



Núcleo de  
Computação  
Científica



**unesp**

---

## Relatório de Atividades

Thiago R. F. P. Tomei

— NCC/UNESP —

---

Relatório Anual

**Período:** Março/2022 a Março/2023

# Índice

---

1	Resumo Executivo do Projeto de Pesquisa . . . . .	2
2	Atividades de Pesquisa . . . . .	3
2.1	Busca por Matéria Escura . . . . .	3
2.2	Upgrade do Experimento CMS . . . . .	7
2.3	Estudos em Aprendizado de Máquina . . . . .	8
2.4	Outras Atividades . . . . .	10
2.5	Bases de Dados . . . . .	11
3	Atividades Docentes . . . . .	12
3.1	Disciplinas Ministradas . . . . .	12
3.2	Orientações Acadêmicas . . . . .	12
3.3	Participação em Bancas . . . . .	12
4	Atividades de Extensão . . . . .	13
4.1	MasterClass de Física de Altas Energias . . . . .	13

# 1. Resumo Executivo do Projeto de Pesquisa

---

Para o triênio 2022–2024, planejo seguir me dedicando ao trabalho na colaboração *Compact Muon Solenoid* (CMS) [1], que opera o experimento de mesmo nome do *Large Hadron Collider* (LHC) [2]. O experimento CMS planeja tomar, durante o Run 3 do LHC, cerca de  $150 \text{ fb}^{-1}$  de dados de colisões próton-próton a uma energia de centro de massa  $\sqrt{s} = 13.6 \text{ TeV}$ . Em paralelo a essa atividade, a colaboração se prepara para a manutenção e os aprimoramentos do experimento para a chamada Fase 2, quando o LHC será atualizado para sua configuração de alta luminosidade, o *High-Luminosity Large Hadron Collider* (HL-LHC). Até o momento, todos os resultados produzidos pelo LHC confirmam de maneira cabal as previsões do modelo padrão da física de partículas [3]; o objetivo principal deste projeto é continuar analisando os dados da maneira mais minuciosa possível, em busca de indícios de novos fenômenos.

Meu trabalho será realizado em três frentes. Na frente da *Busca pela Matéria Escura*, trabalharei na análise dos supracitados dados do Run 2 em busca de evidências da produção de novas partículas, não previstas pela física do modelo padrão, que possam ser responsáveis pela chamada matéria escura. Na frente do *Upgrade do Experimento CMS*, trabalharei nos estudos e projetos para a Fase 2 do experimento, que entrará em operação a partir de 2029 e representará uma mudança radical no paradigma da Física de Altas Energias, em particular na área de tomada de dados. Finalmente, na frente de *Estudos em Aprendizado de Máquina*, continuarei minha pesquisa nesse assunto com vista a integrar as ferramentas e técnicas da área em meu trabalho.

## 2. Atividades de Pesquisa

---

Detalho a seguir minhas atividades em cada uma das frentes de trabalho do meu projeto de pesquisa.

### 2.1 Busca por Matéria Escura

O indício mais forte de Física Além do Modelo Padrão é a chamada matéria escura (*dark matter* – DM). Uma das principais evidências a favor da existência da DM é a observação de que, para vários tipos de objetos observáveis – estrelas, nuvens de gás, galáxias –, sua dinâmica é diferente daquela esperada apenas devido à atração gravitacional de outros objetos. Outra evidência para a existência da Matéria Escura é o ajuste global dos parâmetros do Modelo Padrão Cosmológico, que implica uma densidade de matéria não-bariônica  $\Omega_c h^2 = 0.1196 \pm 0.0031$ , *i.e.*, uma densidade física de Matéria Escura de cerca de 23% [4]. As características que definem um candidato a matéria Escura são a estabilidade em escalas de tempo cosmológicas, a interação extremamente fraca com a radiação eletromagnética e a densidade de relíquia correta. Nenhuma das partículas previstas pelo Modelo Padrão atende esses requisitos; várias extensões do Modelo Padrão, por sua vez, apresentam um ou mais candidatos a matéria escura. No LHC, o candidato a matéria escura  $\chi$  poderia ser produzido em reações do tipo  $pp \rightarrow \chi\chi + X$ , onde a matéria escura deixa a região de interação sem deixar sinal no detector, aparecendo como momento transversal faltante ( $p_T^{\text{miss}}$ ). Nesta frente de trabalho, me concentrei no estudo de modelos com traços evanescentes.

#### 2.1.1 Modelos com Assinaturas de Traços Evanescentes

Nos modelos de nova física com assinaturas de *traços evanescentes*, um novo tipo de partícula carregada, com longa vida média, é produzida na colisão  $pp$ . Devido à essa longa vida média, a partícula percorre uma distância macroscópica antes de se desintegrar em partículas mais estáveis. Esses produtos de decaimento não são, entretanto, observados pelo detector; ou sua energia é baixa demais para sua reconstrução, ou eles interagem fracamente demais com a matéria usual, *i.e.*, são um candidato a matéria escura. Após a reconstrução, a assinatura final é de um traço que parece desaparecer antes do final do sistema de detecção. Note-se que essa é apenas uma das possíveis assinaturas da produção de partículas de vida longa; a Fig. 1 mostra outras assinaturas nessa categoria.

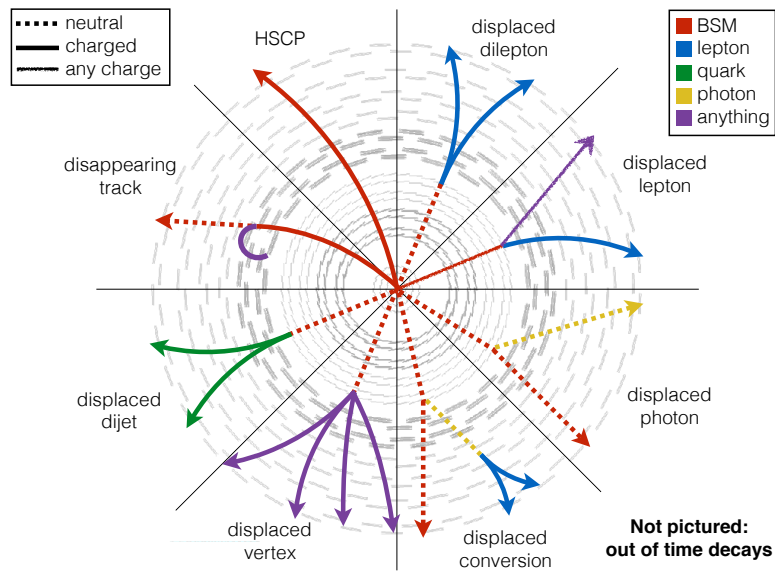


Figura 1: Diferentes assinaturas da produção de partículas de vida longa.

No momento, estou orientando o Sr. Breno Orzari em seu doutorado, visando uma busca desse tipo com os dados do LHC que estão sendo tomados no Run 3. Essa busca é feita em colaboração com o grupo do Prof. Christopher Hill, da Ohio State University. O Sr. Orzari realizou um estudo detalhado da simulação de eventos de nova física com traços evanescentes. Alguns de seus resultados são mostrados na Fig. 2, onde é feita a validação entre três configurações de simulação; esses resultados serão apresentados em breve no grupo interno de Geradores de Eventos (GEN) da colaboração.

## Improvements for Run 3: Checks with More Events

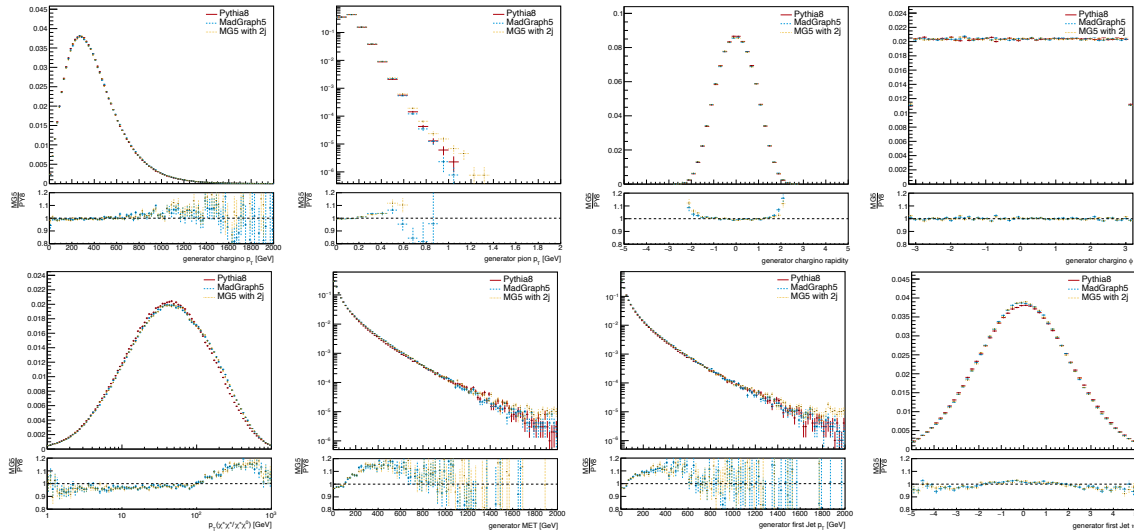


Figura 2: Validação entre três configurações de simulação para geração de charginos de vida longa na plataforma de software do CMS.

Também estou orientando um novo estudante, o Sr. Bruno Lopes em seu doutorado. O Sr. Lopes migrou da área de estudos teóricos em cromodinâmica quântica para a área experimental. Nessa migração, ele já fez um estudo fenomenológico sobre buscas com estados de um jato e  $p_T^{\text{miss}}$  (mono-jato). Esse estudo foi apresentado no II Encontro de Primavera da SBF<sup>1</sup>; alguns de seus resultados são mostrados na Fig. 3. Agora o Sr. Lopes iniciou seus estudos mais detalhados na parte experimental em si, esquadrinhando a nota de análise relativa à busca realizada no CMS com os dados do Run 3, e logo estará pronto para se juntar aos esforços do grupo.

<sup>1</sup><http://ww1.fisica.org.br/~enfpc/rtf/b/2022/index.php/pt/>



# Searching for DM in CMS experiment with jet + missing $p_T$ signature using ROOT RDataFrame

Bruno Lopes da Costa, Thiago R. F. P. Tomei

SPRACE, IFT-Unesp — bruno.l.costa@unesp.br, thiago.tomei@unesp.br

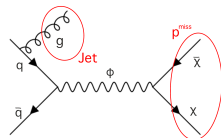


## Overview

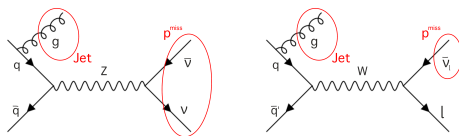
The existence of dark matter (DM), evidenced by a series of gravitational anomalies at many different length scales in astronomy and cosmology, is one of the most intriguing problems in modern physics. Dark matter is not explained by the standard model of particles and fields (SM). Many models beyond the SM have been put forward to explain those anomalies proposing the existence of particles that have very small coupling with the SM. We show a preparatory study, using simulated data from the CMS experiment, to demonstrate the structure of a search for dark matter in a collider experiment through the missing transverse momentum and jet signature. We use ROOT RDataFrame as a tool for the analysis, which proved to be simpler and faster. With this setup, we are ready to start analysing real data from Run 3 and test dark matter models.

## A simplified model

We consider a simplified DM model with a mediator  $\Phi$  and a DM fermion  $\chi$  and look for the following signature:

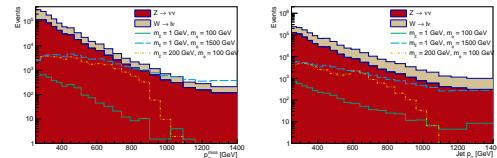


The main backgrounds come from the following standard model processes:



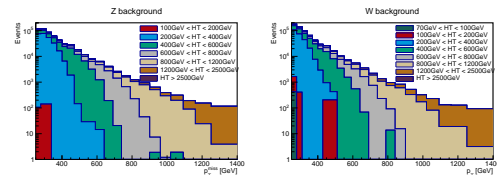
## Results

We compare the shape of the background distributions (integrated luminosity  $L = 150 \text{ fb}^{-1}$ ) with the signal, using a cross section of  $1 \text{ pb}$ :



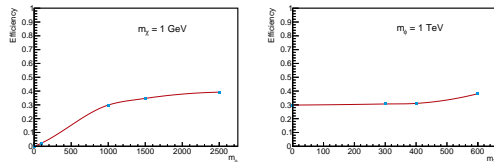
For a heavy mediator, we see a greater signal over background for higher transverse momentum, emphasizing the importance of the tails of the distributions, which have lower statistics.

We then investigate the background hadronic transverse energy (HT), making sure the analysis is not sensible to the low HT region, which is dominated by noise and has a higher cross section:



## Event Selection

- Selection criteria:  $p_T^{miss} > 250 \text{ GeV}$ , leading jet  $p_T > 250 \text{ GeV}$ ,  $\Delta\phi(\text{jet}, p_T^{miss}) > 1 \text{ rad}$ , events within the tracker and lepton vetoing.
- With ROOT RDataFrame, it's as simple as a ".Filter('mycuts')" before filling a histogram on the code.
- We obtain the efficiencies of  $\sim 1\%$  for the Z background and  $\sim 0.3\%$  for the W background.
- Efficiencies for the signal depend on the DM and mediator masses:



## Conclusions and perspectives

- We have modeled the main backgrounds for a simplified DM model and compared with the expected jet  $p_T$  and  $p_T^{miss}$  distributions for signal.
- The code got greatly simplified using ROOT RDataFrame, and could run faster thanks to its *lazy actions*.
- Within a Jupyter Notebook, it's possible to initialize the variables once then run only part of the code, making things even faster.
- We foresee a full analysis including all the suppressed backgrounds and further optimizations, varying the signal cross section to search for the presented signature with Run 3 data, as well as test more realistic models.

## Acknowledgements

This material is based upon work supported by FAPESP, Grant No. 2018/25225-9 and CAPES, Grant No. 88887.668941/2022-00. Any opinions, findings, and conclusions or recommendations expressed in this material are those of the authors and do not necessarily reflect the views of neither FAPESP nor CAPES.

## References

- G. Bertone, D. Hooper, J. Silk, "Particle dark matter: evidence, candidates and constraints", *PR* **405** (2005). <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2004.08.031>
- CMS collaboration, "Search for new particles in events with energetic jets and large missing transverse momentum in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ ", *JHEP* **153** (2021). [https://doi.org/10.1007/JHEP11\(2021\)153](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2021)153)
- D. Piparo *et al.*, "RDataFrame: Easy Parallel ROOT Analysis at 100 Threads", *EPL Web Conf.* **214** (2019). <https://doi.org/10.1051/epjconf/201921406029>

Figura 3: Poster apresentado pelo Sr. Bruno Lopes no II Encontro de Primavera da SBF, onde também foi realizado o XLII Encontro Nacional de Física de Partículas e Campos.

## 2.2 Upgrade do Experimento CMS

A partir de 2029, o LHC entrará em sua fase de alta luminosidade (HL-LHC), com luminosidade instantânea de até  $7.5 \times 10^{34} / \text{cm}^2 / \text{s}$ , condições essas que levarão a um  $pileup^2$  médio  $\langle PU \rangle = 200$  e uma luminosidade integrada final de  $3000 \text{ fb}^{-1}$  em 2038. O experimento CMS vai passar por uma série de aprimoramentos para fazer frente a essas novas condições na chamada *Fase 2* [5].

Um aspecto crítico da Fase 2 é o sistema de trigger e aquisição de dados [6]. Durante o período deste relatório, terminou meu mandato como **Coordenador do Upgrade do HLT para a Fase 2**. Desde setembro de 2022, passei a trabalhar como **Coordenador do Field Operations Group (FOG Convener)**, como mostrado na Fig. 4. Acredito que este é o momento certo para ocupar esta posição; como FOG Convener, sou o responsável pela coordenação da implantação e monitoramento do High-Level Trigger do experimento. Também lidero o coordeno o grupo de plantonistas (*High-Level Trigger Detector On-Call – HLT-DOC*) do sistema. Finalmente, ajo como segunda linha de suporte no caso de problemas com o trigger. Embora esta atividade não seja diretamente ligada ao *upgrade*, acredito que é importante que eu tenha esta experiência; além de trabalhar muito diretamente com a aquisição de dados, esse trabalho seguramente vai me credenciar para assumir a posição de Coordenador do Trigger como um todo a partir de 2024. Nessa posição, serei capaz de dirigir o desenvolvimento do sistema em vistas ao *upgrade* de 2029.

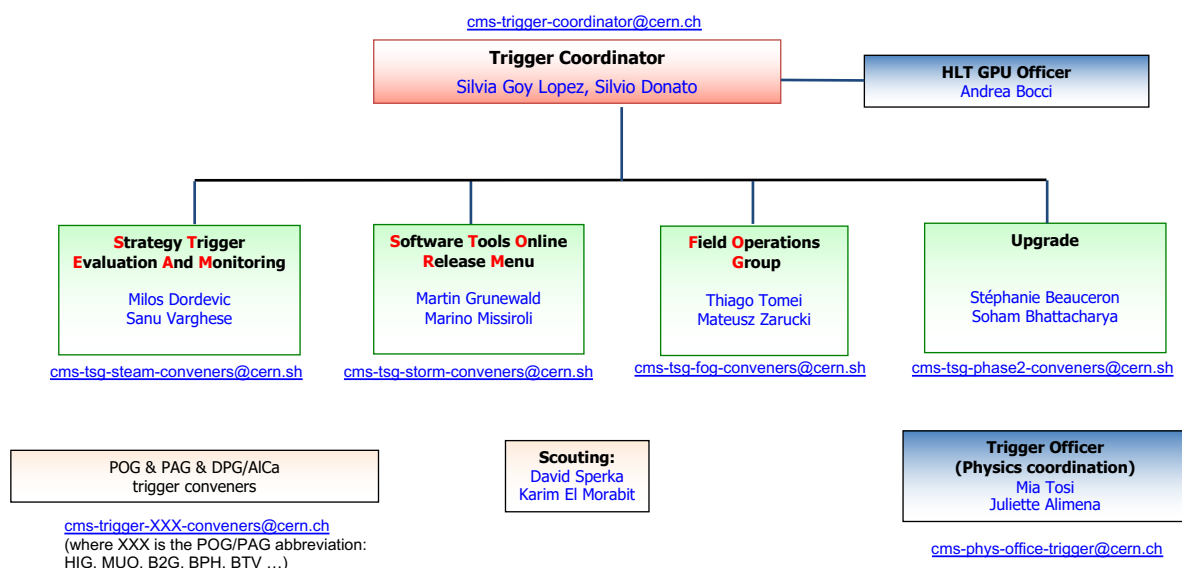


Figura 4: Organograma do Grupo de Estudos do Trigger, setembro de 2022.

<sup>2</sup>Ocorrência de múltiplas colisões nos cruzamentos de grupos de prótons do acelerador.



## 2.3 Estudos em Aprendizado de Máquina

Em 2017, comecei a me dedicar a estudos em aprendizado de máquina (*machine learning* – ML), haja vista a aceleração do uso dessas técnicas em praticamente todas as áreas da ciência, e particularmente em física de altas energias. A partir de 2018 decidi estudar os chamados *modelos generativos*, tendo como objetivo foi a investigação de métodos de aceleração para a simulação de eventos de colisão de partículas, uma tarefa fundamental para o trabalho da comunidade de HEP. A simulação dos efeitos do detector em eventos de HEP geralmente é feita com o software GEANT4 [7], e pode levar mais de um minuto por evento para interações complexas como produção de  $t\bar{t}$  no LHC na presença de pileup. Trabalhos anteriores nessa área resultaram em abordagens como o ATLAS FastCaloSim [8] e o CMS FastSim [9], no qual os autores relatam grandes acelerações na simulação do calorímetro, mas à custa de algum sacrifício na precisão.

Os modelos geradores, por outro lado, são uma classe de modelos de ML que podem alcançar altas velocidades, mantendo alta precisão. Juntamente com a equipe de computação do SPRACE – Dr. Raphael Cobe e Sr. Jefferson Fialho – fiz uma investigação preliminar sobre dois tipos de modelos generativos: Redes Generativas Adversariais (*Generative Adversarial Networks* – GANs) e AutoCodificadores Variacionais (*Variational AutoEncoders* – VAEs). Além disso, também envolvi meu estudante Sr. Breno Orzari, que em uma visita ao CERN no final de 2019 estabeleceu uma colaboração com o Dr. Maurizio Pierini, líder do grupo *Machine Learning for Particle Physics* (MPP-HEP). Nessa colaboração buscamos gerar jatos hadrônicos, uma das assinaturas mais comuns de eventos do LHC. Com essa colaboração com o Dr. Pierini, já publicamos quatro artigos em conferências, e dois artigos em revistas arbitradas, com um terceiro a caminho. Alguns de nossos resultados estão mostrados na Fig. 5.

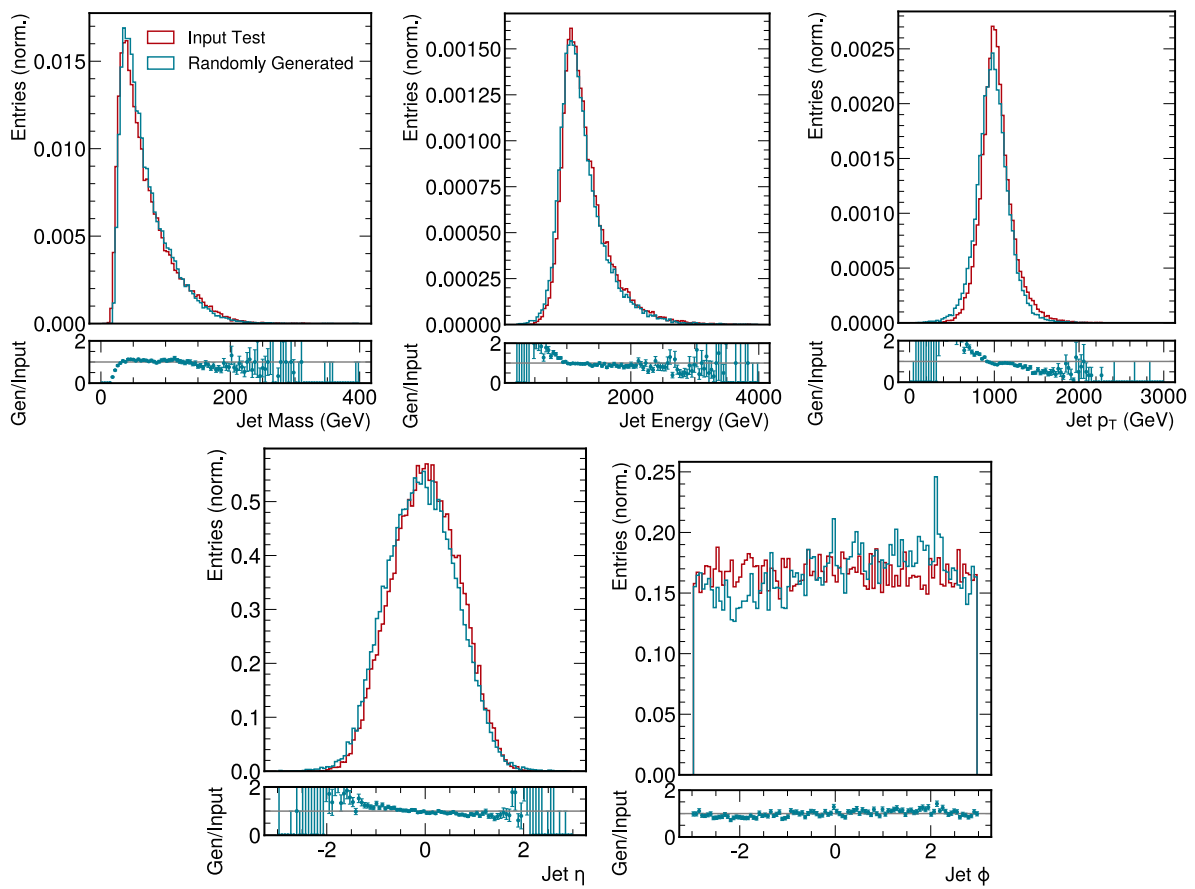


Figura 5: Resultados preliminares para geração de jatos com autocodificadores variacionais, para diversas variáveis. Alto, esquerda: energia dos jatos. Alto, direita: massa dos jatos. Baixo, esquerda: momento transverso dos jatos. Baixo, direita: pseudorapidez dos jatos.

## 2.4 Outras Atividades

### 2.4.1 CMS Collaboration Service Work

Como membro da colaboração CMS, é parte do meu trabalho científico contribuir para o bom andamento do experimento. Em 2022 participei das seguintes atividades de serviço para a colaboração:

- **Coordenador do High-Level Trigger para a Fase II:** De setembro de 2018 a setembro de 2022, em conjunto com o Dr. Andrea Bocci (CERN), coordenei a preparação do *Technical Design Report* (TDR) que documentou o trabalho de *upgrade* desse sistema [6].
- **Coordenador do Field Operations Group:** Desde setembro de 2022, em conjunto com o Dr. Mateusz Zarucki (Notre Dame), coordeno o grupo do Operações de Campo do Trigger, tendo um papel fundamental na tomada de dados.

Minha contribuição também inclui participação direta na tomada de dados como HLT-DOC. Em 2022, dei plantões como HLT-DOC nas seguintes datas: 20/junho a 04/julho, 18/julho a 01/agosto, e 21/novembro a 28/novembro, totalizando 35 dias.

### 2.4.2 Participação em Conferências

- “The High-Level Trigger for the CMS Phase-2 Upgrade”, apresentação oral no encontro *ICHEP 2022: 41st International Conference on High Energy Physics*, Bolonha, Itália (2022).
- “Graph Generative Networks: Particle Cloud Generation with MPGANs”, apresentação oral no encontro *ENFPC 2022: XLII Encontro Nacional de Física de Partículas e Campos*, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil (2022).

### 2.4.3 Fontes de Financiamento

Fui outorgado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) com um Auxílio à Pesquisa - Projeto Inicial (PI), do Programa Especial PNGP - Programa Nova Geração de Pesquisadores, intitulado *Computing Challenges for the CMS Phase-II Upgrade*, sob número de processo 2022/02950-5.

Sigo sendo outorgado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) com uma bolsa de Produtividade em Pesquisa – PQ2, *Busca por Nova Física no Experimento CMS do Large Hadron Collider*, sob número de processo 314608.2020-6.

#### 2.4.4 Artigos Completos Publicados em Periódicos

- **Artigos publicados com a Colaboração CMS:**

60 artigos publicados em 2022.<sup>3</sup>

Infelizmente, devido à inadequação do sistema eletrônico do CNPq, a lista de artigos da colaboração CMS não pode ser publicada no Lattes, pois é muito extensa.

- M. Touranakou, N. Chernyavskaya, J. Duarte, D. Gunopulos, R. Kansal, B. Orzari, M. Pierini, T. Tomei, J-R Vlimant, *Particle-based Fast Jet Simulation at the LHC with Variational Autoencoders*, [Mach. Learn.: Sci. Technol. 3 035003 \(2022\)](#).
- R. Kansal, A. Li, J. Duarte, N. Chernyavskaya, M. Pierini, B. Orzari, T. Tomei, *Evaluating generative models in high energy physics*, [Phys. Rev. D 107, 076017 \(2023\)](#).

#### 2.4.5 Artigos Publicados em Anais de Conferências

- *The High-Level Trigger for the CMS Phase-2 Upgrade*, Proceedings of the 41st International Conference on High Energy physics (ICHEP 2022). [Proceedings of Science 414](#).

### 2.5 Bases de Dados

- **Currículo Lattes:**

<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4713328U4>

- **ORCID:**

<https://orcid.org/0000-0002-1809-5226>

- **Google Scholar:**

[https://scholar.google.com.br/citations?user=Ud\\_lv6EAAAAJ&hl=en](https://scholar.google.com.br/citations?user=Ud_lv6EAAAAJ&hl=en)

Envio em anexo o Currículo Lattes. Adicionalmente, os artigos completos publicados em 2022 estão listados na base de dados INSPIRE, acessível através do seguinte link: <https://inspirehep.net/literature?sort=mostrecent&size=100&page=1&q=find%20a%20tomei%20and%20cn%20cms%20and%20jy%202022%20and%20de%20%3E%202021-01-01>

---

<sup>3</sup>Cabe lembrar que a Colaboração CMS é formada por institutos de diversos países, entre os quais Rússia, Belarus e Ucrânia. A invasão da Ucrânia pela Rússia em 2022 levantou questões de ordem legal sobre as publicações da colaboração; em vista disso, as publicações foram temporariamente suspensas até que essas questões fossem adequadamente tratadas.

## 3. Atividades Docentes

---

### 3.1 Disciplinas Ministradas

- *Mecânica Quântica Avançada*: Instituto de Física Teórica (IFT-UNESP), segundo semestre de 2022.
- *Mecânica Quântica Avançada*: Instituto de Física Teórica (IFT-UNESP), primeiro semestre de 2023.

### 3.2 Orientações Acadêmicas

- *Sr. Breno Orzari*, estudante de Doutorado (2020–presente). Discente do Instituto de Física Teórica (IFT-UNESP).
- *Sr. Bruno Lopes*, estudante de Doutorado (2022–presente). Discente do Instituto de Física Teórica (IFT-UNESP).
- *Sr. Caio Evangelista de Sousa*, estudante de Mestrado (2022–presente). Discente do Centro de Ciências Naturais e Humanas (CCNH-UFABC) (Coordenador).

### 3.3 Participação em Bancas

- Matheus Martines de Azevedo da Silva. Dissertação de Mestrado: *Estudando a Natureza do Bóson de Higgs*, 2022. (Física). Universidade de São Paulo. Orientador: Oscar José Pinto Eboli.  
<https://doi.org/10.11606/D.43.2022.tde-06072022-103145>
- Carlos Hideo Yamaguchi. Dissertação de Mestrado: *Ensinando Máquinas a Reconstruir Matéria Escura no LHC*, 2022 (Física). Universidade de São Paulo. Orientador: Alexandre Alves.  
<https://doi.org/10.11606/D.43.2022.tde-10102022-084434>

## 4. Atividades de Extensão

---

### 4.1 MasterClass de Física de Altas Energias

Todos os anos, participo do *International MasterClass de Física de Altas Energias* [10], com participação de centenas de estudantes de ensino médio. Apresento o seminário *A Estrutura Elementar da Matéria*, que dá aos estudantes uma visão geral sobre o tema, e auxilio os estudantes na atividade prática do evento – a caracterização de eventos reais tomados pelo detector CMS em termos de sua topologia e sua classificação como eventos advindos de bósons W, Z ou Higgs. No período deste relatório, participei da edição de 2023.

Gostaria de fazer aqui um aparte sobre o MasterClass Feminino. O dia 11 de fevereiro foi instituído como o Dia Internacional das Mulheres e Meninas na Ciência pela resolução A/RES/70/212, da Assembleia Geral das Nações Unidas [11]. O objetivo desse ato é chamar a atenção para a desigualdade de gênero e aumentar a participação feminina na área de ciências. De acordo com estudos patrocinados pela ONU, a probabilidade de uma estudante do sexo feminino obter um título de Bacharel, Mestre ou Doutora na área de ciências é de 18%, 8% e 2% respectivamente; as probabilidades correspondentes para estudantes do sexo masculino são de 37%, 18% e 6%. Tendo em vista a situação supracitada, o grupo SPRACE tem tomado a iniciativa de realizar essa edição especial do evento destinada especialmente a alunas de ensino médio e primeiro ano de licenciatura.

## Referências

---

- [1] CMS Collaboration, “The CMS Experiment at the CERN LHC”, *JINST* **3** (2008) S08004, [doi:10.1088/1748-0221/3/08/S08004](https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/08/S08004).
- [2] e. Evans, Lyndon and e. Bryant, Philip, “LHC Machine”, *JINST* **3** (2008) S08001, [doi:10.1088/1748-0221/3/08/S08001](https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/08/S08001).
- [3] Particle Data Group Collaboration, “Review of Particle Physics”, *PTEP* **2022** (2022) 083C01, [doi:10.1093/ptep/ptac097](https://doi.org/10.1093/ptep/ptac097).
- [4] Planck Collaboration, “Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters”, *Astron. Astrophys.* **641** (2020) A6, [doi:10.1051/0004-6361/201833910](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833910), [arXiv:1807.06209](https://arxiv.org/abs/1807.06209). [Erratum: *Astron. Astrophys.* 652, C4 (2021)].
- [5] CMS Collaboration, “Technical Proposal for the Phase-II Upgrade of the CMS Detector”. <http://cds.cern.ch/record/2020886>, 2015.
- [6] CMS Collaboration, “The Phase-2 Upgrade of the CMS Data Acquisition and High Level Trigger”. <http://cds.cern.ch/record/2759072/>, 2021.
- [7] GEANT4 Collaboration, “GEANT4: A Simulation Toolkit”, [doi:10.1016/S0168-9002\(03\)01368-8](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(03)01368-8).
- [8] ATLAS Collaboration, “The Simulation Principle and Performance of the ATLAS Fast Calorimeter Simulation FastCaloSim”, 2010.
- [9] CMS Collaboration, S. Abdullin, P. Azzi, F. Beaudette et al., “The Fast Simulation of the CMS Detector at LHC”, in *Proceedings, 18th International Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP 2010): Taipei, Taiwan, October 18-22, 2010*, volume 331 of *Yamada Conference Lx On Research in High Magnetic Fields*, p. 032049. 2011. [doi:10.1088/1742-6596/331/3/032049](https://doi.org/10.1088/1742-6596/331/3/032049).
- [10] “International Masterclasses – Hands on Particle Physics”.
- [11] U. Nations, “International Day of Women and Girls in Science”.



## Thiago Rafael Fernandez Perez Tomei

Endereço para acessar este CV: <https://lattes.cnpq.br/8046594106198115>

Última atualização do currículo em 20/04/2023

Bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq - Nível 2

### Resumo informado pelo autor

Físico formado pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP) com Bacharelado obtido em 2006. Doutor em Física pelo Instituto de Física Teórica da UNESP (IFT-UNESP) desde 2012. Bolsista de Iniciação Científica CAPES no Laboratório de Instrumentação e Partículas do Departamento de Física Geral do IFUSP de 2004 a 2005. Bolsista de Doutorado FAPESP no São Paulo Research and Analysis Center, SPRACE e no IFT-UNESP de 2006 a 2012. Bolsista de Pós-Doutorado "Ciência sem Fronteiras" no CERN de 2012 a 2013. Bolsista de Pós-Doutorado FAPESP no SPRACE e no IFT-UNESP de 2013 a 2016. Pesquisador do Núcleo de Computação Científica da UNESP desde 2016. Bolsista de Produtividade PQ-2 desde 2017. Tem experiência na área de Física Experimental. Participante da Colaboração "Compact Muon Solenoid" do CERN. Participante do projeto SPRACE -- São Paulo Research and Analysis Center, (<http://www.sprace.org.br>), financiado por Projeto Temático da FAPESP. Como membro da Colaboração CMS, é co-autor de mais de 1000 artigos científicos. Apenas alguns artigos selecionados estão neste currículo. Para informação completa sobre a lista de artigos da Colaboração CMS, por favor acesse: <http://cms-results.web.cern.ch/cms-results/public-results/publications/>. Artigos publicados em contextos outros que os da Colaboração CMS estão também incluídos neste currículo. Se estiver com dificuldades de abrir este currículo Lattes, por favor acesse: <https://sprace.org.br/twiki/bin/view/Main/ThiagoRTomei>

(Texto informado pelo autor)


### Nome civil

Nome Thiago Rafael Fernandez Perez Tomei

### Dados pessoais

**Filiação** Vinicio Orlando Tomei e Maria Teresa Fernandez Perez  
**Nascimento** 24/12/1983 - Recife/PE - Brasil  
**Carteira de Identidade** 306916757 SSP/SP - SP - 30/06/2004  
**CPF** 326.863.028-60  
**Passaporte** FQ016472

### Formação acadêmica/titulação

**2006 - 2012** Doutorado em Física.  
 Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Sao Paulo, Brasil  
 Título: Busca por Dimensões Extras no Detector CMS do Large Hadron Collider, Ano de obtenção: 2012  
 Orientador: Sérgio Ferraz Novaes   
 Bolsista do(a): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo  
**2002 - 2005** Graduação em Bacharelado em Física.  
 Universidade de São Paulo, USP, Sao Paulo, Brasil  
 Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

### Pós-doutorado

**2015 - 2016** Pós-Doutorado .  
 Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Sao Paulo, Brasil  
 Bolsista do(a): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo  
**2013 - 2015** Pós-Doutorado .  
 Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Sao Paulo, Brasil  
 Bolsista do(a): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo  
**2015 - 2015** Pós-Doutorado .  
 European Organization for Nuclear Research, CERN, Meyrin, Suíça  
 Bolsista do(a): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo  
**2012 - 2013** Pós-Doutorado .  
 European Organization for Nuclear Research, CERN, Meyrin, Suíça  
 Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

### Atuação profissional

#### 1. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP

##### Vínculo institucional

**2022 - Atual** Vínculo: Servidor público , Enquadramento funcional: Pesquisador III , Carga horária: 40, Regime: Dedicção exclusiva  
**2016 - 2022** Vínculo: Servidor público , Enquadramento funcional: Pesquisador IV , Carga horária: 40, Regime: Dedicção exclusiva

##### Atividades

**03/2023 - Atual** Pós-graduação, Física  
 Disciplinas ministradas:  
 Mecânica Quântica Avançada  
**03/2023 - 03/2023** Extensão Universitária, Núcleo de Computação Científica  
 Especificação:  
 MasterClass - Apresentação de Palestra: A Estrutura Elementar da Matéria.  
**08/2022 - 11/2022** Pós-graduação, Física  
 Disciplinas ministradas:  
 Mecânica Quântica Avançada  
**03/2022 - 03/2022** Extensão Universitária, Núcleo de Computação Científica  
 Especificação:  
 MasterClass - Mesa Redonda 1 - depoimentos e debates com cientistas  
**09/2021 - Atual** Direção e Administração, Instituto de Física Teórica  
 Cargos ocupados:  
 Membro da Comissão do Programa de Pós-Graduação  
**08/2021 - 11/2021** Pós-graduação, Física



Disciplinas ministradas:  
Partículas Elementares

- 03/2021 - 03/2021** Extensão Universitária, Núcleo de Computação Científica  
*Especificação:*  
MasterClass - Mesa Redonda - depoimentos e debates com cientistas
- 03/2020 - 06/2020** Pós-graduação, Física  
*Disciplinas ministradas:*  
Partículas Elementares
- 02/2020 - 05/2020** Extensão Universitária, Núcleo de Computação Científica  
*Especificação:*  
MasterClass - Converse com um físico (MasterClass Feminino) , MasterClass - Apresentação de Palestra: A Estrutura Elementar da Matéria (MasterClass Online)
- 05/2019 - 05/2019** Extensão Universitária, Núcleo de Computação Científica  
*Especificação:*  
Papos de Física no Pint of Science 2019 - São Paulo , Pint of Science 2019 - Lorena
- 03/2019 - 03/2019** Extensão Universitária, Núcleo de Computação Científica  
*Especificação:*  
MasterClass - Apresentação de Palestra: A Estrutura Elementar da Matéria
- 03/2019 - 06/2019** Pós-graduação, Física  
*Disciplinas ministradas:*  
Mecânica Quântica II
- 08/2018 - 11/2018** Pós-graduação, Física  
*Disciplinas ministradas:*  
Mecânica Quântica II
- 03/2018 - 03/2018** Extensão Universitária, Núcleo de Computação Científica  
*Especificação:*  
MasterClass - Apresentação de Palestra: A Estrutura Elementar da Matéria
- 08/2017 - 12/2017** Pós-graduação, Física  
*Disciplinas ministradas:*  
Partículas Elementares II
- 03/2017 - 03/2017** Extensão Universitária, Núcleo de Computação Científica  
*Especificação:*  
MasterClass - Apresentação de Palestra: Os Aceleradores de Partículas e as Experiências do CERN
- 03/2016 - Atual** Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade Estadual Paulista  
*Linhas de pesquisa:*  
Física Experimental de Altas Energias

## 2. European Organization for Nuclear Research - CERN

### Vínculo institucional

- 2007 - Atual** Vínculo: Usuário , Enquadramento funcional: USER, Regime: Parcial  
Outras informações:  
Membro da Colaboração CMS

### Atividades

- 09/2022 - Atual** Pesquisa e Desenvolvimento, Compact Muon Solenoid  
*Linhas de pesquisa:*  
Coordenador do subgrupo "Field Operations Group" do CMS
- 09/2018 - 09/2022** Pesquisa e Desenvolvimento, Compact Muon Solenoid  
*Linhas de pesquisa:*  
Coordenador do subgrupo "HLT Upgrade" do CMS.
- 01/2016 - 09/2018** Pesquisa e Desenvolvimento, Compact Muon Solenoid  
*Linhas de pesquisa:*  
Contato do High-Level Trigger para Alinhamento e Calibração
- 02/2012 - 12/2015** Pesquisa e Desenvolvimento, Compact Muon Solenoid  
*Linhas de pesquisa:*  
Contato do High-Level Trigger para Física Exótica

## Linhas de pesquisa

- 1.** Física Experimental de Altas Energias  
Objetivos: Participação na Colaboração Compact Muon Solenoid (CMS) do Large Hadron Collider (LHC).
- 2.** Contato do High-Level Trigger para Alinhamento e Calibração  
Objetivos: Coordenar o desenvolvimento, validação, implantação e monitoramento dos algoritmos de trigger utilizados pelo grupo de Alinhamento e Calibração (AICa) no CMS. Coordenação o uso correto de constante de alinhamento e calibração em todos os algoritmos de trigger no CMS.
- 3.** Contato do High-Level Trigger para Física Exótica  
Objetivos: Auxiliar o desenvolvimento, validação, implantação e monitoramento dos algoritmos de trigger utilizados pelas análises do grupo de Física Exótica do CMS.
- 4.** Coordenador do subgrupo "Field Operations Group" do CMS  
Objetivos: Coordenação da implantação do sistema de High-Level Trigger do experimento CMS. Monitoramento e liderança dos plantonistas do sistema. Segunda linha de suporte no caso de problemas com o sistema.
- 5.** Coordenador do subgrupo "HLT Upgrade" do CMS.  
Objetivos: Projeto de um sistema de trigger de alto nível (High-Level Trigger) adaptado às condições experimentais do High-Luminosity LHC, permitindo que o experimento CMS aumente seu conjunto de dados final por um fator de 10. Coordenação da redação dos capítulos do HLT do Relatório de Projeto Técnico "The Phase-2 Upgrade of the CMS Data Acquisition and High Level Trigger", publicado no segundo trimestre de 2021.

## Projetos

### Projetos de pesquisa

- 2023 - Atual** Desafios de Computação para a Fase II da Atualização do CMS  
Situação: Em andamento Natureza: Projetos de pesquisa  
Integrantes: Thiago Rafael Fernandez Perez Tomei (Responsável);  
Financiador(es): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP
- 2019 - 2021** Aplicações de Inteligência Artificial em Física de Altas Energias  
Situação: Concluído Natureza: Projetos de pesquisa  
Integrantes: Thiago Rafael Fernandez Perez Tomei (Responsável);  
Financiador(es): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq
- 2019 - 2022** Projeto do Trigger de Alto Nível para o Upgrade de Fase 2 do CMS

Situação: Concluído Natureza: Projetos de pesquisa  
Integrantes: Thiago Rafael Fernandez Perez Tomei (Responsável); ;  
Financiador(es): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de SP-FAPESP  
Número de produções C,T & A: 3/

**2019 - 2021** Aplicações de Técnicas de Aprendizado de Máquina para os Experimentos do HL-LHC

Situação: Concluído Natureza: Projetos de pesquisa  
Integrantes: Thiago Rafael Fernandez Perez Tomei (Responsável); ;  
Financiador(es): Instituto Serrapilheira-SERRAPILHEIRA

**2016 - 2018** Busca por Nova Física no Experimento CMS do Large Hadron Collider

Situação: Concluído Natureza: Projetos de pesquisa  
Integrantes: Thiago Rafael Fernandez Perez Tomei (Responsável); ;  
Financiador(es): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP  
Número de produções C,T & A: 1/

## Revisor de projeto de agência de fomento

### 1. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

#### Vínculo

**2017 - Atual** Regime: Parcial

### 2. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP

#### Vínculo

**2016 - Atual** Regime: Parcial

## Áreas de atuação

1. Física
2. Física de Altas Energias
3. Física das Partículas Elementares e Campos

## Produção

### Produção bibliográfica

#### Artigos completos publicados em periódicos

1. [doi](#) TOURANAKOU, MARY; CHERNYAVSKAYA, NADEZDA; DUARTE, JAVIER; GUNOPIULOS, DIMITRIOS; KANSAL, RAGHAV; ORZARI, BRENO; PIERINI, MAURIZIO; **TOMEI, THIAGO**; VLIMANT, JEAN-ROCH  
Particle-based fast jet simulation at the LHC with variational autoencoders. Machine Learning-Science And Technology, [JGR](#), v.3, p.035003 - , 2022.

#### Trabalhos publicados em anais de eventos (completo)

1. **Fernandez Perez Tomei, T. R.**  
The High-Level Trigger for the CMS Phase-2 Upgrade In: ICHEP 2022: 41st International Conference on High Energy physics, 2022, Bolonha.  
Proceedings of ICHEP 2022: 41st International Conference on High Energy physics. , 2022.

#### Apresentação de trabalho e palestra

1. **Fernandez Perez Tomei, T. R.**  
The High-Level Trigger for the CMS Phase-2 Upgrade, 2022. (Congresso,Apresentação de Trabalho)
2. **Fernandez Perez Tomei, T. R.**  
The High-Level Trigger for the CMS Phase-2 Upgrade, 2022. (Congresso,Apresentação de Trabalho)

## Orientações e Supervisões

### Orientações e supervisões


#### Orientações e supervisões concluídas

#### Dissertações de mestrado: orientador principal


1.  João Paulo de Souza Böger. **Charged particle tracking applied to a search for dark matter in collider experiment.** 2022. Dissertação (Física) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Inst. financiadora: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

#### Orientações e supervisões em andamento

#### Dissertações de mestrado: co-orientador

1.  Cauê Evangelista de Sousa. **Machine Learning with the CMS Experiment at the LHC.** 2022.  
Dissertação (Física) - Universidade Federal do ABC  
Inst. financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

#### Teses de doutorado: orientador principal

1.  Bruno Lopes da Costa. **Dark Matter Search with the CMS Experiment at the LHC.** 2022. Tese (Física) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Inst. financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

## Eventos

### Eventos

#### Participação em eventos

1. Conferencista no(a) **MasterClass 2023**, 2023. (Oficina)  
A Estrutura Elementar da Matéria.
2. Conferencista no(a) **Congresso Paulo Leal Ferreira**, 2022. (Congresso)  
Minicurso: Aspectos da física experimental de altas energias.
3. **ICHEP 2022: 41st International Conference on High Energy physics**, 2022. (Congresso)  
The High-Level Trigger for the CMS Phase-2 Upgrade.

4. Apresentação de Poster / Painel no(a) **LHCP 2022: 10th Edition of the Large Hadron Collider Physics Conference**, 2022. (Congresso)  
The High-Level Trigger for the CMS Phase-2 Upgrade.
5. Conferencista no(a) **Semana de Estudos do Curso de Graduação em Física**, 2022. (Encontro)  
Física de Altas Energias: História e Perspectivas do LHC.

## Bancas

### Bancas

#### Participação em banca de trabalhos de conclusão

##### Mestrado

1. ALVES, A.; **TOMEI, T. R. F. P.**; DIAS, A. G.  
Participação em banca de Carlos Hideo Yamaguchi. **Ensinando Máquinas a Reconstruir Matéria Escura no LHC**, 2022  
(Física) Universidade de São Paulo
2. EBOLI, O. J. P.; **TOMEI, T. R. F. P.**; MATHEUS, R. D.  
Participação em banca de Matheus Martins de Azevedo da Silva. **Estudando a Natureza do Bóson de Higgs**, 2022  
(Física) Universidade de São Paulo

Página gerada pelo sistema Currículo Lattes em 04/05/2023 às 10:42:06.