



Universidade Federal de Juiz de Fora
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Elétrica

Davis Pereira Barbosa

ESTUDO DE TÉCNICAS DE OTIMIZAÇÃO PARA RECONSTRUÇÃO DE
ENERGIA DE JATOS NO PRIMEIRO NÍVEL DE SELEÇÃO DE EVENTOS DO
EXPERIMENTO ATLAS

Dissertação de Mestrado

Juiz de Fora

2012

RESUMO

Atualmente, o LHC é o maior e mais energético colisionador de partículas em funcionamento, colidindo prótons com energias de 7 TeV no centro de massa a cada 50 ns. Vários detectores estão posicionados para medir as características das partículas após a colisão, sendo então utilizadas para verificar a validade das novas teorias de física de partículas. O ATLAS é o maior dos detectores do LHC, estando em operação desde 2009 e fornecendo uma grande quantidade de dados para as análises físicas para a busca do Higgs. Um dos principais responsáveis pela qualidade das informações adquiridas pelo ATLAS é o seu sistema de seleção de eventos online que foi desenvolvido para rejeitar informações irrelevantes das colisões, excluindo a enorme quantidade de ruído de fundo do experimento. Entretanto, o LHC passará por atualizações visando o aumento da sua luminosidade em uma ordem de grandeza (10^{34} para 10^{35}) nos próximos dez anos, gerando assim uma maior quantidade de eventos por colisão, aumentando a probabilidade de empilhamento de eventos. Desta forma, o ATLAS e o seu sistema de seleção de eventos online também deverão sofrer modificações para atender aos novos requisitos do experimento. O presente trabalho realizou estudos sobre a utilização de novos algoritmos para estimação da energia de jatos no primeiro nível de seleção de eventos do detector ATLAS. Inicialmente, uma janela bidimensional é aplicada na região onde o jato foi identificado, visando a redução do impacto do empilhamento dos eventos nas bordas desta região. Em seguida, é proposta a utilização da informação de profundidade do calorímetro hadrônico do ATLAS na estimação de energia do jato, através de técnicas de otimização linear (mínimos quadrados) e não-linear (redes neurais artificiais). Os resultados obtidos, através de simulações Monte Carlo, mostraram que a informação de profundidade do TileCal reduz o erro de estimação da energia dos jatos em aproximadamente 23%, enquanto que a utilização da janela bidimensional melhora o comportamento inicial da curva de acionamento de jatos indicando sua efetividade em cenários de empilhamento de eventos.

Palavras-chave: Calorimetria de Altas Energias, Estimação de Energia, Filtragem Online, Mínimos Quadrados, Redes Neurais

SUMÁRIO

1	Introdução	21
1.1	O Ambiente	21
1.2	Motivação	22
1.3	Estimação da Energia de Jatos no Primeiro Nível de Seleção de Eventos (LVL1)	23
1.4	Organização do Documento	24
2	O CERN e o experimento ATLAS	25
2.1	CERN e o LHC	25
2.2	O Detector ATLAS	26
2.3	O Sistema de Calorimetria do ATLAS	28
2.3.1	O Calorímetro Eletromagnético de Argônio Líquido	29
2.3.2	O TileCal	30
2.4	O Sistema de Seleção de Eventos Online e Aquisição de Dados do ATLAS	32
2.4.1	LVL1 - Primeiro Nível de Filtragem Online	33
3	Identificação de Jatos do Primeiro Nível de Seleção de Eventos do ATLAS	36
3.1	Algoritmos de Seleção de Eventos	36
3.2	Seleção de Jatos	37
3.2.1	Granularidade e o Algoritmo	38
4	Técnicas Propostas para Melhora de Estimação de Energia e Identificação de Jatos no LVL1	41
4.1	Algoritmo de Pré-Seleção e Localização de Eventos	41

4.1.1	Pré-Semente e Semente	41
4.2	Estimação de Energia do Evento	43
4.2.1	Ponderação Transversal Gaussiana	43
4.2.2	Ponderação Longitudinal	45
4.2.2.1	Otimização Least Square	46
4.2.2.2	Otimização Neural	48
5	Resultados	50
5.1	Bancos de Dados Utilizados	50
5.2	Nomenclaturas	51
5.3	Avaliação do Desempenho dos Métodos	52
5.3.1	Correlação	52
5.3.2	Erro Relativo	53
5.3.3	Curva de Acionamento	53
5.4	Projeto da Rede Neural	54
5.5	Resultados \overline{tt}	55
5.5.1	Correlação	55
5.5.2	Erro Relativo	57
5.5.3	Curva de Acionamento	60
5.6	Resultados J1	64
5.6.1	Correlação	64
5.6.2	Erro Relativo	64
5.6.3	Curva de Acionamento	65
5.7	Resultados J2	66
5.7.1	Correlação	66
5.7.2	Erro Relativo	66
5.7.3	Curva de Acionamento	67

5.8	Resultados J3	67
5.8.1	Correlação	67
5.8.2	Erro Relativo	68
5.9	Resultados J4	68
5.9.1	Correlação	68
5.9.2	Erro Relativo	69
6	Conclusões Finais	70
6.1	Próximos Passos	71
	Referências	72
	Apêndice A – Sistema de Coordenadas do ATLAS	75
	Apêndice B – Gráfico dos Resultados	77
B.1	Conjunto J1	77
B.1.1	Correlação	77
B.1.2	Erro Relativo	80
B.1.3	Curva de Acionamento	82
B.2	Conjunto J2	83
B.2.1	Correlação	83
B.2.2	Erro Relativo	85
B.2.3	Curva de Acionamento	87
B.3	Conjunto J3	88
B.3.1	Correlação	88
B.3.2	Erro Relativo	90
B.4	Conjunto J4	92
B.4.1	Correlação	92
B.4.2	Erro Relativo	94