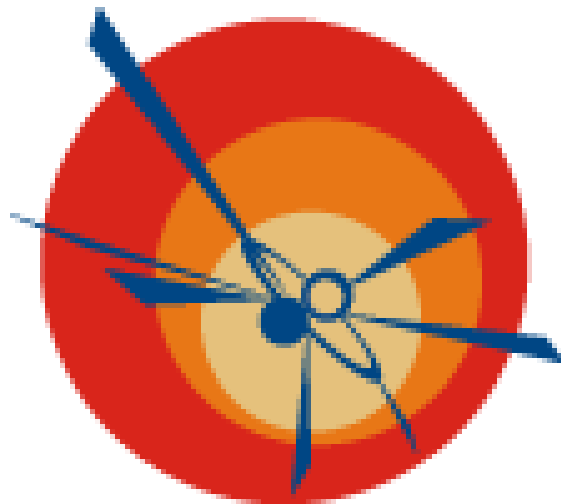


# Workshop da Rede Nacional de Física de Altas Energias (RENAFAE) 2022

Monday, 25 April 2022 - Thursday, 28 April 2022



## Book of Abstracts



# Contents

“Física de Íons Pesados e operação do Calorímetro Eletromagnético no experimento CMS do LHC no CERN” . . . . .	1
The Southern Wide-Field Gamma-ray Observatory (SWGGO) . . . . .	1
The Cherenkov Telescope Array . . . . .	1
The ALP search with NeuralRinger - ATLAS experiment . . . . .	2
Quark-mass and strong-coupling from QCD sum rules: the role of the experimental data	2
Experimento CMS do CERN/LHC . . . . .	2
Bayesian analysis meets ultra-central collisions: assessing the anisotropic flow puzzle . .	3
T2_BR_SPRACE CMS Tier-2 Cluster . . . . .	3
OpenIPMC-HW: an open-source IPMC mezzanine with a customizable firmware for electronic applications . . . . .	4
ATLAS High Granularity Timing Detector (HGTD) for the High Luminosity LHC . . . .	4
A modular and flexible data acquisition system for a cosmic rays detector network . . .	5
Performance studies for the new ATLAS LAr Level-1 trigger digitization system . . . . .	5
Participação do CMS São Paulo no experimento de transferência de dados em alta velocidade através do cabo submarino EllaLink . . . . .	6
Colaboração Latin American Giant Observatory no Brasil . . . . .	7
O modelo LArQL para a descrição da produção de luz e carga em argônio líquido . . . .	7
Heavy ion physics from SPRACE group using the CMS experiment . . . . .	8
Exclusive processes in hadronic collisions at the LHC: Improving our understanding of the Standard Model and opening a portal for New Physics . . . . .	8
Search for Higgs boson pair production in the $bb\tau\tau$ final state with the ATLAS detector .	8
GRAND: Giant Radio Array for Neutrino Detection . . . . .	9
Exploring Neutrino Phenomenology for the Hyper-Kamiokande Project . . . . .	9

$\Lambda$ polarization as a probe for jet thermalization using vorticity induced in the Quark Gluon Plasma . . . . .	10
CALIBRAÇÃO DE ENERGIA NA ETAPA RÁPIDA DO HIGH LEVEL TRIGGER DE ELÉTRONS DO EXPERIMENTO ATLAS UTILIZANDO ANÉIS CONCÊNTRICOS E ESTRUTURAS ASSIMÉTRICAS . . . . .	10
Precision measurements in the Standard Model with the ATLAS Detector . . . . .	11
Performance of proton reconstruction with the CMS Precision Proton Spectrometer . . . . .	12
Hard diffraction, photon-photon fusion and searches for new physics with proton tagging at CMS . . . . .	12
Atividades do Cluster ATLAS-Brasil . . . . .	13
Simulação e Processamento de Sinais para Futuros Desenvolvimentos em Calorimetria de Altas Energias . . . . .	13
Non-Perturbative Superfluid Free Energy and Phase Transition . . . . .	14
Search for Dark Matter in signals of disappearing tracks at the CMS experiment. . . . .	15
Electroweak Higgs effective field theory after LHC run 2 . . . . .	15
Contribuições para os Sistemas de Trigger de Elétrons e Fótons no ATLAS em Operação no Run 3 . . . . .	16
Atividades do Grupo Experimental de Física de Altas Energias do Instituto de Física / UFRGS . . . . .	17
The High-Level Trigger for the CMS Phase-2 Upgrade . . . . .	17
Machine Learning for Simulation of Collision Events . . . . .	17
Jet RAA and $v_n$ for PbPb 5.02 TeV with JEWEL+v-USPhydro . . . . .	18
ASICs and Front-end electronics development at USP . . . . .	18
Studying the nucleon size with hybrid model simulations of heavy ion collisions . . . . .	19
DUNE-BR . . . . .	20
Coherent Neutrino-Nucleus Interaction Experiment: Física além do modelo padrão com detectores CCD na usina de Angra 2 . . . . .	20
Contribuição Brasileira em JUNO . . . . .	21
Tecnologia Glance: Busca e Integração de Dados em Física Experimental de Altas Energias . . . . .	21
Perspectivas para a Estimação de Energia do Calorímetro de Telhas do ATLAS no HL-LHC . . . . .	22
A Robust Description of Hadronic Decays in Light Vector Mediator Models . . . . .	22

The ALPHA Experiment: summary of the 2021 Run and contributions of the Brazilian Team . . . . .	23
Research on Micro-Patterned Gaseous Detectors in Brazil . . . . .	23
O experimento ALICE do LHC . . . . .	24
A linha de detectores PIMEGA: detectores de área de contagem de fótons para imagens de raios X . . . . .	24
Trigger de Múons de Primeiro Nível Assistido pela Calorimetria (TileCal) no Experimento ATLAS . . . . .	25
Resultados e previsões de processos de produção exclusiva para o experimento LHCb . . . . .	25
Astropartículas como uma importante fonte de estudo para a violação da invariância de Lorentz . . . . .	26
Indirect Dark Matter Searches with Gamma-ray Observatories . . . . .	26
Main results of the Pierre Auger Observatory and prospects for the upgrade AugerPrime . . . . .	27
Prospects for the detection and spectral characterization of BLLacs with the CTA extragalactic survey . . . . .	27
Development of the Slow Controller of the RPC System Link for LS2 Update of the CMS/HL-LHC Experiment . . . . .	28
Simulation and data analysis in astroparticle physics . . . . .	28
Instrumentation for the Cherenkov Telescope Array . . . . .	29
Brazilian Contribution to Instrumentation in the ALPHA Experiment . . . . .	29
Abertura . . . . .	30
Imaging the gluons (and quarks) in a nucleus using high-energy photons . . . . .	30
Astro- and Particle Physics with High-energy Messengers of the Universe . . . . .	30
Física com Experiências de Oscilações de Neutrinos . . . . .	30
Mesa Redonda: Física Experimental de Altas Energias e Tecnologias Associadas . . . . .	31
Perspectivas de Financiamento da Ciência no Brasil com o FNDCT . . . . .	31
Apresentação da Proposta de um Projeto Nacional de Física de Altas Energias Experimental . . . . .	31
Apresentação e Discussão do Capítulo 2 . . . . .	31
Apresentação e Discussão do Capítulo 3 . . . . .	32
Apresentação e Discussão do Capítulo 4 . . . . .	32
Participação da colaboração LHCb . . . . .	32
Fechamento da Discussão do Projeto Nacional . . . . .	32

Interação estado final em decaimentos hadronicos de 3 corpos no LHCb: mecanismos para entender a Violação de CP decaimentos de mésons B e D . . . . .	32
The MARTA Project in AugerPrime: RPCs to detect muons in the Pampa . . . . .	33
Entropias não aditivas, mecânica estatística não extensiva, e física de altas energias e plasmas . . . . .	33

Sessão 2 / 2

## “Física de Íons Pesados e operação do Calorímetro Eletromagnético no experimento CMS do LHC no CERN”

**Author:** Patricia Rebello Teles<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Brazilian Center for Physics Research - CBPF (BR)*

**Corresponding Author:** patricia.rebello.teles@cern.ch

Apresentarei os planos para a nucleação de uma nova linha de pesquisa e de trabalho a serem desenvolvidos no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF no Rio de Janeiro. Esse novo núcleo trabalhará com a Física de Íons Pesados e com o calorímetro eletromagnético (ECAL) do Solenóide Compacto de Múons (CMS), um dos experimentos do LHC no CERN. Esse projeto abarca temas de ponta, muito relevantes na física contemporânea com o advento de aceleradores mais potentes, cientificamente relevantes dentro da comunidade de Física de Altas Energias (High Energy Physics - HEP), de qualidade excelente, com metodologias inovadoras, e não possuem grupos de atuação em ICTs no Rio de Janeiro. Almejo abrir novos e importantes temas de pesquisa na instituição, com características multidisciplinares em pesquisa, ensino e extensão. Enfatizo a importância do apoio ao projeto pela FAPERJ, pelo Edital FAPERJ N° 40/2021 – Programa de Apoio ao Jovem Pesquisador Fluminense sem Vínculo em ICTs do Estado do Rio de Janeiro, elevando o CBPF como um dos centros de excelência em Física de Íons Pesados e operação do ECAL do CMS no Rio de Janeiro.

Sessão 1 / 3

## The Southern Wide-Field Gamma-ray Observatory (SWG0)

**Author:** Ulisses Barres de Almeida<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Brazilian Center for Physics Research (CBPF)*

**Corresponding Author:** ubarres@gmail.com

The Southern Wide-field Gamma-ray Observatory (SWG0) Collaboration, founded in 2019, is currently engaged in the design and prototyping work towards the realisation of this future high-altitude gamma-ray facility, to be installed above 4.5 km in the Andes, in South America. SWG0 will complement CTA and the existing ground-based particle detectors of the Northern Hemisphere (HAWC and LHAASO) with an unprecedented, very wide field and high duty cycle view of the southern sky. SWG0 will be an extended array, with a high fill-factor core and an outer array coverage reaching 1 km<sup>2</sup>, thus working over a broad energy range, from c. 100 GeV to the PeV scale. In this contribution I will summarise the status of the project and plans for the future, including the current expectations for sensitivity and science targets, as well as the status of the site search and technological developments of the detector. I will emphasise the Brazilian contribution and potential in this project. In this occasion we are presenting the request for recognition of SWG0 by RENAFEA.

Sessão 1 / 5

## The Cherenkov Telescope Array

**Author:** Vitor de Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Instituto de Física de Sao Carlos, Universidade de Sao Paulo*

**Corresponding Author:** vitor@ifsc.usp.br

In this talk, I am going to review the participation of some brazilians groups in the Cherenkov Telescope Array Observatory (CTA). I am going to discuss the participation in instrumentation and proposal of data analysis. I am going to show the participation of the brazilian industry in building the telescopes and producing innovation. The interface between astrophysics and particle physics, always present in astroparticles physics analysis, will be explored with focus on high energy phenomena.

**Sessão 2 / 6**

## **The ALP search with NeuralRinger - ATLAS experiment**

**Authors:** Artur Cordeiro Oudot Choi<sup>1</sup>; Bertrand Laforge<sup>2</sup>; Yara Do Amaral Coutinho<sup>3</sup>; José Ocariz<sup>4</sup>; Luiz Eduardo Balabram Filho<sup>3</sup>; Mateus Hufnagel<sup>5</sup>; Mykola Khandoga<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Centre National de la Recherche Scientifique (FR)*

<sup>2</sup> *LPNHE - Sorbonne Université (FR)*

<sup>3</sup> *Federal University of of Rio de Janeiro (BR)*

<sup>4</sup> *LPNHE - Paris*

<sup>5</sup> *Federal University of Juiz de Fora (BR)*

**Corresponding Author:** yara.amaral.coutinho@cern.ch

Abstract of the ALP search - ATLAS Experiment

**Sessão 2 / 7**

## **Quark-mass and strong-coupling from QCD sum rules: the role of the experimental data**

**Authors:** Diogo Boito<sup>None</sup>; Marcus Vinicius Gonzalez Rodrigues<sup>1</sup>; VICENT MATEU BARREDA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Deutsches Elektronen-Synchrotron (DE)*

<sup>2</sup> *University of Salamanca*

**Corresponding Author:** boito@ifsc.usp.br

I will discuss the use of the so-called relativistic sum rules for the precise extraction of the charm-quark mass and the strong coupling,  $\alpha_s$ , from experimental data for  $\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{hadrons})$ . I will focus on the role of the data from  $e^+e^-$  colliders and in particular on the combination of data sets and the required algorithm used in state-of-the-art analyses, such as the above mentioned sum rules and the dispersive approach to  $g - 2$  of the muon.

**Sessão 1 / 8**

## **Experimento CMS do CERN/LHC**

**Author:** Colaboração CMS-Brasil<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *CBPF, UEA, UERJ, UFABC, UFMS, UFRGS, UNESP, UNICAMP, UFMS*



**Corresponding Author:** eduardo.gregores@cern.ch

Serão apresentadas as atividades recentes do grupo brasileiro que participa do experimento CMS do CERN/LHC.

Sessão 2 / 9

## Bayesian analysis meets ultra-central collisions: assessing the anisotropic flow puzzle

**Author:** Andre Veiga Giannini<sup>None</sup>

**Co-authors:** Gabriel Denicol<sup>1</sup>; David Dobrigkeit Chinellato<sup>2</sup>; Mauricio Hippert Teixeira<sup>3</sup>; Antonio Mauricio Soares Narciso Ferreira<sup>4</sup>; Matthew William Luzum; Jorge Noronha<sup>3</sup>; Tiago Jose Nunes da Silva<sup>5</sup>; Jun Takahashi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Universidade Federal Fluminense*

<sup>2</sup> *University of Campinas UNICAMP (BR)*

<sup>3</sup> *University of Illinois at Urbana-Champaign*

<sup>4</sup> *University of Campinas*

<sup>5</sup> *Universidade Federal de Santa Catarina*

**Corresponding Author:** avgiannini@gmail.com

Ultra-relativistic heavy-ion collisions are currently best understood via complex, multi-staged hybrid hydrodynamic simulations. Recently, the potentially large parameter space associated with these simulations started to being constrained by means of Bayesian analysis that considered only data measured at typical centralities. A decade-old long puzzle is the failure of any simulation model to describe experimental flow data in extremely central collisions. We study whether multiple state-of-the-art Bayesian constrained models [1-4] display the same pathologies — either an elliptic flow that is too large or triangular flow that is too small, or both — seen in older simulations and find that while the overall description of the ultra-central anisotropic flow data is better compared to previous results, the tension with data still exists as one goes to ultra-central collisions. We speculate on ways that the puzzle could be solved in the future.

[1] D. Everett et al. [JETSCAPE], Phys. Rev. Lett. 126, no.24, 242301 (2021); Phys. Rev. C 103, no.5, 054904 (2021)

[2] J. S. Moreland, J. E. Bernhard and S. A. Bass, Phys. Rev. C 101, no.2, 024911 (2020)

[3] G. Nijs, W. van der Schee, U. Gürsoy and R. Snellings, Phys. Rev. C 103, no.5, 054909 (2021); Phys. Rev. Lett. 126, no.20, 202301 (2021)

[4] G. Nijs and W. van der Schee, arXiv:2110.13153 [nucl-th]

Sessão 3 / 10

## T2\_BR\_SPRACE CMS Tier-2 Cluster

**Authors:** Jadir Marra Da Silva<sup>1</sup>; Marcio Antonio Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNESP - Universidade Estadual Paulista (BR)

**Corresponding Author:** jadir.marra.da.silva@cern.ch

BR-SP-SPRACE is a Tier 2 of the WorldWide LHC Computing Grid (WLCG) which processes, analyzes and stores data generated by the Compact Muon Solenoid(CMS) experiment. We will present a brief status of the cluster after the Run-2 of the experiment and what to expect for the Run-3 data processing.

Sessão 3 / 11

## **OpenIPMC-HW: an open-source IPMC mezzanine with a customizable firmware for electronic applications**

**Authors:** Andre Muller Cascadan<sup>1</sup>; Luigi Calligaris<sup>1</sup>; Antonio Vitor Grossi Bassi<sup>1</sup>

**Co-author:** CMS Sao Paulo

<sup>1</sup> UNESP - Universidade Estadual Paulista (BR)

**Corresponding Author:** andre.cascadan@cern.ch

OpenIPMC-HW is an open-source Intelligent Platform Management Controller (IPMC) hardware mezzanine designed for use in boards compliant to the Advanced Telecommunications Computing Architecture (ATCA) standard, such as those under development for use in the upgrades of the back-end electronics of High-Luminosity LHC experiments. The mezzanine is designed in a mini-DIMM form factor and is based on an STM32H745 microcontroller. In this talk we present a multithreaded firmware framework, OpenIPMC-FW, based on FreeRTOS and allowing developers of different ATCA boards to configure and access all the functions provided by the mezzanine, such as flash file system, Ethernet network, PICMG compliant IPMI functionalities, GPIOs and serial channels.

Sessão 3 / 12

## **ATLAS High Granularity Timing Detector (HGTD) for the High Luminosity LHC**

**Authors:** Guilherme Tomio Saito<sup>1</sup>; Marcel Keiji Kuriyama<sup>1</sup>; Marco Lisboa Leite<sup>1</sup>; Ricardo Menegasso<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Sao Paulo (BR)

**Corresponding Author:** guilherme.tomio.saito@cern.ch

The High Luminosity LHC (HL-LHC) will allow its experiments to perform high precision measurements in the Standard Model, explore new regions of the phase space and search for signals of new physics through very rare processes. Colliding proton beams at  $\sqrt{s} = 14\text{TeV}$ , the HL-LHC will reach an instantaneous luminosity of  $7.5 \times 10^{34}/\text{cm}^2\text{s}$ . With 200 simultaneous collisions per bunch crossing, the noisy environment dominated by QCD jet production will make the tracking-vertex association and particle identification a very demanding task and many of the current detectors, trigger and data acquisition systems will not be able to retain their performance in this environment. Moreover, this high luminosity will give rise to a significant increase in the radiation dose, with the high rapidity regions being the most affected. To cope with these challenges, the experiments will have to resort to new systems using state-of-the-art particle detectors in order to withstand years of radiation dose delivered by the HL-LHC. The ATLAS experiment will deploy a new semiconductor based system, the High Granularity Timing Detector (HGTD), a 2m disk to be installed between the ATLAS barrel

and the endcap ( $2.4 < |\eta| < 4.0$ ) that will provide timing information in order to aid track-vertex association and pileup mitigation.

HGTD will use the forefront technology in silicon timing sensors, the Low Gain Avalanche Detector (LGAD). Having an intrinsic gain of only a few tens, these silicon-based sensors can provide picosecond timing resolution while withstanding radiation doses that can reach up to  $2.5 \times 10^{15} n_{eq}/cm^2$  and 2 MGy[Si].

LGAD based detectors can be built with millimetric segmentation and very thin, resulting in a low material budget. As part of the ATLAS Phase-II program, the University of São Paulo group already participates in the R&D of LGAD sensors for HGTD and its Demonstrator at CERN, and will soon start the sensor prototypes qualification.

Sessão 3 / 13

## A modular and flexible data acquisition system for a cosmic rays detector network

**Authors:** Guilherme Tomio Saito<sup>1</sup>; Marcel Keiji Kuriyama<sup>1</sup>; Marcelo Gameiro Munhoz<sup>1</sup>; Marco Lisboa Leite<sup>1</sup>; Ricardo Menegasso<sup>1</sup>; Rodrigo Estevam De Paula<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Sao Paulo (BR)

**Corresponding Author:** guilherme.tomio.saito@cern.ch

The detection of cosmic rays using simple apparatuses for quantitative data-taking has been explored over the years by several initiatives around the world for outreach and experimental High Energy Physics instrumentation teaching. The possibility to connect geographically dispersed stations synchronized by a GPS timing signal allows for a larger detection area suitable for the identification of high-energy cosmic rays showers. In order for such a system to be deployed in a high school or science museum environment, it must be safe (no flammable gases or high voltages) and low cost, so the network can comprise as many stations as possible. The use of plastic scintillators, SiPMs, and commodity electronic hardware allows the project to fulfill this objective. The readout, timing, and trigger implementation

supports a variety of geometries and even other cosmic rays detection methods (Cherenkov) that can be easily deployed in the system by a simple reconfiguration of the hardware.

This enables a variety of experiments to be performed with a single design, thus reducing the complexity and costs of the system construction and operation.

Each station is an autonomous hardware (and firmware) unity that detects cosmic ray events and transmits the data to the software stack through the Internet. These stations are composed of up to four Frontend modules, in which the scintillators, SiPMs, and the analog section of the electronics are located and a Backend module aggregating the trigger, timing, data acquisition, event building, and network communication functions.

The current design is able to use scintillator slabs as thick as 20mm with four 4x4mm<sup>2</sup> SiPM. The system is sealed in a light-proof aluminum container with two LEDs that can be pulsed in order to provide a light signal for debugging and calibration.

Each Frontend holds a two-channel voltage amplifier followed by a discriminator circuit. Each channel can sum up the signal from two SiPMs or be ganged together to sum the signal from four sensors when a thicker scintillator slab is used. A minimum detection system can comprise only one Frontend module with two separate channels, and detect the passage of cosmic rays by requiring the coincidence of the two signals.

The Backend module is a single board responsible for the trigger, timing, and data acquisition. The power for all the station and network connectivity is also provided through the Backend. Up to four Frontend modules can be connected to a single Backend module through a commodity HDMI cable.

Sessão 3 / 14

## Performance studies for the new ATLAS LAr Level-1 trigger digitization system

**Authors:** Marco Lisboa Leite<sup>1</sup>; Rodrigo Estevam De Paula<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Universidade de Sao Paulo (BR)*

**Corresponding Author:** rodrigo.estevam.de.paula@cern.ch

During Large Hadron Collider's (LHC) second Long Shutdown (LS2, 2018-2022) the trigger system from ATLAS's Liquid Argon Calorimeters went through a significant upgrade. The so called Phase-I upgrade is aimed to enhance the physics reach of the experiment during the upcoming operation at increasing LHC luminosities.

The ATLAS experiment operated during the Run 2 data taking period (2015-2018) at a maximum average number of collisions per beam crossing ( $\langle \mu \rangle$ ) of 40. For Run 3 (2022-2025) the actual plan aims to reach a luminosity levelled to  $2 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , with a  $\langle \mu \rangle \approx 80$ . If the currently used LAr trigger readout system were to remain unchanged, the transverse energy ( $E_T$ ) trigger thresholds would need to be raised, degrading the physics performance. To prevent this efficiency loss, the new system increases the readout granularity by up to a factor of ten: instead of summing the  $E_T$  of calorimeter cells in towers of  $\Delta\eta \times \Delta\phi = 0.1 \times 0.1$ , it introduces additional lateral and longitudinal segmentation to form smaller clusters called super cells. One super cell can thus cover a region as small as  $\Delta\eta \times \Delta\phi = 0.025 \times 0.1$ , depending on which longitudinal layer it is located.

The new front-end trigger system (Liquid Argon Digitizer Board - LTDB) digitizes the super cell information and allows for shower shape parameter calculation at the Level-1 trigger stage, thereby increasing the trigger rejection power while retaining high efficiency. Thereby, the upgrade provides substantial improvement to the Level-1 trigger electron, photon, jet and missing energy resolution.

To realize the new super cells concept, the LTDB electronic boards were commissioned and installed in the experiment during the LS2. These boards had to keep the old system (referred as `\textit{legacy}`) operational in parallel, reaching the same performance as in Run 1 and 2, and to be compatible with the upgrades planned for the Long Shutdown 3 (LS3). This presentation will discuss some key aspects and preliminar performance of the LTDB digitization.

Sessão 3 / 16

## Participação do CMS São Paulo no experimento de transferência de dados em alta velocidade através do cabo submarino El-laLink

**Author:** Rogerio Iope<sup>1</sup>

**Co-authors:** Jadir Marra Da Silva<sup>1</sup>; Marcio Antonio Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *UNESP - Universidade Estadual Paulista (BR)*

**Corresponding Author:** rogerio.iope@cern.ch

Nesta apresentação abordaremos o planejamento e os resultados obtidos em uma demonstração de transferência de dados em alta velocidade entre as Tiers-2 do CMS em São Paulo (SPRACE-UNESP) e em Lisboa (LIP-INCD) através do cabo submarino Ellalink, que conecta o Brasil diretamente à Europa. Servidores instalados nas duas Tiers-2 foram diretamente conectados a 100Gbps, e o limite da banda disponível no link internacional foi atingido, usando datasets do próprio CMS e protocolos de transferência de arquivos amplamente adotados em HEP. O feito foi possível graças ao projeto BELLA (Building Europe Link to Latin America), que deverá atender às necessidades de conectividade entre as comunidades de ensino e pesquisa dos países da América do Sul e da Europa pelos próximos 25 anos. Para realizar a transferência de dados entre os dois continentes foram utilizadas as redes acadêmicas de São Paulo (REDNESP), da RNP, da América Latina (RedCLARA), da Europa (GÉANT)

e de Portugal (FCCN), além do cabo submarino EllaLink que liga Fortaleza, no Brasil, a Sines, em Portugal, o qual foi oficialmente inaugurado dois meses antes da execução do experimento.

Sessão 1 / 17

## Colaboração Latin American Giant Observatory no Brasil

**Author:** Anderson Fauth<sup>1</sup>

**Co-author:** pelos\_membros\_LAGOBRA

<sup>1</sup> *Unicamp*

**Corresponding Author:** fauth@unicamp.br

A Colaboração Latin American Giant Observatory (LAGO) é um observatório de astropartículas distribuído por países da América Latina. O objetivo científico da colaboração é a pesquisa básica em três ramos da física de astropartículas: o universo extremo, fenômenos do clima espacial, e radiação ionizante no nível do solo terrestre. A rede de detectores da LAGO consiste em water-Cherenkov detectores (WCDs) isolados, ou em pequenos grupos. Os detectores estão instalados em diferentes locais com latitudes significativamente diferentes, indo do México até a região polar Antártica. As altitudes dos locais onde os detectores estão instalados variam do nível do mar até mais de 5000 metros acima do nível do mar. A colaboração é uma rede de 28 instituições de 11 países. No Brasil participam da colaboração a Unicamp, a Universidade Federal de Campina Grande, a Universidade Federal do ABC e a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Atualmente estão instalados quatro WCDs no estado de São Paulo e um no estado da Paraíba. Além da pesquisa básica, a colaboração realiza regularmente escolas de física com temas que incluem Astropartículas, Física Solar, Detectores de Partículas e Simulações de Monte Carlo.

Sessão 2 / 18

## O modelo LArQL para a descrição da produção de luz e carga em argônio líquido

**Authors:** F. Marinho<sup>None</sup>; L. Paulucci<sup>1</sup>; D. Totani<sup>2</sup>; F. Cavanna<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *UFABC*

<sup>2</sup> *UCSB*

<sup>3</sup> *FERMILAB*

**Corresponding Author:** fmarinho@ufscar.br

Dados experimentais indicam que ambas as quantidades de carga elétrica e de luz de cintilação produzidas em argônio líquido dependem da densidade de energia depositada na passagem de uma partícula carregada no material ( $dE/dx$ ) e do campo elétrico aplicado ( $E$ ). Além disso, cargas de ionização livres e luz de cintilação possuem uma correlação negativa, e são complementares para uma dada configuração de  $dE/dx$  e  $E$ . Um modelo fenomenológico, LArQL, que fornece essa anticorrelação e sua dependência com  $dE/dx$  e  $E$  é apresentado. Este modelo modifica a fórmula de Birks de cargas elétricas considerando a contribuição de elétrons de escape em situações de campo nulo ou baixo, reconciliando com a predição do modelo de Birks em campos mais altos. Desvios do modelo de Birks são observados para câmaras de projeção temporal de argônio líquido (LArTPC) operando em baixo  $E$  e para partículas carregadas de alto poder de ionização. O modelo LArQL apresenta uma descrição satisfatória nos intervalos de  $dE/dx$  e  $E$  para partículas interagindo em LArTPCs e se ajusta bem aos dados disponíveis na literatura. Melhorias através da compilação de novos conjuntos de dados e ajustes globais são também aspectos interessantes do modelo LArQL.

Sessão 2 / 19

## Heavy ion physics from SPRACE group using the CMS experiment

**Author:** Cesar A. Bernardes (on behalf of the SPRACE group)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Instituto de Física - UFRGS*

**Corresponding Author:** cesar.augusto.bernardes@cern.ch

In this presentation, we describe recent work from SPRACE team [1] on physics analyses using data collected by the CMS experiment at the LHC. The studies are performed by measuring particle correlations produced in small and large colliding systems to access information about the space-time evolution of the particle emitting source, the final state interactions between hadrons, and the properties of the quark-gluon plasma created in heavy-ions collisions. Such investigations are conducted employing methods in femtosopic correlations and anisotropic flow at high energies.

[1] <https://sprace.org.br/>

Sessão 2 / 20

## Exclusive processes in hadronic collisions at the LHC: Improving our understanding of the Standard Model and opening a portal for New Physics

**Author:** Daniel Ernani Martins Neto<sup>None</sup>

**Co-authors:** Victor Goncalves<sup>1</sup>; Marek Tasevsky<sup>2</sup>; Murilo Santana Rangel<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Universidade Federal de Pelotas*

<sup>2</sup> *Czech Academy of Sciences (CZ)*

<sup>3</sup> *Federal University of of Rio de Janeiro (BR)*

**Corresponding Authors:** victorpbg@gmail.com, dan.ernani@gmail.com

The LHC experiments have focused part of its physics goals into the particle production in exclusive processes in order to improve our understanding of the Standard Model (SM) and search for signals of New Physics. Exclusive production means that the final state is composed only by the centrally produced particle  $X$ , with large rapidity gaps with no tracks between the particle, detected by the central detectors, and the beam line direction. Such a signature differs from the usual QCD production by the absence of particle (gluon) radiation that populates the detector, destroying the gap and making it very difficult to be observed. The basic idea in exclusive processes is that the incident hadrons (protons or nuclei) emit a color singlet object, which can be a quasi-real photon  $\gamma$  or a Pomeron IP, remain intact and scatter with some energy loss  $\xi$  in a very small angle from the beam pipe. One has that the final state  $X$  can be produced by  $\gamma\gamma$ ,  $\gamma$ IP or IPIP interactions depending on its quantum numbers. In this contribution we will present our recent results for the exclusive production of top pairs in  $pp$  collisions and for the exclusive vector meson production in heavy ion collisions. We will demonstrate that the discovery of the elastic production of top pairs is feasible considering the tagging of both protons in the final state using forward proton detectors at the LHC as e.g. the AFP and PPS detectors. In addition, we will demonstrate that the study of the coherent and incoherent vector meson photoproduction in  $pA$  and  $AA$  collisions by the CMS and LHCb detectors can be useful to constrain the description of the QCD dynamics at high energies. Finally, we will comment on the possibility of searching for axion like particles in heavy - ion collisions.

Sessão 2 / 21

## Search for Higgs boson pair production in the $b\bar{b}\tau^+\tau^-$ final state with the ATLAS detector

**Author:** Marisilvia Donadelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Universidade de Sao Paulo (BR)*

**Corresponding Author:** marisilvia.donadelli@cern.ch

In this talk we present results on the search for Higgs boson pair production ( $HH$ ) in the  $b\bar{b}\tau^+\tau^-$  final state. The search uses  $139 \text{ fb}^{-1}$  of  $pp$  collision data recorded by the ATLAS experiment between 2015-2018 with a center of mass energy of  $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ . This amount represents only 4% of the collision data expected to be available during the LHC lifetime, and opens up a new avenue for probing the exact nature of the Higgs mechanism and electroweak symmetry breaking, through the measurement of Higgs boson pair production. Considering the collision data foreseen for the next periods, we also report a study of the projected sensitivity of the  $b\bar{b}\tau^+\tau^-$  final state at the High Luminosity LHC (HL-LHC). At the LHC, by means of the dominant gluon-gluon fusion process, pairs of Standard Model Higgs bosons can be produced via the Higgs self-interaction and the destructively interfering top-quark loop diagrams. In the search for beyond Standard Model physics, new hypothetical particles can directly decay to final states including one or more Higgs bosons, or produce the Higgs bosons in ways not allowed by the Standard Model. In the  $b\bar{b}\tau^+\tau^-$  search, the resonant signal corresponds to a narrow-width scalar with a mass in the range 251-1600 GeV. Additionally, results for seven interpretations of  $HH \rightarrow b\bar{b}\tau^+\tau^-$  in the framework of Higgs Effective Field Theory (HEFT) are also presented.

Sessão 1 / 22

## GRAND: Giant Radio Array for Neutrino Detection

**Authors:** Bruno Lago<sup>1</sup>; Joao de Mello Neto<sup>None</sup>; Rafael Alves Batista<sup>2</sup>; Rogerio De Almeida<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brazil*

<sup>2</sup> *U. Autonoma de Madrid*

<sup>3</sup> *UFF - Volta Redonda*

**Corresponding Author:** jtmn@ifufrj.br

The Giant Radio Array for Neutrino Detection (GRAND) is a planned observatory whose main goal is to study the Universe at ultra-high energies. GRAND will detect UHE cosmic rays, gamma rays, and neutrinos with unprecedented sensitivity. Using large arrays of antennas, GRAND will detect the radio emission from extensive air showers initiated by cosmic particles impinging on the atmosphere. Approximately twenty sub-arrays, each containing 10000 antennas, will be deployed over  $\sim 10,000 \text{ km}^2$  in radio-quiet areas around the world. GRAND will be constructed in stages, to ensure that the techniques employed are properly validated. Already in the early phases, it will be possible to realise important scientific goals, including accurate measurements of cosmic-ray and gamma-ray showers with energies between 30 PeV and 1 EeV, studies of the Epoch of Reionisation, and detection of Fast Radio Bursts. When completed, GRAND will reach sub-degree resolution and cover the whole sky, enabling neutrino astronomy and follow-ups of electromagnetic and gravitational-wave transients. Finally, the final design of GRAND will likely enable the detection, for the first time, of cosmogenic neutrinos with energies  $\geq 100 \text{ PeV}$ , shedding light on the yet-unresolved issue of the origin of the highest-energy particles in the Universe.

Sessão 2 / 23

## Exploring Neutrino Phenomenology for the Hyper-Kamiokande Project

**Author:** Hiroshi Nunokawa<sup>1</sup>**Co-authors:** Alexander Quiroga<sup>1</sup>; Arman Esmaili<sup>1</sup><sup>1</sup> PUC-Rio**Corresponding Author:** nunokawa@puc-rio.br

Currently, we are living in the precision era of neutrino physics since several fundamental parameters which describe the flavor mixing of the standard 3 flavors of neutrinos such as mixing angles and mass squared differences have been and are being measured with a few percent precisions by many experiments. In the next decade, it is expected that due to several new large scale experiments such as JUNO, DUNE and Hyper-Kamiokande (HK), we will be able to improve significantly our understanding regarding the basic properties of neutrinos including CP violation and mass ordering. In this talk, after introducing the HK project, we will make a brief presentation of some theory/phenomenology related activities for the HK project we are developing at PUC-Rio with some external collaborators. We are also interested to explore possible synergy and/or complementarity of HK with other experiments such as JUNO and DUNE.

**Sessão 2 / 24**

## $\Lambda$ polarization as a probe for jet thermalization using vorticity induced in the Quark Gluon Plasma

**Authors:** Vitor Hugo Ribeiro<sup>None</sup>; Chun Shen<sup>1</sup>; Jun Takahashi<sup>2</sup>; Michael Lisa<sup>None</sup>; Willian Matioli Serenone<sup>3</sup>; Giorgio Torrieri<sup>None</sup>; David Dobrigkeit Chinellato<sup>2</sup><sup>1</sup> Wayne State University<sup>2</sup> University of Campinas UNICAMP (BR)<sup>3</sup> Universidade de São Paulo**Corresponding Author:** vitorhibeiro@gmail.com

In high energy heavy ion collisions, a strongly interacting system is formed, called Quark Gluon Plasma (QGP), that behaves similar to a low viscosity fluid in fast expansion. Many experimental results are well described by hydrodynamics models, thus it is to be expected that this medium is also subject to typical hydrodynamic phenomena, like vorticity. Based on this concept, in this work, we have studied the possibility to verify jet thermalization in the QGP through vorticity formation. It is expected that vorticity will generate polarization of particles in the freeze-out, in the jet production plane. So we studied the possibility to use polarization of  $\Lambda$  particles as a measure of the vorticity formed in the medium. The results were obtained by the application of a hybrid chain computer simulation in an event-by-event analysis, where different models were used to describe each stage of a heavy ion collision. In this chain, the initial condition, which characterizes the entropy distribution profile, is generated by the Glauber inspired model, TRENTo; the (3+1)D hydrodynamics evolution is solved by MUSIC; and the particlization is made by the Cooper-Frye inspired model, iSS. To simulate the thermalized jet, we have inserted during the initial stages of the hydro evolution a source with high momentum. We analysed the  $\Lambda$  polarization induced by the insertion of the jet as a function of different parameters, such as the jet position, energy and momentum. Our results show clearly that  $\Lambda$  polarization is an important experimental observable to verify jet thermalization in the medium.

**Sessão 3 / 25**

## CALIBRAÇÃO DE ENERGIA NA ETAPA RÁPIDA DO HIGH LEVEL TRIGGER DE ELÉTRONS DO EXPERIMENTO ATLAS UTILIZANDO ANÉIS CONCÊNTRICOS E ESTRUTURAS ASSIMÉTRICAS



**Authors:** Micael Verissimo De Araujo<sup>1</sup>; Paulo Cesar Machado De Abreu Farias<sup>2</sup>; Werner Spolidoro Freund<sup>2</sup>; Bertrand Laforge<sup>3</sup>; Juan Lieber Marin<sup>2</sup>; Joao Victor Da Fonseca Pinto<sup>2</sup>; Jose Seixas<sup>2</sup>; Eduardo Furtado De Simas Filho<sup>2</sup>; Edmar Egídio Purcino De Souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univ. Federal do Rio de Janeiro (BR)

<sup>2</sup> Federal University of Rio de Janeiro (BR)

<sup>3</sup> LPNHE - Sorbonne Université (FR)

**Corresponding Author:** paulo.cesar.machado.de.abreu.farias@cern.ch

O Experimento ATLAS possui um sistema de *trigger* dividido em dois níveis, sendo o primeiro nível (*Level 1 - L1*) implementado em hardware e o segundo (*High Level Trigger - HLT*) construído em um sistema de computação distribuída. O HLT é constituído por duas etapas de processamento: Rápida e Precisa. Em ambas as etapas, existe uma forte dependência da qualidade da medição de energia feita pelos calorímetros, tornando o sistema de *trigger* sensível a erros na estimação de energia.

Considerando que o Run 3 do LHC tornará mais complexa a atuação do sistema de seleção de eventos por causa do incremento nas demandas operacionais, a implementação de um sistema de calibração na Etapa Rápida pode ter efeitos positivos na redução da carga computacional. Atualmente, no HLT, a calibração está disponível somente na Etapa Precisa, além de ser realizada no ambiente *offline*.

Neste trabalho, é feita uma proposta de sistema de calibração para a Etapa Rápida do HLT. Essa proposta se baseia no sistema de calibração *offline* atualmente em uso no experimento, que usa um regressor do tipo *Gradiente Boosted Decision Tree Ensemble* (GBDTE) treinado com dados simulados e utiliza algumas variáveis descritoras do perfil de deposição de energia (*shower shapes*) como entrada. A contribuição deste trabalho é a introdução de variáveis adicionais de entrada no regressor, como os anéis concêntricos de energia e algumas topologias assimétricas deles derivadas.

Os anéis concêntricos de energia formados a partir das células do calorímetro são usados no Neural-Ringer, sistema de seleção de elétrons presente na Etapa Rápida do HLT e que utiliza um conjunto de redes neurais para a tomada de decisão. A informação disposta em anéis é altamente discriminante e produz significativa compactação de dados.

Alguns estudos preliminares mostraram que existem assimetrias na deposição de energia nas camadas do calorímetro. Tais assimetrias podem introduzir contribuições relevantes no processo de calibração, mas não podem ser capturadas integralmente pela estrutura padrão dos anéis concêntricos de energia, conforme hoje estão construídos. Novas topologias como *Quarter Rings*, *Super Strips* e *Quarter Strips* foram então propostas para detectar tais sutis assimetrias. Essas topologias são calculadas a partir das células do calorímetro assim como os anéis concêntricos de energia, mas possuem estruturas mais apropriadas para o registro destas flutuações na distribuição de energia dos elétrons.

Sessão 2 / 26

## Precision measurements in the Standard Model with the ATLAS Detector

**Authors:** Marco Lisboa Leite<sup>1</sup>; Marisilvia Donadelli<sup>1</sup>; Rafael Macedo De Vasconcelos Azevedo<sup>1</sup>; Caio Cesar Daumann<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Sao Paulo (BR)

**Corresponding Author:** marco.leite@cern.ch

The Standard Model (SM) has shown a remarkable success describing processes observed at TeV scale at the LHC, including the experimental confirmation of a particle consistent with the SM Higgs boson by the ATLAS and CMS experiments.

However, there are still puzzling questions defying these accomplishments, such as the hierarchy problem, the matter-antimatter asymmetry, the origin of CP violation, among others. Many searches for physics beyond the SM that could provide an answer for these questions have been conducted at the LHC, both in the electroweak and strong sectors of the SM, with no indication of new physics so far. It may be possible that direct searches for new heavy particles are beyond the reach of the LHC energy, but since the LHC will be the highest energy collider for at least the next two decades, increased precision and new strategies for interpreting and modeling the LHC measurements when

searching for new physics are needed. The ATLAS experiment is conducting a wealth of measurements in the charged and neutral current Drell-Yan processes, both inclusive and associated with heavy flavor production, aiming at very stringent tests of the SM. These include measurements of on-shell and off-shell vector bosons kinematics up to several TeV and in all three leptonic decay flavor channels; differential production cross-section measurements of H, W and Z bosons; and the investigation of multi-boson interactions via Vector Boson Scattering (VBS) and Vector Boson Fusion (VBF) production modes. These measurements need high integrated luminosities and extended coverage to populate the extreme regions of the phase space and hence the utmost precision is foreseen to be reached only during the High Luminosity LHC (HL-LHC) runs. However, the available ATLAS Run-2 data ( $139 \text{ fb}^{-1}$ ) combined with more than the doubled integrated luminosity ( $\approx 300 \text{ fb}^{-1}$ ) expected in the forthcoming Run-3, provides already many opportunities (and challenges) to the experimental methods and theory models. We will discuss some of the on-going and planned precision SM analysis in ATLAS and show how these can be explored to foster the interaction between experiment and theory within the Brazilian High Energy Physics community.

Sessão 3 / 27

## Performance of proton reconstruction with the CMS Precision Proton Spectrometer

**Authors:** Antonio Vilela Pereira<sup>1</sup>; Gustavo Gil Da Silveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Universidade do Estado do Rio de Janeiro (BR)*

**Corresponding Author:** antonio.vilela.pereira@cern.ch

The CMS group at UERJ has been an integral part of the Precision Proton Spectrometer (PPS) sub-system project of the collaboration.

The PPS detector system has been installed and integrated into the CMS experiment since 2016 and has collected over  $110 \text{ fb}^{-1}$  of data during the LHC Run 2.

It is a joint project of the CMS and TOTEM collaborations with the capability of measuring protons scattered at very small angles, operating at high instantaneous luminosity.

The physics motivation of the PPS project is the study of central exclusive production (CEP), i.e. the process  $pp \rightarrow p^{(*)} + X + p^{(*)}$ , mediated by colour-singlet gluon exchange, photons or Z bosons, by detecting at least one of the outgoing protons.

CEP provides unique sensitivity to SM processes and BSM physics, e.g. searches for anomalous gauge couplings, axion-like particles, inclusive dark matter (DM) and DM mediator searches, and new resonances.

This talk will review the PPS detector system, and the recent proton reconstruction performance results using Run 2 data. The improvements for Run 3 and the design and expected performance at the HL-LHC will also be discussed.

Sessão 2 / 28

## Hard diffraction, photon-photon fusion and searches for new physics with proton tagging at CMS

**Authors:** Antonio Vilela Pereira<sup>1</sup>; Gustavo Gil Da Silveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Universidade do Estado do Rio de Janeiro (BR)*

**Corresponding Author:** gustavo.silveira@cern.ch

This talk will review the measurements of hard-diffractive dijet production and hard color-singlet exchange in dijet events from special data taken with a high- $\beta^*$  LHC optics configuration and low instantaneous luminosity.

Additionally, the measurements of central exclusive production (CEP) with the CMS Precision Proton Spectrometer (PPS) will be presented: high-mass dilepton production and the first searches for two-photon, W and Z boson pairs, and top quark pairs with tagged protons, using over  $100 \text{ fb}^{-1}$  of data collected during the LHC Run 2.

Finally, a generic search using the missing mass technique will be discussed, in events with an associated Z boson or photon, and tagged protons.

Sessão 1 / 29

## Atividades do Cluster ATLAS-Brasil

**Authors:** Jose Seixas<sup>1</sup>; Marco Lisboa Leite<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Federal University of Rio de Janeiro (BR)*

<sup>2</sup> *Universidade de Sao Paulo (BR)*

**Corresponding Author:** marco.leite@cern.ch

O *Cluster* ATLAS-Brasil, hoje formado pela UERJ, UFBA, UFJF, UFRJ, UFRN e USP, participa do Experimento ATLAS no LHC desde a sua concepção, tendo iniciado suas atividades ainda em 1988 no CERN. Neste trabalho de pesquisa colaborativa, o *Cluster* ATLAS-Brasil reúne pesquisadores da Física, Engenharias e Ciência da Computação, que cobrem diferentes aspectos de pesquisa na física experimental de altas energias e tecnologias associadas. O *Cluster* tem um papel expressivo na formação de pessoal, envolvendo em suas atividades desde pós-doutores até estudantes do ensino médio e tecnológico. Na análise de dados de colisões próton-próton, o *Cluster* atua no ATLAS em medidas de precisão no Modelo Padrão (setor eletrofraco e Higgs) além de participar em análises envolvendo buscas por processos além do MP. Em operação, contribui nos sistemas de computação, calorimetria e *trigger* do ATLAS. O *Cluster* ATLAS-Brasil também colabora com os projetos de *Upgrade* do ATLAS: na Fase-I (hoje em comissionamento) relacionados à estimação de energia, eletrônica embarcada e na interface entre a calorimetria e o *trigger* do experimento; e na Fase-II, voltada para a operação no HL-LHC, no novo detector de *timing* de alta granularidade. Além disto, há intensa atuação deste grupo de pesquisadores para a melhoria do ensino tecnológico e médio e a divulgação científica, em atividades de extensão que se alinham com os objetivos do grupo de *Outreach* do ATLAS. Adicionalmente, os aspectos de inovação que esta atividade multidisciplinar de ponta oferece cotidianamente são valorizados, de tal forma que quatro empresas startups (qualidade de dados, ciência de dados) se formaram ao longo destes anos e estas estão ativas e inseridas no mercado.

Sessão 3 / 30

## Simulação e Processamento de Sinais para Futuros Desenvolvimentos em Calorimetria de Altas Energias

**Authors:** Alexander Leopold<sup>1</sup>; Bernardo Sotto-Maior Peralva<sup>2</sup>; Bertrand Laforge<sup>3</sup>; Edmar Egidio Purcino De Souza<sup>4</sup>; Eduardo Furtado De Simas Filho<sup>4</sup>; Guilherme Gonçalves<sup>4</sup>; Joao Victor Da Fonseca Pinto<sup>4</sup>; Jose Seixas<sup>4</sup>; Juan Lieber Marin<sup>4</sup>; Marcia Begalli<sup>5</sup>; Marton SANTOS<sup>4</sup>; Micael Verissimo De Araujo<sup>6</sup>; Philipp Do Nascimento Gaspar<sup>4</sup>; Werner Spolidoro Freund<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *KTH Royal Institute of Technology (SE)*

<sup>2</sup> *Universidade Federal de Juiz de Fora*

<sup>3</sup> *LPNHE - Sorbonne Université (FR)*

<sup>4</sup> *Federal University of Rio de Janeiro (BR)*

<sup>5</sup> *Universidade do Estado do Rio de Janeiro (BR)*

<sup>6</sup> *Univ. Federal do Rio de Janeiro (BR)*

**Corresponding Author:** eduardo.simas@cern.ch

Os calorímetros desempenham um papel importante na seleção (trigger) online e na análise offline em experimentos modernos e também devem trazer informações importantes para experimentos futuros, como no High-Luminosity Large Hadron Collider (HL-LHC) e no Future proton-proton Circular Collider (FCC-pp). Esses novos calorímetros enfrentarão condições extremamente rigorosas, pois espera-se energia do centro de massa de até 100 TeV, com uma luminosidade integrada também muito alta, gerando um enorme número de colisões simultâneas (podendo atingir uma média de até 1.000 colisões de partículas por cruzamento de feixes). Para projetar calorímetros de última geração, sua instrumentação eletrônica, cadeia de processamento de sinais e infraestrutura de computação, ter um ambiente de simulação aberto que permita mapear conceitos de uso geral em calorimetria e avaliar abordagens inovadoras para o processamento de sinais pode trazer benefícios para toda a cadeia de instrumentação envolvida.

Este trabalho descreve diferentes contribuições para a simulação e processamento de sinais de calorímetros visando operação em alta luminosidade. A simulação completa do calorímetro geralmente requer módulos de processamento específicos, que podem ser configurados de diferentes maneiras e conectados à cadeia principal de simulação. O objetivo do simulador desenvolvido foi possibilitar a geração de efeitos como ruído eletrônico, empilhamento de sinais, erros de calibração, deformação do pulso resultante do condicionamento do sinal e erros na estimação de sinais devido ao crosstalk entre os inúmeros canais envolvidos, notadamente nas seções eletromagnéticas.

De modo a contribuir para o programa de atualização do experimento ATLAS no seu sistema de calorimetria, propostas quanto à mitigação do efeito de crosstalk no calorímetro de Argônio Líquido (eletromagnético) e melhoria de granularidade em células hadrônicas foram desenvolvidas. Em ambas proposições, o uso de inteligência computacional e, em particular, do aprendizado profundo é analisado com dados simulados e em testes de calibração.

Sessão 2 / 31

## Non-Perturbative Superfluid Free Energy and Phase Transition

**Authors:** Matheus Curado<sup>1</sup>; Rudnei O. Ramos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Universidade Estadual do Rio de Janeiro*

<sup>2</sup> *Professor Doutor*

**Corresponding Author:** matheuscuradoferreira@id.uff.br

Many systems in nature are subjected to thermal effects, i.e., where the environment temperature  $T \neq 0$ . Likewise, in the presence of conserved charges, chemical potentials can also be present. In this work, we are interested in systems at high temperatures, a condition that prevail in the primordial Universe, and also dense ones, like in the case of compact stars, materials with a well defined chemical potential and candidates for dark mater.

All of those physical systems at  $T \neq 0$  share the same problem, the break down of perturbation theory. In other to fix this problem and get access to non-perturbative results, we optimize our perturbation computations.

There are a few methods of re-summation, that can solve this problem, one in special is the optimized perturbation theory. Instead of expanding our interaction term in the Lagrangian in a Taylor series, we can modify the Taylor expansion itself, multiplying the integrand by some characteristic function. The procedure is quite appropriate for those problems for which the ordinary perturbative expansion does not exhibit dominated convergence.

Applying this technique for the thermal mass and the free energy of a superfluid model (a type Higgs potential) with spontaneous symmetry breaking, we derive essential thermodynamic quantities. In addition, we also have a very accurate correction of the mass spectrum of our theory, since we are in second order in our nonperturbation scheme

(which includes up to three-loop terms explicitly).

Nowadays, we are developing the same construction for the effective potential, we already done for one, two loops and three loops. In the phase transition analyses there is a puzzle that always came back in literature. This type of theory corresponds to well know class of universality, that have a second order phase transition. However, this is often mislead since we are summing high temperature approximations. Because of this summations, we can be induced to think that perhaps, this type of system undergoes a first-order transition. This can be solved by our proposal using the optimized perturbation theory with the renormalization group equations, we are still developing this correction for high order of perturbation theory.

Sessão 2 / 32

## Search for Dark Matter in signals of disappearing tracks at the CMS experiment.

**Author:** Pedro Galli Mercadante<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNESP - Universidade Estadual Paulista (BR)

**Corresponding Author:** pedro.mercadante@cern.ch

The SPRACE group has been involved in the the search of physics beyond the standard model since the beginning of the CMS operation. We have studied a myriad of possible new models, exploring several signatures in the detector.

Currently, one of the most promise indicative of new physics is the existence of Dark Matter. Its connexion with particle physics, how it interacts (if it interact at all) with the standard model particles remains unknown. Several models have been construct to explain the Dark Matter abundance with consequences on the LHC energies. Since Dark Matter does not interact with the detector, its first signal will be the presence of a large amount of Missing Energy. Our group have explored the most basic signature, namely, missing energy plus a jet.

Recently, more sophisticated searches are being pursued. Usually models are built with the idea that the dark matter interacts with the SM particles via some mediator. One particular interesting signature involves the idea that this mediator is sufficiently long lived to leave a short track in the detector. How to reconstruct such a short track and how to estimate its possible backgrounds pose an extremely difficult challenge that we are investigating.

Sessão 2 / 33

## Electroweak Higgs effective field theory after LHC run 2

**Authors:** Maria Concepcion Gonzalez-Garcia<sup>1</sup>; Matheus Martines de Azevedo da Silva<sup>None</sup>; Oscar J. P. Éboli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Stony Brook U.

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo

**Corresponding Author:** matheus.martines.silva@usp.br

We analyze the electroweak interactions in the framework of the Higgs effective field theory using the available Higgs and electroweak diboson production results from LHC run 2 as well as the electroweak precision data. Assuming universality of the weak current, our study considers 25 possible anomalous couplings. To unveil the nature of the Higgs boson, i.e., isosinglet versus part of  $SU(2)_L$  doublet, we explore the correlation effects between observables that are predicted to exist in the

linear realization of the electroweak gauge symmetry but not in its nonlinear counterpart. This improves previous studies aimed at investigating the Higgs nature and the origin of the electroweak symmetry breaking.

Sessão 3 / 34

## Contribuições para os Sistemas de Trigger de Elétrons e Fótons no ATLAS em Operação no Run 3

**Authors:** Augusto Santiago Cerqueira<sup>1</sup>; Micael Verissimo De Araujo<sup>2</sup>; Bernardo Sotto-Maior Peralva<sup>3</sup>; Edmar Egidio Purcino De Souza<sup>4</sup>; Eduardo Furtado De Simas Filho<sup>4</sup>; Fernando Pereira Marciano<sup>4</sup>; Hans Peter Beck<sup>5</sup>; Isabela Ferreira<sup>None</sup>; Joao Victor Da Fonseca Pinto<sup>4</sup>; Jose Seixas<sup>4</sup>; Juan Lieber Marin<sup>4</sup>; Meinrad Moritz Schefer<sup>5</sup>; Rafael Rodrigues Vianna<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Federal University of Juiz de Fora (BR)

<sup>2</sup> Univ. Federal do Rio de Janeiro (BR)

<sup>3</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro (BR)

<sup>4</sup> Federal University of of Rio de Janeiro (BR)

<sup>5</sup> Universitaet Bern (CH)

**Corresponding Author:** [juan.lieber.marin@cern.ch](mailto:juan.lieber.marin@cern.ch)

O LHC prevê um aumento crescente da sua luminosidade, o que irá gerar uma maior ocupação nos sistemas de leitura dos seus experimentos. Muitos dos processos físicos de interesse resultam em decaimentos em elétrons, fótons que são medidos pelos diversos subsistemas. Atualmente, o Experimento ATLAS passa por um extenso programa de upgrade, envolvendo os calorímetros e sistemas de monitoração e qualidade de dados, que são essenciais para uma alta eficiência dos sistemas de trigger para estas partículas. Monitorar o funcionamento dos algoritmos de *trigger*, bem como a qualidade dos dados coletados tem destacada importância, pois permite que sejam realizadas correções e ajustes nos algoritmos e subsistemas de detecção. Este trabalho descreve as contribuições do Cluster ATLAS/Brazil no contexto do segundo nível de filtragem de elétrons e fótons, bem como as principais implementações e melhorias recentes do *software* para monitoramento *online* dessas assinaturas em todos os níveis de filtragem.

Em 2017, o NeuralRinger (sinais descritos por anéis concêntricos e usando um conjunto de 25 redes neurais para a tomada de decisão) passou a ser o algoritmo de referência na etapa rápida do sistema de trigger de alto nível (HLT - High-Level Trigger) para elétrons com  $E_T > 15$  GeV, dentro da região do barril ( $|\eta| < 2,5$ ), reduzindo em 3 vezes a taxa de falso alarme. Esta técnica está sendo estendida para toda a faixa de energia, com ganhos de até 50% na rejeição do ruído de fundo, em baixa energia, e novos resultados com modelos de aprendizagem profunda indicam uma redução de até 4 vezes na eficiência de rejeição do ruído de fundo. Paralelamente, o NeuralRinger foi adaptado para a detecção rápida de fótons com  $E_T > 15$  GeV, mostrando bons resultados com dados simulados, reduzindo a aceitação de jatos hadônicos em aproximadamente 45%. Por outro lado, um estudo para elétrons que atinjam o detector em  $|\eta| > 2,5$  está em andamento, apresentando resultados promissores na redução de falso alarme nessa região utilizando dados simulados. Com isso, espera-se que o NeuralRinger seja o responsável pela detecção online da etapa rápida do sistema de trigger para elétrons e fótons nestas regiões. Extensões para incluir a informação simplificada de traços, que se encontra disponível ainda na Etapa Rápida, também estão em estudo.

Um *framework* foi desenvolvido para o monitoramento de variáveis de calorimetria que descrevem o perfil de deposição de energia, os pontos de interação das partículas no calorímetro e variáveis de decisão dos algoritmos de hipóteses nos diferentes estágios do *trigger* de elétrons e fótons, abarcando colisões próton-próton e íons pesados. O monitoramento *online* disponibiliza os histogramas das variáveis que descrevem o chuveiro de partículas na sala de controle do experimento durante a tomada de dados. Um fluxo expresso contendo uma fração dos dados de processos físicos de interesse é coletado para monitoramento *offline*. O *framework* desenvolvido está em funcionamento no *software* de análise principal do experimento e, atualmente, tem sido melhorado com propriedades adicionais para atendimento das exigências da *Run3*, considerando as diversas demandas apresentadas pelos diferentes subgrupos do experimento ATLAS.

Sessão 3 / 35

## Atividades do Grupo Experimental de Física de Altas Energias do Instituto de Física / UFRGS

**Authors:** Maria Beatriz De Leone Gay<sup>1</sup>; Rafael Pezzi<sup>2</sup>; Lucas Nunes Lopes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul (BR)*

<sup>2</sup> *Univ. Federal do Rio Grande do Sul (BR)*

**Corresponding Author:** rafael.pezzi@cern.ch

Durante o ano de 2021, o grupo de Física Experimental de Altas energias do Instituto de Física da UFRGS atuou na preparação do Experimento ALICE para a terceira tomada de dados do LHC. Teve foco na preparação dos elementos de reconstrução e análise dos dados do novo detector Muon Forward Tracker (MFT) e pareamento com o espectrômetro de múons. O grupo foi responsável pela implementação da reconstrução das trilhas e seu controle de qualidade, definição e implementação da produção dos dados em formato final de análise.

Desenvolveu cálculos de processos ultraperiféricos dentro do modelo de dipolo aprimorado no grupo, para atender demandas de experimentais da colaboração, para cinemáticas específicas na produção de J/Psi e Upsilon, base para análise de dados de Run 2.

Esta apresentação apresenta as principais contribuições e as estimativas do desempenho do MFT.

Sessão 3 / 36

## The High-Level Trigger for the CMS Phase-2 Upgrade

**Author:** Thiago Tomei Fernandez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *UNESP - Universidade Estadual Paulista (BR)*

**Corresponding Author:** thiago.tomei@cern.ch

The High-Luminosity LHC (HL-LHC) will usher a new era in high-energy physics. The HL-LHC experimental conditions entail an instantaneous luminosity of up to 75 Hz/nb and up to 200 simultaneous collisions per bunch crossing (pileup). To cope with those conditions, the CMS detector will undergo a series of improvements, in what is known as the Phase-2 upgrade. In particular, the upgrade of the Data Acquisition and of the High-Level Trigger (DAQ-HLT) will have to address a much higher event rate and more complex events. In this talk, we will discuss the aspects of the HLT upgrade, detailing the development of the online reconstruction, the construction, characterisation and timing/rate measurement of a simplified HLT menu, the role of heterogeneous architectures in the HLT and the plan of work and milestones until the beginning of Phase-2.

Sessão 3 / 37

## Machine Learning for Simulation of Collision Events

**Author:** Thiago Tomei Fernandez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *UNESP - Universidade Estadual Paulista (BR)*

**Corresponding Author:** thiago.tomei@cern.ch

The speed-up of generation of simulated collision events is of utmost importance for the benefit of the HEP community. Currently, almost all event simulations are done with the Geant4 framework, which can take minutes for complex events like those expected at the HL-LHC. Previous work in that area has resulted in approaches like the ATLAS FastCaloSim and the CMS FastSim, in which the authors report large speed-ups on the calorimeter simulation. Both approaches promote the speed-up by optimizing algorithms for simulating the various components of the calorimeter, but at the expense of sacrificing some of the accuracy of the simulation.

An alternative approach is to employ machine learning techniques to improve the performance of simulations. We are investigating graph-based Generative Models, such as Generative Adversarial Networks, Autoencoders, and Autoregressive models which are able to account for both the irregular geometry of the detector and the sparsity of the readout data. We will present some of our recent results with the usage of the graph-based networks.

Sessão 2 / 38

## Jet RAA and $v_n$ for PbPb 5.02 TeV with JEWEL+v-USPhydro

**Authors:** Fabio Canedo<sup>1</sup>; Jacquelyn Noronha-Hostler<sup>2</sup>; Jorge Noronha<sup>3</sup>; Leonardo Barreto De Oliveira Campos<sup>1</sup>; Marcelo Gameiro Munhoz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Universidade de Sao Paulo (BR)*

<sup>2</sup> *University of Illinois Urbana Champaign*

<sup>3</sup> *University of Illinois at Urbana-Champaign*

**Corresponding Author:** fabio.de.moraes.canedo@cern.ch

The Quark-Gluon Plasma, a new state of matter characterized by its extreme energy density and temperature generated in heavy-ion collision experiments, is expected to modify hard-scattered partons traveling through it and, consequently, the jets they produce. Analyses regarding jets may recover information about the medium and its partonic energy-loss mechanism. This work applies the Monte Carlo event generators JEWEL and PYTHIA for the simulation of observables comparable to current experimental research, focusing on the impact of a realistic description of the medium, provided by the state-of-the-art (2+1)D v-USPhydro code, in the azimuthal distribution and energy modification of jets.

We present the jet nuclear modification factor RAA and anisotropic flow coefficients  $v_n=2,3,4$  for multiple models, centralities and jet radii R. The RAA simulated presents good agreement with experimental data for central collisions only. The evolution of the results in terms of centrality and R indicates a possibility of better understanding of medium response in the JEWEL framework. The realistic hydrodynamics models behave differently to JEWEL's longitudinal-only expansion, mainly in the circumstances where less quenching is expected. The correlation between the jet azimuthal distribution and those generated by soft particles resulted from the realistic medium profiles enables the event-by-event calculation of higher-order jet anisotropic flow coefficients that can be compared to experimental measurements. The simulations show a transverse momentum-dependent elliptic flow  $v_2$  and, for the first time, a positive triangular flow  $v_3$ .

Sessão 3 / 39

## ASICs and Front-end electronics development at USP

**Author:** Marco Bregant<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Universidade de Sao Paulo (BR)*



**Corresponding Author:** marco.bregant@cern.ch

In the past years a collaboration has been set between our group (HEPIC@IFUSP) of the USP Physics Institute and the Sistemas Eletrônicos Integrados group of the USP Polytechnic School (EPUSP), making possible the development of a front-end ASIC, named SAMPA, for the readout of gaseous detectors. The ASIC was originally developed to instrument the new Gas Electron Multiplier (GEM) readout plane of the ALICE Time Projection Chamber, as well as to upgrade the front-end of the Multi Wire Proportional Chamber of the ALICE Muon Tracker, but it soon became the choice for the electronics of other high energy and nuclear physics experiments.

An ASIC represents only a component of a readout system, and big experiments usually embed it into custom Front-End boards, including interfaces to be integrated in their own DAQ system, preventing reuse outside their specific environment. To fulfil an internal demand for gaseous detector readout, and to allow the use of SAMPA by a wider community, the collaboration with the Engineering School continued with a project for the integration of SAMPA into the Scalable Readout System (SRS), a electronic framework developed by the RD51 network, which unites the community working on MicroPattern Gaseous Detector.

We will present the results so far of this project, which has already produced a fully functional and near-final front-end.

On the other hand, microelectronics technology is subject to obsolescence, so we will report on a joint effort with a French group aimed at designing a next generation, finer technology, improved performance and versatile ASIC for the readout of gaseous detector.

Sessão 2 / 40

## Studying the nucleon size with hybrid model simulations of heavy ion collisions

**Author:** João Paulo Picchetti<sup>None</sup>

**Co-authors:** David Dobrigkeit Chinellato<sup>1</sup>; Jun Takahashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *University of Campinas UNICAMP (BR)*

**Corresponding Author:** j265948@dac.unicamp.br

Hybrid simulations, where different models are coupled to simulate the space-time evolution of relativistic

heavy ion collisions, constitute the most modern tools for computational studies of the QGP. In such simulations,

the hydrodynamic code requires an entropy density distribution of the system as an input, and in the process of

converting the two colliding nuclei into such an entropy density profile the notion of nucleon size is inevitably present.

Monte Carlo Glauber based simulations have modeled the nucleons as boosted two-dimensional Gaussians.

The width of the Gaussian,  $w$ , which is associated with the transverse size of the nucleons, is a free parameter of

the simulation, and its best-fit value is usually determined by Bayesian Analysis using experimental data from

RHIC and LHC.

In this work, we study the influence of the choice of the nucleon width in a state-of-the-art hybrid simulation

of heavy ion collisions. We study effects of  $w$  in the initial state characteristics by calculating the number of

participants and binary collisions, the eccentricity harmonics, and total entropy produced in the collision. We

study the effect of the nucleon size on the usual procedure of centrality determination used in computational

simulations of heavy ion collisions, and its impact in final state observables, at the end of the full simulation.

Sessão 1 / 41

## DUNE-BR

**Authors:** Helio da Motta<sup>1</sup>; Orlando L. G. Peres<sup>None</sup>

<sup>1</sup> *Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas*

**Corresponding Authors:** helio@fnal.gov, orlando@ifi.unicamp.br

Apresentaremos o status atual de DUNE e as contribuições brasileiras para o experimento.

Sessão 1 / 42

## Coherent Neutrino-Nucleus Interaction Experiment: Física além do modelo padrão com detectores CCD na usina de Angra 2

**Authors:** Irina Nasteva<sup>1</sup>; Carla Bonifazi<sup>2</sup>

**Co-authors:** Martin Makler<sup>3</sup>; Philipe Mota<sup>4</sup>; Herman P Lima Jr ; Laura Paulucci<sup>5</sup>; Franciole Marinho<sup>6</sup>

<sup>1</sup> *Federal University of Rio de Janeiro (BR)*

<sup>2</sup> *IF-UFRJ*

<sup>3</sup> *CBPF*

<sup>4</sup> *Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas ☒ RJ, Brazil*

<sup>5</sup> *UFABC*

<sup>6</sup> *Universidade Federal de São Carlos*

**Corresponding Author:** irina.nasteva@cern.ch

A física de neutrinos é um dos campos mais ativos da física de partículas, com várias questões fundamentais ainda não respondidas. Nos últimos anos, a detecção do espalhamento elástico coerente de neutrinos em núcleos tem ganhado um forte interesse por ser um dos processos nos quais é possível por um lado observar física além do modelo padrão e por outro permite desenvolver uma nova tecnologia para o monitoramento de usinas nucleares. O Brasil está em posição privilegiada, pois dispõe de um laboratório funcional instalado em um contêiner situado a 30 m do núcleo do reator de Angra 2, condição disponível em poucos países. O experimento CONNIE (Coherent Neutrino-Nucleus Interaction Experiment) que opera no laboratório visa detectar pela primeira vez a interação coerente dos antineutrinos de reator nuclear utilizando detectores CCD (Charge-Coupled Devices) de silício e colocar limites em interações de neutrinos além do modelo padrão. Os grupos brasileiros formam um terço da colaboração CONNIE e atuam em todos os aspectos do experimento, desde a instalação e operações até os níveis mais avançados de análise de dados.

Com os dados, tomados pelo experimento no período 2016-2020 usando um conjunto de 8 CCDs com limiar de detecção de 50 eV, foi possível colocar os limites mundiais mais restritivos para modelos de nova física a baixas energias. Com o intuito de baixar ainda mais o limiar de detecção, dois sensores de última geração, Skipper-CCDs, foram instalados em julho de 2021. Atualmente estamos tomando dados de forma contínua e estável para, por um lado poder caracterizá-los, e por outro poder determinar o espectro de background para um limiar acima de ~10 eV. O plano é adicionar mais sensores Skipper-CCD em breve para aumentar de maneira significativa a sensibilidade de CONNIE às mais baixas energias alcançadas até agora. Desta forma, esperamos poder continuar com a liderança brasileira do CONNIE como um experimento relevante para a física fundamental

de partículas em nível global, contribuindo para o entendimento da física de neutrinos e a busca de física além do modelo padrão.

Sessão 1 / 43

## Contribuição Brasileira em JUNO

**Authors:** Pietro Chimenti<sup>None</sup>; Hiroshi Nunokawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

**Corresponding Author:** pietro.chimenti@uel.br

JUNO (Jiangmen Underground Neutrino Observatory) é um detector polivalente de 20 kton de cintilador líquido atualmente em construção no sul da China a uma distância de cerca 53 km de usinas nucleares e que começará a coleta de dados em 2022. O objetivo principal é a determinação do ordenamento das massas dos neutrinos com mais de  $3\sigma$  após 6 anos de tomada de dados. Por esta razão a alta transparência do cintilador líquido, a alta cobertura (75%) de fotomultiplicadoras e baixos níveis de ruídos permitirão de alcançar a resolução em energia necessária de 3% a 1MeV e exatidão na calibração melhor de 1%. O detector possui um enorme potencial para medidas de precisão dos parâmetros de oscilação dos neutrinos e oferece a possibilidade de detectar neutrinos de outras fontes terrestres ou astrofísicas. A precisão e exatidão na medida de energia será alcançada por meio de um sistema de 18000 fotomultiplicadoras de 20 polegadas (LPMT, “Large PhotoMultipliers”) e outro sistema complementar de 25000 fotomultiplicadoras de 3 polegadas (SPMT, “Small PhotoMultipliers”). Os dois sistemas, trabalhando em conjunto permitirão de realizar a técnica de medida chamada “dupla calorimetria”. Nesta apresentação a contribuição brasileira em JUNO, mais especificamente no sistema SPMT e em relação às medidas de precisão dos parâmetros de oscilação, será discutida.

Sessão 3 / 44

## Tecnologia Gance: Busca e Integração de Dados em Física Experimental de Altas Energias

**Authors:** Ana Clara Loureiro Cruz<sup>1</sup>; Fernando Guimaraes Ferreira<sup>1</sup>; Rodrigo Coura Torres<sup>1</sup>; Carlos Brito<sup>1</sup>; Carolina Niklaus Moreira Da Rocha Rodrigues<sup>1</sup>; Gabriel Aleksandravicius<sup>1</sup>; Gabriel Jose Souza E Silva<sup>1</sup>; Gabriela Lemos Lucidi Pinhao<sup>2</sup>; Gustavo Pires Machado<sup>1</sup>; Jomar Junior De Souza Pereira<sup>1</sup>; Jose Seixas<sup>1</sup>; Leandro Domingues Macedo Alves<sup>3</sup>; Mario Gunter Simao<sup>1</sup>; Pedro Henrique Goes Afonso<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal University of Rio de Janeiro (BR)

<sup>2</sup> LIP - Laboratorio de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (PT)

<sup>3</sup> Universita degli Studi di Udine (IT)

**Corresponding Author:** rodrigo.torres@cern.ch

O Experimento ATLAS produz um volume de dados bastante elevado, devido à sua fina segmentação (maior do que 60 TB/s). Visando sua operação nas condições ainda mais desafiadoras do HL-LHC, o ATLAS passa por um extenso programa de upgrade, que teve sua segunda fase encerrada no início de 2022 e uma nova fase planejada para a partir de 2025. A operação e os novos desenvolvimentos do ATLAS são frutos de uma colaboração que reúne mais de 5.000 membros, sendo que mais de 3.000 cientistas assinam os seus artigos científicos.

Com um experimento do porte do ATLAS, em termos materiais e de colaboradores, um enorme volume de informações de alto nível (inventário de equipamentos, componentes, análises científicas,

artigos publicados, informação de colaboradores, etc.) é produzido. Nas fases iniciais do experimento, estas bases de dados ficavam em sistemas distintos que não se comunicavam, gerando grande dificuldade para a colaboração no acesso à informação.

O projeto Glance foi proposto pela COPPE/UFRJ ainda no período de comissionamento do LHC. Foi projetado para solucionar o problema de busca e integração de dados, através do desenvolvimento de um ambiente de busca que integra várias fontes de informação desenvolvidas com tecnologias distintas. O Glance tornou fácil a integração de diversas bases e a consequente realização de buscas integradas, reduzindo o tempo necessário para os colaboradores encontrarem a informação que desejam.

Devido a flexibilidade planejada em sua concepção, foi possível adaptar o ambiente para diferentes usos, atendendo requisitos de diferentes áreas dos experimentos. Atualmente, o Glance é largamente utilizado pelo ATLAS e por dois outros experimentos do LHC (LHCb e ALICE), sendo responsável por um total de 16 projetos distintos que atingem mais de 6.000 usuários de diferentes perfis (pesquisadores, coordenadores, speakers, etc.) e, por incorporar iniciativas de inovação tecnológica nos sistemas que utilizam o ambiente, participa como um importante elemento integrador neste esforço de upgrade do ATLAS.

Sessão 3 / 46

## Perspectivas para a Estimação de Energia do Calorímetro de Telhas do ATLAS no HL-LHC

**Authors:** Alessa Monay E Silva<sup>1</sup>; Bernardo Sotto-Maior Peralva<sup>2</sup>; Augusto Santiago Cerqueira<sup>1</sup>; Carlos Cardoso Dias<sup>3</sup>; Guilherme Gonçalves<sup>4</sup>; Jose Seixas<sup>4</sup>; Luciano Manhaes De Andrade Filho<sup>1</sup>; Luiz Eduardo Balabram Filho<sup>4</sup>; Mateus Hufnagel<sup>1</sup>; Tiago Quirino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal University of Juiz de Fora (BR)

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro (BR)

<sup>3</sup> UERJ

<sup>4</sup> Federal University of of Rio de Janeiro (BR)

**Corresponding Author:** bernardo.sotto-maior.peralva@cern.ch

O calorímetro de Telhas (TileCal) é o principal calorímetro hadrônico do experimento ATLAS no LHC. No TileCal, aproximadamente 10.000 canais de leitura respondem a cada colisão, e a informação da energia de cada sinal produzido é medida pela estimativa da amplitude do pulso processado e digitalizado. Em condições de operação em alta luminosidade, conforme está previsto para o HL-LHC, o sinal de resposta pode ser distorcido pela presença de sinais provenientes de eventos adjacentes, o que causa o efeito de empilhamento dos sinais. Este efeito degrada a eficiência de métodos lineares comumente utilizados para estimar a energia. Desta forma, este trabalho descreve os métodos lineares tipicamente utilizados para a estimação de energia, de forma online e offline, no TileCal, destacando as suas limitações para operação em condições de empilhamento de sinais prevista para o HL-LHC. Além disso, o programa de atualização do TileCal para o HL-LHC é apresentado destacando as particularidades impostas pelo novo sistema de filtragem do ATLAS, e as oportunidades oferecidas para o uso de métodos de estimação de energia mais complexos. Neste contexto, este trabalho apresenta uma abordagem combinada que utiliza uma rede neural treinada para corrigir o método linear, compensando a informação proveniente do empilhamento de sinais. A eficiência do método atualmente utilizado para estimação online e offline é comparada com o método combinado proposto que pode ser implementado na eletrônica atualizada do TileCal. Adicionalmente, abordagens baseadas em aprendizagem profunda e representação esparsas também têm sido empregadas para condições de operação online e offline. Os resultados mostram que o uso de uma técnica de aprendizado de máquina pode melhorar a resolução de energia considerando as condições de empilhamento de sinal previstas para o HL-LHC.

Sessão 2 / 47

## A Robust Description of Hadronic Decays in Light Vector Mediator Models

**Authors:** Ana Luisa Foguel da Silva<sup>1</sup>; Peter Reimitz<sup>1</sup>; Renata Zukanovich Funchal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Universidade de São Paulo*

<sup>2</sup> *Universidade de São Paulo*

**Corresponding Author:** afoguel@usp.br

Abelian U(1) gauge group extensions of the Standard Model represent one of the most minimal approaches to solve some of the most urgent particle physics questions and provide a rich phenomenology in various experimental searches. In this work, we focus on baryophilic vector mediator models in the MeV-to-GeV mass range and, in particular, present, for the first time, gauge vector field decays into almost arbitrary hadronic final states. Using only very little theoretical approximations, we rigorously follow the vector meson dominance theory in our calculations. We study the effect on the total and partial decay widths, the branching ratios, and not least on the present (future) experimental limits (reach) on (for) the mass and couplings of light vector particles in different models. We compare our results to current results in the literature. Our calculations are publicly available in a python package to compute various vector particle decay quantities in order to describe leptonic as well as hadronic decay signatures for experimental searches.

Sessão 1 / 48

## The ALPHA Experiment: summary of the 2021 Run and contributions of the Brazilian Team

**Author:** Daniel De Miranda Silveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Federal University of Rio de Janeiro (BR)*

**Corresponding Author:** daniel.miranda@cern.ch

The ALPHA experiment aims at precise tests of fundamental Physics, using very-low energy, spatially confined samples of antihydrogen (Hbar) atoms. In 2021 we published the first observation of laser cooling of antimatter atoms, and the reduced temperature of Hbar sample will allow a more precise spectroscopic measurement of the 1S - 2S transition. A comparison with similar measurements performed on Hydrogen atoms represents a very precise test of the CPT symmetry. An improved test foresees trapping of H atoms in the ALPHA trap, where systematic effects inherent to the comparison of measurements carried out in different environments will be dramatically reduced. To address this issue, our team in Rio has built a Penning trap for a low-energy source of H<sup>-</sup> ions; charged particles have now been confined in our trap, and we're currently working towards increasing the lifetime of the trapped sample and the identification of the different ionic species captured in our trap.

Sessão 3 / 49

## Research on Micro-Patterned Gaseous Detectors in Brazil

**Authors:** Geovane Grossi Araujo De Souza<sup>None</sup>; Tiago Fiorini Da Silva<sup>1</sup>; Lucas de Arruda Serra Filho<sup>None</sup>; Marcelo Gameiro Munhoz<sup>1</sup>; Marco Bregant<sup>1</sup>; Thiago Saramela<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Universidade de Sao Paulo (BR)*

**Corresponding Author:** tiago.fiorini.da.silva@cern.ch

This presentation summarizes the research on the developments of Micro-Patterned Gaseous Detectors (MPGDs) conducted at the High-Energy Physics Instrumentation Center of the University of São Paulo (HEPIC-USP). We are exploiting different techniques for developing local expertise to produce Gas Electron Multiplier (GEM). Besides, the search for a deeper understanding of the degradation and aging has revealed new research opportunities on radiation hardness and the choice for better options. Finally, GEM-based sensors' applications produce an enormous potential for technology transfer and interdisciplinary work.

Sessão 1 / 50

## O experimento ALICE do LHC

**Author:** Cristiane Jahnke<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *University of Campinas UNICAMP (BR)*

**Corresponding Author:** cristiane.jahnke@cern.ch

O experimento ALICE foi inicialmente projetado para estudar o chamado Plasma de Quarks e Glúons (QGP, na sigla em inglês), um estado da matéria altamente interagente, onde quarks e glúons não estão confinados nos hádrons. Acredita-se que o Universo primitivo tenha existido em tal estado cerca de  $10^{-6}$  segundos após o Big Bang. O QGP é o fluido mais quente e denso já estudado em laboratório, produzido em colisões de núcleos pesados no LHC, e seu estudo deve gerar avanços significativos no entendimento da interação forte. Ao longo dos anos, o programa de física do ALICE foi estendido, abrangendo um conjunto diversificado de observáveis relacionados à QCD. Na última década, o ALICE tomou dados de Pb-Pb, Xe-Xe, p-Pb e pp a energias da ordem de TeV e passou por importantes atualizações dos seus sistemas de detecção. Nesta apresentação, faremos um relatório geral sobre a participação brasileira recente no experimento, enfatizando como contribuimos para o entendimento das propriedades micro e macroscópicas do QGP, assim como para o programa de atualizações do experimento.

Sessão 3 / 51

## A linha de detectores PIMEGA: detectores de área de contagem de fótons para imagens de raios X

**Authors:** Larissa Helena Mendes<sup>1</sup>; Leticia Rosa<sup>1</sup>; Renato A. N. Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Pitec*

**Corresponding Author:** larissa.mendes@pitec.co

Para acompanhar os avanços científicos sem precedentes das técnicas de raios X utilizando síncrotron de quarta geração, foi necessário extrapolar os limites da tecnologia de detector para sensores capazes de contar fótons a taxas mais elevadas e em uma ampla gama de energias. Atualmente, detectores pixelados com baixo ruído eletrônico, capazes de operar no regime de altas taxas de contagem de fótons, e com alta resolução espacial são atualmente dispositivos importantes e indispensáveis para diversas técnicas experimentais envolvendo luz síncrotron.

Claramente, para explorar todo o potencial científico desses feixes de luz, a tecnologia de contagem de fótons têm demonstrado vantagens significativas. A linha de detectores PIMEGA, que utilizam como base para a leitura de sinais o ASIC Medipix3RX, oferece excelentes características com um tamanho de pixel de  $55 \times 55 \text{ mm}^2$ , baixo ruído de detecção, e alta taxa de contagem de fótons, atendendo as aplicações mais desafiadoras.

O PIMEGA pode ser montado em diferentes configurações geométricas, permitindo se obter um grande intervalo de campos de visão, e ao mesmo tempo manter as suas características em termos de

resolução espacial. O PIMEGA-135D possui 2.4 milhões de pixels distribuídos em 36 ASICs, os quais são arranjados em uma área de 6 x 6 ASICs, de forma coplanar ou sobreposta. Em sua configuração sobreposta, a geometria permite cobrir continuamente a área de interesse, eliminando os gaps entre os módulos de sensores que compõem o detector. O PIMEGA-540D é um detector com 9.4 Mpx constituído de quatro módulos PIMEGA-135D dispostos simetricamente em relação ao eixo central, formando um plano de leitura. Cada módulo é rotacionado de 90 graus relativo ao módulo vizinho, com um gap ajustado de forma a acomodar o feixe central.

Atualmente, diversos experimentos têm empregado os detectores PIMEGA-135D e 540D - em sua configuração planar e sobreposta - em suas medidas, e entre eles citamos a linha Carina (Coherent X-ray Nanoprobe BeAmline) and Cateretê (Coherent and Time-Resolved Experiments). A linha Cateretê foi a primeira linha no Sirius a receber um PIMEGA-540D, e a Carina um PIMEGA-135D. Serão apresentados os resultados da caracterização e resultados experimentais, mostrando as principais características do detector.

Sessão 3 / 52

## Trigger de Múons de Primeiro Nível Assistido pela Calorimetria (TileCal) no Experimento ATLAS

**Authors:** Augusto Santiago Cerqueira<sup>1</sup>; Dayane Gonçalves<sup>2</sup>; Jose Seixas<sup>3</sup>; Luciano Manhaes De Andrade Filho<sup>1</sup>; Pedro Henrique Braga Lisboa<sup>3</sup>; Victor Araujo Ferraz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Federal University of Juiz de Fora (BR)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Juiz de Fora

<sup>3</sup> Federal University of Rio de Janeiro (BR)

**Corresponding Author:** victor.ferraz@cern.ch

Com o aumento da luminosidade no LHC, a taxa de falsos múons (produzidos fora dos vértices de colisão) cresceu de tal modo que a banda passante do experimento poderia ser comprometida. Uma parte significativa da taxa de triggers de múons acontece nas extremidades do detector (tampas - endcaps). Partículas de baixa energia (principalmente prótons) produzem falsos triggers ao atingirem as câmaras detectoras de múons (TGC) nas extremidades. Para a região coberta por  $1,0 < |\eta| < 1,3$ , o uso das camadas D do calorímetro hadrônico de telhas (TileCal), em coincidência com as câmaras de múons interna do TGC, pode reduzir essas taxas de triggers. Para este fim, o sistema TMDB (Tile-Muon Digitizer Board) foi projetado pelas instituições do Cluster ATLAS/Brazil e totalmente desenvolvido no Brasil, incluindo a sua confecção em hardware (tecnologia FPGA). Após sua instalação, comissionamento e operação em 2018, a análise dos dados confirmaram que a incorporação do sistema TMDB no experimento melhorou a taxa de falsos múons no sistema de trigger, resultando em uma redução de 1,5 KHz do uso da banda passante, sem deteriorar significativamente a eficiência da detecção de verdadeiros múons no ATLAS.

Como trabalhos para a Run 3, que iniciará em 2022, novas atualizações do sistema foram necessárias. Primeiro, um novo formato de dados foi concebido para comunicação com o sistema de múons (TGC-Sector Logic). Um envio de "idle words" enquanto não há colisões no detector foram imprescindíveis para a melhora da estabilidade do link de comunicação com o sistema de múons, uma vez que tais palavras re-sincronizam a comunicação entre os sistemas. Outra atualização foi realizada no formato de dados do fragmento enviado para a ROS (ReadOut System) quando ocorre um sinal de aceite do nível 1 (L1 Accepted), incluindo a detecção de sinais na célula D5. Anteriormente existiam apenas a informação de detecção da célula D6 e da soma entre as células D5 e D6. Algoritmos novos de detecção estão sendo testados, como filtros de Wiener e redes neurais convolucionais (CNN) e recorrentes (RNN) do tipo LSTM (Long Short-Term Memory). Para a Run 3, também foi executado um novo cálculo (atualização) dos coeficientes dos filtros casados, algoritmo de detecção atualmente em operação no sistema TMDB.

Sessão 2 / 53

## Resultados e previsões de processos de produção exclusiva para o experimento LHCb

**Authors:** Anderson Kendi Kohara<sup>1</sup>; Daniel Ernani Martins Neto<sup>None</sup>; Murilo Santana Rangel<sup>2</sup>; Eduardo Basso<sup>None</sup>; Victor Goncalves<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *UFRJ-Brazil*

<sup>2</sup> *Federal University of Rio de Janeiro (BR)*

<sup>3</sup> *Universidade Federal de Pelotas*

**Corresponding Author:** murilo.rangel@cern.ch

Comparações entre resultados do experimento LHCb e previsões teóricas para produção exclusiva do méson vetorial  $J/\psi$  em colisões pp e PbPb serão apresentadas. Também discutiremos perspectivas de análises de dados propostas para o experimento LHCb em trabalhos de fenomenologia relacionados à Física difrativa.

Sessão 2 / 54

## Astropartículas como uma importante fonte de estudo para a violação da invariância de Lorentz

**Author:** Rodrigo Guedes Lang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *ECAP-FAU*

**Corresponding Author:** rodrigo.lang@fau.de

A invariância de Lorentz é uma das principais simetrias que governam o Modelo Padrão de partículas elementares. Todavia, diversos modelos teóricos para uma grande unificação acomodam ou até mesmo impõe certo nível de violação da invariância de Lorentz (VIL). Efeitos significativos são esperados apenas nas mais altas energias. Astropartículas estão entre os eventos mais energéticos conhecidos no Universo, chegando a energias algumas ordens de magnitude maiores que as atingidas em aceleradores na Terra. Somado a isso, estas partículas percorrem longas distâncias, potencializando possíveis efeitos. Com isso, experimentos atuais de astrofísica de partículas possuem precisão experimental suficiente para ocupar um papel de liderança na busca por sinais de VIL. Neste trabalho, apresentarei uma revisão dos recentes esforços para se testar VIL utilizando astropartículas. Em particular, tratarei do caso de raios gama TeV medidos com telescópio atmosférico de luz Cherenkov e do caso de fótons e raios cósmicos de altíssima energia medidos pelo Observatório Pierre Auger.

Sessão 2 / 55

## Indirect Dark Matter Searches with Gamma-ray Observatories

**Author:** Aion Viana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *IFSC-USP*

**Corresponding Author:** aion.viana@ifsc.usp.br

Astrophysical observations of high-energy gamma-rays play a crucial role in the exploration of non-thermal phenomena in the Universe in their most extreme and violent forms. It can also provide unique information about exotic Particle Physics phenomena beyond the Standard Model of Particle Physics, which complements the studies performed at particle accelerators such as the Large Hadron Collider (LHC). For instance, an intense gamma-ray production might be expected from the annihilation of non-baryonic dark matter in dense environments. Therefore one of the main goals



of gamma-ray astronomy is to observe structures in which dark matter is expected to be highly concentrated, such as the dwarf spheroidal galaxies of the Local Group and the Galactic Centre, in order to detect a possible annihilation signal. Several observation campaigns were launched by ground-based Cherenkov telescopes and gamma-ray telescopes embarked on satellites towards these objects. In the absence of clear signals, constraints on the dark matter particle annihilation cross-section have been derived in different particle physics scenarios expecting to produce both a continuum and a line-like gamma-ray flux. A highlight of the most recent and sensitive results of Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes (H.E.S.S., MAGIC and VERITAS) and Fermi-LAT telescope is presented. Lastly, in the light of the future Cherenkov Telescope Array (CTA) and the Southern Wide-Fielded Gamma-ray Observatory (SWGGO), the prospects and strategies in the search for dark matter annihilation signals are discussed.

Sessão 1 / 56

## Main results of the Pierre Auger Observatory and prospects for the upgrade AugerPrime

**Authors:** Carola Dobrigkeit<sup>None</sup>; for the Pierre Auger Collaboration<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** carola@ifsc.unicamp.br

The Pierre Auger Observatory is the largest facility ever constructed to study ultrahigh-energy cosmic rays. Its main goal is to get clues about the nature and origin of the highest-energy cosmic rays observed so far - above  $10^{18}$  eV. The Auger Observatory is situated at a privileged location in the Argentinean pampas, near the town of Malargüe ( $35.2^\circ\text{S}$ ) at 1400 m above sea level. Two complementary techniques are exploited to detect air showers induced by primary cosmic rays of extreme energies impinging on Earth and interacting in the atmosphere: surface detector and fluorescence telescope arrays, covering an area of  $3000 \text{ km}^2$ . Over the years, new detectors and facilities have been installed to enrich the quality of the measurements.

Operated by an international collaboration of about 400 scientists from 100 institutions in 17 countries, the Auger Observatory has continuously taken data since 2004. Brazilian scientists participate in the Auger Collaboration since its beginning in 1995 and count with the support of RENAFEA since the creation of the network.

The experimental data gathered by the Auger Observatory measuring cosmic rays, photons, and neutrinos to high-energy particle interactions have challenged our understanding of the Universe at the highest energy frontier. In parallel, the data have allowed setting limits to phenomena predicted from different theories, such as axions, superheavy dark matter particles, and Lorentz invariance violations.

Recently, the Observatory has produced ground-breaking results in astrophysics, such as the first detection of an anisotropic signal and the measurement of the energy spectrum with unprecedented resolution showing unknown structures.

In this talk, we will report the main results already obtained and highlight the future of the Pierre Auger Observatory with the new detectors for the upgrade AugerPrime in course. AugerPrime focuses on achieving mass-composition sensitivity for each air shower measured by its upgraded surface detector through multi-hybrid observations. The participation of the Brazilian community will also be addressed.

Sessão 2 / 57

## Prospects for the detection and spectral characterization of BLLacs with the CTA extragalactic survey

**Authors:** Luiz Augusto Stuani Pereira<sup>None</sup>; Edivaldo Moura Santos<sup>1</sup>; vitor de souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo

<sup>2</sup> ifsc-usp

**Corresponding Author:** gutostuani@hotmail.com

The Cherenkov Telescope Array (CTA) is the next-generation ground-based observatory for gamma-ray astronomy, covering a very broad energy range from 20 GeV to beyond 100 TeV. In this work, we are probing the potential of the CTA observatory, through its planned extragalactic survey, in detecting BL Lac sources. The population of these AGNs is being simulated according to a luminosity function tuned in the GeV energy range to the Fermi-LAT data and extrapolated to the TeV region assuming different spectral shapes at the source. We also account for the absorption of the VHE gamma-ray flux in the extragalactic medium due to the interaction with the Extragalactic Background Light (EBL). Both northern and southern sites are included in the study with telescope effects consistent with the instrument response functions (IRFs) of the final array configurations and the telescope inclination. A total of 1000 h of exposure time is simulated in order to scan a region covering 25% of the sky using a celestial grid of equally spaced points.

Sessão 3 / 58

## Development of the Slow Controller of the RPC System Link for LS2 Update of the CMS/HL-LHC Experiment

**Author:** Fabio Marujo<sup>1</sup>

**Co-authors:** Behzad Boghrati<sup>2</sup>; Gilvan Augusto Alves<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CBPF - Brazilian Center for Physics Research (BR)

<sup>2</sup> Institute for Research in Fundamental Sciences (IR)

**Corresponding Author:** fabio.marujo.da.silva@cern.ch

The upgrade phase II of the RPC Link system is ongoing to meet all requirements for the HL-LHC. Capability to work in a high radiation environment, improvement of timing resolution, and increasing the incoming rate capability of system and output bandwidth of system are the main goals of this project. In this project, the new RPC Back-End electronics which is a new scope in this era also will be responsible to receive the hits and sending them to the next Muon Track Finder Layers. Additionally, the new link system must be controlled by the new version of Slow Controller. The distribution of the TTC clock and fast trigger commands, setting the FEB's thresholds, reconfiguration of the Link system FPGAs, and reading the Link system Status are the main functionalities of the new Slow Controller. It should be notice that the new Slow Controller will be controlled by the RPC online software. In this project, we are going to define all necessary functions of the new Slow Controller in more detail. All of these functions will be implemented into the FPGA. In the first step, we will study all necessary functions requested by the new Link system. Then, these functions are translated to the corresponding firmware and implemented into the FPGA and equipment for high-speed data communications. In parallel, the necessary software routines will be developed on the RPC online software. Finally, the proper functionality of the control and communication chain will be surveyed.

Sessão 2 / 59

## Simulation and data analysis in astroparticle physics

**Authors:** Luan Arbeletche<sup>1</sup>; Vitor de Souza<sup>2</sup>; Carola Dobrigkeit Chinellato<sup>None</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Física de São Carlos

<sup>2</sup> Instituto de Física de Sao Carlos, Universidade de Sao Paulo

**Corresponding Author:** luan.arbeletche@gmail.com

One of the main concerns of experimental astroparticle physics is to characterize and measure the fluxes of different particle species of cosmic origin that arrive at Earth. In the most energetic regimes (above  $10^{15}$  eV for the charged component of cosmic rays and  $10^{11}$  eV for gamma rays), only arrays of detectors deployed at the ground and with large collection areas (hundreds to thousands of  $\text{km}^2$ ) reach the sensibility required to study these particles. In such facilities, the properties of the cosmic rays are inferred after the observation of the cascades of particles and radiation they induce in the atmosphere – the so-called extensive air showers. This process of deconvolution of shower observables into the characteristics of the primary particle depends on the description of how shower particles interact with and radiate into the atmosphere. In this scenario, the present contribution is a compilation of results obtained through Monte Carlo simulations of extensive air showers and the study of their observables. The results aim at the improvement of data-analysis techniques as well as the proposal of new ones. In particular, the simulations allowed for a study of the depth of shower maximum, an important quantity for the determination of the mass composition of the primary cosmic-ray spectrum. The Cherenkov-light emitted by shower electrons, an important source of signal for optical detectors, is also a subject of analysis. An ongoing study of extreme fluctuations of the longitudinal profiles of the extensive air showers is discussed as well.

Sessão 3 / 60

## Instrumentation for the Cherenkov Telescope Array

**Authors:** Marcelo A. Leigui de Oliveira<sup>1</sup>; for the CTA Consortium<sup>None</sup>

<sup>1</sup> *Federal University of ABC*

**Corresponding Author:** leigui@ufabc.edu.br

The Cherenkov Telescope Array (CTA) will be the world's next generation of very high energy gamma-ray telescopes, composed of more than 100 telescopes installed in both hemispheres, with one of the sites in La Palma, in the Canary Islands, and another in Paranal, in northern Chile. The CTA is formed by an international consortium with more than 1,500 members from more than 150 institutes in 25 countries. The three classes of CTA telescopes will provide broad coverage in the energy spectrum, ranging from 20 GeV to 100 TeV, that is, capturing gamma rays whose energies are billions to trillions of times greater than those of visible light. The CTA aims to improve the current angular resolution and energy sensitivity by about an order of magnitude in the search for sources of gamma radiation in the universe.

In this talk, we present a summary of Brazilian efforts on the project and installation of CTA telescopes.

**Keywords:** Astroparticle physics, Gamma astronomy, Telescopes.

Sessão 3 / 61

## Brazilian Contribution to Instrumentation in the ALPHA Experiment

**Author:** Daniel De Miranda Silveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Federal University of Rio de Janeiro (BR)*

**Corresponding Author:** daniel.miranda@cern.ch

The ALPHA Collaboration currently operates 2 different experimental apparatus for antihydrogen (Hbar) studies: ALPHA-2 is dedicated to precision spectroscopic measurements (both in the optical and in the microwave regions of the spectrum) while ALPHA-g was designed for gravitational experiments. In this talk, I will review some of the recent contributions of the Brazilian team to the

instrumentation in both of the experimental systems. One of the examples is the design and (local) manufacture of custom opto-mechanical parts for the ALPHA-2 power build-up cavity (a critical sub-system for enhancing the interaction between the laser beam and the Hbar sample). Another contribution was the complete design of a system for introduction of microwaves into the ALPHA-g apparatus: these can be used for spectroscopic measurements and for precise measurements of the local magnetic field in the trapping region (using Electron Cyclotron Resonance). I will also discuss our current interests in the local design and manufacture of superconducting magnets, for future experiments both at Rio and at CERN.

**Sessão 1 / 62**

## **Abertura**

**Sessão 2 / 63**

## **Imaging the gluons (and quarks) in a nucleus using high-energy photons**

**Author:** Spencer Robert Klein<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Lawrence Berkeley National Lab. (US)*

**Corresponding Author:** srklein@lbl.gov

When observed with high-energy probes, atomic nuclei are complex objects. The number of quarks and gluons, and their distribution within the nucleus vary depending on the energy and virtuality of the probe used to measure them. In this talk, I will discuss the use of high-energy photons, from either ultra-peripheral collisions (UPCs) of heavy nuclei, at RHIC and the LHC, and at the proposed U. S. electron-ion collider (EIC) to image the quarks and gluons within the nucleus. I will discuss the measurement techniques and current data, and offer some projections for the future.

**Sessão 2 / 64**

## **Astro- and Particle Physics with High-energy Messengers of the Universe**

**Author:** Ralph Richard Engel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *KIT - Karlsruhe Institute of Technology (DE)*

**Corresponding Author:** ralph.engel@cern.ch

An overview of recent progress in high-energy astroparticle physics is given by discussing a number of key observations and puzzles. The interplay of astrophysics and particle physics needed for understanding these phenomena is illustrated and open questions, motivating new experimental and theoretical work, are pointed out.

**Sessão 2 / 65**

## **Física com Experiências de Oscilações de Neutrinos**

**Author:** Andre de Gouvea<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** degouvea@northwestern.edu

Eu vou discutir a importância da descoberta da massa do neutrino e o potencial das experiências de oscilações de neutrinos para revelar mais sobre a física além do modelo padrão.

**Sessão 3 / 66**

## **Mesa Redonda: Física Experimental de Altas Energias e Tecnologias Associadas**

Quais são os possíveis caminhos de cooperação entre a Física de Altas Energias e as empresas brasileiras?

**Sessão 4 / 67**

## **Perspectivas de Financiamento da Ciência no Brasil com o FNDCT**

**Author:** Marcelo Silva Bortolini de Castro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Diretor da DRCT da FINEP*

**Sessão 4 / 68**

## **Apresentação da Proposta de um Projeto Nacional de Física de Altas Energias Experimental**

**Author:** Leandro Salazar De Paula<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Federal University of Rio de Janeiro (BR)*

**Corresponding Author:** leandro.de.paula@cern.ch

**Sessão 4 / 69**

## **Apresentação e Discussão do Capítulo 2**

**Authors:** Ana Amelia Machado<sup>1</sup>; Anderson Fauth<sup>None</sup>; Andre Massafferri Rodrigues<sup>2</sup>; Antonio Vilela Pereira<sup>3</sup>; Carla Bonifazi<sup>4</sup>; Felipe Silva<sup>3</sup>; Irina Nasteva<sup>5</sup>; Luis Miguel Domingues Mendes<sup>None</sup>; Marco Lisboa Leite<sup>6</sup>; Sandro Fonseca De Souza<sup>3</sup>; Tiago Fiorini Da Silva<sup>6</sup>; Ulisses Barres<sup>7</sup>

<sup>1</sup> *UNICAMP*

<sup>2</sup> *CBPF - Brazilian Center for Physics Research (BR)*

<sup>3</sup> *Universidade do Estado do Rio de Janeiro (BR)*

<sup>4</sup> *IF-UFRJ*

<sup>5</sup> *Federal University of Rio de Janeiro (BR)*

<sup>6</sup> *Universidade de Sao Paulo (BR)*

<sup>7</sup> *Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas*

**Corresponding Authors:** munhoz@if.usp.br, vitor@ifsc.usp.br, aameliabm@gmail.com, irina.nasteva@cern.ch, mendes@lip.pt, sandro.fonseca@cern.ch, tiago.fiorini.da.silva@cern.ch, fauth@unicamp.br, andre.massafferri.rodriques@cern.ch, antonio.vilela.pereira@cern.ch, carla.bonifazi@gmail.com, felipe.silva@cern.ch, marco.leite@cern.ch, ulisses@cbpf.br

Sessão 4 / 70

## **Apresentação e Discussão do Capítulo 3**

**Corresponding Author:** seixas@lps.ufrj.br

Sessão 4 / 71

## **Apresentação e Discussão do Capítulo 4**

**Corresponding Authors:** gilvan.augusto.alves@cern.ch, sandra.padula@cern.ch

Sessão 1 / 72

## **Participação da colaboração LHCb**

**Author:** Alvaro Gomes Dos Santos Neto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *CBPF - Brazilian Center for Physics Research (BR)*

**Corresponding Author:** alvaro.gomes.dos.santos.neto@cern.ch

A colaboração LHCb opera um dos detetores no acelerador LHC do CERN e conta com a participação brasileira desde 1998. O grupo brasileiro, formado por pesquisadores do CBPF, PUC-Rio, UFRJ e UNB, tem atuado em todas as etapas de preparação, construção e operação do equipamento. Serão apresentadas as atividades desenvolvidas durante o ano de 2021.

Sessão 4 / 73

## **Fechamento da Discussão do Projeto Nacional**

Sessão 2 / 74

## **Interação estado final em decaimentos hadronicos de 3 corpos no LHCb: mecanismos para entender a Violação de CP decaimentos de mésons B e D**

**Author:** Patricia Magalhaes<sup>None</sup>

**Co-authors:** Ignacio De Bediaga Hickman <sup>1</sup>; Tobias Frederico <sup>2</sup>

<sup>1</sup> CBPF - Brazilian Center for Physics Research (BR)

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Aeronautica

**Corresponding Author:** patricia.camargo.magalhaes@cern.ch

A partir de modelos de interação de estado Final em decaimentos de três corpos hadronicos, podem explicar a violação de CP (CPV) em alta e baixa massa nos decaimentos de  $B \rightarrow hhh$ . Recentemente, também mostramos que o resultados de CPV observado pelo LHCb na diferença entre  $D0 \rightarrow KK$  e  $D0 \rightarrow \pi\pi$  pode ser compreendido se incluirmos uma amplitude que acopla  $\pi\pi$  com  $KK$  no estado final e respeita a simetria CPT. Nessa colaboração Teórico/experimental os modelos fenomenológicos que desenvolvemos são aplicados na análise dos dados do LHCb.

Sessão 3 / 75

## The MARTA Project in AugerPrime: RPCs to detect muons in the Pampa

**Author:** Pedro Jorge Assis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LIP

**Corresponding Author:** pedjor@lip.pt

The Pierre Auger Observatory aims to answer several questions about the energy, nature, and origin of ultra-high energy cosmic rays. It also aims at understanding the physics governing the interactions of such cosmic rays with matter present in the atmosphere by studying the physics governing the cascade processes involved. For these studies, identifying the muon content of the air showers created in the atmosphere is of the utmost importance. In a partnership between Portugal and Brazil, we are building a small array of MARTA stations. Each station includes RPCs produced in Portugal and Brazil to detect charged particles. We will address the design and the most relevant detector features that will improve the accuracy of the muon measurement in air showers.

Sessão 2 / 76

## Entropias não aditivas, mecânica estatística não extensiva, e física de altas energias e plasmas

**Author:** Constantino Tsallis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CBPF

Foi proposta em 1988 uma generalização da mecânica estatística de Boltzmann-Gibbs (BG) usando como base uma entropia não aditiva  $S_q$ , cujo índice  $q$  é um numero real ( $q=1$  recupera a mecânica estatística de BG). Esta generalização tem encontrado muitas aplicações em física de altas energias e plasmas. Após uma breve introdução, apresentamos um resultado obtido por Deppman, Mejias e Menezes (PRD 2020). Trata-se de uma relação obtida de primeiros princípios no quadro da teoria de Yang-Mills / QCD que fornece  $q$  em termos do número de cores e do número de sabores. Esta relação reproduz satisfatoriamente os valores de  $q$  (respectivamente  $8/7$  e  $10/9$ ) observados em experimentos de colisões próton-proton no LHC, assim como resultado anterior no quadro de SU(3) (Walton e Rafelski, PRL 2000). Bibliografia acessível em <http://tsallis.cat.cbpf.br/biblio.htm>