



Calibração de Energia para o Trigger de Elétrons no ATLAS usando Anéis Concêntricos de Informação de Calorimetria

Workshop RENAF AE 2021

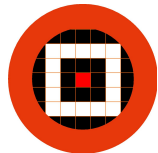


LSD

Laboratório de
Sistemas Digitais



COPPE/Poli/UFRJ
Laboratório de Processamento de Sinais
Inteligência Computacional, Inovação



Eduardo Simas¹, Paulo Farias¹,
José M. Seixas², Juan L.
Marin¹, Edmar Souza¹, João V.
F. Pinto², Bertrand Laforge³

LSD - PPGEE - UFBA
LPS - COPPE/Poli - UFRJ
LPNHE - Sorbonne Université



Sumário

- Introdução
- Sistema de Calibração Proposto
- Resultados Iniciais
- Conclusões e Perspectivas

Informações do Projeto



Informações do Projeto

- **Título do Projeto:** Física Experimental de Altas Energias e Tecnologias Associadas

Subprojeto: Calibração para a Etapa Rápida de Trigger de Elétrons

- **Instituições:** UFBA (2 Prof. e 2 alunos de doutorado),
 UFRJ (1 Prof. e 2 alunos de doutorado),
 Sorbonne Université (1 Prof.).

- **Cronograma aproximado:**

Março 2021 - Março 2022 -> Desenvolvimento do sistema com dados simulados da Run 3, análise dos resultados, implementação.

Março 2022 - Março 2023 -> Validação com dados experimentais da Run 3, comissionamento e operação.



Informações do Projeto

- **Fontes de recursos:** Projeto CAPES-COFECUB (em execução até final de 2021), possíveis outras fontes: CNPq, FAPESB, FAPERJ.

- **Possíveis sinergias:**

Estender para a etapa precisa de trigger e a análise offline.

Futuras colaborações podem surgir nas áreas de aprendizado de máquina e processamento de sinais (cada vez mais necessários em experimentos de grande porte).

- **Possíveis spin-off (aplicações) do projeto:**

Problemas de instrumentação com características semelhantes.

Parceria com empresas de TI (6 empresas surgiram do grupo).

Inserção da área de HEP no ecossistema e fóruns de inovação.

Introdução



Introdução

- No experimento ATLAS os calorímetros são segmentados em 2 subseções: eletromagnética e hadrônica.
- Devido a sua rápida resposta são muito importantes para *trigger* online.

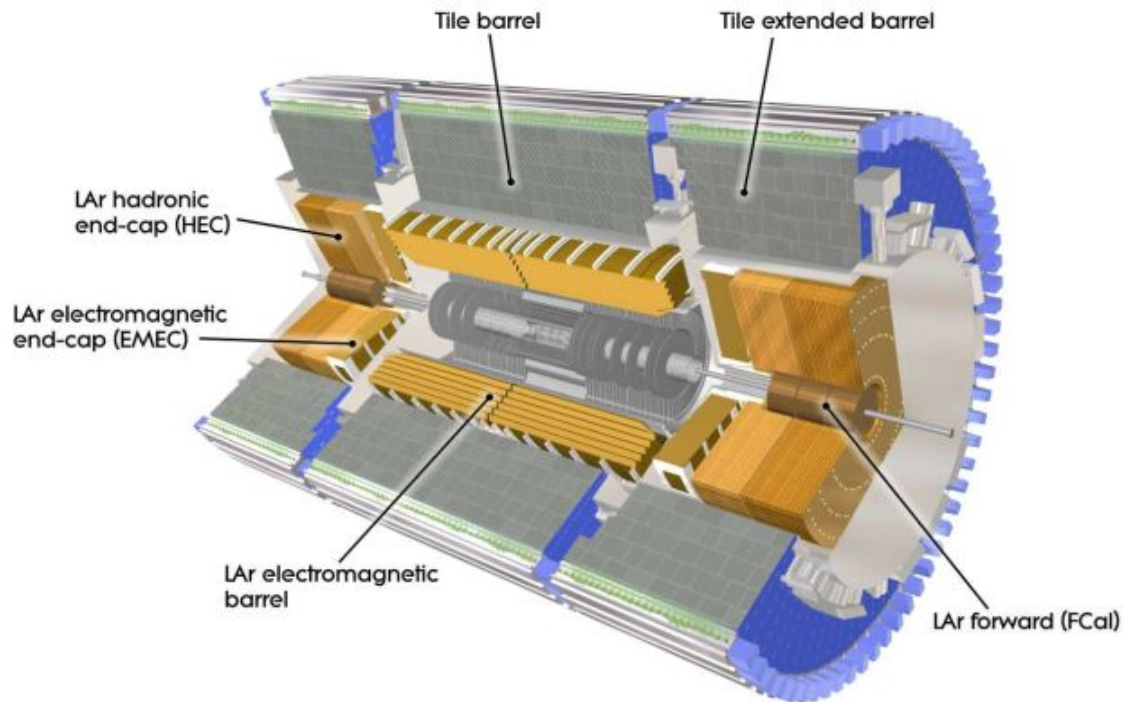
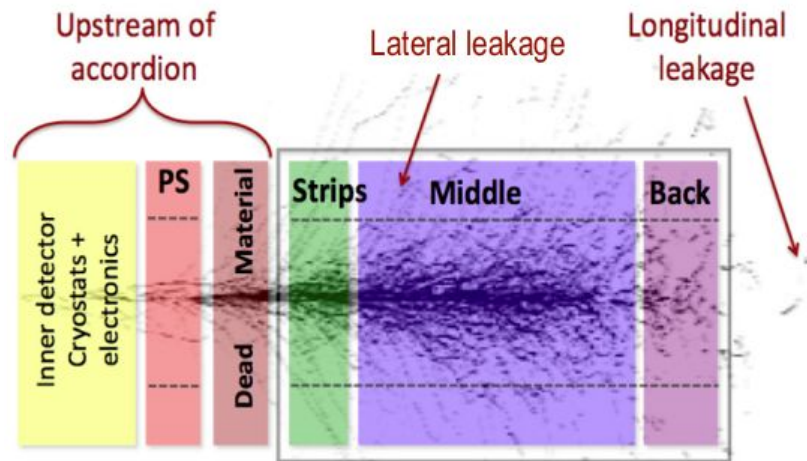


Ilustração dos calorímetros do ATLAS



Introdução

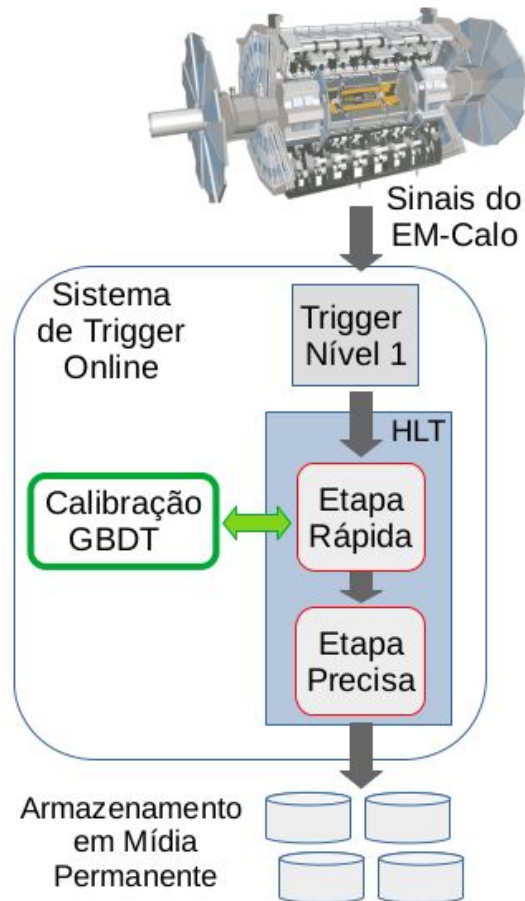
- A energia dos elétrons é estimada a partir do somatório da energia medida no *cluster* eletromagnético.
- Limitações do calorímetro podem provocar erros de medição. →
- Esse problema deve se agravar na Run 3 com aumento do empilhamento (pileup)
- Um sistema de calibração pode ser utilizado para redução dos erros de medição.



Possíveis fontes de erro de medição nos calorímetros do ATLAS

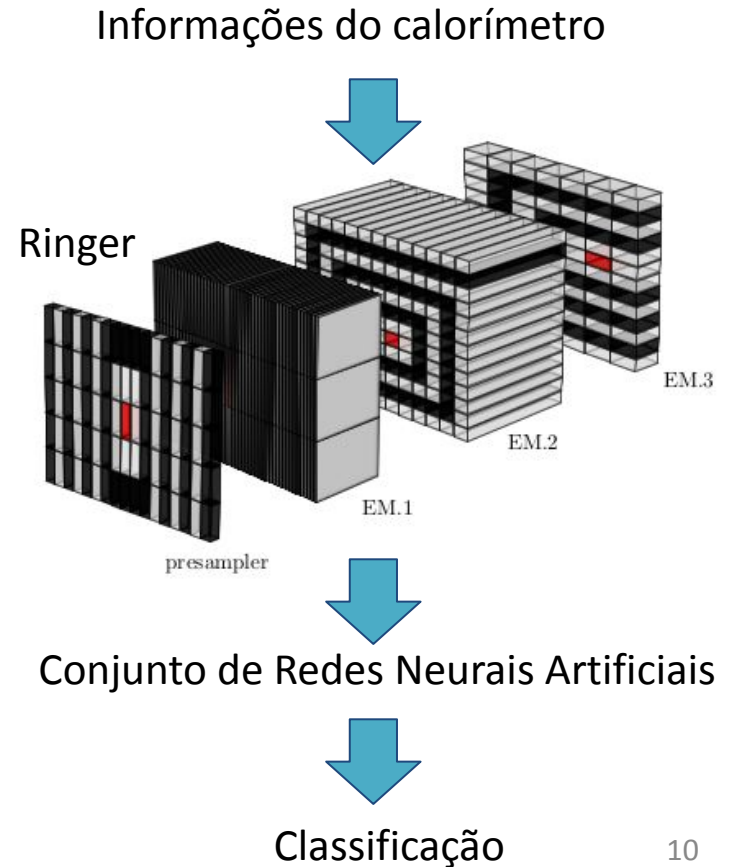
Etapa Rápida de Trigger baseada em Calorimetria

- O *trigger online* no ATLAS é dividido em dois níveis: *Level 1 (L1)* e *High-Level Trigger (HLT)*.
- O L1 opera em *hardware* dedicado.
- O HLT opera em *software* processado em paralelo em um conjunto de computadores.
- O HLT é subdividido em Etapa Rápida e Etapa Precisa.



Trigger de Elétrons na Etapa Rápida: o NeuralRinger

- Para a seleção de elétrons a Etapa Rápida do HLT opera utilizando o discriminador NeuralRinger:
 - As informações do calorímetro são formatadas em anéis concêntricos com origem na célula mais quente.
 - Um conjunto de redes neurais artificiais realiza a classificação.

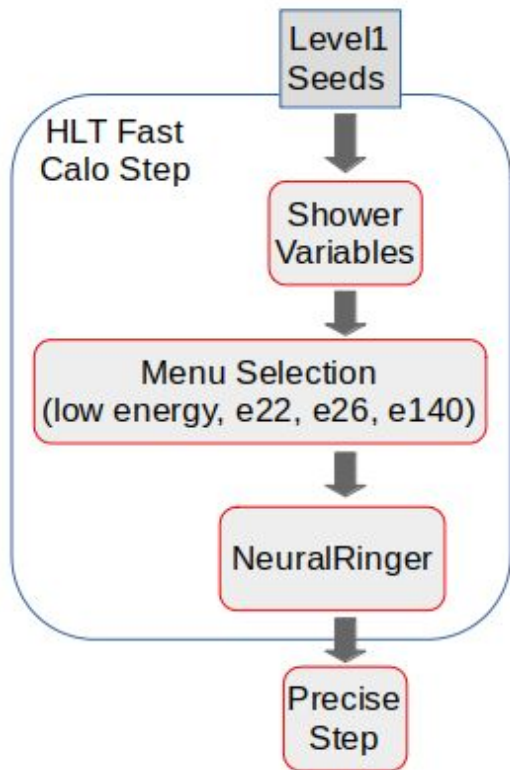


Calibração para a Etapa Rápida de Trigger de Elétrons



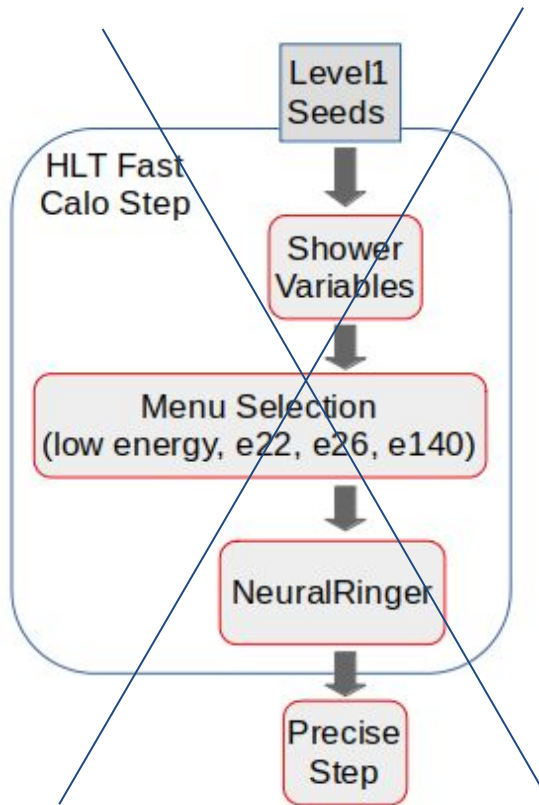
Calibração para a Etapa Rápida de Trigger de Elétrons

Operação Atual:



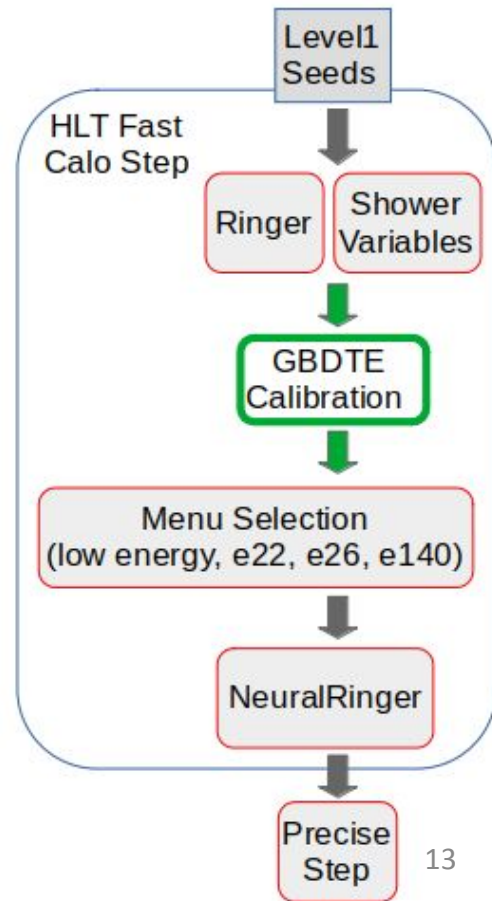
Calibração para a Etapa Rápida de Trigger de Elétrons

Operação Atual:



Proposta para a Run 3:

- Uma *Gradient Boosted Decision Tree Ensemble* (GBDTE) será utilizada para calibração.
- Estratégia similar é usada na análise *offline*.
- Melhor estimativa de energia para a seleção do menu.
- Otimização do uso de recursos computacionais.



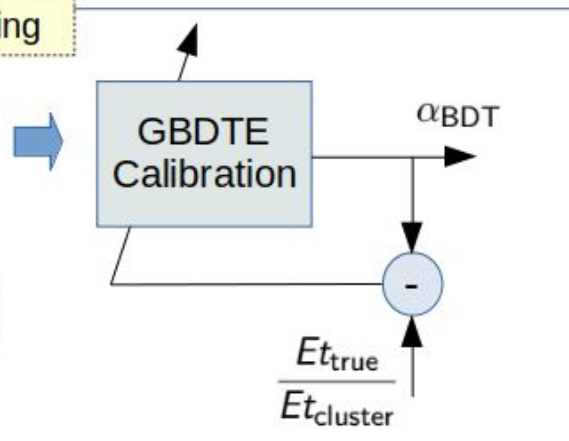


Calibração GBDTE

Desenvolvimento:

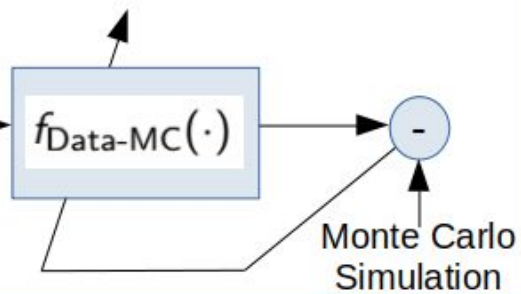
(i) BDT training

Cluster variables + Rings
(MC Single Electrons)



(ii) MC → Data Matching

Experimental Data



Linear Transformation
(used in ATLAS)

X

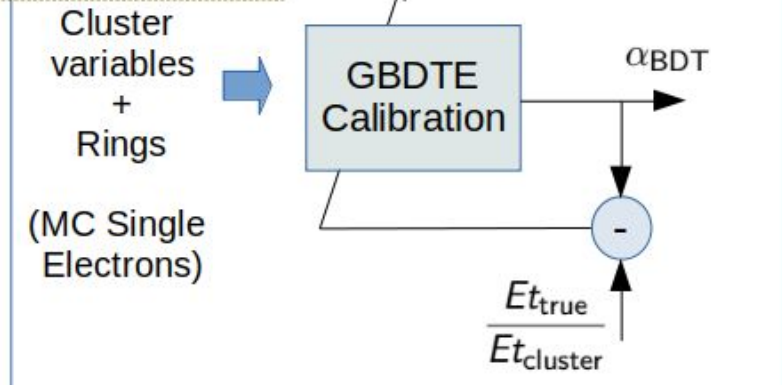
Smirnov Transformation
(suitable for non-Gaussian pdfs)



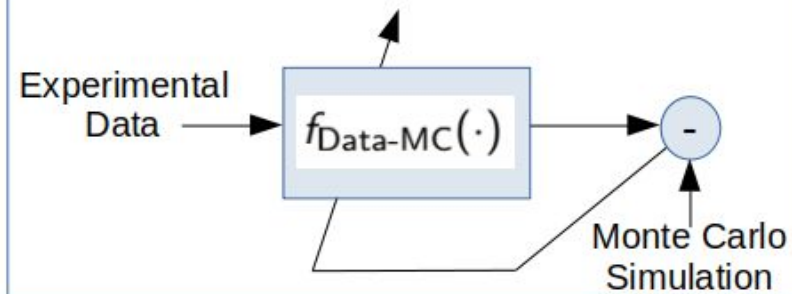
Calibração GBDTE

Desenvolvimento:

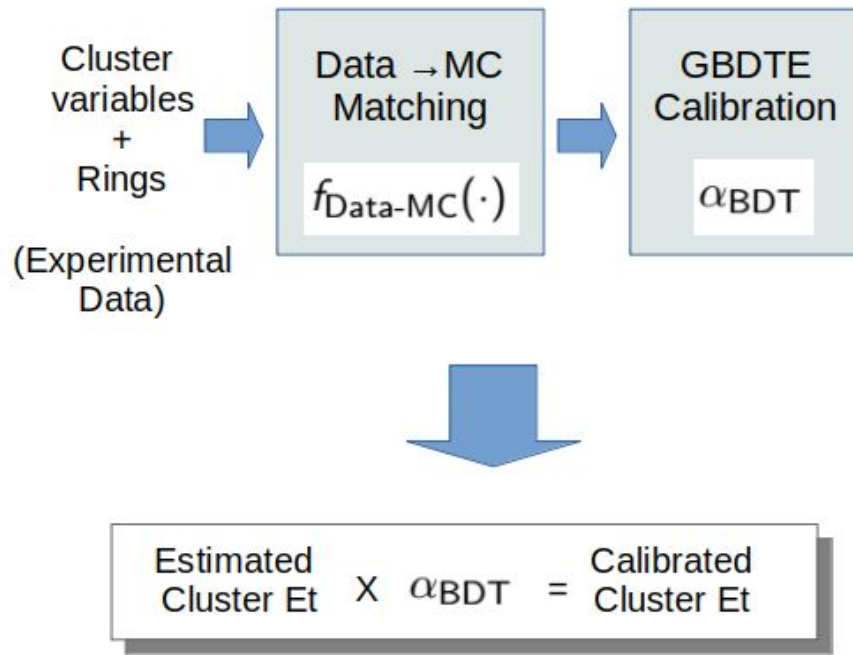
(i) BDT training



(ii) MC → Data Matching



Operação:





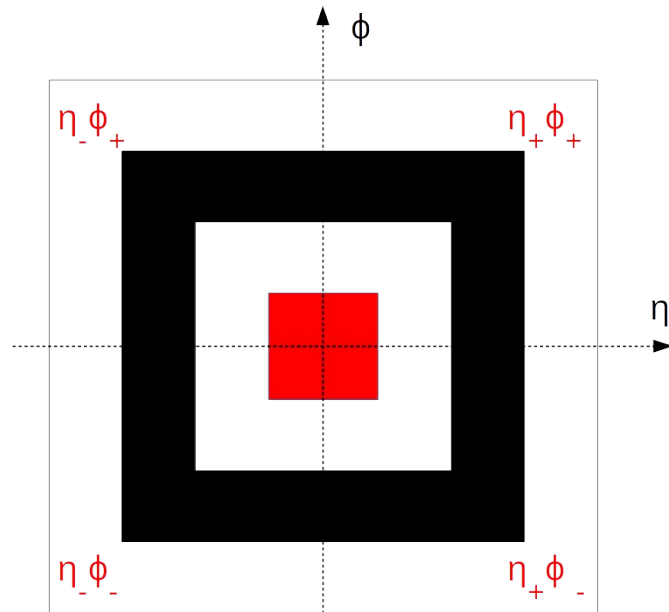
Estruturas assimétricas para calibração

- Existem assimetrias no perfil de deposição de energia.
- As informações de assimetria são importantes para calibração e não são capturadas pelos anéis.
- Este trabalho propõe novas topologias que consigam descrever adequadamente as assimetrias.
- Será realizada uma comparação de desempenho entre as novas estruturas e os anéis concêntricos.

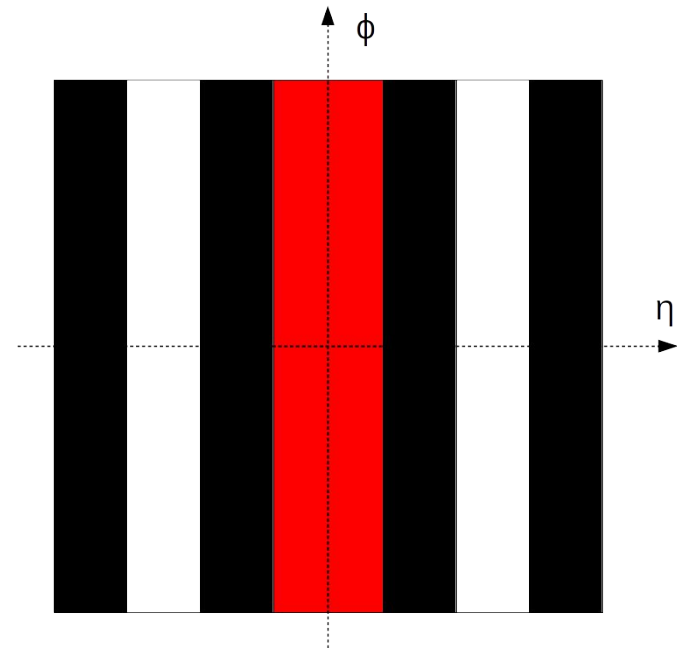


Estruturas assimétricas para calibração

- Estão sendo propostas inicialmente duas estruturas assimétricas:



a) Quarter Rings



b) Super Strips

Resultados Preliminares

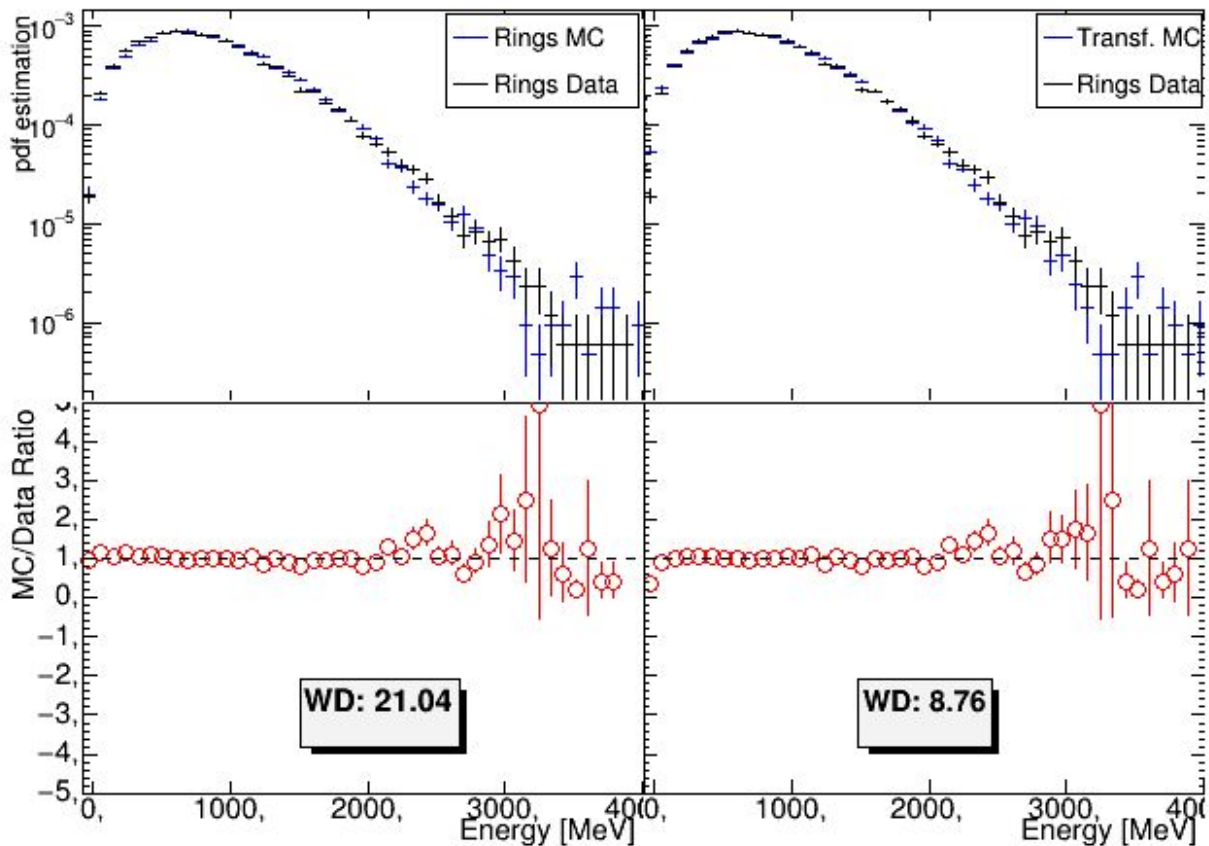


Resultados Preliminares

- Resultados preliminares na análise *offline* indicam que o uso de informações em anéis é eficiente para calibração da energia de elétrons.
- Atualmente estão sendo realizadas as tarefas:
 - Projeto do mapeamento entre dados simulados e experimentais.
 - Implementação e validação das estruturas assimétricas.
- Alguns resultados preliminares serão mostrados a seguir.



Matching: MC -> Experimental Data

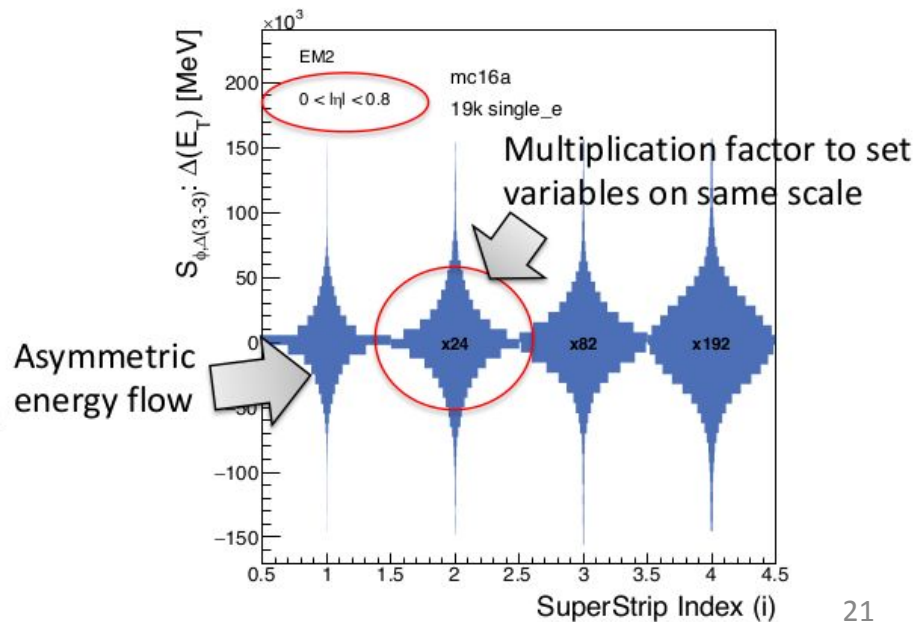
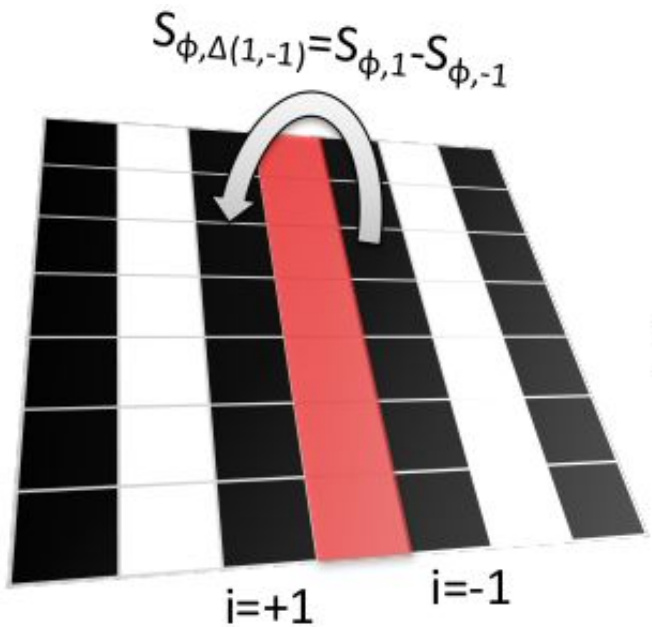


O pequeno descasamento existente é minimizado após uma transformação linear para igualar média e desvio padrão das pdfs.



Resultados Preliminares - Super Strips

- Observa-se que as novas estruturas propostas são capazes de identificar assimetrias no chuveiro eletromagnético, que podem ser úteis para a calibração.



Considerações Finais



Conclusões e Próximos Passos

- Para lidar com as condições extremas da Run 3 o sistema de trigger do ATLAS precisa ser otimizado.
- Este trabalho propõe a adição de uma estratégia de calibração da energia de elétrons na Etapa Rápida de trigger do ATLAS.
- Para calibração será utilizada uma GBDTE alimentada por informações do calorímetro formatadas em anéis concêntricos.
- Informações de estruturas assimétricas serão investigadas como opções para melhorar o desempenho do sistema de calibração proposto.

Os autores agradecem à FAPESB, FAPERJ, CNPq, CAPES e RENAFEA pelo apoio financeiro.

Contato: eduardo.simas@cern.ch

