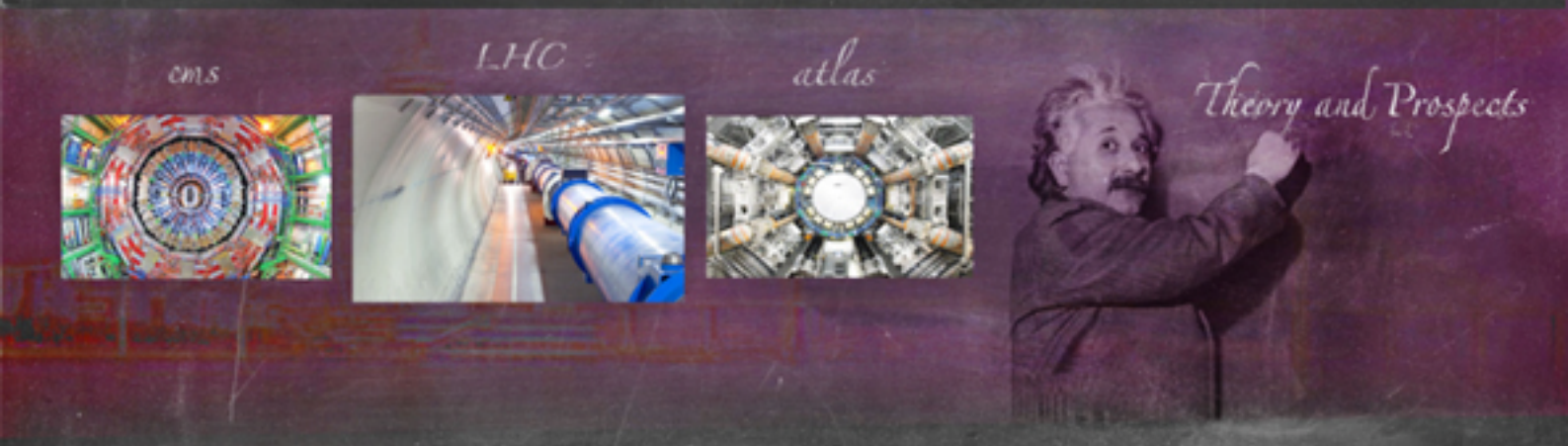
EDIÇÃO
4
FEVEREIRO
2011

LIP News



LHC
after one year of operation
Symposium

Tantas Teses!

Duas páginas completas deste boletim dedicadas a teses de doutoramento LIP

LHC - um ano de dados

nesta edição

A Casa - o espaço físico do LIP P.2
Simpósio LHC em Dezembro P.4
Little Bangs no ATLAS/LHC P.6
primeiros dados de iões pesados
Escola e Workshop IDPASC 2010 P.7

Ficha Técnica:

Agostinho Gomes
Conceição Abreu
Carlos Manuel
Catarina Ortigão
Catarina Quintans
Florbela Rego
Helena Santos
João Gentil
João Pina
João Varela
Margarida Fraga
Mário Sousa
Michele Gallinaro
Pasquale Musella
Pedro Abreu
Ruben Conceição
Rui Pereira
Sofia Andringa

EDITORIAL:

Segurança no LIP

por Catarina Quintans

Há uns meses, no outono do ano passado, fomos surpreendidos com um mail do secretariado sobre uma formação de segurança no trabalho, aqui no LIP. Não havia motivo para alarme, o LIP não se tornou de repente um local mais perigoso que antes – esta formação passou a ser obrigatória para os "trabalhadores", de acordo com uma lei aprovada em 2009. Como a lei não considera que bolseiros ou quaisquer outros associados com salários pagos por outrém (que não o LIP) sejam "trabalhadores", a obrigatoriedade só contempla os contratados LIP...

A formação esteve a cargo de uma empresa externa, e realizou-se em Outubro e Novembro de 2010 no LIP-Lisboa. Além do módulo obrigatório, que contempla a segurança e higiene no trabalho de forma genérica, houve também sessões de dois outros módulos de formação, um sobre primeiros-socorros, e o outro sobre prevenção e actuação em caso de incêndio. A frequência do curso foi a esperada, com mais formandos presentes nas sessões obrigatórias que nas facultativas.

Fui daqueles que só assistiram à sessão obrigatória. Tenho de admitir que estava "de pé atrás". Trabalhar sentada a uma secretaria, frente a um computador, não pode ser assim tão perigoso, certo? Certo! Durante toda uma manhã ouvimos sobre as precauções normais que devemos tomar, que são basicamente as ditadas pelo senso comum. Os tópicos mais específicos, sobre as condições de iluminação ideais, postura na cadeira e face ao monitor de computador, foram os que me pareceram mais úteis, por não serem tão óbvios. Infelizmente, nem sempre podemos tê-los em conta da forma mais apropriada, devido aos constrangimentos do espaço físico do LIP.

Esta formação é tempo perdido? Não me parece. A verdade é que nos permite reflectir, por um momento que seja, sobre as nossas condições de trabalho. A maior parte de nós chegámos ao LIP como estudantes, e se calhar nem nos passou pela cabeça questionar questões de segurança, iluminação, postura e conforto – mesmo quando tínhamos frio no gabinete, a imagem no monitor às vezes tremia, as caixas empilhadas na estante por detrás do nosso assento ameaçavam cair a qualquer momento... Pois bem, saibam que é responsabilidade do trabalhador (todo, e não apenas o contratado) actuar se o que está em causa é a segurança dele e dos outros. O nosso gabinete nao é só um sítio por onde passamos o tempo de uma bolsa. É um espaço de vida, que habitamos e de que devemos apropriar-nos. As situações que nos incomodam provavelmente têm uma solução simples, que só não foi ainda adoptada porque ninguém pensou nisso antes... Se todos fizermos esse esforço, o LIP tornar-se-à sem dúvida um espaço melhor e mais seguro.

O insólito aconteceu durante a defesa da tese do João Gentil. Devido a um problema eléctrico, a defesa teve de prosseguir na sala do júri, na reitoria da UL.

Tantas teses!

Nestes últimos meses foram defendidas imensas teses por colaboradores do LIP, não só de doutoramento mas também teses de mestrado. Este facto é de tal forma óbvio que tivemos de dar-lhe o devido destaque na capa deste boletim. Este é um indicador positivo do impacto do instituto. Tem sido regra deste boletim publicar os resumos de todas as teses de doutoramento defendidas -- isso não significa porém que consideremos as teses de mestrado como menos importantes. Abaixo, publicamos o resumo da tese de mestrado de um nosso jovem colega. Na impossibilidade de publicá-las todas, queremos ainda assim referir outras recentemente defendidas: João Espadanal, Leonardo Pedro, João Pela, Márcia Quaresma, Mário Sargedas e Gonçalo Silva.

Euroskills 2010, campeonato europeu das profissões

por Agostinho Gomes

De 9 a 12 de Dezembro de 2010 realizou-se em Lisboa, na FIL, a 2ª edição do Euroskillls – Campeonato Europeu das Profissões, com a presença de concorrentes, peritos e jurados representando 31 países e 50 saídas profissionais. Em paralelo com a competição, que atraiu várias dezenas de milhares de visitantes, houve um conjunto de stands de divulgação de várias profissões incluindo a vertente das profissões científicas onde o LIP esteve representado, com um stand englobado no espaço do Ciência Viva. No stand do LIP o atractivo principal foi a câmara de faíscas, que chamou muitos jovens e adultos. No nosso stand os visitantes tiveram a oportunidade de ouvir falar de partículas e detectores, manusear cintiladores e fibras ópticas, ou ver um filme sobre a participação portuguesa na construção do detector Tilecal do ATLAS, e de fazer muitas perguntas sobre o que viam e sobre o trabalho dos cientistas.

Uniformidade da resposta em energia do calorímetro hadrónico Tilecal de ATLAS a muões cósmicos

Tese de mestrado de Mário Sousa

27 de Setembro 2010, Universidade de Lisboa

Numa altura em que o mundo anda à procura do bosão de Higgs no CERN, é necessário que os decaímentos desta partícula sejam medidos com precisão. O calorímetro hadrónico TileCal de ATLAS foi optimizado para medir a energia e posição de jactos de partículas com momento transverso elevado possibilitando assim, por exemplo, a medida do decaímento $H \rightarrow bbar$. É ainda importante no cálculo da energia transversa em falta para decaímentos com produção de neutrinos como $H \rightarrow W^{+}W^{-}$.

A calibração da escala electromagnética do calorímetro feita em testes com feixe é a principal contribuição para a escala de energia destes jactos. Anteriormente às colisões no LHC, só podíamos recorrer aos raios cósmicos como fonte de partículas de alta energia, nomeadamente muões, para certificar esta calibração.

Utilizando muões cósmicos determinei a resposta em energia do TileCal, que apontou para uma possível má calibração entre as camadas do detector, e alarguei a cobertura no ângulo azimutal obtendo uma cobertura total dos módulos para a camada mais interna (camada A) com uma uniformidade de 5% (requisito do TileCal 10%).

A casa

por Conceição Abreu e João Varela

O LIP vai fazer 25 anos! Foi criado em Maio de 1986. Vamos dar vida própria a esta personagem e desde já informamos que só nos vamos referir à que vive em Lisboa, pois como sabem há um irmão que vive em Coimbra.

Até Janeiro de 1987 o LIP viveu em casa de familiares, no então denominado Instituto de Física Matemática (IFM), dependente do INIC, e agora chamado Complexo Interdisciplinar II (CII) da UL. Nesse tempo, os elementos do LIP eram 5 e ocupavam um gabinete razoável. Usufruíam das infra-estruturas locais (biblioteca, auditório, centro de cálculo, colegas, cumplicidades e amizades). Àqueles cinco físicos de partículas juntaram-se entretanto três elementos do Centro de Física Nuclear da Universidade de Lisboa (CFNUL) e também estudantes de licenciatura, mestrado e doutoramento da FCUL, IST, ISEL ...

Estava na hora do LIP arranjar a sua casa própria, uma vez que no IFM era difícil não só encaixar todos num território coerente como também albergar um grupo que se regia por estatutos de uma Associação sem fins lucrativos. Assim, entre as múltiplas tarefas que se impunham a estes jovens que queriam começar uma vida nova, punha-se a de encontrar uma casa com as condições necessárias para acolher cerca de uma vintena de físicos e engenheiros, pessoal técnico e administrativo. Foram incumbidos de tal tarefa, ou voluntariaram-se (já não nos lembramos bem), os assinantes desta história, Conceição Abreu e João Varela, que deram o seu melhor. Esta missão contou com a ajuda preciosa da Fátima Loureiro, que conhecia muita gente e tinha amigos por todo o lado, inclusive numa agência imobiliária. Nós definimos as necessidades: um espaço entre 250 e 400 m2, com gabinetes, sala para laboratório, sala de reuniões e uma localização geográfica que não penalizasse a maioria dos lipianos que eram docentes maioritariamente na FCUL e IST.

Não foi fácil encontrar o ninho, visitámos uma boa dezena de casas, até que por fim encontrámos um andar da Av. Elias Garcia 14, como se impunha o 1º(!), que reunia um mínimo de condições geográficas e técnicas. Situação verificada in loco pelo então presidente, com funções suspensas por ser presidente da JNICT, o nosso colega José Mariano, que numa hora de almoço de certo dia veio ver se tínhamos razão e dar o sim final. O contrato não foi imediato, ao senhorio não agradava transformar um apartamento normal num LIP, mas penso que boas referências nossas lhe chegaram, dadas através do colega Mário Pimenta, e fomos aceites como inquilinos.

A casa tinha naquele tempo uma arrumação diversa. Na sala que é hoje dos informáticos ficou instalado o laboratório de electrónica; e a cozinha era multi-usos, desde biblioteca a sala de reuniões, e cozinha quando necessário. Óbvio que naquele tempo havia necessidades que entretanto desapareceram, como um sala para ler bandas magnéticas!!! A administração e secretariado ocupavam muito menos espaço, e nós estávamos como hoje, em gabinetes partilhados por 3 ou 4!

E assim começámos uma vida própria que já vai em 25 anos. A urgência ditou esta solução e até hoje cá continuamos, apesar de ter havido algumas tentativas de mudança, como foi um edifício no LNEC, no IST e ultimamente no ITN integrado no Projecto Física-N.

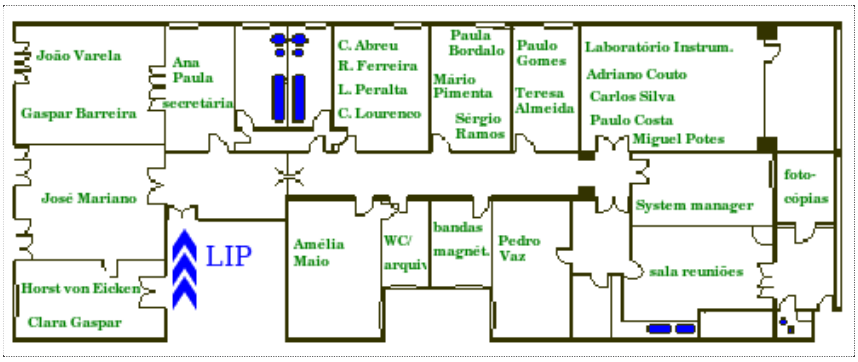


Figura: Distribuição dos gabinetes do LIP nos anos 80.

Calibração e desempenho do calorímetro de telhas (TileCal) de ATLAS com muões cósmicos

Tese de doutoramento de João Gentil

27 de Janeiro de 2011, Universidade de Lisboa

O ATLAS é um dos detectores desenvolvidos para o acelerador LHC, e o calorímetro de telhas cintilantes (TileCal) é o seu calorímetro hadrónico na região central ($|z| < 6$ m). O TileCal tem como principal objectivo a reconstrução dos jactos e da energia transversa em falta. Em particular, os muões que atravessam o detector ATLAS vão perder energia ao longo da sua trajectória e a medição da energia perdida no TileCal é importante para atingir a melhor precisão na medida do momento.

O meu doutoramento decorreu durante o "commissioning" pré-colisões (2005-2009) do detector ATLAS, quando as únicas partículas de alta energia (HEPs) disponíveis eram os muões cósmicos. Utilizei estes muões para estudar a resposta em energia e em tempo do TileCal. De forma a atingir-se a correcta medição da energia, um dos primeiros passos é estabelecer a escala de energia electromagnética (escala EM). Isto foi feito antes do "commissioning", utilizando testes com feixes de partículas (2000-2003) e as ferramentas de calibração do TileCal. Durante o "commissioning", já na caverna de ATLAS, apenas são utilizadas as ferramentas de calibração. Por isso durante este período os muões cósmicos, sendo estes HEPs, foram fundamentais para a validação da escala EM. No meu trabalho utilizo apenas quantidades medidas (energia) e reconstruídas (caminho atravessado) no TileCal. A perda de energia em MeV/mm é utilizada na certificação e os resultados mostram que a escala EM é estabelecida com uma precisão melhor que 8%.

O tempo não é uma quantidade naturalmente associada a calorímetros. Porém, no TileCal esta é uma quantidade que influencia a precisão na medição da energia. O ruído de fundo, visto que não é proveniente das colisões, não está sincronizado com os sinais de colisões, e por isso o tempo da medição pode ser utilizado para o rejeitar (como é o caso dos muões cósmicos durante as colisões). Atrasos em tempo podem identificar partículas massivas estáveis previstas em modelos para além do modelo padrão. Por tudo isto é necessário que o TileCal tenha as suas 5000 células (com 2 PMTs cada) sincronizadas. Com esse fim implementei um método para sincronizar as células do TileCal que utiliza os muões cósmicos e mede o balanço entre a diferença de tempo entre células e o tempo de voo dos muões. O método demonstrou ter uma resolução da ordem de 1 ns e as constantes de tempo obtidas mostraram uma precisão melhor do que 2 ns.

As colisões p-p (ou Pb-Pb) são o modo de operação de qualquer detector do LHC. Porém, o trabalho desenvolvido durante a fase pré-colisões foi fundamental para o sucesso demonstrado no desempenho dos diferentes detectores desde o inicio das colisões. O trabalho desenvolvido utilizando muões cósmicos poderá ainda ser importante no futuro, durante as paragens do LHC, por serem as únicas HEPs disponiveis para podermos investigar o estado dos diferentes detectores do LHC.

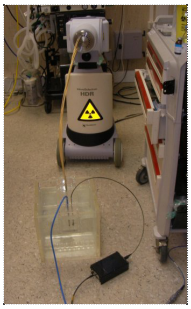
A minha tese encontra-se em **http://repositorio.ul.pt/handle/10451/2454**

Tese de doutoramento de Florbela Rêgo

20 de Setembro de 2010, Universidade de Lisboa

O dosímetro desenvolvido nesta tese baseia-se na utilização de fibras ópticas cintilantes de plástico, cujo sinal de cintilação é conduzido por uma fibra não-cintilante até um fotodetector de estado sólido onde é lido. Os cintiladores plásticos apresentam muitas vantagens como dosímetros, entre as quais se destaca a sua semelhança radiológica com a água. No entanto, os dosímetros de cintilador plástico desenvolvidos até agora tinham o seu sistema de leitura de sinal essencialmente baseado em fotomultiplicadores, que requerem uma alta tensão de alimentação para além de outra electrónica associada, o que os torna de utilização menos prática em ambiente clínico. Neste aspecto a utilização de fotodetectores de estado sólido no sistema de leitura representa uma inovação que traz grandes vantagens. Não requer alta tensão de alimentação e a leitura é feita directamente por um electrómetro, que normalmente já existe no hospital para a leitura das câmaras de ionização usadas no controlo de qualidade dos feixes de radiação clínicos.

O dosímetro desenvolvido pelo grupo do LIP e a que se deu o nome de "DosFib" é formado por uma fibra óptica de plástico cintilante de 5 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro e que está acoplada a uma fibra óptica de plástico não cintilante que pode ter até vários metros de comprimento. A leitura do sinal luminoso é feita por um fotodiodo da Hamamatsu a funcionar sem tensão de polarização. Devido às reduzidas dimensões da fibra óptica de plástico cintilante utilizada, este dosímetro tem uma boa resolução espacial, apresentando também uma boa sensibilidade, o que permite a sua utilização com feixes clínicos em Radiologia e Braquiterapia.



Testes do DosFib no Hospital de Santa Maria, em Lisboa.

Nos testes efectuados em ambiente clínico no Serviço de Radioterapia do Hospital de Santa Maria em Lisboa verificou-se que os resultados obtidos com o DosFib concordavam com os obtidos com a câmara de ionização usada como dosímetro padrão, o que abre a porta para uma possível utilização futura do DosFib em ambiente clínico.

Métodos de reconstrução e testes com o detector RICH de AMS - Sensibilidade a medidas de isótopos leves e procuras de matéria escura

Tese de doutoramento de Rui Pereira

27 de Setembro de 2010, Universidade Técnica de Lisboa

O Espectrómetro Magnético Alfa (AMS), cuja versão final AMS-02 será instalada na Estação Espacial Internacional em 2011 por um mínimo de 3 anos, é um detector projectado para medir os espectros de raios cósmicos carregados com energias até à região do TeV e com capacidade de detecção de fotões de alta energia até algumas centenas de GeV. Está equipado com diversos subsistemas, um dos quais é um detector RICH de focagem aproximada com um radiador dual (aerogel+NaF) que fornece medidas fiáveis de velocidade e carga.

Um protótipo do RICH foi construído, tendo sido sujeito a vários testes entre 2002 e 2003. Um método para reconstrução de carga a partir de sinais de cintiladores foi desenvolvido e foram obtidos resultados para dados de teste de feixe. O procedimento para a determinação da produção de luz em sete amostras de aerogel a partir de dados de teste de feixe, conducente à escolha do radiador final, foi estudado em detalhe.

Em 2008 o detector AMS-02 foi montado no CERN sem o seu magneto, e foi exposto ao fluxo natural de raios cósmicos. Foram obtidos resultados para a produção de luz do aerogel do RICH, e estes foram comparados com os resultados de simulações e da extrapolação de resultados do protótipo.

Estudos complementares foram efectuados no quadro das simulações de AMS. Métodos de reconstrução de eventos de AMS sem informação do detector de traços foram estudados. As capacidades do detector para separação de massa foram avaliadas para os canais de isótopos leves (H, He, Be) e antideuterão/antiprotão, e as suas implicações para a física de raios cósmicos foram brevemente discutidas.

O Sistema de Controlo do ATLAS/TileCal

Tese de doutoramento de João Pina

21 de Janeiro de 2011, Universidade de Lisboa

O detector ATLAS é um dos dois detectores genéricos do Large Hadron Collider (LHC), um acelerador protão-protão, actualmente na fase de tomada de dados no CERN. A energia do centro de massa das colisões durante o ano passado foi de 7 TeV e a luminosidade da ordem de $L = 2x10^{32}\ cm^{-2}s^{-1}$. O LHC apresenta um largo espectro de medidas que vão deste medidas de precisão do Modelo Padrão até à descoberta de novos fenómenos físicos.

O trabalho apresentado na minha tese foi realizado no âmbito do projecto de desenvolvimento, optimização e certificação do Sistema de Controlo do Detector (DCS) do Calorímetro Hadrónico TileCal, um dos subdetectores da experiência ATLAS. Este sistema tem como principal função monitorizar e controlar as fontes de baixas tensões, o sistema de altas tensões e o sistema de arrefecimento da electrónica envolvida, garantindo uma operação do detector coerente e segura.

Outro estudo apresentado na tese consiste na optimização e validação do método de calibração hadrónica local. Para a realização deste estudo foram utilizados dados obtidos com feixe de piões no teste combinado de ATLAS, realizado em 2004.

Simpósio LHC: o LHC após um ano de operação

por Michele Gallinaro

O Large Hadron Collider (LHC) no CERN, em Genebra, tem colidido feixes de protons a uma energia de centro-de-massa de 7 TeV. Após muito anos de preparação, engenharia, construção e teste, o colisionador entrou em funcionamento no fim de 2009. As duas maiores experiências, ATLAS e CMS, têm adquirido dados com alta eficiência desde então, e os primeiros resultados de física foram já apresentados em várias conferências internacionais. O LIP tem estado envolvido em ambas as experiências, desde as fases de construção e teste até à análise de dados.

Com vista à abordagem dos tópicos de física relevantes para o LHC e ao envolvimento da comunidade científica portuguesa, uma série de seminários foi organizada com o título "Seminários LHC: no caminho para a descoberta". Esta série pretendeu ser o fórum para uma discussão produtiva dos vários temas, alargada às comunidades da física de altas energias experimental e teórica. Os seminários têm-se realizado todos os meses no IST desde 2008. Pretende-se que a interacção não se limite apenas ao LIP e ao IST, mas antes que permita a participação de estudantes e investigadores séniores também de outras instituições. Investigadores e cientistas de todo o mundo foram convidados a vir a Portugal, dar o seu ponto de vista sobre as oportunidades e perspectivas que se abrem com o LHC, com particular destaque para os interessantes tópicos de física que aí serão explorados. Os temas abordados nos seminários incluiram a descrição dos métodos e técnicas experimentais usadas nas análises específicas das várias experiências do LHC. Porque aprendemos sempre valiosas lições fazendo a comparação com experiências passadas, os resultados de outras experiências foram discutidos em detalhe e com frequência. Após o início do funcionamento do LHC, os primeiros resultados de física foram apresentados nos seminários, constituindo uma excelente oportunidade para interagir directamente com os especialistas e estabelecer uma "ligação directa" à origem dos resultados científicos.

Na sequência da série de seminários sobre o LHC, e por ocasião de completar-se o seu primeiro ano de funcionamento, vários membros do LIP organizaram um simpósio comemorativo. O simpósio realizou-se em Lisboa em 29 de Novembro de 2010, com quatro convidados, figuras-chave do programa de física ao longo de muitos anos, que apresentaram uma panorâmica do alcance científico do projecto, e lembraram as primeiras etapas da construção do LHC: Lyn Evans (LHC), Peter Jenni (ATLAS), Jim Virdee (CMS) e Michelangelo Mangano (Teoria). Cada orador teve 30 minutos para descrever perante uma audiência variada a sua experiência pessoal e falar sucintamente da sua participação na montagem deste enorme esforço cooperativo. Lyn Evans, que pode ser considerado o "pai" do LHC, descreveu os passos que levaram desde a concepção da máquina até às primeiras colisões. Lyn foi o responsável de projecto do LHC durante longos anos, um periodo excitante em que supervisionou desde a construção às etapas finais de preparação e teste da máquina. Peter e Jim, que estão desde há muitos anos em posições de topo nas duas maiores experiências de física de partículas de sempre, ATLAS e CMS, fizeram um breve sumário dos muitos resultados de física já obtidos após apenas um ano de funcionamento. O excelente desempenho dos dois detectores, e a elevada qualidade dos resultados físicos apresentados são impressionantes. Os resultados mostrados incluiram também os obtidos por membros do LIP de ambas as colaborações, demonstrando a importância da participação do LIP na comunidade de física de altas energias do CERN. Michelangelo, um conhecido teórico com raízes sólidas na área experimental, graças à sua participação de longos anos em CDF/Fermilab, deu uma perspectiva muito esclarecedora das lições aprendidas neste primeiro ano de funcionamento do LHC, e anteveu os próximos anos de tomada de dados e o que nos poderão ensinar.

O simpósio do LHC decorreu num auditório do IST que esteve lotado, e que teve a participação de uma multidão de estudantes e professores, experimentalistas e teóricos, cientistas e investigadores de várias instituições portuguesas. A página web dos seminários LHC, que contem a lista de todas as apresentações (incluido os slides apresentados), está disponível em: http://www.lip.pt/~michgall/lhc_seminars.html. A página web do simpósio pode ser encontrada no endereço: http://www.lip.pt/lhc-symposium/.

Os seminários LHC foram também patrocinados pela FCT. Esta é uma importante contribuição para o desenvolvimento da nossa comunidade científica, e estamos gratos à FCT pelo seu apoio continuado.

Durante o simpósio, o auditório esteve lotado. Na primeira fila, da esquerda para a direita: Michelangelo Mangano, Michele Gallinaro, Jim Virdee, Lyn Evans, Peter Jenni, Gaspar Barreira e Gustavo Castelo branco.

Apresentação pública do ClearPEM-Sonic

por Catarina Ortigão

Aconteceu no passado dia 29 de Outubro, no TagusLIP, a apresentação pública do detector ClearPEM-Sonic, o segundo tomógrafo PEM desenvolvido pelo consórcio Português PET-Mamografia, liderado pelo LIP.

Este novo tomógrafo reúne as boas características do anterior ClearPEM, agora instalado no ICNAS, Instituto de Ciências Nucleares Aplicadas à Saúde, em Coimbra, mas com um sistema robótico novo e alguns melhoramentos entretanto identificados ao nível da electrónica. O ClearPEM-Sonic é fruto de uma parceria com o CERN e a SuperSonic Image e tem como motivação a fusão de imagens, combinando informação metabólica e anatómica. Ao sistema ClearPEM será acoplada uma sonda de Ultra Sons especial que permitirá, através de elastografia, caracterizar os tumores mamários.

Toda a integração e testes de performance do ClearPEM-Sonic foram realizados no TagusLIP, tendo os primeiros resultados mostrado um comportamento semelhante ao do ClearPEM. A resolução em energia para 511 keV é de 13%, e a resolução em tempo é de 4.5 ns FWHM. A resolução espacial é de 1.2 mm no centro do campo de visão, adequada para a detecção de tumores milimétricos.

Estiveram presentes na apresentação pública representantes das instituições de financiamento, como a AdI e a FCT, o director do Taguspark, Nuno Crato, vários membros do Consórcio, accionistas da PETsys (a "start-up" criada para promover e comercializar a tecnologia de scanners PET de alta resolução) e jornalistas da Lusa. O evento contou com uma pequena apresentação do projecto, seguida de uma demonstração do funcionamento do scanner, do robot e software de visualização de imagens reconstruídas.

O ClearPEM-Sonic foi instalado no Hôpital Nord, em Marselha, no início do mês de Dezembro, onde se fará a integração com Ultra Sons e a posterior Investigação Clínica.

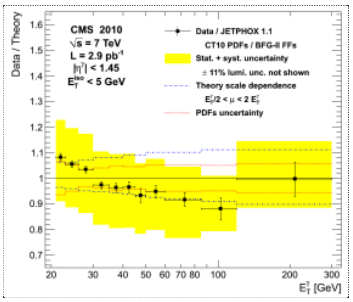
Figure: O detector ClearPEM-Sonic no TagusLIP.

13 de Dezembro de 2010, Universidade Técnica de Lisboa

A minha tese de doutoramento é uma contribuição para o estudo da física na região de energia da ordem dos TeV no Grande Colisionador de Hadrões (LHC) do CERN, e contem a primeira medida dos estados finais de fotão no LHC.

O LHC foi concebido para acelerar e colidir feixes de protões a uma energia de centro-de-massa de 14 TeV e luminosidade de 1034 cm-2s-1. Durante o primeiro Run de física em 2010, a energia das colisões foi de 7 TeV, e uma luminosidade integrada de aproximadamente 40 pb^{-1} foi obtida nas experiências CMS e ATLAS. O Compact Muon Solenoid (CMS) é uma experiência generalista do LHC, que visa a compreensão do mecanismo de quebra espontânea da simetria electrofraca. Uma das suas características principais é o magnete solenoidal supercondutor de 4 T. CMS inclui um calorimetro electromagnético (ECAL) homogéneo (grande granularidade) de $PbWO_4$, desenhado por forma a obter-se excelente resolução em energia e posição para electrões e fotões.

Durante a minha tese, tive o privilégio de cobrir diversos aspectos do estudo dos processos físicos que ocorrem nos colisionadores de hadrões. O trabalho foi dedicado às fases iniciais do programa de física do LHC, nomeadamente à medida de processos físicos bem conhecidos, que são um pré-requisito essencial para a pesquisa de novos fenómenos. Contribuí no commissioning (teste final) do detector, em particular no que diz respeito ao trigger e sistema de aquisição de dados do ECAL de CMS, através do desenvolvimento de programas em tempo real para o funcionamento do sistema, e da medida da eficiência de trigger com raios cósmicos.



Comparação da secção eficaz inclusiva de fotões medida com as previsões de pQCD, incluindo as incertezas das últimas devidas às variações de escala e às incertezas nas PDFs.

Usando dados de simulação, estudei a sensibilidade do detector CMS aos estados finais W(mn)g, que fornecem informação sobre a estrutura do grupo de gauge do Modelo Padrão, e em particular sobre o acoplamento WWg. A viabilidade da medida da secção eficaz de produção, diferencial e integrada, usando os primeiros dados do LHC foi demonstrada, abrindo caminho para a medida do acoplamento W-fotão.

Por fim, a primeira medida da secção eficaz de produção de fotões directos isolados com 21T<300 GeV e |eta|<1.45 em colisões pp fornece um teste da Cromodinâmica Quântica perturbativa (pQCD), dá-nos a possibilidade de confinar as funções de distribuição partónicas (PDFs), e constitui além disso um ruído de fundo importante para novas pesquisas. Esta medida estendeu a região cinemática explorada até então, e está em acordo com as previsões de NLO pQCD. O estudo dos fotões de estado final é extremamente importante para as pesquisas de nova física (por exemplo, do Higgs, SUSY ou dimensões extra) no LHC. A medida contida nesta tese estabelece uma referência para a identificação de fotões e estimativa do ruído de fundo, e dá um limite para a taxa de um dos processos de ruído de fundo que afectam as pesquisas de nova física envolvendo fotões.

Mais detalhes podem ser encontrados no manuscrito da tese, disponivel em **http://cern.ch/musella/thesis.pdf**.

Sensibilidade à composição dos raios cósmicos e aos modelos hadrónicos a partir dos dados do detector de fluorescência do Observatório Pierre Auger

Tese de doutoramento por Ruben Conceição

11 de Janeiro de 2011, Universidade Técnica de Lisboa

O Observatório Pierre Auger foi construído com o objectivo de estudar raios cósmicos de energia extrema. A medida desses raios cósmicos só é possível através da detecção das cascatas de partículas iniciadas pela sua interacção com a atmosfera. Usando uma técnica híbrida, o Observatório está a fornecer uma estatística sem precedentes para revelar os mistérios sobre estas partículas.

A determinação da partícula primária da cascata é afectada por incertezas nos modelos hadrónicos de altas energias. Ainda assim, a medição da cascata constitui uma oportunidade para estudar a física das interacções a energias superiores à do LHC. Contudo esta não é uma tarefa fácil, não só porque a composição do primário é desconhecida, mas também porque a primeira interacção não é detectada directamente.

O objectivo da minha tese é providenciar ferramentas para aumentar a sensibilidade aos modelos hadrónicos e ajudar a separar a composição do primário da sua secção eficaz.

Estes trabalhos incluem o desenvolvimento de uma nova parametrização para o perfil longitudinal de chuveiros com novas variáveis experimentais. Essas variáveis permitem explorar a relação entre a forma do perfil da cascata e as propriedades da primeira interacção.

A necessidade de explorar regiões do perfil longitudinal onde há poucos fotões conduz a um estudo sistemático sobre a colecção de luz pelo Detector de Fluorescência (FD). Este estudo inclui a caracterização da homogeneidade da câmara do FD, assim como o desenvolvimento de um método para avaliar propriedades físicas da atmosfera, importantes para a propagação da luz, nomeadamente a dispersão de Mie e de Rayleigh.

Finalmente, nesta tese encontra-se também um modelo fenomenológico desenvolvido com o intuito de avaliar a importância dos quarks de valência (net-baryon) nas interacções hadrónicas de alta energia. O único parâmetro livre do modelo é constrangido através dos dados de acelerador disponíveis, permitindo a extrapolação para altas energias.

7º workshop de fluorescência do ar em Coimbra

por Margarida Fraga

Nos dias 22 a 24 de Setembro decorreu no Hotel D. Luís em Coimbra a "7th Air Fluorescence Workshop", que contou com a presença de 45 participantes nacionais e estrangeiros. Este encontro foi organizado pelo LIP-Coimbra em colaboração com o Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. O objectivo principal era promover a discussão entre os grupos que se dedicam ao estudo da fluorescência do ar e os grupos que estão directamente envolvidos na análise dos dados fornecidos pelos detectores de fluorescência. Durante os 3 dias foram apresentadas 26 comunicações orais, das quais 7 em representação das grandes experiências que utilizam detectores de fluorescência (Auger, Telescope Array e JEM-EUSO) e 10 relacionadas com os estudos dos mecanismos da fluorescência do ar e técnicas de detecção. As 9 restantes foram dedicadas a novos métodos de detecção de raios cósmicos de ultra alta energia.

Refira-se ainda que este encontro é o 7º de uma série iniciada em 2002 com o primeiro "Air Fluorescence Workshop" realizado no Utah (EUA). Seguiram-se os encontros de Bad Libenzell (Alemanha) em 2003, Habère-Poche (França) em 2005, Praga (Rep. Checa) em 2006, El_Escorial (Espanha) em 2007 e L'Aquila (Itália) em Fevereiro de 2009. O próximo Workshop está previsto para o início de 2012 e deverá decorrer em Chicago (EUA).

No site do encontro (**http://www.coimbra.lip.pt/7afws/**) podem ser consultadas as comunicações apresentadas.

por Helena Santos

Após um ano de tomada de dados de colisões protão+protão, o LHC passou a produzir feixes de chumbo de forma a prosseguir com o Programa de Iões Pesados. As primeiras colisões Pb+Pb, à energia de centro de massa de 2.76 TeV, tiveram lugar a 7 de Novembro de 2010. A tomada de dados terminou a 6 de Dezembro. ATLAS, o detetor especialmente concebido para funcionar em colisões p+p, teve um excelente desempenho. A sua totalidade esteve operacional e a fração de dados que obedeceu aos critérios de qualidade de cada sub-detetor foi quase 100%. A luminosidade total integrada foi 9.17 μb^{-1}, que corresponde a 95% da luminosidade disponibilizada pelo LHC.

O programa de iões pesados tem já uma longa história – os resultados das experiências do SPS/CERN e RHIC/BNL sugerem que, em condições extremas de densidade e/ou temperatura, como as proporcionadas pelas colisões ultra-relativistas Pb+Pb, a matéria hadrónica confinada passa para um estado equivalente ao de um plasma de quarks e gluões, o QGP. Posteriormente, este plasma, por efeito da sua própria pressão, expande-se e arrefece dando lugar à recombinação dos quarks em hadrões, que se esperam vir a atingir os detetores transportando consigo a informação da fase do plasma. Estima-se que as colisões Pb+Pb no LHC devem produzir um QGP com uma densidade de energia 2 a 3 vezes superior à verificada em RHIC, com temperaturas iniciais duplamente superiores e também com uma maior duração (um fator de 1.5). Várias questões em aberto poderão ser esclarecidas definitivamente no LHC:

- Que fenómeno de física é responsável pela entropia inicial do QGP?
- Que fenómeno é responsável pela supressão dos jactos? Em particular, qual é o processo envolvido na perda de energia? Colisional? Radiativo?
- E, quais são os mecanismos responsáveis pela suppressão do J/ψ?

Os primeiros passos na compreensão dos dois últimos tópicos foram dados ao proceder-se às primeiras análises da assimetria dos di-jactos e da produção do J/ψ, ambas efetuadas em função da centralidade das colisões. Esta é caracterizada pela quantidade de energia transversa, E_T, que é depositada nos calorímetros "forward" (aqueles cuja pseudorapidez, η, é maior do que 3.2). No evento, quanto maior for a energia depositada maior é a centralidade da colisão. Os intervalos de centralidade são definidos como sendo frações da secção eficaz total de Pb+Pb e são expressos em termos de percentis, com 0% representando o limite superior da distribuição de ΣE_T nos calorímetros "forward".

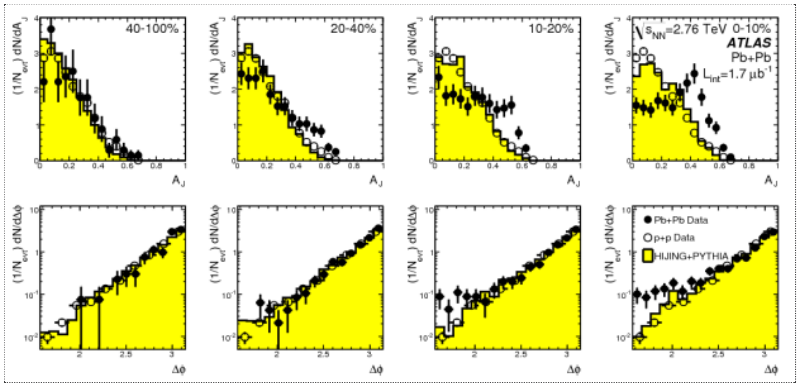


Figure 1: Distribuição dos eventos com dois jactos em função da assimetria para dados Pb+Pb (pontos fechados) e Monte Carlo (histograma amarelo) no intervalo de centralidade das colisões 0—10%. Os dados de p+p, obtidos à energia do centro de massa de 7 TeV, são representados pelos pontos abertos.

A supressão dos jactos no QGP foi prevista por J.D. Bjorken em 1982: devido às interações no meio quente e denso, os partões perdem energia e, consequentemente, os hadrões que resultam da sua fragmentação podem ser impedidos de atingir o detetor. Positivamente, logo após o início da tomada de dados foram observados no mostrador de eventos di-jactos fortemente assimétricos relativamente ao seu momento transverso. A análise estatística destes eventos foi realizada, medindo-se a assimetria, ou seja, a razão entre a diferença e a soma das suas energias transversas. Os resultados de Pb+Pb estão de acordo com os obtidos em colisões p+p e Monte-Carlo (MC) nas colisões periféricas, mas verifica-se um desacordo crescente à medida que a centralidade das colisões aumenta, sendo a distribuição completamente diferente nas colisões centrais (0—10%; ver figura 1).

Um facto interessante é que o valor mais provável da distribuição angular $\Delta\varphi=\varphi_1-\varphi_2$ dos dois jactos é π e concorda muito bem com os dados de p+p e MC, independentemente da centralidade das colisões. A luminosidade total a que corresponde esta análise é de 1.7 μb^{-1}. Os resultados foram publicados na Physical Review Letters: *G. Aad et al. PRL 105, 252303 (2010)*.

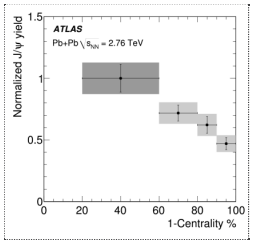


Figure 2: Produção do J/ψ normalizada em função da centralidade das colisões. As barras verticais correspondem aos erros estatísticos e as caixas cinzentas representam os erros sistemáticos.

A supressão do J/ψ tem sido considerada uma das mais fortes assinaturas da formação do QGP. A razão é relativamente simples: no plasma, a blindagem de cor impede que os quarks c e c-barra se liguem para formar o J/ψ se o seu comprimento, ou raio de ação, for menor que o tamanho da ressonância. Este fenómeno foi previsto por T. Matsui e H. Satz em 1986 e motivou uma geração de experiências de alvo fixo no CERN que usaram o acelerador SPS, e, às quais o grupo do LIP deu um valoroso contributo. Os resultados experimentais confirmaram a previsão teórica, mas um novo puzzle surgiu com os dados de RHIC – a supressão (ou sobrevivência) do J/ψ mostrou ser igual à do SPS, apesar do meio ser muito mais quente e denso em RHIC. Desse modo, grandes expetativas se formaram para o LHC e assim que a estatística o permitiu ATLAS analisou os dados. Uma amostra de di-muões na região de massa invariante do J/ψ (2.95 — 3.25 GeV/c2), correspondente a uma luminosidade integrada de 6.7 μb^{-1}, foi dividida em 4 regiões de centralidade e o ruído combinatório foi subtraído. A produção de J/ψ em cada região foi normalizada à produção na região das colisões periféricas e todas as regiões foram normalizadas ao número de colisões nucleão-nucleão (ver figura 2). Os resultados de ATLAS/LHC não mostram nada de novo relativamente aos de RHIC e do SPS, ou seja, a supressão do J/ψ em função da centralidade das colisões nos três colisionadores é muito semelhante. De facto, 30 anos de Programa de Iões Pesados trouxeram mais perguntas do que respostas; o jogo entre os mecanismos de supressão e produção do J/ψ permanece um enigma.

O bosão Z não deverá ser afectado pelo QGP e, portanto, poderá servir de referência para a supressão do J/ψ (e do upsilon). O Z será também usado nos estudos de correlação Z-jacto, nomeadamente será muito útil na calibração da escala de energia dos jactos, pois a conservação do momento transverso, reflectida no balanço dos di-jactos, não poderá ser usada. A análise de dados efetuada foi em tudo semelhante à anterior: mesma luminosidade integrada, mesmo canal de decaimento e igual método de reconstrução dos muões. Foram selecionados 38 candidatos na região de massa 66 — 116 GeV/c^2 e distribuídos por intervalos de centralidade, mas a sua produção relativa à verificada nas colisões periféricas não é conclusiva. São necessários mais dados. Os detalhes das análises do J/ψ e do Z podem ser encontrados no artigo com referência *12.541arXiv:109v1*.

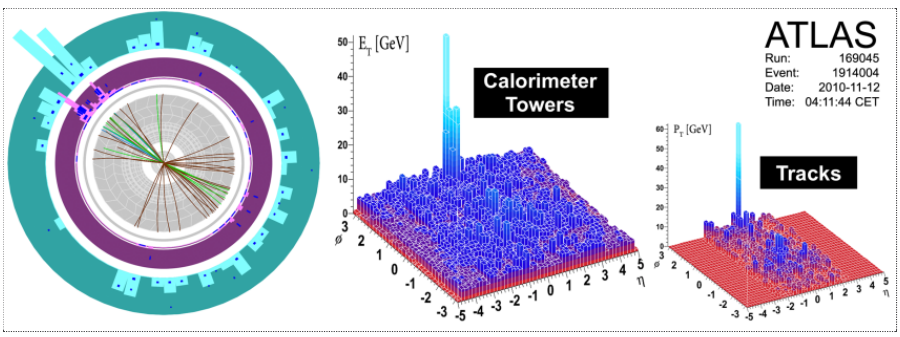


Figure 3: Evento com um jacto de elevado momento transverso e sem segundo jacto visível, com depósitos de energia nas células dos calorímetros distribuídos numa larga região azimutal.

Workshop IDPASC 2010

Participantes seguindo atentamente uma das apresentações. Na frente, Alan Watson, na segunda fila Sergio Bertolucci, e na terceira Rolf Heuer, entre muitos outros.

Escola de Física IDPASC e PASC Winter Workshop

por Pedro Abreu

Em Dezembro tivemos no Hotel do Mar em Sesimbra a primeira Escola de Física no âmbito da rede IDPASC - "Internacional Doctorate in Particles, Astrophysics and Cosmology", que foi um sucesso! Houve 40 participantes, dos quais 30 alunos, 5 professores que deram as aulas teóricas, e 5 assistentes que controlaram as cenas práticas (exercícios e problemas). No final foram feitos testes rigorosos de avaliação e foram aprovados 22 alunos. A todos foi passado um certificado de participação. Além das aulas, a boa convivência entre todos os participantes, talvez incentivada pela beleza e relativo isolamento do local, foi um excelente marco desta escola.

A escola foi a primeira actividade de formação conjunta entre as Universidades e Institutos da rede IDPASC. É uma escola de grande qualidade, que irá ser repetida nas outras Universidades e Institutos IDPASC. A próxima edição já está marcada para Udine, Itália, em 2012. Entretanto irão ocorrer edições temáticas, em que será explorado um tema específico, e já está marcada uma escola sobre "Dark Matter" para a Universidade de Évora em Dezembro de 2011. Podem obter mais informação na página da IDPASC: **http://idpasc.lip.pt/** .

Como parte integrante da escola e no final desta, tivemos a habitual PASC Winter Workshop (**http://pasc.ist.utl.pt/winterworkshop2010/**) onde, num ambiente informal, foram apresentadas revisões do estado da arte nos domínios PASC (Partículas, Astrofísica e Cosmologia). Entre outros, pudemos ouvir Rolf-Dieter Heuer, Director-Geral do CERN, falar do arranque e avanços conseguidos com a operação do LHC, bem como expectativas para o seu futuro próximo. Foi uma Workshop de actualização nos vários domínios muito proveitosa.

Ser Cientista por um dia...
Com as Mãos nas Partículas

7ª Masterclasses Internacionais para Estudantes do Ensino Secundário 2011

12 de Março:
Braga - EC-UM, Antonio Onofre, onofre@coimbra.lip.pt
Coimbra - FCTUC, João Carvalho, jcarlos@coimbra.lip.pt

16 de Março:
Faro - FCTUAlg., Robertus Potting, rpotting@ualg.pt

19 de Março:
Covilhã - FCUBI, Sandra Soares, shsoares@lip.pt
Lisboa - IST, Pedro Abreu, abreu@lip.pt

23 de Março:
Vila Real - ECT-UTAD, Mário Gonzalez Pereira, gpereira@utad.pt

24 de Março:
Bragança - ESTG-IPB, Ana Pereira, apereira@ipb.pt

26 de Março:
Aveiro - UA, João Veloso, joao.veloso@ua.pt
Lisboa - FCUL, Luís Peralta, luis@lip.pt
Porto - FCUP, Ariel Guerreiro, spf@fc.up.pt

25 anos do LIP

A 9 de Maio, na data precisa em que o LIP faz formalmente 25 anos, haverá uma pequena sessão pública de comemoração, na Biblioteca Joanina da Universidade de Coimbra. O programa estará brevemente disponível. Marquem nas vossas agendas!