relações de consumo e violações a direitos difusos, coletivos e individuais homogêneos, não resolvidas administrativamente;

VI - Acompanhar as reclamações encaminhadas aos órgãos de Assistência Judiciária, Ministério Público e aos Juizados Especiais;

IX - Colocar à disposição dos consumidores mecanismos que possibilitem informar os menores preços dos produtos básicos;

X - Manter cadastro atualizado de reclamações fundamentadas contra fornecedores de produtos e serviços, divulgando-o pública e anualmente, no mínimo, nos termos do art. 44 da Lei n.º 8.078/90 - Código de Defesa do Consumidor e dos arts. 57 a 62 do Decreto n.º 2.181/97, remetendo cópia ao PROCON Estadual, preferencialmente em meio eletrônico;

XIV -Solicitar o concurso de órgãos e entidades federais, estaduais e municipais, de notória especialização técnica, visando estabelecer parcerias e mecanismos de cooperação e/ou atuação em conjunto para a consecução dos objetivos;

XX - Propor a elaboração de minutas, contratos, convênios, termo de ajustamento e demais documentos de interesse do Sistema Municipal de Defesa do Consumidor;

XXI - Instaurar procedimento administrativo em face de qualquer notícia de lesão ou ameaça de lesão a direito do consumidor;

É importante considerar que os serviços do PROCON não se restringem somente aos citados acima. Para o desenvolvimento de uma solução móvel, se fez necessário filtrar apenas os que dizem respeito às premissas de atendimento ao consumidor, ou seja, a categoria do serviço.

#### *Demanda do consumidor*

Diante da necessidade do governo em se adequar e se modernizar perante a maioria dos serviços de atendimento, é preciso compreender a demanda da população, avaliando as possibilidades de implementar novos métodos. Para ser eficaz e desburocratizado, é terminantemente necessário que seja acessível a todos. Referimo-nos aqui ao conceito de acessível no que diz respeito a uma solução descomplicada, não considerando questões sociais, pois não se faz pertinente especificamente a essa linha de estudo. Por essa razão, entendemos que se fez necessário pensar em uma interface *clean*, ou seja, sem muitas cores ou informações dificultosas, evitando a poluição visual do aplicativo. Fácil manuseio com ícones interativos e objetivos, deixando claro o tipo do serviço requisitado.

Foram desenvolvidos, ao longo do trabalho, em formulário online para obter informações pertinentes ao que o usuário espera de uma solução móvel com os serviços do PROCON.

100% dos que responderam ao questionário, possuem um smartphone e nunca foram ao PROCON da cidade em que está localizado.

57,1% dos que responderam a pesquisa, já tiveram a necessidade de acionar o PROCON, mas não o fez por falta de conhecimento sobre o processo.

100% dos que responderam, utilizariam um aplicativo do PROCON para buscar atendimento.

Os indivíduos submetidos à pesquisa, consideram importantes e necessárias para o desenvolvimento do aplicativo do PROCON as seguintes atribuições:

42,9% consideraram orientar e informar permanentemente os consumidores sobre seus direitos;

28,6% consideraram receber, analisar, avaliar e encaminhar consultas, reclamações e denúncias;

14,3% consideraram fiscalizar as denúncias e reclamações efetuadas;

14,3% consideraram expedir notificações aos fornecedores.

Nenhum dos submetidos a pesquisa considerou promoção de medidas e projetos contínuos e mantimento de cadastro atualizado de reclamações fundamentadas contra fornecedores de produtos e serviços como funcionalidades prioritárias dentro do aplicativo.

Diante dos dados obtidos por possíveis usuários do PROCON MACAÉ e concomitante as pesquisas desse tipo de serviço do Procon de outras cidades e estados, concluímos que se faz necessário a implementação dos seguintes serviços:

### *Faça sua denúncia*

É possível realizar denúncias dentro do aplicativo, quando o consumidor se depara com preços abusivos, produtos com duplicidades de preço, produto fora da validade, produtos mal acondicionados, produtos sem informações, produtos sem nota fiscal, produtos sem precificações, propagandas enganosas, sites fraudulentos, suspeita de combustível adulterado, venda casada. Neste, não há necessidade de se identificar, ou seja, pode ser feito de forma anônima. Basta informar a categoria, sobre o que é a denúncia, informar o estabelecimento e anexar uma prova.

### *Reclame aqui*

As reclamações são caracterizadas quando há relação entre o consumidor e o fornecedor, e podem ser realizadas quando há ausência de retorno do fornecedor com o consumidor, troca de produto (quando não é atendida a demanda), devolução, reclamação por defeito, reembolso não efetuado, produto não entregue, produto entregue em más condições. Não é possível submeter uma reclamação de forma anônima, visto que é necessária comprovação de relação entre consumidor e fornecedor.

O serviço de reclamação é criterioso e exige mais informações do que a denúncia. Dentro do aplicativo, foram inseridos campos de solicitação de dados pessoais, como nome completo, CPF, RG, data de nascimento, telefone, e-mail para contato e endereço completo. Após o preenchimento cadastral, o consumidor terá as opções de escolher a categoria da reclamação, e por fim, discriminar o ocorrido.

### *Agendamento de atendimento presencial*

Considerando que o objetivo da solução é eficácia e desburocratização, disponibilizamos como uma das principais funções do aplicativo, a possibilidade de agendamento presencial. O agendamento solicita ao usuário o preenchimento de alguns dados cadastrais como nome, CPF e data de nascimento, além de ter a opção de escolher o local e o horário do atendimento. É importante frisar que essa funcionalidade depende exclusivamente da disponibilidade dos centros de atendimento do PROCON localizados na cidade. Essas informações precisarão estar integradas com o aplicativo móvel para que não haja conflitos, e que haja sucesso no serviço de agendamento.

### *Documentos disponíveis*

Durante toda a pesquisa, foi analisado que, tanto o PROCON MACAÉ como os demais, disponibilizam em seus portais de atendimento, documentos para que os usuários tenham acesso, composto por livro de reclamações, relatório de reclamações fundamentadas, editais de notificações e lista de sites não confiáveis. Apesar dos resultados da pesquisa de formulário com possíveis usuários essa não ter sido uma atribuição/função pertinente, entendemos que é obrigatório que esses estejam disponíveis.

### *Código de Direito do Consumidor*

Considerando que, 42,9% dos indivíduos que se submeteram à pesquisa concordam que, o acesso ao conhecimento dos seus direitos como consumidor é uma atribuição primordial, e concomitante a obrigatoriedade do PROCON em dispor dessas informações, disponibilizamos para leitura no aplicativo, um ícone com todos os Títulos e Capítulos com suas respectivas leis referentes ao Código de Direito do Consumidor.

### *Desenvolvimento UX – Experiência de usuário*

Ainda ao longo da pesquisa, disponibilizamos um protótipo do Aplicativo de PROCON MACAÉ, para que alguns possíveis usuários pudessem realizar testes e serem submetidos a uma pesquisa de opinião.

**Figura 1** - Interface do protótipo de solução móvel desenvolvida para o PROCON MACAÉ



52

**Fonte:** Retirada do protótipo de aplicativo móvel PROCON MACAÉ

<sup>52</sup>Disponível em: <[https://1drv.ms/f/s!Aso29\\_tRFXcnM8jNMJPs9148Ng8A](https://1drv.ms/f/s!Aso29_tRFXcnM8jNMJPs9148Ng8A)>

De acordo com as respostas, 100% dos usuários concordam que o mais importante em um aplicativo móvel, é a funcionalidade. Ao olharem a tela, as funções que mais se destacaram, de acordo com os votos, foram: Reclame aqui, faça sua denúncia em primeiro lugar, em seguida da logomarca.

As funções que mais agradaram ao público que tiveram contato com o protótipo, em primeiro lugar, reclame aqui e faça sua denúncia, em seguida do agendamento de atendimento presencial e o Código do Direito do Consumidor.

As expectativas oferecidas pelo experimento do uso do aplicativo, segundo os possíveis consumidores desse serviço é a otimização e facilidade de se obter os serviços do PROCON.

### ***Método de elaboração técnico***

O projeto foi escrito em linguagem JavaScript, e a biblioteca principal escolhida foi ReactNative que é uma biblioteca desenvolvida pelo Facebook para desenvolver aplicativos e sistemas para Android e IOS de forma nativa, outro ponto do ReactNative é que todo código desenvolvido, é convertido para a linguagem do sistema operacional, como o Android e IOS. Usamos também o Android Studio, que é um emulador desenvolvido pela Google, na qual possibilitou em fazer teste em várias versões de celular, e desenvolver na atualização do Android 11.0.0\_r38 (RQ3A.210605.005; 7 de junho de 2021).

Figura 2–Linguagem de programação JavaScript, usando a biblioteca ReactNative

```

<ScrollView>
  <Container>
    <BrasaoLogo width='100%' height='100' />
    <Text style={ StyleMain.TitleProconMacaé }>Procon Macaé</Text>
    <InputArea>
      <CustomButton style={{backgroundColor: '#FBA2A2'}} onPress={handleDenuncia} >
        <Denuncia width='100%' height='45' />
        <Text style={StyleMain.TextButton}>Faça uma denúncia</Text>
      </CustomButton>
      <CustomButton style={{backgroundColor: '#FBA2A2'}} onPress={handleReclameAqui} >
        <Triste width='100%' height='45' />
        <Text style={StyleMain.TextButton}>Reclame aqui</Text>
      </CustomButton>
      {/* <CustomButton onPress={handleAcompanhe}>
        <Notificacao width='100%' height='45' />
        <Text style={StyleMain.TextButton}>Meus processos</Text>
      </CustomButton> */}
      <CustomButton onPress={handleAgendamento}>
        <Agendamento width='100%' height='45' />
        <Text style={StyleMain.TextButton}>Agendamento Presencial</Text>
      </CustomButton>
      {/* <CustomButton onPress={handleDocumentosDisponiveis}>
        <Documentos width='100%' height='45' />
        <Text style={StyleMain.TextButton}>Documentos disponíveis</Text>
      </CustomButton> */}
      <CustomButton onPress={handleDireitoConsumidor}>
        <DireitoConsumidor width='100%' height='45' />
        <Text style={StyleMain.TextButton}>Cod. Direito do consumidor</Text>
      </CustomButton>
      <CustomButton onPress={handleCentralAtendimento}>
        <CentralAtendimento width='100%' height='45' />
        <Text style={StyleMain.TextButton}>Canais de atendimento</Text>
      </CustomButton>
      <CustomButton onPress={handleFaq}>
        <FaqSvg width='100%' height='45' />
        <Text style={StyleMain.TextButton}>Perguntas frequentes</Text>
      </CustomButton>
      <CustomAreaText />
    </InputArea>
  </Container>
</ScrollView>

```

Fonte: Retirada do protótipo de aplicativo móvel PROCON MACAÉ

### Considerações Finais

Este trabalho objetivou descrever o desenvolvimento do projeto para o aplicativo APP PROCON MACAÉ, e explica as etapas deste desenvolvimento. Foram realizadas pesquisas bibliográficas, reuniões com a equipe técnica do Hackathon e análise dos pesquisadores sobre o tema em questão, visando compreender melhor os aspectos envolvendo o desenvolvimento de aplicativos Mobile que funcione em necessidade da administração pública e a população.

Os resultados da pesquisa deste artigo apontam que a população será beneficiada por esse recurso tecnológico como também gera uma grande possibilidade de melhoria no processo de administração do órgão público PROCON.

O projeto de pesquisa e desenvolvimento de soluções tecnológicas teve como objetivo contribuir com a administração pública municipal na condução de apoiar o desenvolvimento econômico e social.

Como limitação da pesquisa aponta-se que o projeto deve ser elaborado com a inclusão de mais pesquisadores, como também, maior abrangência de respondentes das pesquisas acima citadas. Desse modo, como sugestão para próxima fase do projeto, recomenda-se a realização de novas pesquisas com abordagem qualitativa para que se possa conhecer detalhadamente as necessidades e expectativas.

Por fim, conclui-se que, deve ser realizadas revisões e atualizações do processo interno do departamento operacional do PROCON para se adequar às necessidades futuras do aplicativo com a interface do sistema de atendimento às demandas da população.

### **Referências**

ANDRADE, Tirso. Opa !NativeScript ! Outra linguagem para aprender? Disponível em <<https://www.linkedin.com/pulse/opa-nativescript-outra-linguagem-para-aprender-tirso-andrade>> Acesso em 02 Outubro de 2021.

HARADA, Eduardo. "O que é o Android Studio, ferramenta criada para desenvolver apps mobile". TecMundo, 2019. Disponível: <https://www.tecmundo.com.br/software/146361-o-android-studio-ferramenta-criada-desenvolver-apps-mobile.htm>. Acesso em 12 Outubro de 2021.

MACAÉ, Prefeitura Municipal. Página principal > Procuradoria Adjunta de Proteção e Defesa do Consumidor - PROCON > Apresentação <https://macae.rj.gov.br/procon/conteudo/titulo/apresentacao> Acesso em 02 de Outubro de 2021.

PAULA DE ANDRADE, Ana. "O que é ReactNative?". TreinaWeb, 2021. Disponível: <https://www.treinaweb.com.br/blog/o-que-e-o-react-native>; Acesso em 5 de Outubro de 2021.

ROVEDA, Ugo. "JavaScript: o que é, para que serve e como funciona o JS?". Kenzie, 2021. Disponível: <https://kenzie.com.br/blog/javascript/> Acesso em 14 Outubro de 2021.