



Matéria e antimatéria: como uma bailarina girando em frente ao espelho  
Matter and antimatter: like a ballerina spinning in front of the mirror

*GpexDC-Uniso\**

*\*Participaram dos processos de pesquisa e redação para esta reportagem os seguintes membros do Grupo de produção experimental em Divulgação Científica da Universidade de Sorocaba: André Fidalgo, Andressa Nogueira, Alexandre Meiken, Aline Albuquerque, Antony Isidoro, Francine Corrêa, Isa Feijó, Pâmela Ramos, Rodrigo Honorato e Vanessa Ferranti, sob coordenação e com a edição do professor mestre Guilherme Profeta, em parceria com a Rede Nacional de Física de Altas Energias (Renafae).*

*O texto a seguir é uma publicação da revista bilingue Uniso Ciência, da Universidade de Sorocaba, para fins de divulgação científica.*

*The following story is part of the bilingual magazine Science @ Uniso, published by the University of Sorocaba, for the purpose of scientific outreach.*

*Acesse aqui a edição completa/  
Follow the link to access  
the full magazine:*



**PARCERIA • PARTNERSHIP**

## **ATRAVÉS DO ESPELHO**

e o que nós encontramos por lá: O inverso da matéria

## **THROUGH THE LOOKING-GLASS**

and what we found there: The opposite of matter

**Por/By: GpexDC-Uniso\***  
**Foto/Photo: José Neto**

**Modelo/Model: Luísa Rocha Lara**  
**Consultoria Técnica do Curso de Dança/  
Uniso's Undergraduate Dance Program:**  
**Profa. Ma. Maria da Graça Giraldi Gonçalves/M.A.**

*GpexDC-Uniso\**

*\*The following members of Uniso's Group for experimental writing on Science Communication (GpexDC-Uniso) took part in the research and writing processes for this story: André Fidalgo, Andressa Nogueira, Alexandre Meiken, Aline Albuquerque, Antony Isidoro, Francine Corrêa, Isa Feijó, Pâmela Ramos, Rodrigo Honorato, and Vanessa Ferranti, coordinated and edited by professor Guilherme Profeta, in partnership with Renafae, the Brazilian National Network of High Energy Physics.*

*Como sensores de silício — análogos aos que você tem na câmera do seu smartphone — estão ajudando pesquisadores a compreender de que é feito o nosso universo e como é a rotina dos cientistas brasileiros que procuram entender a antimatéria num dos principais experimentos do LHC, o maior colisor de partículas em operação no mundo*

Dentro de 27 km de tubos metálicos altamente instrumentados, sob a fronteira da Suíça com a França, feixes de prótons — uma das partículas elementares que constituem os núcleos dos átomos — giram rapidamente. E por “rapidamente”, nós queremos dizer muito rapidamente: cada próton completa mais de 11 mil voltas por segundo, chegando bem próximo à velocidade da luz, antes de se chocar com outros prótons vindo no sentido oposto. Dadas as proporções, esse choque é tão intenso que os prótons se estilhaçam em várias outras partículas, de vários tipos, semelhantes àquelas que existiram logo após o Big Bang, ou seja, a ocasião do próprio nascimento do universo. Muitos cientistas se ocupam em estudar essas colisões, inclusive muitos brasileiros; o problema é que muitas dessas partículas são tão instáveis que elas logo se transformam em outras (o que os pesquisadores chamam de decaimento) e, por isso, é preciso registrar os produtos desse decaimento logo após o choque entre os feixes de prótons.

Ao longo dessa estrutura colossal, que integra o LHC (Large Hadron Collider, na sigla em inglês), o maior colisor de partículas do mundo, são quatro os principais experimentos em operação: o ALICE, o ATLAS, o CMS e o LHCb, cada um voltado a responder suas próprias questões acerca da constituição de todas as coisas. Desses, é o último que tenta entender “o que foi que aconteceu depois do Big Bang que permitiu que a matéria sobrevivesse até hoje, dando forma ao universo em que nós habitamos”, conforme divulgação oficial.

“O LHCb é um dos quatro maiores e mais conhecidos experimentos conduzidos no LHC. Um dos seus objetivos é registrar o decaimento de um tipo específico de partículas: os mésons B, que podem nos ajudar a entender a diferença entre a matéria e a antimatéria”, explica o doutor em Física Leandro Salazar de Paula, coordenador do Laboratório de Física de Partículas Elementares do Instituto de Física da Universidade

*How silicon sensors — analogous to the ones you have within your smartphone’s camera — are helping researchers to understand what our universe is made of, and what is the routine of Brazilian scientists trying to understand antimatter in one of the major experiments at LHC, the largest particle collider in operation in the world*

Within 27 kilometers (around 16 miles) of highly instrumented metal tubes, under the borders of Switzerland and France, beams of protons — one of the elementary particles that make up atomic cores — spin rapidly. And by “rapidly”, we mean real fast: each proton completes more than 11,000 rotations per second, almost reaching the speed of light, before clashing with other protons coming in the opposite direction. Given the proportions, the shock is so intense that the protons shatter into various other particles of various kinds, similar to those that existed shortly after the Big Bang, namely the occasion of the birth of the universe itself. Many scientists are concerned with studying these collisions, including many Brazilians; the problem is that many of these particles are so unstable they soon turn into other particles (what the researchers call decay), so it is necessary to record the byproducts of this decay right after the clash of proton beams.

Along this colossal structure, which integrates the Large Hadron Collider (LHC), the world’s largest particle collider, there are four main experiments in course: ALICE, ATLAS, CMS, and LHCb, each one aimed at answering their own questions about the constitution of all things. It is the last one that tries to understand “what happened after the Big Bang that allowed matter to survive and build the Universe we inhabit today”, according to the official statement.

“LHCb is one of the four largest and best known experiments conducted at the LHC. One of its goals is to record the decay of a specific kind of particles: B mesons, which can help us understand the difference between matter and antimatter”, explains one of the Brazilians involved in recording these particles at the LHC, Leandro Salazar de Paula, who holds a doctorate degree in Physics, and is the coordinator of the Particle Physics Lab (Laboratório de Física de Partículas Elementares, in

Federal do Rio de Janeiro (IF-UFRJ), um dos brasileiros envolvidos no registro dessas partículas no LHC.

### EM BUSCA DA ANTIMATÉRIA

Na literatura e no cinema, ela já foi chamada de a fonte de “energia do futuro”. Em Anjos e Demônios (2009), o filme baseado no romance homônimo, de Dan Brown, diz-se que ela é “mil vezes mais poderosa do que a energia nuclear” e que “alguns gramas bastariam para suprir a energia de uma grande cidade durante uma semana”. Ao fim da projeção, contudo, ela é usada simplesmente como explosivo, iluminando os céus de Roma. As empreitadas em busca da antimatéria — e suas possíveis aplicações — já motivaram inúmeras obras de ficção científica, mas o que os pesquisadores brasileiros da UFRJ e do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) — assim como da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) — estão fazendo na Suíça está longe de ser ficção.

**“ Se uma bailarina faz uma pirueta no sentido horário, quem a observar por meio de um espelho a verá rodando no sentido anti-horário. Isso também ocorre quando olhamos para um elétron e um pósitron: o primeiro gira no sentido anti-horário, enquanto a antipartícula gira no sentido horário. ”**

**“ If a ballet dancer pirouettes clockwise, anyone who is watching through a mirror will see her turning counterclockwise. This also happens when we look at an electron and a positron: the first one rotates counterclockwise, while the antiparticle rotates clockwise. ”**

Segundo o doutor em Física Ignácio Bediaga, presidente do Conselho Técnico Científico da Rede Nacional de Física de Altas Energias (Renafae), a antimatéria é como se fosse o reflexo da matéria num espelho. “Se uma bailarina faz uma pirueta no sentido horário”, exemplifica ele, “quem a observar por meio de um espelho a verá rodando no sentido anti-horário. Isso também ocorre quando olhamos para um elétron e um pósitron (como é chamado o antielétron): o primeiro gira no sentido anti-horário, enquanto a antipartícula gira no sentido horário.” Suas cargas elétricas, da mesma forma, possuem polaridades opostas: enquanto um elétron tem carga elétrica negativa, o pósitron tem carga positiva.

Portuguese) at the Federal University of Rio de Janeiro’s Institute of Physics (IF-UFRJ, acronym in Portuguese).

### LOOKING FOR ANTIMATTER

In literature and in cinema, it has been called the source of “energy of the future”. In Angels & Demons (2009), the film based on Dan Brown’s homonymous novel, it is said that it is “a thousand times more powerful than nuclear power”, and that “a few grams would suffice to supply the energy to a large city for one week”. At the end of the projection, however, it is used simply as an explosive, lighting up the skies of Rome. Endeavors in search of antimatter — and its possible applications — have already motivated countless works of science fiction, but what Brazilian researchers from UFRJ and the Brazilian Center for Physical Research (CBPF) — as well as the Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro (PUC-Rio), and the Federal University of Triângulo Mineiro (UFTM) — are doing in Switzerland is far from being sci-fi.

According to Ignácio Bediaga, who also holds a doctorate in Physics, and is the president of the Scientific Technical Council of the National Network of High Energy Physics (Renafae, acronym in Portuguese), antimatter is like the reflection of matter in a mirror. “If a ballet dancer pirouettes clockwise,” he says, “anyone who is watching through a mirror will see her turning counterclockwise. This also happens when we look at an electron and a positron (as the anti-electron is called): the first one rotates counterclockwise, while the antiparticle rotates clockwise.” Likewise, their electrical charges have opposite polarities: while an electron has a negative electric charge, the positron has a positive

Essa propriedade que diferencia uma partícula de uma antipartícula é chamada de conjugação de carga e paridade, ou simplesmente CP.

Sabe-se, no entanto, que algumas partículas conseguem violar essa propriedade — ou seja, elas apresentam outras diferenças além do sentido de rotação e da polaridade da carga. São, portanto, assimétricas. Um dos poucos exemplos de violação de CP ocorre associado a uma partícula chamada quark b, e entender melhor como se dá esse fenômeno pode, no fim das contas, ajudar a responder uma das grandes perguntas da Física contemporânea: por que existe mais matéria do que antimatéria no universo?

Acredita-se que matéria e antimatéria tenham surgido simultaneamente durante o Big Bang, a explosão cósmica que deu origem ao espaço-tempo (e, conseqüentemente, ao universo como nós o conhecemos). “Uma descrição simplificada da história do universo seria a seguinte: no início, houve uma explosão que deu origem a pares formados por uma partícula e sua antipartícula. Ou seja, foram criadas matéria e antimatéria, em quantidades iguais. Com o passar do tempo, os pares de partícula e antipartícula deveriam se reencontrar e se aniquilar. Dessa forma, não deveríamos ter matéria no universo, pois todas as partículas criadas deveriam ter se aniquilado, ou ao menos deveria haver uma quantidade igual de matéria e de antimatéria”, explica Paula. Contudo, não foi isso que aconteceu; cerca de 14 bilhões de anos depois do Big Bang, a matéria é muito mais abundante do que a antimatéria e nós simplesmente não sabemos o porquê.

A única explicação possível é que matéria e antimatéria tenham, de fato, propriedades diferentes. “Desde 1964, sabemos que isso ocorre, que quarks e antiquarks se comportam de forma ligeiramente diferente, mas essa diferença não é igual para todos os quarks. O que tem a maior diferença de comportamento é o quark b e, por essa razão, o seu estudo é o que tem maior possibilidade de indicar uma resposta para o problema.”

“Essa questão é seguramente um dos maiores problemas da Física na atualidade”, complementa Bediaga. “Por isso, devemos modificar alguns pontos nas leis atuais da Física, de forma a sermos capazes de explicar esse enorme problema que é o desaparecimento

charge. This property which differentiates a particle from an antiparticle is called conjugation of charge and parity, or simply CP.

However, it is known that some particles can violate this property — which means they have other differences besides the direction of rotation and the polarity of charge. Therefore, they are asymmetrical. One of the few examples of CP violation occurs with a particle called quark b, and a better understanding of how this phenomenon takes place can ultimately help answering one of the greatest questions of contemporary Physics: why is there more matter than antimatter in the universe?

It is believed that matter and antimatter appeared simultaneously during the Big Bang, the cosmic explosion that originated spacetime (hence the universe as we know it). “This would be a simplified description of the history of the universe: in the beginning, there was an explosion that originated pairs formed by a particle and its corresponding antiparticle. Namely, matter and antimatter were created in equal quantities. Over time, particle and antiparticle pairs should encounter and annihilate each other. Therefore, we should not have matter in the universe, because all the created particles should have been annihilated, or at least there should be an equal amount of matter and antimatter”, explains Paula. However, this is not what happened; about 14 billion years after the Big Bang, matter is much more abundant than antimatter and we just do not know why.

The only possible explanation is that matter and antimatter have different properties. “Since 1964, we know that this actually happens, that quarks and antiquarks behave slightly differently, but this difference is not the same when it comes to every quark. The one which has the biggest difference in behavior is the quark b, and for that reason its study is the most likely to indicate an answer to the problem.”

“This question is surely one of the biggest issues in Physics today”, Bediaga goes on. “Therefore, we must change some things in the current laws of Physics, in order to be able to explain this huge problem that is the

do ‘espelho do universo’, que seria a antimatéria”. Ele explica que a importância de realizar estudos com esses mésons reside justamente na ampliação do conhecimento sobre os fenômenos que envolvem a antimatéria: “a compreensão das suas múltiplas desintegrações e a dinâmica associada a elas interessa não só pelo estudo do que já sabemos, mas pelo descobrimento de novas fontes de assimetria, em outras reações além daquelas que já conhecemos”.

### SENSORES DE SILÍCIO: DOS COLISORES DE PARTÍCULAS À CÂMERA DO SEU CELULAR

Para chegar a essas respostas sobre a constituição do universo e a proporção entre matéria e antimatéria, um dos equipamentos essenciais é o detector de vértices, cuja função é identificar a trajetória daquelas partículas que são geradas após uma colisão. “Em geral, são criadas várias partículas ao mesmo tempo. Essas partículas se afastam do ponto de criação, cada uma descrevendo uma trajetória. A origem de todas essas trajetórias é chamada de vértice. O subdetector responsável por determinar onde fica esse ponto é chamado de detector de vértices e, no caso do LHCb, esse detector se chama VeLo (da sigla em inglês para Vertex Locator)”, explica Paula.

A cada segundo de operação no LHCb, nada menos do que 40 milhões de colisões entre prótons podem ocorrer. A tarefa do VeLo é identificar as partículas geradas, separando os mésons B das demais e identificando qual foi o caminho percorrido por elas. Tudo isso durante um tempo muitíssimo curto — na verdade, 40 vezes menos do que um milionésimo de um milionésimo de segundo. Além disso, antes de se transformar em outras partículas, os mésons B percorrem apenas alguns centímetros, o que significa que os detectores precisam estar próximos ao feixe de partículas. “Dentre todos os o subdetectores de vértices já construídos, o VeLo é o que opera mais próximo do ponto de colisão, com sensores de silício posicionados ao redor, a apenas 7 milímetros”, ele acrescenta.

Esses sensores de silício não são exatamente uma novidade e nem mesmo uma exclusividade de grandes experimentos científicos. Na verdade, é muito possível que você tenha alguns agora mesmo, perto de você. “Os detectores feitos de silício podem ser construídos em diferentes tamanhos e formas. Podem detectar partículas

disappearance of the ‘mirror of the universe’, which would be antimatter.” He explains that the importance of studying these mesons lies precisely in expanding the knowledge about phenomena involving antimatter: “comprehending their multiple disintegrations and the dynamics associated with them is interesting not only when it comes to studying what we already know, but also to discover new sources of asymmetry, in other reactions besides those that already are known to us.”

### SILICON SENSORS: FROM PARTICLE COLLIDERS TO THE CAMERA ON YOUR PHONE

To reach these answers about the constitution of the universe and the proportion between matter and antimatter, one of the essential equipment is the vertex detector, whose function is to identify the trajectory of those particles generated after a collision. “In general, several particles are created at the same time. These particles move away from the point of creation, each one following its own trajectory. The origin of all these trajectories is called a vertex. The sub-detector responsible for determining where that point is located is called a vertex detector, and, in the case of LHCb, this detector is called VeLo (Vertex Locator)”, explains Paula.

No less than 40 million collisions between protons can occur every second at LHCb. VeLo’s task is to identify the generated particles, separating the mesons B from the others and identifying the path they traveled. All these things take place in a very short time — in fact, 40 times less than a millionth of a millionth of a second. Also, before turning into other particles, the mesons B travel only a few centimeters, which means that the detectors need to be close to the particle beam. “Considering all the vertex sub-detectors already built, VeLo is the one that works closest to the collision point, with silicon sensors positioned around it, just 7 millimeters away”, he adds.

These silicon sensors are not exactly a novelty nor exclusive of big scientific experiments. In fact, it is quite possible that you have some of them right next to you, right now. “Detectors made of silicon can be assembled in different sizes and shapes. They can detect charged particles, but they can also detect light, as those in digital

carregadas, mas podem também detectar luz, como nas câmeras fotográficas digitais e as dos próprios celulares, por exemplo. Na verdade, o fato de esses detectores serem leves e pequenos foi o que permitiu a existência de câmeras fotográficas tão compactas e ágeis”, destaca o pesquisador, lembrando que sensores desse tipo estão presentes, também, em scanners usados para a segurança de aeroportos e são usados até mesmo para estudar a estrutura de edificações.

Naturalmente, esse não é o único exemplo de como as tecnologias empregadas para os estudos das colisões de partículas podem estar presentes, também, em nosso cotidiano. “Talvez as pessoas não percebam no dia a dia o quão próximas estão da Física Experimental de Partículas”, acrescenta Diego Figueiredo, doutor em Física pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), que atualmente participa de um dos outros quatro principais projetos do LHC, o detector CMS. “Pode-se comparar o nosso trabalho à Fórmula 1: as equipes desenvolvem tecnologia de ponta para competir e, em alguns casos, essas tecnologias são adaptadas para a indústria automotiva. O mesmo ocorre na pesquisa em ciência pura, cujo desenvolvimento tecnológico é imprescindível e pode gerar inovações para a sociedade”, diz ele, elencando algumas dessas inovações tecnológicas, como novos materiais tolerantes à radiação, sensores mais precisos e eficientes, novos chips eletrônicos desenvolvidos em larga escala, a optoeletrônica (circuitos que utilizam luz), sistemas de processamento computacional em nível global e muitos outros. “Tudo isso melhora a vida das pessoas diretamente, nos campos da instrumentação médica, da aviação, das comunicações e da computação, sem contar aquele que acredito ser o maior legado, que é a formação de pessoal e os vínculos científicos formados em diferentes níveis.”

No Brasil, voltando especificamente aos detectores de silício aplicados à detecção de partículas, há um longo histórico de trabalho no LHC, com sólidas perspectivas para o futuro. A ideia é que sensores cada vez mais rápidos e eficientes continuem sendo desenvolvidos, especialmente com a chegada da atualização do LHC — o chamado *upgrade* — que resultará em feixes de partículas mais intensos, demandando equipamentos que suportem radiação e temperaturas mais elevadas.

cameras and cell phones, for example. Actually, it was the fact that these detectors are light and small that has allowed the existence of such compact and agile cameras in the first place”, says the researcher, recalling that this kind of sensor is also present in scanners used for airport safety, and are even used to check the structure of buildings.

This is certainly not the only example of how technologies used to study particle collisions can also be present in our daily lives. “People may not realize on a daily basis how close they are to particle experimental Physics”, says Diego Figueiredo, who holds a doctorate in Physics from the State University of Rio de Janeiro (UERJ), and currently takes part in one of the other four major projects at the LHC, the CMS detector. “You may compare our work to Formula One auto racing: their teams develop leading-edge technology to compete and, in some cases, these technologies are adapted to the automotive industry. The same thing happens with pure scientific research, whose technological development is indispensable and can also generate innovations for society”, he says, listing some of these technological innovations, such as new materials tolerant to radiation, more accurate and efficient sensors, new electronic chips developed in large scale, optoelectronics (circuits that use light), computational processing systems on a global level, and many others. “These things improve people’s lives directly, in the fields of medical instrumentation, aviation, communications, and data processing, not to mention the ones I believe to be the greatest legacies, which are the training of personnel, and different levels of scientific networking.”

In Brazil, specifically regarding silicon detectors applied to the detection of elementary particles, there is a long work history at the LHC, with solid perspectives for the future. Increasingly fast and efficient sensors are supposed to be developed continuously, especially with the upcoming upgrade of the LHC, which will result in more intense particle beams, thus requiring equipment that supports more radiation and higher temperatures.

### YEARLONG ROUTINE

The LHC operates in a twelve-month cycle which comprises, for most of the year, periods for data collection

### ROTINA ANUAL

O LHC opera num ciclo de doze meses que compreende, na maior parte do ano, períodos de tomadas de dados acrescidos de alguns dias reservados ao desenvolvimento operacional e à calibração. Sempre no começo de cada ano, dois a quatro meses são reservados para as correções e as melhorias, “uma espécie de revisão anual”, como diz Paula.

“Durante os ciclos de tomada de dados, o detector — no nosso caso, o LHCb — tem de manter todos seus sub-detectores em operação. Para poder coletar dados de todas as colisões, o VeLo deve estar sempre em condições ideais. Para garantir que não haja falhas, temos os piquets, que são pesquisadores com treinamento específico que acompanham a tomada de dados realizando plantões de uma semana. Temos vários pesquisadores brasileiros desempenhando tal função. Durante essa semana, eles consultam regularmente os parâmetros técnicos (voltagens, corrente, temperatura etc.) dos sensores do VeLo e atuam sempre que algum deles sai do padrão. Essa pessoa também carrega um celular ligado 24 horas por dia e é chamada se algum alarme do VeLo é acionado. Quando isso ocorre, ele tem a função de corrigir o erro. Isso pode eventualmente ser feito remotamente, mas pode exigir um deslocamento imediato para o local do experimento”, explica.

Vale lembrar que o VeLo é formado por 44 sensores de silício em formato de semicírculo. Os feixes de partículas aceleradas passam pelo centro e, até que elas estejam devidamente estabilizadas, os sensores ficam posicionados a uma distância segura. Só então os detectores são aproximados mecanicamente, para identificar as trajetórias das partículas geradas pelas colisões. Finalmente, cada um dos sensores envia as suas medidas para um computador central que controla o VeLo. E não há uma única trajetória para cada colisão, de modo que 40 milhões de colisões equivalem a 1,6 bilhão de registros de trajetórias. É preciso não apenas garantir que o sistema esteja apto a registrar toda essa informação, mas também que os detectores estejam resistindo aos danos inerentes à operação. É um trabalho que exige monitoramento constante.

“As partículas detectadas são um tipo de radiação, e, como tal, causam danos ao detector”, conta Paula.

plus a few days reserved for operational development and calibration. Always at the beginning of each year, two to four months are reserved for corrections and improvements, “a kind of annual review”, as Paula puts it.

“During the data collection cycles, the detector — in our case, the LHCb — must keep all its sub-detectors in operation. In order to collect data from all collisions, VeLo must always be in optimal condition. To ensure that there are no flaws, we have the piquets, which are researchers with specific training who accompany data collection performing one-week shifts. We have several Brazilian researchers performing this role. During this week, they regularly consult VeLo sensors’ technical parameters (voltage, current, temperature, etc.), acting whenever any of them deviates from standard. This person also carries a cell phone 24 hours a day, and is called if any VeLo alarm is triggered. When this happens, he or she is responsible for correcting the error. This may eventually be done remotely, but may require going immediately to the experiment’s premises”, he explains.

It is worth remembering that VeLo is formed by 44 silicon sensors shaped as a semicircle. The beam of accelerated particles travels through the center and, until it is properly stabilized, the sensors are positioned at a safe distance. Only then the detectors are mechanically approximated in order to identify the trajectories of the particles generated by the collisions. Finally, each of the sensors sends their measurements to a central computer that controls the VeLo. And there is not a single trajectory for each collision, which means that 40 million collisions are equivalent to 1.6 billion trajectory records. It is necessary not only to ensure that the system is capable of recording all this information, but also that the detectors are resisting the inherent damage due to the operation. It is a task which requires constant monitoring.

“The particles detected are a kind of radiation, and as such they cause damage to the detector”, tells Paula. “We must control these damages, act to reverse them when possible, or decide to replace the detector when we run out of solutions. As an eventual replacement can only occur during the halt at the beginning of the

“Devemos controlar esses danos, agir para revertê-los quando possível ou decidir substituir o detector quando não há outra solução. Como uma eventual substituição só pode ocorrer na parada do início de ano, não podemos correr o risco de ter sensores parando de funcionar no meio da tomada de dados. Para isso, fazemos estudos continuados sobre a evolução do comportamento dos sensores, para poder prever as substituições com antecedência. Outro problema é entender como as respostas do detector estão sendo comprometidas, para poder corrigir suas medidas.”

É esse monitoramento contínuo que evita acidentes e garante que os pesquisadores envolvidos entendam cada vez melhor os pormenores da detecção de partículas. “O monitoramento é uma atividade essencial para o aprimoramento dos detectores”, conclui.

Já há quase 30 anos, desde 1990, diversos grupos brasileiros de várias universidades e centros de pesquisa — entre os quais estão as equipes de pesquisadores da UFRJ e do CBPF — contribuem para os experimentos conduzidos no LHC. Especificamente em relação ao LHCb, os pesquisadores vêm participando tanto da construção dos detectores quanto das análises de dados obtidos em si. O CBPF, por exemplo, tem três projetos importantes: o primeiro relacionado à análise de dados envolvendo matéria e antimatéria; outro envolvendo a computação em grid, com 1.500 núcleos de processamento dedicados a contribuir com a rede internacional de processamento e armazenamento de dados do LHC; além da atuação no próprio upgrade, particularmente na instrumentação do detector de fibras cintilantes — um equipamento que, tal qual o detector de silício, tem como objetivo a detecção de trajetórias, porém cobrindo uma área maior —, num projeto que envolve um pesquisador dedicado, seis estudantes de pós-graduação e um técnico. Já quanto aos detectores de vértice, há pesquisadores brasileiros da UFRJ trabalhando nessa área desde 1993. Atualmente, a colaboração engloba tanto a operação do VeLO atual quanto a participação na construção do novo VeLO, que entrará em operação após o upgrade.

year, we cannot risk having sensors stopping working in the middle of the data collection. So we do continuous studies on the evolution of sensor behavior, in order to predict replacements in advance. Another problem is to understand how the detector’s responses are being compromised, in order to correct its measurements.”

It is the continuous monitoring that avoids accidents and ensures researchers understand the details of particle detection more and more. “Monitoring is an essential activity for the improvement of detectors”, he concludes.

For almost 30 years, since 1990, several Brazilian groups from several universities and research centers — including the research teams from the UFRJ and the CBPF — contribute to the experiments conducted at the LHC. Especially when it comes to LHCb, researchers have been taking part both in the construction of the detectors and the analysis of obtained data. CBPF, for example, has three important projects: the first one related to data analysis involving matter and antimatter; another involving grid computing, with 1,500 processing cores dedicated to contributing to LHC’s international data processing and storage network; besides the operation regarding the upgrade itself, particularly involving the instrumentation of the scintillating fiber detector — an equipment that, such as the silicon detector, has the goal of detecting trajectories, but covering a larger area — in a project involving a dedicated researcher, six graduate students, and one technician. As for vertex detectors, there have been Brazilian researchers from UFRJ working in this area since 1993. Currently, the collaboration comprehends both the current VeLO operation and the participation in the construction of the new VeLO, which will be on after the upgrade.



Foto/Photo: José Neto

Localização do câmpus da Uniso é privilegiada, junto a uma ampla área verde  
Uniso's campus is in a privileged location, next to an extensive green area