

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica
Departamento de Eletrônica e de Computação

**Sistema Web para Apoio às Análises de Dados de um
Calorímetro de Altas Energias**

Autor:

Amanda Moreira Alves

Orientador:

Carmen Lúcia Lodi Maidantchik

Orientador:

José Manoel de Seixas

Examinador:

Priscila Machado Vieira Lima

Examinador:

Luiz Martins Mundim Filho

DEL

Dezembro de 2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Escola Politécnica – Departamento de Eletrônica e de Computação

Centro de Tecnologia, bloco H, sala H-217, Cidade Universitária

Rio de Janeiro – RJ CEP 21949-900

Este exemplar é de propriedade da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que poderá incluí-lo em base de dados, armazenar em computador, microfilmear ou adotar qualquer forma de arquivamento.

É permitida a menção, reprodução parcial ou integral e a transmissão entre bibliotecas deste trabalho, sem modificação de seu texto, em qualquer meio que esteja ou venha a ser fixado, para pesquisa acadêmica, comentários e citações, desde que sem finalidade comercial e que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do(s) autor(es) e do(s) orientador(es).

AGRADECIMENTO

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família. À minha mãe, Lourdes, pelo apoio, dedicação e amor incondicional. Ao meu pai, Augusto, pelo incentivo, carinho e apoio. Aos meus primos Lara, Paula e Leonardo e aos meus tios Paraguassú e Lúcia pelo amor, paciência e pela contribuição para a minha formação na UFRJ. Vocês são muito especiais na minha vida.

Ao Luiz Guilherme, pelo carinho, compreensão e companheirismo.

À Carmen Maidantchik, pela confiança e dedicação durante todos esses anos de orientação. Pelos conselhos, oportunidades e por buscar sempre o melhor para os seus alunos.

Ao professor Seixas pelo apoio dado ao longo desse projeto.

Aos colegas do Laboratório de Processamento de Sinais. Gostaria de destacar o companheirismo e amizade do Fernando Ferreira, Felipe Graef, Kaio Karam e Rodrigo Torres.

Aos amigos da faculdade Alberto Wagner, Alberto Jorge, Pedro Brito, Júlia Simões, Priscilla Lusié, Isabel Pereira, Letícia Lemos, Ana Fernanda Quaresma, Rennan Roig, Paulo César e todos os outros que contribuíram para que estes cinco anos de faculdade se tornassem mais agradáveis.

Às amigas Carol, Raquel e Fabiana pela atenção, carinho e convivência amistosa. Vocês são as irmãs que a vida me deu de presente.

Aos amigos de Volta Redonda, que são minha família de coração, Maia, Marise. Ivan, Rosália, Lacerda, Shirley e Rosalina. Obrigada pelo cuidado, atenção e carinho dedicados durante todos esses anos de amizade.

RESUMO

O CERN (*European Center for Nuclear Research*) é um centro de pesquisas na área de física de partículas, localizado em Genebra, Suíça. Para realizar pesquisas neste campo, o CERN constrói complexos aceleradores e detectores de partículas. Foi construído recentemente, neste laboratório, o LHC (*Large Hadron Collider*), um acelerador de partículas que possui quatro grandes detectores de partículas acoplados ao longo de sua circunferência. O maior deles, o ATLAS, foi construído por uma colaboração internacional que é caracterizada por sua dispersão geográfica. Este detector é composto por subdetectores, como o Calorímetro de Telhas Cintilantes, que conta com a participação direta da UFRJ na sua construção e operação.

O Calorímetro de Telhas é um instrumento que passou recentemente pela fase de comissionamento. Nesta fase, os equipamentos são montados no campo de operação e são realizados vários testes para avaliar o funcionamento de cabos, circuitos, fontes alimentação e fibras ópticas. Os testes geram grande quantidade de dados que requerem processamento, armazenamento e análise pelos membros da colaboração. As informações precisam estar acessíveis e organizadas para que os pesquisadores consigam realizar as avaliações dos testes.

Este documento descreve o desenvolvimento do sistema *TileComm Analysis*, cujo objetivo é centralizar os resultados das análises dos testes, relacioná-los aos parâmetros de testes, integrá-los ao processo de geração de análises e, também, oferecer acesso a informações importantes do calorímetro de telhas, como histórico de testes e dados de hardware, através de integração com outros sistemas.

Durante a realização do projeto, existia a preocupação de construir um sistema que realmente atendesse aos requisitos da colaboração. Para construir a especificação do sistema foi realizada a modelagem dos processos relativos ao comissionamento com o objetivo de estudar todas as atividades realizadas nesta fase e os recursos necessários para isso. E, para organizar o desenvolvimento do software, foram incorporados conhecimentos de gestão de projetos que ajudaram a gerir melhor as atividades que foram realizadas, o tempo de realização das atividades e a comunicação entre os participantes do projeto.

O sistema encontra-se instalado nos servidor do CERN e vem tendo plena utilização pelos membros da colaboração. O sistema apresenta constante desenvolvimento, visto que será utilizado, também, no início da operação do calorímetro de telhas. A utilização do sistema diminuiu o tempo de análises dos testes realizados e propiciou o acesso direto a informações, que antes estavam descentralizadas, agregando mais valor ao trabalho realizado.

ABSTRACT

CERN (European Center for Nuclear Research) is a research organization on particle physics, located in Geneva, Switzerland. To accomplish research in this field, CERN builds complex particle accelerators and detectors. The LHC (Large Hadron Collider) was built recently in this laboratory. It is a particle accelerator with four huge particle detectors coupled along its circumference. The largest one, ATLAS, was built by an international collaboration characterized by geographic dispersion. This detector is composed of subdetectors such as the Scintillating Tile Calorimeter, which has the support of UFRJ on its building and operation.

Tile Calorimeter is an instrument that lately passed the phase of commissioning. At this stage, the equipment is assembled on operation field and a lot of tests are performed to evaluate the cables, circuits, power sources and optical fibers performance. Tests generate huge amount of data that require processing, storage and analysis by members of the collaboration. The information need to be available and organized in order to let researchers make evaluation tests.

This document describes the development of the system TileComm Analysis, whose goal is to centralize test results and relate them to test parameters and also provide access to Tile Calorimeter information like tests history and hardware data through integration with other systems.

During the project, there was the concern to build a system that really met the collaboration's requirements. To build the system specification, process modeling of commissioning phase was made in order to study all activities and its required resources. To organize software development, project management knowledge was incorporated. It helped manage the performed activities and its schedule and to improve communication among people involved in the project

The system is currently installed at the CERN's web server and it has been used by the collaboration's members. The use of this system decreased the analysis time of tests and provided direct access to information, which were previously decentralized. This way, system enhances value to the collaboration's work. The system needs constant maintenance and development, as it will be used also in Tile Calorimeter operation.

SIGLAS

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

LPS – Laboratório de Processamento de Sinais

CERN – *European Center for Nuclear Research*

LHC – *Large Hadron Collider*

ATLAS – *A Toroidal LHC Aparatus*

TileCal – *Tile Calorimeter, Calorímetro de Telhas*

PMT – *Photomultiplier*

HV – *High Voltage, Alta Tensão*

LVPS – *Low Voltage Power Supplies,*

TileDMUs – *TileCal Data Management Units*

TDAQ – *Trigger and Data Acquisition*

EPN – Engenharia de Processos de Negócios

As-is – como é , processo atual

To-be – como será, processo remodelado

WIS – *Web Interface for Shifters*

ATHENA - *ATLAS online reconstruction software*

DQM - *Data Quality Monitoring*

PMBOK – *Project Management Body of Knowledge*

PMI – *Project Management Institute*

GP – Gerente de Projeto

WBS – *Work Breakdown Structure, Estrutura de Desdobramento do Trabalho*

RMMM – *Risk Management, Mitigation and Monitoring, Gerenciamento, Mitigação e Monitoração dos Riscos*

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	MOTIVAÇÃO	1
1.2	JUSTIFICATIVA	3
1.3	OBJETIVO	3
1.4	ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	4
2	O CONTEXTO DA COLABORAÇÃO ATLAS	5
2.1	O CERN E O LHC	5
2.2	O DETECTOR ATLAS	6
2.3	O CALORÍMETRO DE TELHAS	8
3	O COMISSIONAMENTO DO CALORÍMETRO DE TELHAS	13
3.1	ENGENHARIA DE PROCESSOS	14
3.2	A METODOLOGIA ARIS	15
3.3	APLICAÇÃO DA EPN NO COMISSIONAMENTO DO CALORÍMETRO DE TELHAS ...	17
3.3.1	<i>Introdução aos Processos do Comissionamento</i>	18
3.3.2	<i>Processos do Comissionamento</i>	20
4	O SISTEMA WEB TILECOMM ANALYSIS	34
4.1	O PROJETO DO SISTEMA	35
4.2	TECNOLOGIAS UTILIZADAS	41
4.2.1	<i>Linguagem PHP</i>	42
4.2.2	<i>Linguagem JavaScript</i>	43
4.2.3	<i>Banco de Dados MySQL</i>	43
4.3	FUNCIONALIDADES DO SISTEMA	44
5	CONCLUSÕES	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
	A GESTÃO DE PROJETOS E PMBOK	62
	B PUBLICAÇÕES	72

Lista de Figuras

Figura 1 - Demarcação do território onde o LHC está instalado e foto do LHC dentro do túnel que o abriga. Extraído de [1].	6
Figura 2 - A colaboração ATLAS demarcada no mapa mundi. Extraído de [3].	7
Figura 3 - O detector ATLAS, à esquerda o desenho esquemático e a foto lateral do detector, à direita.	8
Figura 4 - Estrutura do módulo do Calorímetro de Telhas. Extraído de [5].	9
Figura 5 - Estrutura da leitura eletrônica do TileCal. Extraído de [7].	10
Figura 6 - TileCal: inserido dentro do ATLAS (esq.), visão do barril (centro) e foto (dir.). Extraído de [3].	11
Figura 7 - Símbolos utilizados no modelagem EPC do ARIS.	17
Figura 8 - Processos do Comissionamento.	20
Figura 9 - Processo “Reconstruir Run”	22
Figura 10 - Processo “Realizar Análise do Run” (Parte 1).	24
Figura 11 - Processo “Realizar Análise do Run” (Parte 2).	25
Figura 12 - Processo “Acompanhar Status do Comissionamento” (Parte 1)	27
Figura 13 - Processo “Acompanhar Status do Comissionamento” (Parte 2)	28
Figura 14 – SSH	29
Figura 15 - Comminfo Database	30
Figura 16 - Diretórios com análises dos testes	31
Figura 17 – Elog	32
Figura 18 - WBS projeto TileComm Analysis	37
Figura 19 - Cronograma TileComm Analysis	38
Figura 20 - TCA: Fluxo de dados e Integrações entre sistemas	46
Figura 21 - Interface Inicial do TCA	47
Figura 22 - Interface de busca personalizada	48
Figura 23 - Tabela de resultados dos testes e análises realizados	49

Figura 24 - Acessando análises dos testes através do TCA.....	49
Figura 25 - Funcionalidade para inserir o "Status Comments"	50
Figura 26 –Funcionalidade “Detailed Comments”	51
Figura 27 - Interface para cadastro de comentários por módulo	52
Figura 28 - Integração com o sistema "TileCommissioning Status Browser"	53
Figura 29 - Sistema "Timeline" - acesso direto ao resultado do módulo selecionado no TCA	53
Figura 30 - Exemplo de WBS. Adaptado de [29]	69
Figura 31 - Exemplo de Diagrama de Gantt. Adaptado de [29].....	69

Capítulo 1

Introdução

Os projetos de grande porte estão presentes em várias áreas da engenharia. Muitos projetos modernos são caracterizados por envolverem multidisciplinaridade e equipes de trabalho geograficamente dispersas. Antes de entrarem em funcionamento, os equipamentos em desenvolvimento são submetidos a uma extensa etapa de testes para assegurar seu bom funcionamento durante o período de operação. E, no início da operação, mais testes são realizados para monitorar o funcionamento do equipamento.

Os testes realizados avaliam todos os aspectos de funcionamento, como, por exemplo, características elétricas e mecânicas. Portanto, existe o envolvimento de um elevado número de pessoas no processo de testes e uma grande quantidade de dados é gerada. É importante que todas as informações relativas aos testes estejam acessíveis aos profissionais envolvidos no projeto.

Neste aspecto, torna-se útil a criação de ferramentas que dêem suporte às fases de teste e operação do projeto através da centralização, organização e divulgação das informações referentes às análises de dados realizadas. Os sistemas Web destacam-se neste tipo de aplicação, pois o sistema pode ser acessado de qualquer computador com acesso à Web e os usuários podem ter acesso às informações mesmo que estejam geograficamente dispersos.

1.1 Motivação

Fundado em 1954, o CERN [1] é um dos maiores e mais respeitados centros de pesquisa científica do mundo e atua no segmento de física de partículas. Desde a sua fundação, são construídos instrumentos complexos, como os aceleradores e detectores de partículas, para estudar os constituintes básicos da matéria. A construção dos

instrumentos é realizada por colaborações internacionais que reúnem cientistas de todo o mundo.

Foi construído recentemente no CERN, o LHC [2] (*Large Hadron Collider*) um acelerador de partículas que possui quatro detectores de partículas acoplados ao longo de sua circunferência de 27 km: ATLAS, ALICE, CMS e LHCb.

O ATLAS [3] é um detector de partículas de uso geral composto pelos seguintes subdetectores: Sistema Rastreador, o Espectrômetro de Múons e o Sistema de Calorimetria, composto, principalmente, pelos Calorímetros de Argônio Líquido e de Telhas Cintilantes. A construção do detector foi realizada por uma colaboração internacional, caracterizada pela dispersão geográfica, cobrindo 37 países e totalizando cerca de 2500 pesquisadores de 169 universidades e laboratórios de todo o mundo, incluindo a UFRJ, que participa desta colaboração através da Escola Politécnica, COPPE e Instituto de Física.

Um dos subdetectores do ATLAS, o Calorímetro de Telhas [4], tem como objetivo detectar partículas através da absorção total destas. O Calorímetro de Telhas possui forma cilíndrica e é subdividido em um barril central, composto por 128 módulos, e dois barris estendidos, composto por 64 módulos cada um.

Recentemente, o Calorímetro de Telhas passou pela fase de comissionamento. Durante esta etapa, todos os módulos que compõem o *TileCal* e os outros subdetectores foram reunidos e instalados no campo de operação (cerca de 100 metros escavados na fronteira Suíça-França). Os pesquisadores acompanharam o comportamento de cada característica do módulo e dos componentes necessários ao seu funcionamento como cabos, fibras ópticas, circuitos e fontes de alimentação. Para isso, foram realizados vários tipos de testes, cada um analisando um aspecto dos módulos. Os testes podem ser realizados com um único módulo, agrupando um conjunto de módulos ou com todos os módulos simultaneamente.

Durante os testes com os módulos do Calorímetro de Telhas, mais de 430.000 arquivos foram gerados, requerendo processamento, armazenamento e análise pelos membros da colaboração ATLAS. Os testes realizados possuem diferentes parâmetros que os identificam e os resultados das análises dos testes precisam estar acessíveis para todos os envolvidos no experimento.

1.2 Justificativa

No início do comissionamento do Calorímetro de Telhas, os resultados das análises foram armazenados nos servidores do CERN, organizados em diretórios, de acordo com o tipo de teste realizado.

Cada arquivo era identificado através do nome que continha informações que o caracterizavam, como, por exemplo, o tipo de teste e a data de realização do teste. Entretanto, este nome nem sempre era padronizado. O acesso aos arquivos podia ser realizado através de um navegador, pois era permitida a visualização da árvore de diretórios dos testes, via Web. Os pesquisadores precisavam acessar frequentemente o servidor para avaliar o desempenho dos módulos e o resultado das análises realizadas. Os pesquisadores também tinham acesso a uma interface web, que relacionava todos os testes realizados e os respectivos parâmetros. As conclusões relacionadas aos testes analisados eram publicadas em um sítio à parte e identificadas pelo nome do autor da conclusão, número identificador do teste e data de realização do teste.

Durante o comissionamento, todas as informações relativas aos testes realizados estavam acessíveis aos colaboradores. Porém, a descentralização e a falta de padronização das informações dificultaram o trabalho dos pesquisadores, à medida que o volume de dados a serem analisados aumentava.

A fase de comissionamento foi extensa e, no início da operação do ATLAS, mais testes seriam realizados. Portanto, surgiu a necessidade de desenvolvimento de um sistema que pudesse apoiar as atividades relacionadas aos testes realizados no Calorímetro de Telhas.

1.3 Objetivo

O objetivo deste projeto de graduação foi desenvolver uma solução tecnológica que pudesse apoiar o processo de comissionamento do Calorímetro de Telhas e o início da sua operação. Para tal, as informações referentes às análises realizadas no Calorímetro de Telhas foram centralizadas e organizadas de acordo com os parâmetros identificadores destas análises. As informações adicionais, como a avaliação realizada

pelos pesquisadores, puderam ser incorporadas ao sistema e vinculadas às análises. A integração com o sistema de geração das análises, também, foi realizada. Esta solução oferece diferentes visões das análises realizadas, como pelo tipo ou pelos módulos envolvidos na geração das análises. Além disso, foi realizada a integração com o sistema de histórico dos testes e o sistema com informações de hardware dos módulos. O sistema desenvolvido buscou disponibilizar aos pesquisadores todas as informações necessárias para efetuar o trabalho de avaliação dos testes realizados.

O desenvolvimento desta solução precisou atender alguns requisitos, como o fácil acesso às informações, interfaces simples de serem utilizadas e informações consistentes que estivessem sincronizadas com a geração de testes e análises. As informações precisariam estar disponíveis de maneira eficiente para todos os colaboradores, independente da sua localização geográfica.

1.4 Organização do Documento

No capítulo 2, é apresentada uma descrição do ambiente CERN e do detector ATLAS, enfatizando o funcionamento do Calorímetro de Telhas para qual o projeto foi desenvolvido.

No capítulo 3, o tema principal são os processos de trabalho do comissionamento do calorímetro de telhas. Então, o capítulo apresenta um estudo sobre a Engenharia de Processos, que pretende melhorar os processos de trabalho através da modelagem e análise dos processos, e suas metodologias. Na sequência, são apresentados os processos modelados e uma análise dos mesmos.

No capítulo 4, é apresentado o sistema TCA (*TileComm Analysis*). O capítulo inicia-se com uma descrição do projeto, como organização da equipe do projeto, as especificações e o levantamento dos riscos do projeto. Em seguida, é apresentado o sistema e suas funcionalidades e, finalmente, as tecnologias utilizadas para desenvolvimento do sistema.

Por fim, o capítulo 5 traz as conclusões sobre o projeto desenvolvido.

Capítulo 2

O Contexto da Colaboração ATLAS

Nesta seção, apresenta-se o ambiente para o qual o projeto foi desenvolvido. O entendimento do ambiente foi fundamental para o desenvolvimento do sistema e, também, foi a primeira tarefa realizada, de modo a levantar informações sobre os requisitos do sistema e pesquisar soluções que realmente pudessem atender às necessidades da colaboração internacional ATLAS no CERN [1].

As subseções seguintes apresentam uma visão do que é o CERN e os experimentos que estão sendo desenvolvidos neste centro mundial de pesquisas, em seguida, apresentamos mais especificamente o detector do ATLAS e o Calorímetro de Telhas para o qual este projeto foi desenvolvido, fazendo uma abordagem sobre o seu funcionamento e a metodologia de testes aplicada.

2.1 O CERN e o LHC

O CERN (The European Organization for Nuclear Research) é o maior laboratório de física de altas energias do mundo e está situado na fronteira da Suíça com a França [1]. Cientistas de países membros, países observadores e países colaboradores (entre eles o Brasil) realizam conjuntamente com o CERN experimentos complexos em física de partículas. O CERN, através das colaborações internacionais, desenvolve tecnologia de ponta e constrói equipamentos para que os experimentos possam ser realizados [1]. Este ambiente de colaboração internacional proporcionou o desenvolvimento de várias tecnologias, dentre elas, podemos citar a Web em 1990 [1].

A física de altas energias é a ciência que estuda as partículas elementares da matéria. Nestes estudos, é muito comum a realização de experiências com aceleração de partículas. Para realizá-las, são utilizados aceleradores de partículas e detectores. Os primeiros são dispositivos que impulsionam feixes de partículas a velocidades próximas

à da luz, fazendo com que estas atinjam grandes energias cinéticas. As partículas, assim aceleradas, colidem umas com as outras. Neste contexto, está sendo construído, no CERN, o LHC (*Large Hadron Collider*), um acelerador de partículas com uma circunferência de 27 km de perímetro, localizado a cerca de 100m abaixo do solo [2].

O LHC pretende recriar as mesmas condições do universo logo após a ocorrência do *Big Bang* e, para isso, colidirá prótons a 14TeV [2]. Os subprodutos das colisões serão estudados com o auxílio de detectores colocados ao redor dos pontos de colisão. O ATLAS é o maior dos detectores do LHC.

A Figura 1 apresenta, à esquerda, a localização territorial do LHC na fronteira entre a Suíça e a França, onde a circunferência demarca o local por onde passa o túnel que abriga o LHC. Na figura, à direita, uma foto real do acelerador instalado no túnel no subsolo.

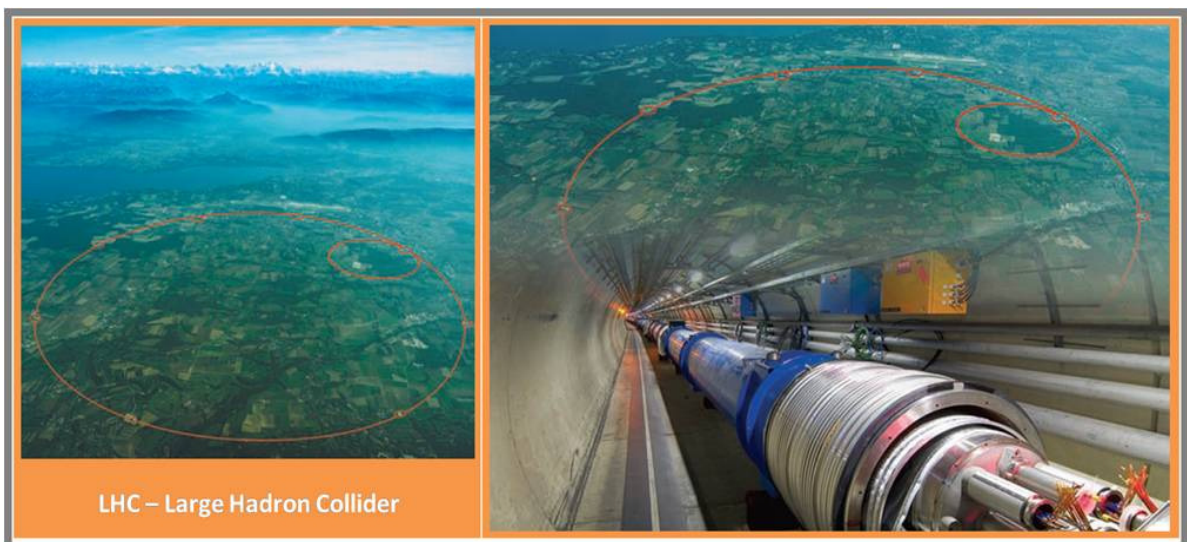


Figura 1 - Demarcação do território onde o LHC está instalado e foto do LHC dentro do túnel que o abriga. Extraído de [1].

2.2 O Detector ATLAS

O ATLAS é um experimento de física de altas energias que procura explorar a natureza fundamental da matéria e as forças básicas que formam nosso Universo. O detector ATLAS irá procurar por novas descobertas através das colisões de partículas, a principal delas é verificar a existência do bóson de Higgs [3], que explicaria a diferença

de massa entre as partículas elementares. O ATLAS detecta as partículas através da trajetória e da energia depositada no detector após as colisões.

Contando com cerca de 2500 pesquisadores de 169 universidades e laboratórios em 37 países [3], o ATLAS representa o maior detector de partículas físicas já construído.

A Figura 2 apresenta a demarcação no mapa mundi dos países envolvidos na colaboração ATLAS. Através da figura, é possível ter uma dimensão do quanto esta colaboração é numerosa e geograficamente dispersa.

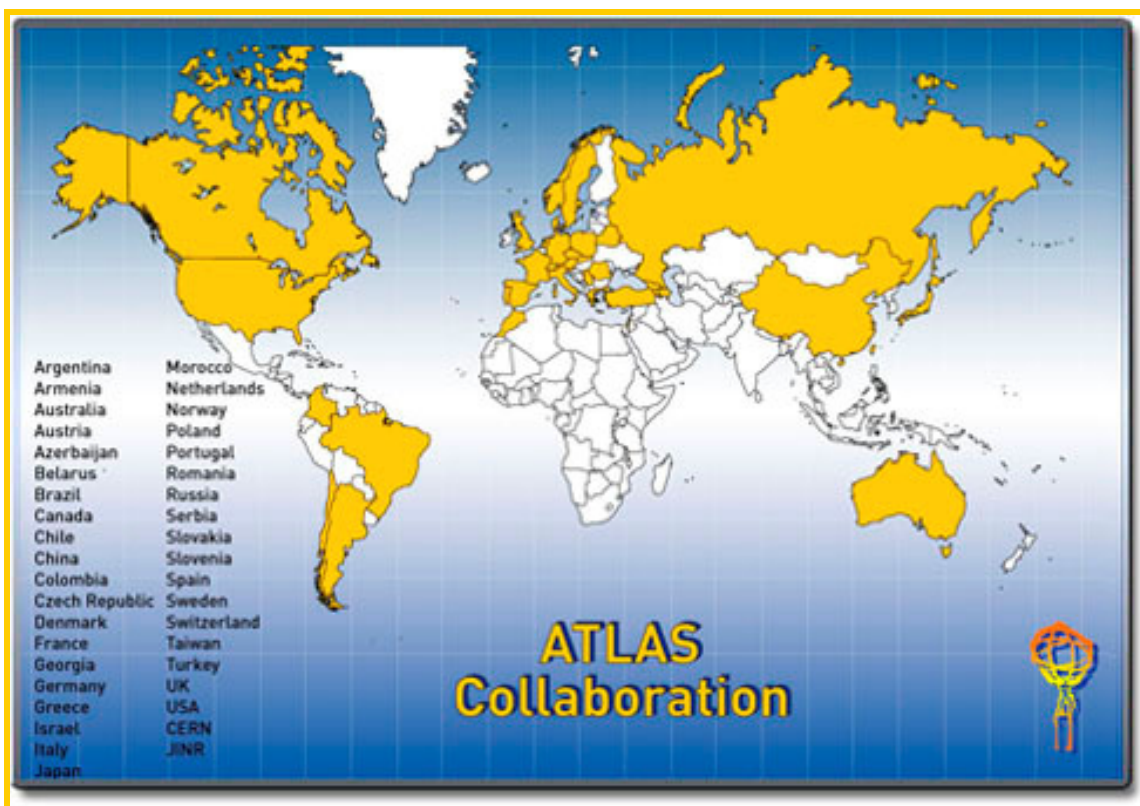


Figura 2 - A colaboração ATLAS demarcada no mapa mundi. Extraído de [3].

Com uma estrutura cilíndrica (pois as partículas geradas nas colisões podem se espalhar para todas as direções), o detector é dividido nas seguintes partes [3]:

- Sistema Rastreador: para registrar as trajetórias das partículas resultantes das colisões, bem como determinar o momento e o sinal da carga, se for o caso.
- Espectômetro de Múons: para identificar os múons.

- Sistema de Calorimetria: composto pelo Calorímetro de Telhas e o Calorímetro de Argônio Líquido, mede a energia das partículas resultantes das colisões.

A Figura 3 apresenta, à esquerda, o desenho esquemático do detector e seus subdetectores e, à direita, a foto da vista lateral do ATLAS montado em seu campo de operação. Um dos subdetectores do ATLAS é o Calorímetro de Telhas (*TileCal*) que vem contando com a participação da UFRJ no seu projeto e construção.

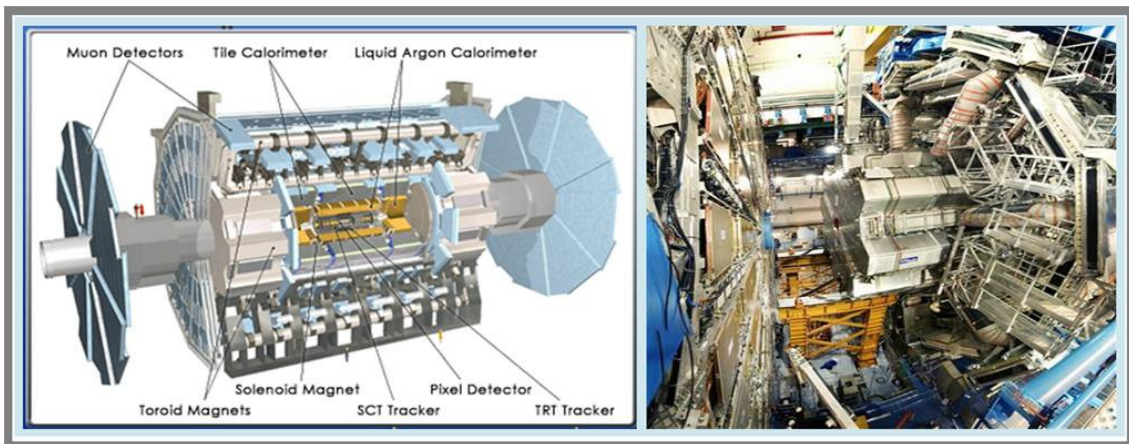


Figura 3 - O detector ATLAS, à esquerda o desenho esquemático e a foto lateral do detector, à direita.

2.3 O Calorímetro de Telhas

O calorímetro de telhas é um dos subdetectores que compõe o ATLAS. É um calorímetro hadrônico de forma cilíndrica que usa aço como material absorvedor de energia e telhas cintilantes como material ativo [4]. O calorímetro de telhas tem forma cilíndrica. Este subdetector é subdividido em um barril central denominado *Long Barrel* e seus módulos são divididos em LBA e LBC, de acordo com o lado do calorímetro onde estão instalados, e dois barris estendidos, denominados *extended barrel*, e, analogamente, denominados EBA e EBC. Os barris são formados por módulos em forma de cunha. Cada barril estendido é composto por 64 módulos e o barril central possui 128 módulos. Entre os barris externos e o barril central existe um vão para o acesso de cabos e dispositivos eletrônicos de outros subdetectores.

A Figura 4 apresenta a estrutura mecânica do módulo do Calorímetro de Telhas. É possível visualizar os vãos para as telhas cintilantes e o método de captação da luz pelas fibras para as PMT, do inglês *photomultiplier*.

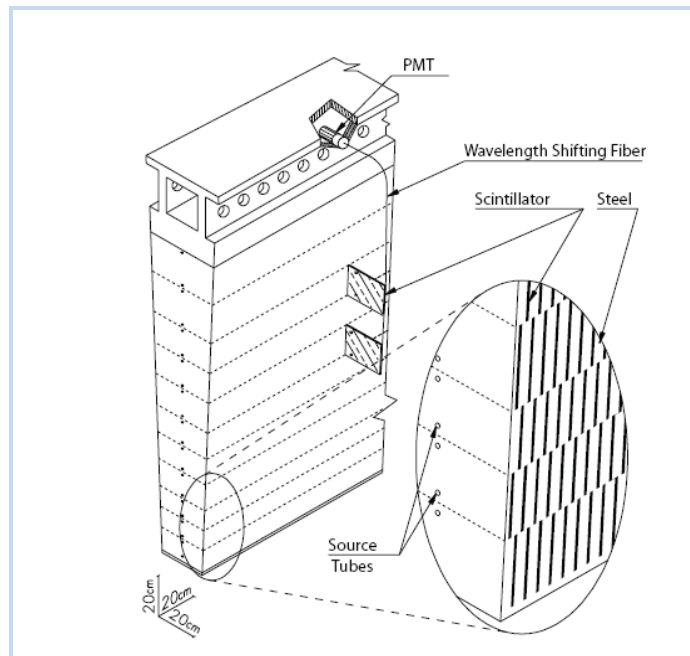


Figura 4 - Estrutura do módulo do Calorímetro de Telhas. Extraído de [5]

Quando a partícula atravessa o detector, é produzida luz nas telhas cintilantes cuja intensidade é proporcional à energia depositada pela partícula. O sistema óptico converte a luz detectada em sinais elétricos. O sistema óptico é composto, dentre outros componentes, por PMT, que são sensores fotônicos que produzem corrente proporcional à intensidade da luz recebida [6].

As PMT são agrupadas em três e os sinais provenientes do conjunto de PMT é lido pela Unidade de Gerenciamento de Dados do TileCal, *TileDMUs*. Cada módulo do sub-detector possui uma gaveta ou *drawer*, duas gavetas são combinadas para formar uma *superdrawer*. As *superdrawers* do barril central contêm 45 PMTs cada uma e as *superdrawers* dos barris estendidos contêm 32 PMTs cada uma [7], este esquema é apresentado na Figura 5.

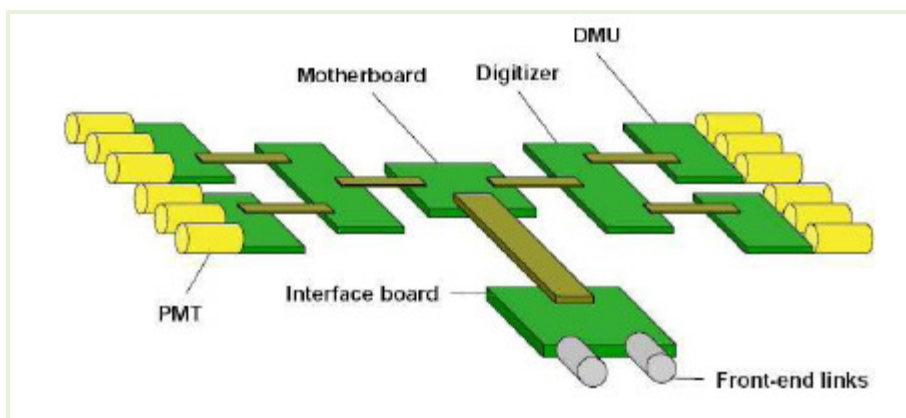


Figura 5 - Estrutura da leitura eletrônica do TileCal. Extraído de [7]

Destaca-se ainda, no calorímetro de telhas, a presença de três sistemas imprescindíveis ao seu funcionamento: o Sistema de Altas Tensões (HV), Sistema de Baixas Tensões (LVPS) e o Sistema de Refrigeração. O Sistema de Altas Tensões (HV) é responsável por alimentar as PMTs com uma tensão que pode variar entre 400V e 1000V com uma corrente de 20mA por canal [8]. O Sistema de Baixas Tensões (LVPS) é responsável por alimentar a eletrônica de distribuição do HV e a eletrônica de *front-end* do subdetector, que fica localizada na gaveta do módulo, *drawers* [9]. O Sistema de Refrigeração é responsável por manter tanto o Sistema de Altas Tensões quanto o Sistema de Baixas Tensões operando em temperatura adequada ao seu funcionamento [8].

O calorímetro de telhas é integrado ao sistema TDAQ (*Trigger and Data Acquisition System*), que é um sistema de filtragem *online* para diminuir a alta taxa de eventos registrados durante a operação do ATLAS [10]. O sistema possui 3 níveis de filtragem ligados em cascata. No primeiro nível de *trigger*, a taxa de eventos é diminuída de 40 MHz para 100 kHz e as regiões de interesse ROI (*Regions of Interest*), que são regiões onde houve deposição significativa de energia, são selecionadas. Então, no segundo nível, são observados apenas os eventos das ROI e a filtragem realizada reduz as taxas de eventos de 100kHz para 1kHz. No terceiro nível, os eventos selecionados pelo segundo nível, provenientes de todos os subdetectores, são processados e uma taxa de 100 Hz é armazenada em mídia permanente.

A Figura 6 apresenta três visões diferentes do calorímetro de telhas. À esquerda, mostra-se uma visão do detector ATLAS e o local onde o calorímetro está inserido dentro do detector. Ao centro, mostra-se um desenho esquemático de um dos barris do calorímetro. E, à direita, uma foto do calorímetro de telhas sendo montado dentro da caverna do ATLAS.

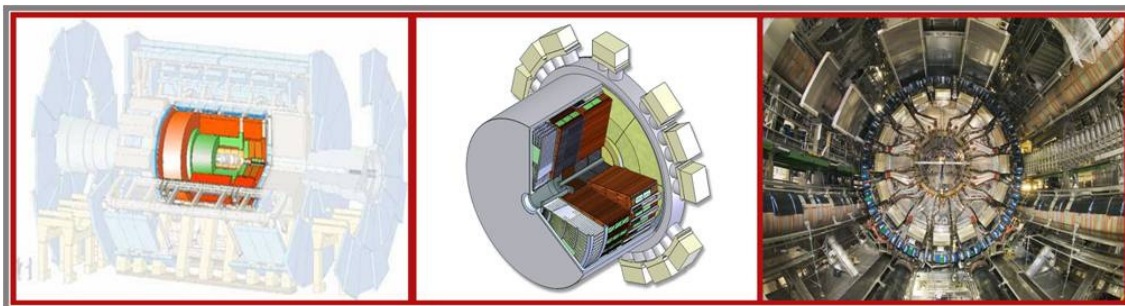


Figura 6 - TileCal: inserido dentro do ATLAS (esq.), visão do barril (centro) e foto (dir.). Extraído de [3].

O Calorímetro de Telhas, como todo projeto de engenharia, foi projetado, construído, e, antes de ser colocado em funcionamento, passou por uma longa fase de testes para averiguar o comportamento do equipamento. Em virtude da complexidade do seu funcionamento, uma nova rodada de testes será realizada no início da operação.

Por se tratar de um projeto de colaboração internacional, cada módulo que compõe o subdetector foi construído em um instituto de pesquisa diferente. Após a construção de cada módulo, foram realizados testes individuais. A fase de testes do calorímetro de telhas é dividida nas seguintes etapas: teste do feixe (*test beam*), comissionamento e comissionamento combinado.

A primeira fase de testes do Calorímetro de Telhas denominada *TestBeam*, ocorreu após a construção dos módulos nos próprios institutos responsáveis pela construção. Nessa etapa de testes, foi avaliado o funcionamento individual de cada módulo [11]. Os pesquisadores compararam as respostas dos módulos aos testes aplicados com os resultados de simulações realizadas para analisar se houve o funcionamento esperado. Os resultados obtidos eram compartilhados com toda a colaboração.

As fases de testes seguintes são o comissionamento e o comissionamento combinado, que são os testes realizados após a construção dos módulos e sua instalação no campo de operação. Durante o comissionamento, avaliam-se todos os módulos que compõem o *TileCal* [6]. Os pesquisadores acompanham o comportamento de cada característica do módulo e dos componentes necessários ao seu funcionamento como cabos, fibras ópticas e fontes de alimentação. Para isso, são realizados vários tipos de testes, cada um analisa um aspecto dos módulos. Podem ser realizados testes com um único módulo, agrupando um conjunto de módulos ou com o subdetector por inteiro.

Com todos os módulos instalados e prontos para o início da operação do Calorímetro de Telhas, ocorreu o comissionamento combinado. Nesta etapa, foram realizados testes do *TileCal* com os outros subdetectores do ATLAS. A finalidade foi garantir que a operação conjunta dos subdetectores apresentava o funcionamento esperado.

Com o início da operação do ATLAS, testes adicionais foram realizados para garantir que o detector apresenta o comportamento adequado.

O comissionamento do Calorímetro de Telhas é o foco principal de atuação deste projeto. A seguir, será apresentado o estudo realizado dos processos relacionados a esta fase e o desenvolvimento do sistema dedicado ao apoio das análises de dados do comissionamento e do início da operação.

Capítulo 3

O Comissionamento do Calorímetro de Telhas

O objetivo deste capítulo é explicar o funcionamento do comissionamento do calorímetro de telhas. Como já foi abordado no capítulo 2, o comissionamento é a fase onde o instrumento já está montado no campo de operação e são realizados testes para avaliar seu desempenho.

A compreensão do trabalho realizado durante o comissionamento foi fundamental para projetar um sistema que pudesse apoiar esta etapa e, como desdobramento, fosse utilizado no início da operação do ATLAS. O conhecimento requerido precisava abranger os sistemas utilizados para realizarem as análises, os profissionais envolvidos, a integração entre as equipes de trabalho e as atividades que foram realizadas. As informações deveriam ser estruturadas de maneira concisa para ajudar no entendimento do trabalho realizado, levando à concepção de uma especificação coerente com as necessidades da colaboração. A estruturação deste conhecimento foi realizada a partir da modelagem dos processos de trabalho do Calorímetro de Telhas.

A área de estudos que se ocupa da modelagem dos processos, suas aplicações, metodologias e ferramentas bem como os benefícios decorrentes desta técnica é denominada Engenharia de Processos [12].

Então, para descrever o comissionamento utilizando uma abordagem de engenharia de processos, o capítulo foi estruturado da seguinte maneira: primeiramente é apresentado um estudo sobre engenharia de processos, que visa a entender a metodologia de trabalho a partir da modelagem dos seus processos de trabalho. Na sequência, é apresentada uma metodologia de modelagem de processos. Finalmente, são

descritas as características do comissionamento, que inclui as equipes envolvidas, os testes realizados e os principais sistemas utilizados, os seus processos de trabalho e uma análise acerca dos processos modelados.

3.1 Engenharia de Processos

Um processo pode ser definido como uma cooperação de atividades distintas para a realização de um objetivo global, orientado para o cliente final, que lhes é comum [12]. Um processo é repetido de maneira recorrente dentro da organização. A gestão por processos pode ser entendida como uma orientação metodológica/conceitual que prioriza a análise das funções de uma organização a partir de uma ótica de atividades seqüenciadas lógico-temporalmente [12]. A partir das definições apresentadas anteriormente, a Engenharia de Processos, ou também, a Engenharia de Processos de Negócios (EPN) pode ser definida como uma técnica que utiliza a gestão por processos para entender como uma organização ou parte dela opera [13].

Através desta técnica, também é possível estudar como são realizados os processos e como a informação flui através destes e definir suas interfaces, quais os recursos são utilizados, quem realiza as diversas atividades e as cadeias de valor existentes [13]. A EPN possibilita o entendimento de como o trabalho é realizado, particularmente no que se refere aos fluxos horizontais ou transversais de atividades e informações em um dado ambiente objetivando o planejamento, projeto ou estruturação e avaliação de processos [14].

As finalidades básicas da Modelagem de Processos são: representação, análise e melhoria da forma que o trabalho é realizado horizontalmente, orientado para produtos, clientes e mercados, nas organizações [13]. A partir do momento em que estiver disponível o modelo “*as-is*” do processo de negócio, ou seja, a maneira como este está sendo realizado, vários métodos analíticos podem ser utilizados para verificar se o mesmo entrega o produto ou serviço da maneira mais eficaz [12]. Dentre os benefícios alcançados pela modelagem de processos é válido citar [12]:

- Integração de processos, sistemas, organização, informações e dados.
- Visualização e análise das relações de negócios.
- Múltiplos pontos de vista do negócio em questão.
- Auxílio na validação, revisão e teste dos processos de negócios.
- Provisão de uma plataforma rápida para redesenho de processos.

As aplicações da Engenharia de Processos são numerosas e diversificadas nos dias de hoje. No escopo deste projeto final de curso, cabem destacar as seguintes aplicações importantes: o redesenho, a análise e melhorias de processos. O redesenho realizará uma nova organização do trabalho executado considerando os processos existentes e os conhecimentos dos seus executores [14]. É caracterizado por modificá-lo a partir da forma atual de execução do trabalho da organização (“*as is*”) e passar por uma fase de análise e estudo dos processos atuais e, posteriormente, de forma participativa, redesenhá-los (“*to be*”) segundo diretrizes desdobradas da estratégia da organização, ou seja, o redesenho não desconsidera os processos e os conhecimentos existentes. A análise e melhorias geralmente acontecem após a fase de redesenho. Esta análise pode ser acompanhada de estudos periodicamente para a identificação de gargalos e quanto de redundâncias de trabalho [14].

A EPN é suportada pela modelagem de processos que pode ser definida como a documentação, análise e desenho da estrutura dos processos de negócios, suas relações com os recursos necessários para implementá-los e o ambiente no qual eles serão utilizados [12].

3.2 A Metodologia ARIS

Várias são as metodologias existentes quando se deseja utilizar a Engenharia de Processos como técnica de transformação organizacional ou de operação da empresa. Dentre elas, está incluída a metodologia ARIS [15]. A metodologia ARIS de Modelagem de Processos está fundamentada na utilização de uma grande variedade de

modelos e objetos através dos quais os processos de negócio de uma dada organização podem ser representados e analisados, com a utilização da ferramenta ARIS Toolset [14].

A metodologia é composta de vistas que agrupam os diversos modelos, objetivando descrever de forma fácil de entender e, ao mesmo tempo, capaz de reportar toda a complexidade inerente a um processo de negócio. São cinco as vistas: de Organização, de Função, de Dados, de Saída e de Processo [15]. Dentre as funcionalidades características da ferramenta ARIS *Toolset*, é possível destacar a visualização/navegação entre os modelos (permite interrelacionamentos entre objetos e modelos facilitando a navegação em uma interface amigável), a flexibilidade associada às possibilidades de organização de modelos e à vasta quantidade de modelos e metodologias disponíveis [16].

Na visão por processos, existem alguns tipos de modelos que podem ser utilizados para representar o fluxo de atividades, dentre eles, destaca-se o EPC (*Event-Driven Process Chain*) [12]. O EPC é um modelo de representação que é baseado na apresentação das atividades e eventos. As atividades representam as tarefas executadas, os eventos representam resultados das tarefas ou um marco para realização de uma atividade [12]. No EPC, os eventos e atividades podem ser conectados por operadores lógicos que podem demonstrar dependência de mais de uma atividade para a realização da próxima atividade, paralelismo na execução das atividades, caminhos opcionais que um processo pode tomar após a realização de uma atividade e etc.

Na modelagem em EPC, as atividades ainda podem ser detalhadas através da representação dos executores da atividade, máquinas ou sistemas envolvidos, documentos utilizados nas atividades dentre outros.

A Figura 7 apresenta os principais elementos utilizados na modelagem EPC.

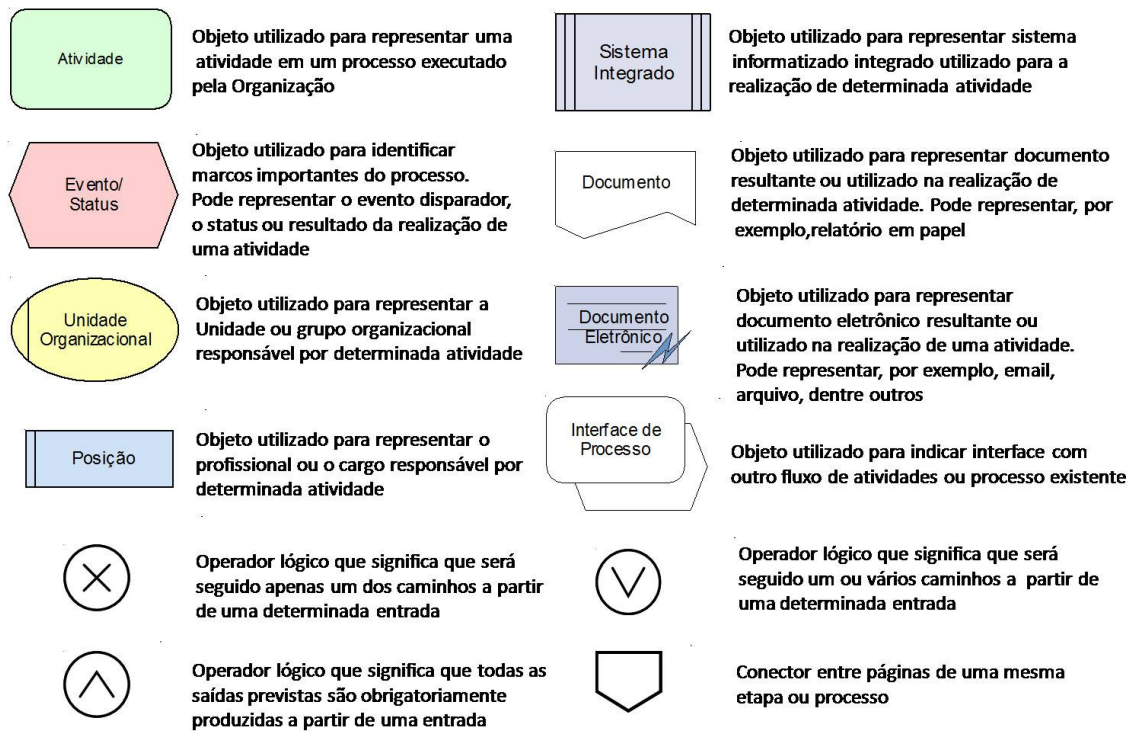


Figura 7 - Símbolos utilizados na modelagem EPC do ARIS

3.3 Aplicação da EPN no Comissionamento do Calorímetro de Telhas

O comissionamento do Calorímetro de Telhas possui uma rotina de atividades para realização e análise de testes que pode ser estudada segundo a ótica da Engenharia de Processo de Negócios e, após o estudo e análise destas atividades, pode ser proposta uma nova maneira para realização das atividades cotidianas dos pesquisadores da colaboração ATLAS. A partir da modelagem dos processos envolvidos na realização dos testes do comissionamento do Calorímetro de Telhas, espera-se entender melhor a organização do trabalho neste centro de pesquisas e agregar conhecimentos que permitam desenvolver soluções tecnológicas que proporcionem mais eficiência nas atividades de análise e estudo dos testes realizados.

Para a modelagem dos processos do comissionamento do Calorímetro de Telhas foi escolhida a metodologia ARIS e a ferramenta ARIS *Toolset* utilizando a visão por processos e o modelo EPC. Esta representação oferece uma visão detalhada dos recursos utilizados no processo e possui baixa complexidade nas leituras dos mesmos,

portanto foi concluído que a metodologia se aplicaria ao escopo do projeto desenvolvido. A partir do mapeamento realizado, será possível identificar o fluxo dos dados, os procedimentos de trabalho e pontos de gargalo no processo de análise dos testes do Comissionamento.

3.3.1 Introdução aos Processos do Comissionamento

Para entender os processos do comissionamento do Calorímetro de Telhas, é necessário o conhecimento da sua organização e como são estruturados os testes que são realizados.

No ambiente de comissionamento do *TileCal*, os testes realizados para averiguar o funcionamento do detector são denominados *runs*, podendo ser de vários tipos diferentes, de acordo com sua finalidade [17]:

- **Ped:** *Run Pedestal*, este *run* é usado para monitorar o ruído eletrônico, sem presença de sinal;
- **CIS:** *Run Charge Injection Scan*, este *run* varre todos os componentes eletrônicos do *TileCal*, usado para encontrar problemas eletrônicos nos módulos;
- **MonoCIS:** Nesse *run*, uma carga constante é injetada para monitorar estabilidade eletrônica;
- **LED:** Injeção de luz de LED dentro das fibras, para assegurar que não há nenhuma fibra/PMT com defeito e para medir o tempo de resposta da PMT ;
- **Las:** Nesse *run*, uma luz de laser é injetada dentro das fibras. É similar ao LED, mas oferece maior precisão;
- **Phys:** Raios cósmicos são usados para disparar eventos e averiguar se as respostas aos eventos estão corretas ;

Os parâmetros importantes que identificam os runs são: o tipo do run, conforme descrito acima, o seu número de identificação, a data e horário de realização e os

módulos participantes. O nome do módulo do TileCal é formado pela junção do nome do setor do Calorímetro onde o módulo está localizado (LBA, LBC, EBA e EBC) com o número do módulo que varia de 01 a 64. Todos os parâmetros referentes aos *Runs* realizados ficam armazenados no *Comminfo Database*.

No comissionamento, existe um planejamento para execução de todos os testes necessários. A divisão de tarefas é realizada por equipes, chamadas *Teams*. Geralmente, existe interdependência entre as atividades realizadas por estas equipes, que são compostas por *experts*, que planejam e coordenam as atividades da equipe, e os *shifters* coordenam e planejam as atividades da equipe. As responsabilidades são divididas da seguinte maneira [17]:

- **Team 1:** Equipe responsável pela instalação dos Cabos de *Trigger* e Módulos do TileCal;
- **Team 2:** Equipe responsável pela execução de testes relativos ao funcionamento de hardware dos módulos e cabos;
- **Team 3:** Equipe responsável pela instalação e testes de dos sistemas de altas tensões e baixas tensões, *Power Supplies*, que são responsáveis pelo fornecimento de energia elétrica aos módulos;
- **Team 4:** Equipe responsável pela análise *online* dos testes realizados nos módulos. Esta análise é realizada com os dados gerados assim que o teste, *run*, acontece e verifica se através da resposta do teste se o módulo está funcionando corretamente;
- **Team 5:** Equipe responsável pela análise *offline* dos testes realizados nos módulos. Esta análise é realizada com os dados dos *runs* reconstruídos;

O *run* gera arquivos que precisam ser analisados para avaliar o funcionamento dos módulos. Os arquivos resultantes do *run* ficam armazenados no CASTOR [18], que é um servidor de arquivos. As análises são realizadas a partir de scripts criados pelos próprios pesquisadores, gerando os dados e gráficos necessários referentes a um *run*. Estes scripts são executados através do ROOT, um sistema desenvolvido no CERN para análise de dados em grande escala [19].

Para auxiliar a divulgação de informações referentes aos *runs*, é utilizada uma ferramenta WEB, na qual os pesquisadores inserem comentários.

3.3.2 Processos do Comissionamento

No escopo deste projeto, cabe estudar três processos principais do comissionamento. São eles: “Reconstruir *Run*”, ”Realizar Análise do *Run*” e “Acompanhar Status do Comissionamento”. Estes três processos irão descrever o que ocorre quando um *Run* é realizado e todas as etapas seguintes que passam pela análise e acompanhamento das atividades do *Team 5* do comissionamento.

A Figura 8 apresenta os processos do comissionamento em uma visão sem detalhamento, o que possibilita a visão macro de todos os processos realizados durante esta fase. Apenas aqueles relacionados ao escopo do projeto serão detalhados e estudados posteriormente.

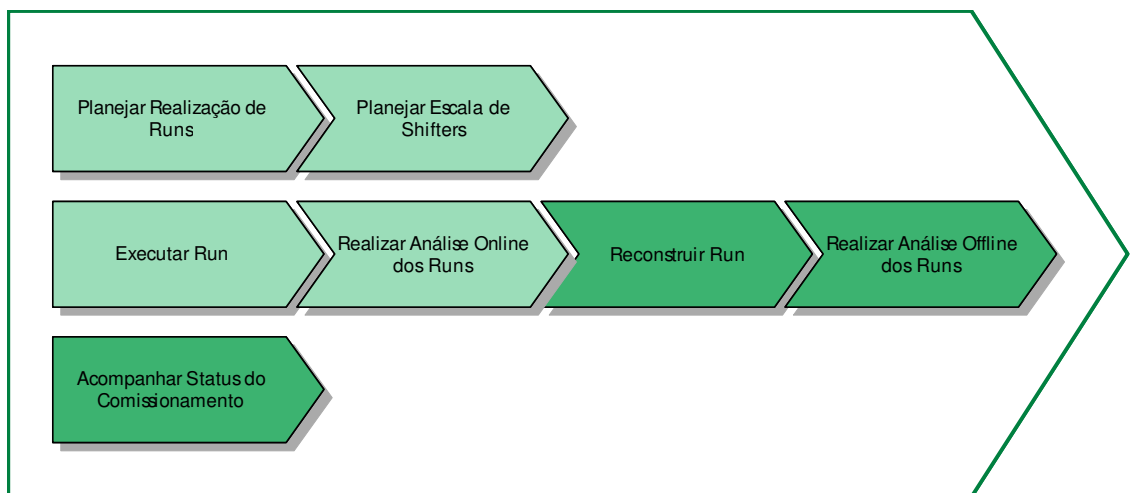


Figura 8 - Processos do Comissionamento

3.3.2.1 Processo “Reconstruir *Run*”

Este processo descreve as atividades que acontecem para disponibilizar o material necessário para a realização das análises *offline* (análise realizada após a reconstrução dos dados) pelo *Team 5*.

Após a realização do *run*, os arquivos reconstruídos e armazenados no CASTOR. Caso o arquivo do *run* desejado não esteja disponível ainda no CASTOR, o *shifter* deve providenciar a reconstrução através da execução de algumas rotinas na plataforma ROOT no servidor LXPLUS.

O encadeamento das atividades realizadas, os atores do processo e os sistemas utilizados são detalhados na modelagem do processo apresentado na Figura 9.

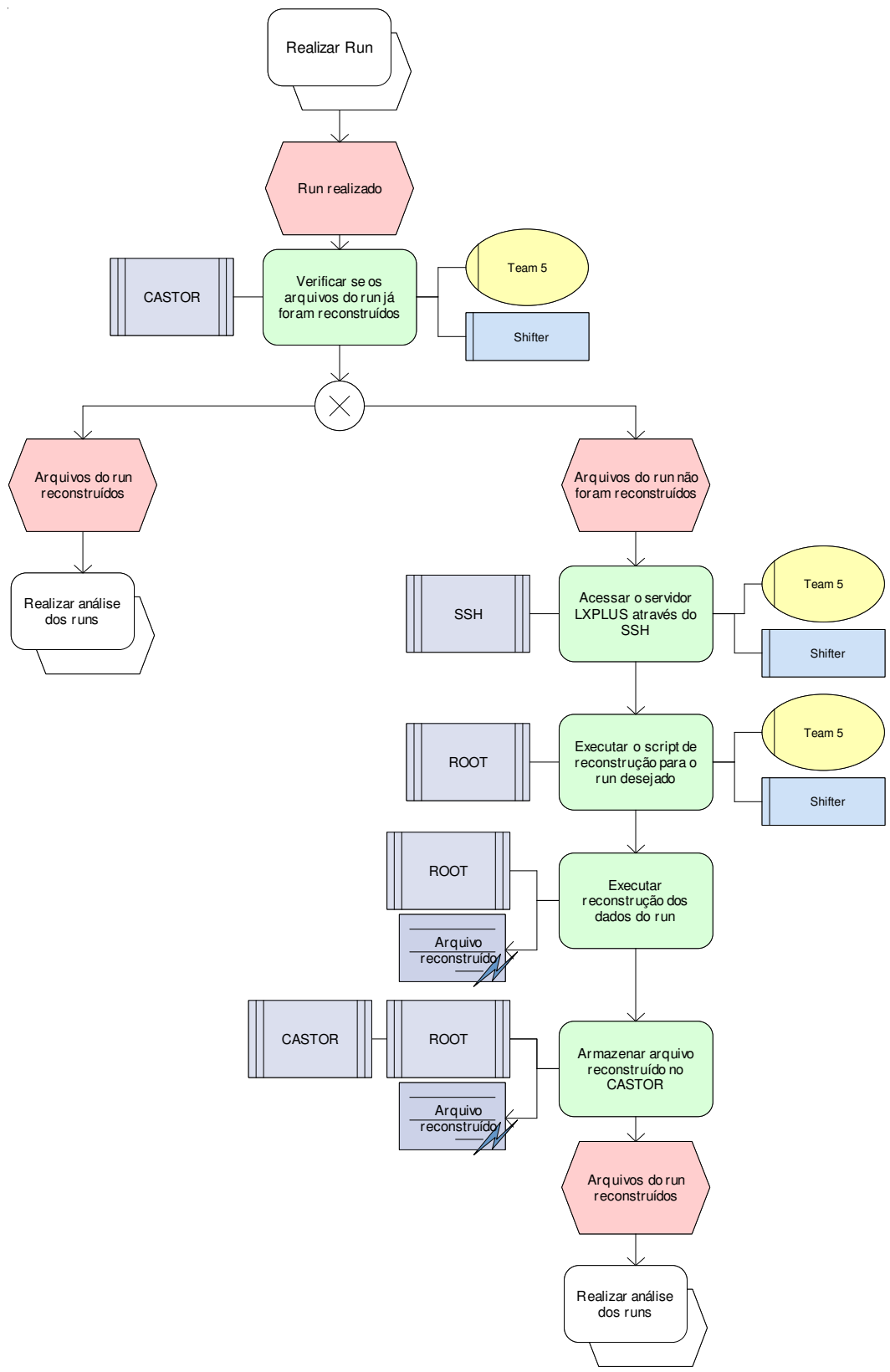


Figura 9 - Processo "Reconstruir Run"

3.3.2.2 Processo “Realizar Análise *Offline* do *Run*”

Este processo descreve as etapas que acontecem para realizar análise *offline* do *Run*, onde ocorre a geração de *plots* e a divulgação de informações.

Com a reconstrução dos dados finalizada, é necessária a análise *offline* dos runs. As análises empregadas variam de acordo com o tipo de *run*. Portanto, primeiramente, os *shifters* devem pesquisar os runs gerados e suas especificações, que estão disponíveis no *Comminfo Database*, uma base de dados MySQL que possui informações de parametrização de todos os runs gerados como o tipo de *run*, os módulos que participaram do *run*, a data e etc. Com esta informação em mãos, ele verifica o que já foi analisado. Para os runs que ainda não foram analisados, o *shifter* verifica a existência dos arquivos reconstruídos e executa os scripts para análise na plataforma ROOT. O resultado das análises é gravado automaticamente no servidor.

Posteriormente, o *shifter* acessa o servidor e localiza os dados das análises que acabaram de ser gravados, analisa os dados gerados e, se necessário, publica comentários a respeito do *run* analisado no ELog, uma página WEB destinada à inserção de comentários relativos aos *runs* do comissamento. O processo é descrito com detalhes nas Figura 10 e Figura 11.

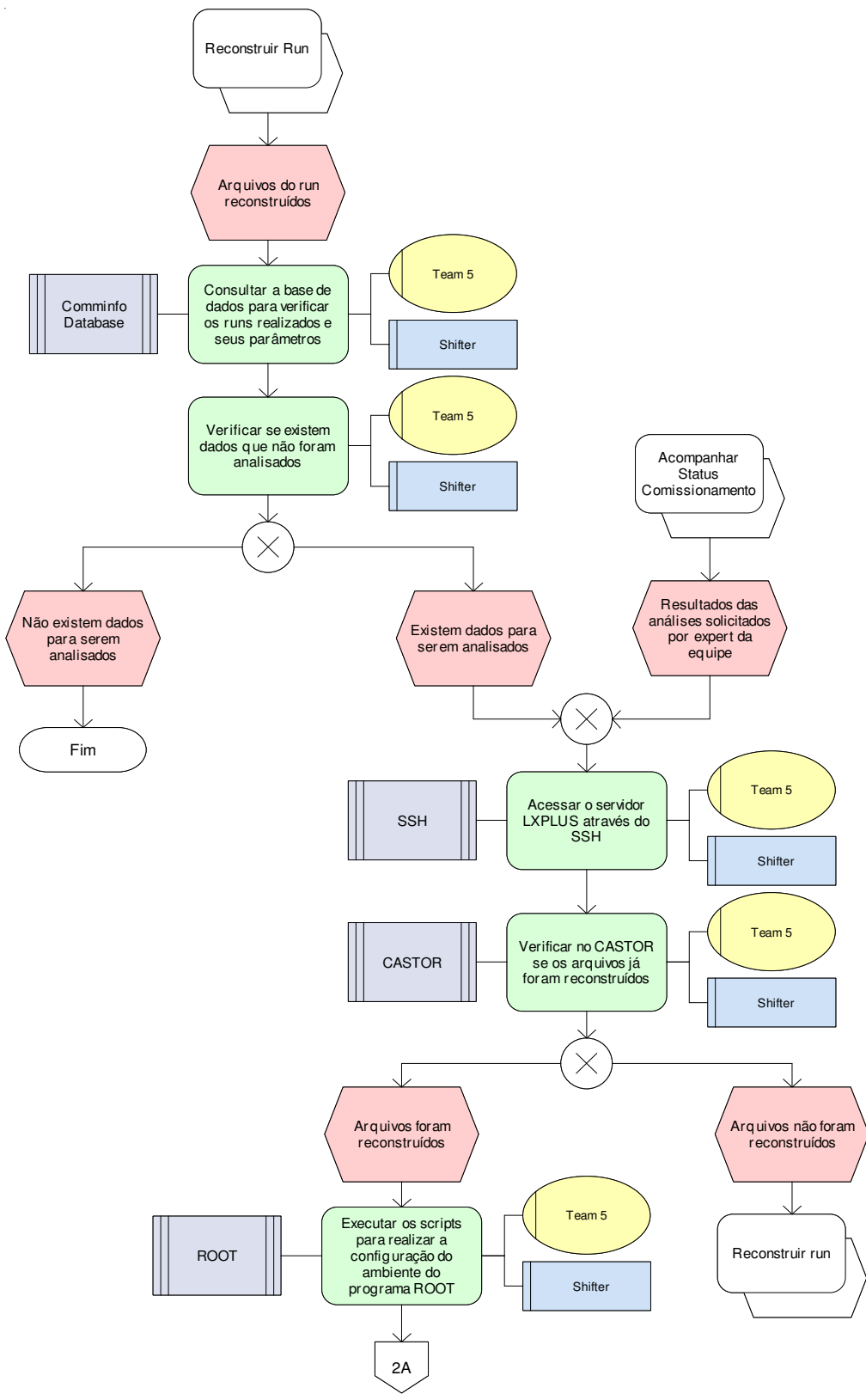


Figura 10 - Processo “Realizar Análise do Run” (Parte 1)

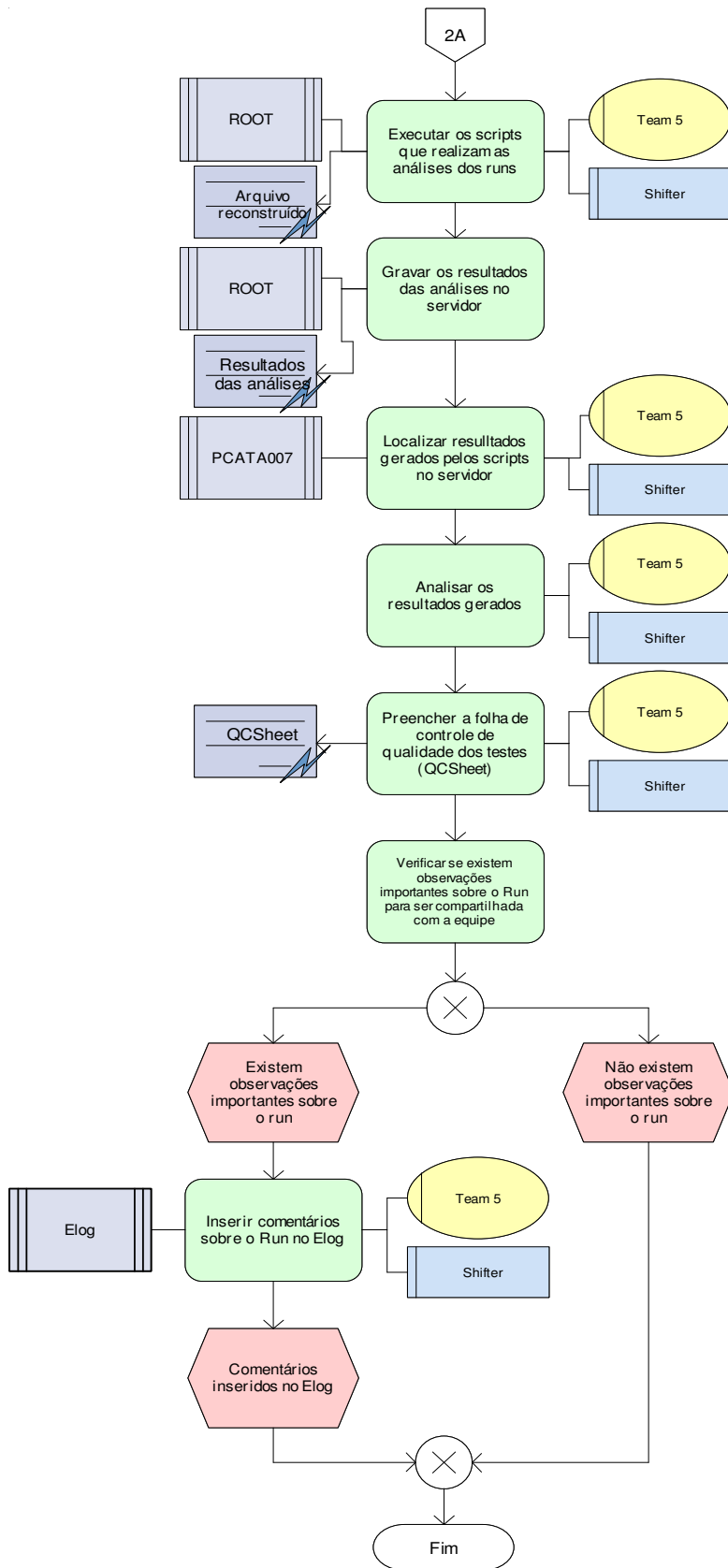


Figura 11 - Processo “Realizar Análise do Run” (Parte 2)

3.3.2.3 Processo “Acompanhar Status do Comissionamento”

Este processo mostra as atividades executadas pelos *experts* do *Team 5* do comissionamento. Eles precisam analisar os resultados das análises dos *runs* para realizar o planejamento das próximas etapas da equipe.

Neste processo, os *experts* acessam todos os sistemas referentes ao comissionamento do Calorímetro de Telhas para realizar uma análise geral do status dos testes realizados. Assim, eles verificam no *Comminfo Database* os *runs* que foram gerados, procuram pelas análises destes *runs* e analisam os resultados. Se for pertinente, eles também publicam comentários no Elog.

A partir do levantamento de informações nos sistemas, eles conseguem ter um parecer dos testes realizados que poderá auxiliar no planejamento das próximas atividades do comissionamento. O detalhamento do processo é apresentado nas figuras 12 e 13.

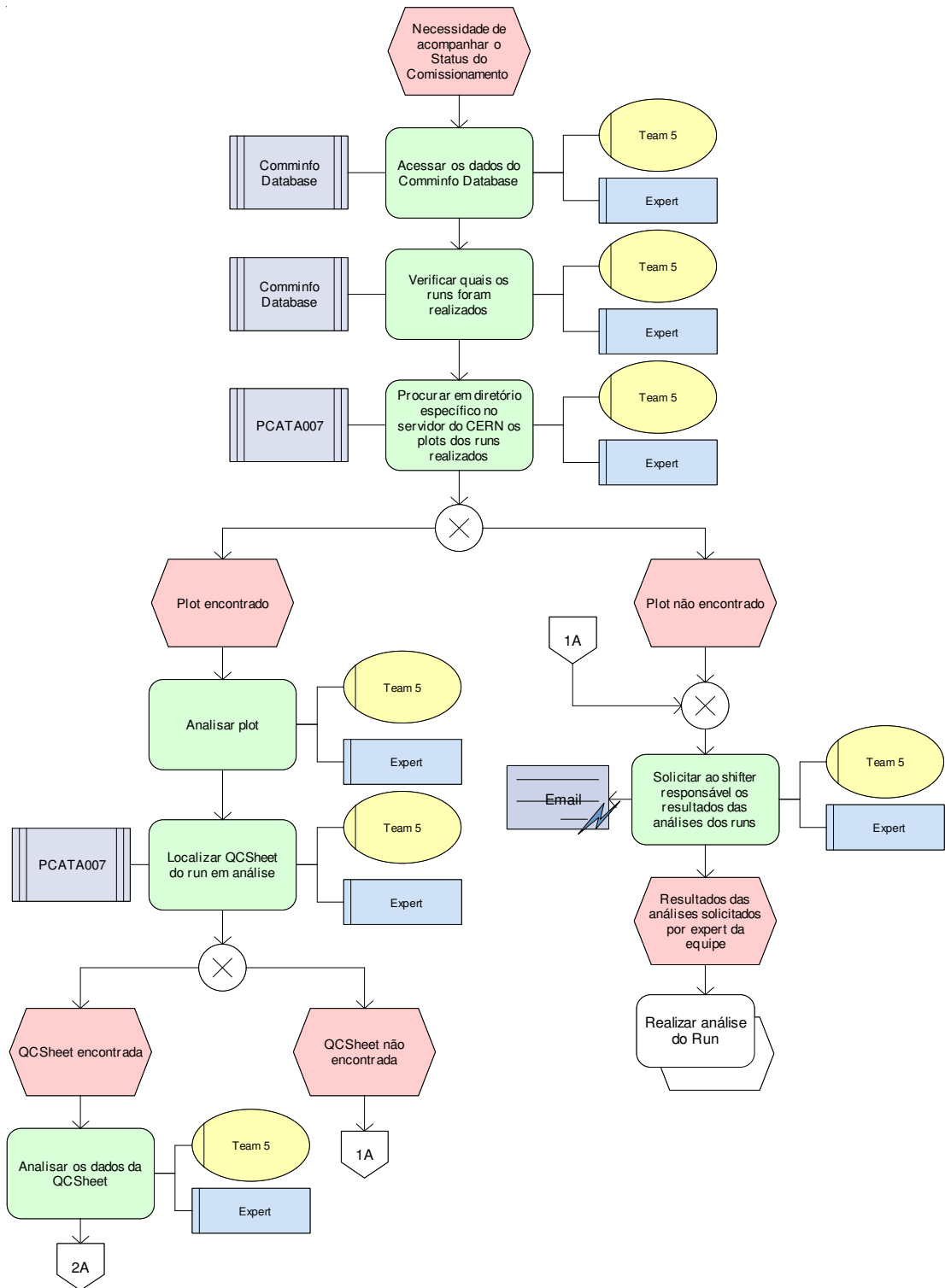


Figura 12 - Processo "Acompanhar Status do Comissionamento" (Parte 1)

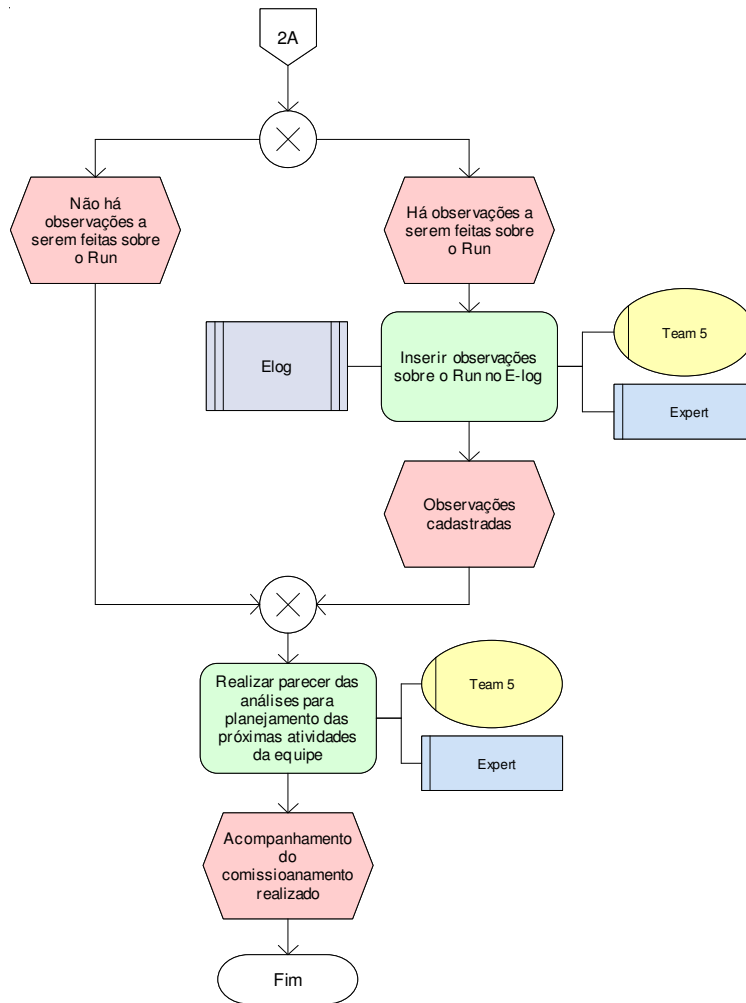


Figura 13 - Processo “Acompanhar Status do Comissionamento” (Parte 2)

3.3.2.4 Análise dos Processos

Através de uma análise nos processos descritos, é possível realizar algumas observações sobre a maneira como as atividades são realizadas. Os *shifters* que trabalham com as análises dos *runs* não conseguem ter uma visão clara dos *runs* que já foram gerados e dos que já foram reconstruídos. Embora o *Comminfo Database* apresente os *runs* que já tinham sido executados, é necessário acessar o *CASTOR* para verificar se o *run* já foi reconstruído.

Para a realização das análises, é necessária a utilização do *SSH* para conexão com o servidor e o conhecimento da ferramenta *ROOT*, para gerar as análises, que é

acessada via linha de comando. Alguns comandos requerem a inserção de vários parâmetros. Estas características agregam mais complexidade ao processo de análise e, além disso, requerem bastante tempo, pois existe uma seqüência de etapas a serem seguidas: conexão no servidor, configuração do ambiente e realização da análise. A Figura 14 apresenta a interface do SSH.

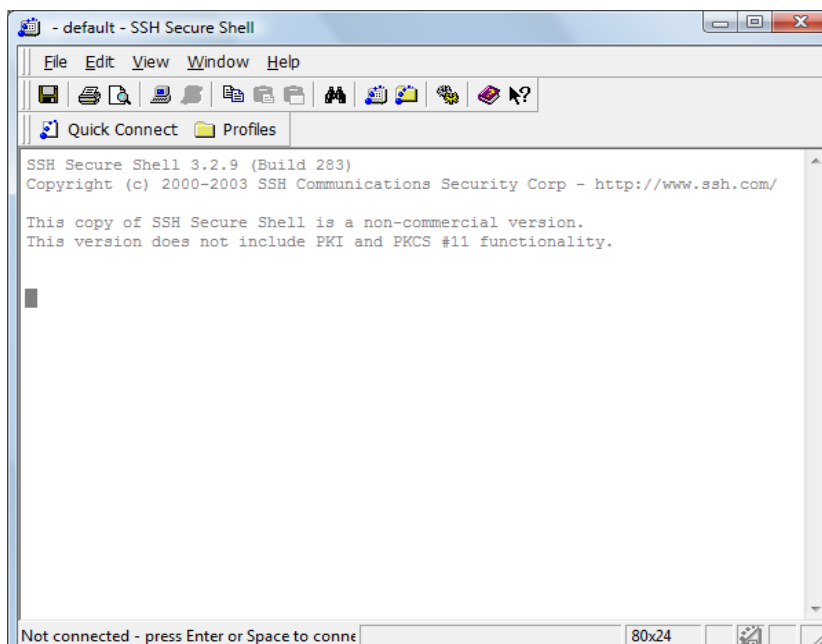


Figura 14 – SSH

Durante o processo de análise, os *shifters* precisam utilizar vários recursos. Portanto, muitas janelas devem estar abertas simultaneamente: o *Comminfo Database*, para verificar os *runs* executados, o SSH, para se conectar com o servidor, o navegador, para acessar o diretório de arquivos com os resultados das análises, e o ELOG, para adicionar ou pesquisar observações importantes sobre um *run* que já tinha sido executado.

O *Comminfo Database* possui todas as informações dos *runs* realizados e oferece alguns filtros para busca. No entanto, as buscas mais especializadas exigem que o usuário tenha conhecimentos da linguagem SQL e a informação dos módulos participantes do *run* não pode ser obtida diretamente, é preciso realizar a conversão de

algumas informações contidas no banco de dados. A Figura 15 apresenta a interface deste sistema.

ATLAS Tile Commissioning Run Information Database

Simple query: *set start and stop run number, dates, run type and setup, press submit button!*

run > 0001000 date > 00000000 type All ▾

run < 9999999 date < 99991231 setup All ▾

show 50 ▾ rows/page and arrange in descending ▾ order

Advanced query: *input your selection criteria, check items to display, select the variable to be ordered by. AND logic is used when combining different fields. More than one cut can be done, f.ex: '>=20 and energy<=100' Wildcards * and % can be used. Be careful of floating point numbers, put *10.0 to search for 10.0, but not 100.0*

Name	Expression	Display	Order	Name	Expression	Display	Order
run	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	date	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
enddate	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	type	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
trig	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	events	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
badev	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	setup	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
lasfilter	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	lasreqamp	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
laserror	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	lasalarm	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
lasshopen	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	cisdac	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
ciscap	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	dspunits	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
beamfrags	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	digifrags	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
recofrags	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	stream	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>

Figura 15 - Comminfo Database

Os arquivos das análises são acessados através de um endereço específico na Web. Na árvore de diretórios, as análises são divididas de acordo com os tipos de testes a que pertencem. Os arquivos são nomeados conforme suas características: número do *run*, tipo de *run*, módulo e a análise que foi realizada. A Figura 16 apresenta os diretórios onde as análises eram armazenadas.

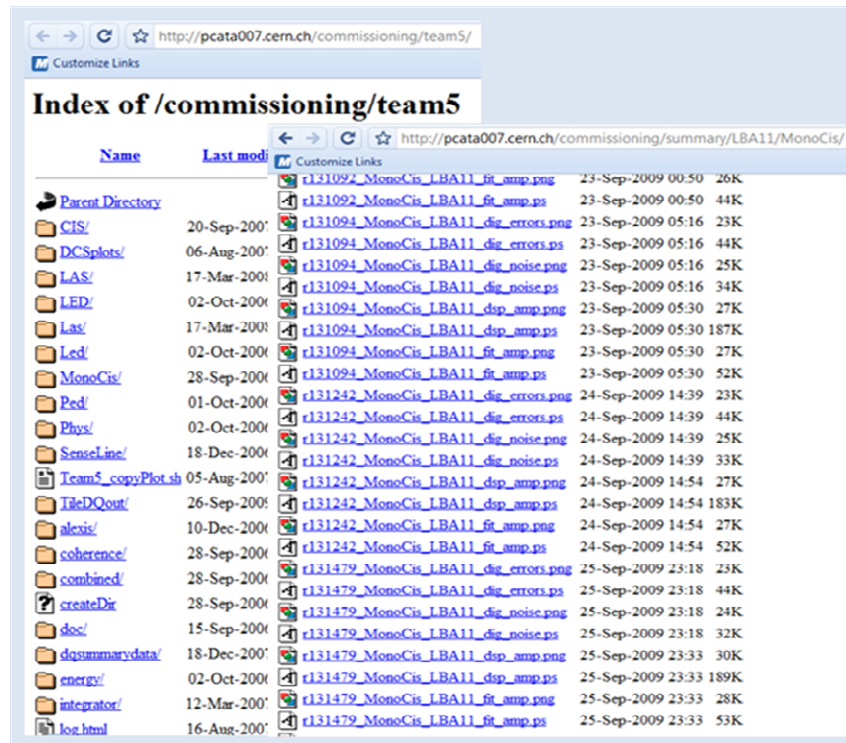


Figura 16 - Diretórios com análises dos testes

As análises são estudadas pelos pesquisadores que precisam divulgar os pareceres dos testes entre toda a equipe de colaboradores. Com esta finalidade, é utilizado o Elog, uma interface Web onde os responsáveis pelas análises publicam problemas encontrados durante os testes e verificam informações importantes sobre os testes realizados. Na interface, são inseridos os comentários, dados dos testes aos quais estão relacionados e o autor. A Figura 17 apresenta o Elog.

ID	Date	Author	Task	Sector	Part	Drawer	Status	Connection	Test	Run	Text
49	Wed Jan 18 18:35:54 2006	Ulla etc.	6Days	13	LBC	All	Problems				We are turning on PS for Module 45-48. Ongoing trigger tests with modules 49-52.
48	Wed Jan 18 18:27:38 2006	Ulla etc.	6Days	13	LBC	45	Problems				Ongoing trigger tests with module 49-52. Stan, Dave Matteo and Giorgi are going to put Linear PS into module 45.
47	Wed Jan 18 17:56:12 2006	Ulla, etc.	6Days	13	LBC	46	Problems				switched OFF PS 45-48 Dave, Stan, Matteo and Giorgi have put Linear PS to module 46.
46	Wed Jan 18 17:05:42 2006	Iacopo	6Days	13	LBC					Pedestal	2006 - 18 - 01 Run 60034 40k pedestal
45	Wed Jan 18 17:02:59 2006	Iacopo	6Days	13	LBC					CISmono	Modules: C45,C47,C48,C49,C50,C51,C52 2006 - 18 - 01 Run 60033 40k events Cis Mono Modules C45,C47,C48,C49,C50,C51,C52
44	Wed Jan 18 16:41:37 2006	Iacopo, etc	Other	13	LBC	All					Trying to understand what is wrong with modules 49,48,45.
43	Wed Jan 18 11:24:06 2006	David	3Days	9	LBC		In Progress	USA15			Trigger connectors installed/tested: LBC29,31,33,34,35,36
42	Tue Jan 17 11:53:10 2006	David Irakli	3Days	9	LBC		In Progress	USA15			Following trigger connectors installed and tested: LBC29,33,34,36.
41	Tue Jan 17 11:33:35 2006	David	3Days	13	LBC			Finger			HV cable routing solved PREVIOUS:
40	Tue Jan 17 10:57:11 2006	Oleg	6Days	13	LBC	All				CISscan	2006-01-17 10:50 run 60027 CIS scan 35k events all drawers
39	Tue Jan 17 10:56:07 2006	Oleg	6Days	13	LBC	All				CISmono	2006-01-17 10:49 run 60026 cis mono 40k all drawers
38	Tue Jan 17 10:54:37 2006	Oleg	6Days	13	LBC	All				Pedestal	2006-01-17 10:33 run 60025 pedestals hv off 40k all sector 13 drawers LBC 45,46,47,48,49,50
37	Tue Jan 17 09:02:03 2006	David	Other	13	LBC	All					FLVPS still on (all 8) from overnight. Basic comm. works fine (CAN, ADC, TTC)
36	Tue Jan 17 07:47:31 2006	David	3Days	13	LBC	47	Problems	Finger			HV cables connected incorrectly (probably due to labelling mistake).
35	Mon Jan 16 19:31:29 2006	Ulla	6Days	13	LBC					Int	New integrator runs for 47,48,50,51 and 52 (HV OFF)
34	Mon Jan 16 18:04:33 2006	Oleg	6Days	13	LBC					CISscan	Jan 16 17:54 run 60024 CIS scan
33	Mon Jan 16 18:03:40 2006	Oleg	6Days	13	LBC					CISmono	Jan 16 17:51 run 60023 CIS mono
32	Mon Jan 16 18:02:54 2006	Oleg	6Days	13	LBC					Pedestal	Jan 16 17:48 run 60022 pedestals hv off LBC 46,47,48,50,51,52
31	Mon Jan 16 18:02:46 2006	Oleg	6Days	13	LBC					Pedestal	2006-01-16 run 60021 pedestals hv off LBC 46,47,48,50,51,52

Figura 17 – Elog

As características apresentadas mostram que é difícil ter um controle sobre as análises que já foram realizadas e sobre os arquivos que já foram reconstruídos. Então, um *shifter* não consegue garantir que todas as análises necessárias a um dado *run* foram realizadas. Existe a dificuldade de comparação de resultados de análises atuais com resultados mais antigos que poderiam servir de base para uma melhor avaliação dos testes realizados. É perceptível, na análise dos processos, que poderia haver um ganho no tempo de execução das atividades caso as informações estivessem reunidas. Assim, seriam extintas as várias conferências no servidor durante o processo para identificar se um arquivo já foi reconstruído ou não e se uma análise já tinha sido ou não gerada.

À medida que os testes executados durante o comissionamento evoluem, uma quantidade maior de arquivos é gravada no servidor. Logo, a localização de arquivos referentes a uma análise específica torna-se mais difícil. Além disso, a padronização do nome dos arquivos não é garantida, o que significava mais uma dificuldade na busca de arquivos no servidor.

Em relação ao processo “Acompanhamento do Status do Comissionamento”, verifica-se a ausência de ferramentas que possam dar uma visão generalizada do status do comissionamento. Então, é difícil construir uma análise consistente da evolução dos

testes. Isto pode dificultar a identificação de problemas, inserir erros na avaliação do status da fase de testes e influenciar o planejamento dos próximos testes executados. Por ser um processo onde os atores envolvidos estavam no nível gerencial, seria útil que as informações estivessem centralizadas e o acesso oferecido fosse suficientemente rápido.

A forma como as informações são apresentadas não permitia uma visão centralizada do status do comissionamento que é necessária para o processo de acompanhamento gerencial. A partir das informações levantadas anteriormente, é possível dizer que podem ser realizadas melhorias nos processos relativos ao comissionamento do Calorímetro de Telhas. O processo poderia tornar-se mais eficiente caso fosse inserida alguma automação no processo de realização de análises, as informações fossem centralizadas e padronizadas, os diversos sistemas utilizados fossem mais integrados e as informações dos testes pudessem ser acessadas com visões diferenciadas, como por módulos, tipo de teste realizado e período de realização dos testes.

A análise dos processos do comissionamento indica que o desenvolvimento de um sistema que apoiasse o processo de análise dos testes realizados beneficiaria aos pesquisadores da colaboração. Pois, tornaria o acesso às informações mais fácil.

Capítulo 4

O Sistema Web TileComm Analysis

Nos capítulos anteriores, foram apresentados o ambiente para o qual o sistema foi desenvolvido e um estudo dos processos requeridos. Neste capítulo, será, então, apresentado o sistema que foi desenvolvido para apoiar o comissionamento do calorímetro de telhas o TCA, *TileComm Analysis*.

Segundo Pressman, R. S. [20], o trabalho de engenharia de software é direcionado nos três P's: pessoa, problema e processo. Em relação às pessoas, é importante ter uma equipe qualificada para o desenvolvimento de software e que tenha um bom relacionamento com todos os envolvidos. A respeito do problema, é fundamental que seja bem compreendido, assim, torna-se possível a definição dos objetivos e escopo do projeto de software e a elaboração de estimativas de custo, riscos e prazos. Sobre o processo, é necessário planejar o conjunto de atividades que serão executadas para desenvolver o software e detalhar as tarefas, marcos do projeto e entregas.

Todos os aspectos abordados pelos três P's devem ser considerados durante o projeto de desenvolvimento de software. Logo, a gestão de projetos é uma atividade de apoio para a engenharia de software, que é inserida anteriormente a qualquer atividade técnica e é continuada ao longo da especificação, desenvolvimento e manutenção do sistema [20]. A gestão de projetos é, então, incorporada à engenharia de software para contribuir para que o software seja entregue com qualidade, dentro dos prazos e custos acordados e atendendo às expectativas dos clientes. O planejamento de projeto de software deve estimar três aspectos antes do início do projeto: a duração do projeto, o esforço requerido e o número de pessoas envolvidas. Adicionalmente, o planejamento deve abranger os recursos utilizados e os riscos envolvidos [20].

Buscando alcançar os resultados propostos pela agregação da gestão de projetos ao desenvolvimento de software, durante o desenvolvimento do TCA, foi realizado um estudo sobre as metodologias de gestão de projetos, mais especificamente, sobre a metodologia PMBOK (ver apêndice A) que foi incorporada ao projeto do TCA.

O presente capítulo é, então, estruturado da seguinte forma: a primeira parte aborda o projeto do *TileComm Analysis*, que engloba suas características, da equipe e as definições de tarefas, cronograma e riscos do projeto, em seguida, são apresentadas as tecnologias utilizadas no seu desenvolvimento e, finalmente, as funcionalidades do sistema desenvolvido.

4.1 O Projeto do Sistema

Como já citado no capítulo 2, o ATLAS é um experimento construído através de uma colaboração internacional. Pesquisadores, laboratórios e universidades dos países integrantes da colaboração participam da construção do experimento e de soluções tecnológicas necessárias para dar-lhe suporte.

A oportunidade para o desenvolvimento do sistema para o comissionamento surgiu após bons resultados alcançados com o desenvolvimento de um sistema para etapa anterior de testes, o *test beam* (capítulo 2). O sistema dedicado a esta etapa reunia as informações dos testes realizados nos módulos do calorímetro de telhas, que se encontravam dispersos entre os vários institutos responsáveis pela sua construção. Desta forma, foi possível compartilhar os resultados de testes realizados entre vários institutos.

O projeto *TileComm Analysis* surgiu através da necessidade de organizar as informações relativas às análises dos testes realizados durante o Comissionamento do Calorímetro de Telhas. O sistema é responsável por armazenar as informações dos testes de comissionamento, associá-las aos arquivos de análises e avaliações dos pesquisadores sobre os testes e, adicionalmente, oferecer integração com informações adicionais que podem auxiliar no trabalho de análise como informações de hardware e histórico de testes.

Paralelamente ao projeto do *TileComm Analysis*, outros foram realizados com a mesma finalidade de dar suporte ao comissionamento do *TileCal*, como o WIS [22] e o *Timeline* [23], porém, através de perspectivas diferentes. Todos estes sistemas foram construídos pela equipe de software do LPS. A função principal do TCA (*TileComm Analysis*) é centralizar as análises dos testes realizados no Calorímetro de Telhas, o WIS (*Web Interface for Shifters*), tem como função principal a automação da realização das análises *offline* dos *runs*, e o *Timeline*, que apresenta o status cronológico dos testes do detector [25].

No projeto do *TileComm Analysis*, a equipe era formada pela orientadora deste projeto de graduação, que figura como gerente de projeto, e, pela autora deste projeto, de graduação. Com o desenvolvimento de outros projetos para o comissionamento sob a supervisão da mesma orientadora paralelamente, existia uma grande interação com as equipes dos outros projetos que trabalhavam de maneira colaborativa. Pesquisadores da colaboração ATLAS também integravam o projeto e atuavam na realização de validações, auxiliando a criação de especificações e testes.

É possível, então, caracterizar a organização da equipe de projeto como uma organização matriz, caracterizada por ter participação de membros da organização em conjunto com uma equipe dedicada ao projeto (ver apêndice A). Embora todos os integrantes da equipe sejam membros da colaboração ATLAS, é possível distinguir duas equipes diferentes: a equipe do comissionamento do calorímetro de telhas e a equipe de projeto responsável pelo sistema *TileComm Analysis*. A equipe de projeto possui fácil acesso aos representantes da equipe do comissionamento e aos recursos disponíveis à colaboração ATLAS.

O gerente de projeto teve um papel importante durante a execução do projeto. Era o ator responsável pela motivação da equipe, resolução de conflitos, negociação de prazos, recursos e prioridades do escopo do projeto, assim como, pela integração com as equipes dos outros projetos relacionados. Por ter experiência no desenvolvimento de projetos para a colaboração ATLAS, o gerente de projeto era fundamental na sugestão de soluções para problemas enfrentados no projeto.

Os recursos utilizados para o desenvolvimento do sistema foram disponibilizados pela colaboração ATLAS, como banco de dados, servidores web e acesso aos servidores

do CERN. A comunicação entre as equipes era realizada por emails e reuniões telefônicas com periodicidade semanal ou quinzenal conforme a demanda do projeto.

Por ser um projeto vinculado à pesquisa científica, alguns requisitos surgiram após o início do mesmo à medida que o processo de testes evoluiu. Então algumas atividades surgiram após o início do mesmo. As atividades do projeto foram identificadas através da construção do WBS, estrutura de desdobramento do trabalho do inglês *Work Breakdown Structure*, que divide as tarefas que serão realizadas em níveis sucessivos de detalhes. O WBS do *TileComm Analysis* é apresentado na Figura 18 e foi construído em três níveis de detalhe. O primeiro nível, mais abrangente, que identifica o projeto que será desenvolvido, no caso o *TileComm Analysis*, no segundo nível, as atividades foram definidos os grupos principais de tarefas: Modelagem do Processo Atual, Viabilidade Técnica, Proposta do Sistema, Implementação, Operação Assistida e Implementação de Funcionalidades Adicionais. No terceiro nível, as atividades referentes a cada grupo foram detalhadas.

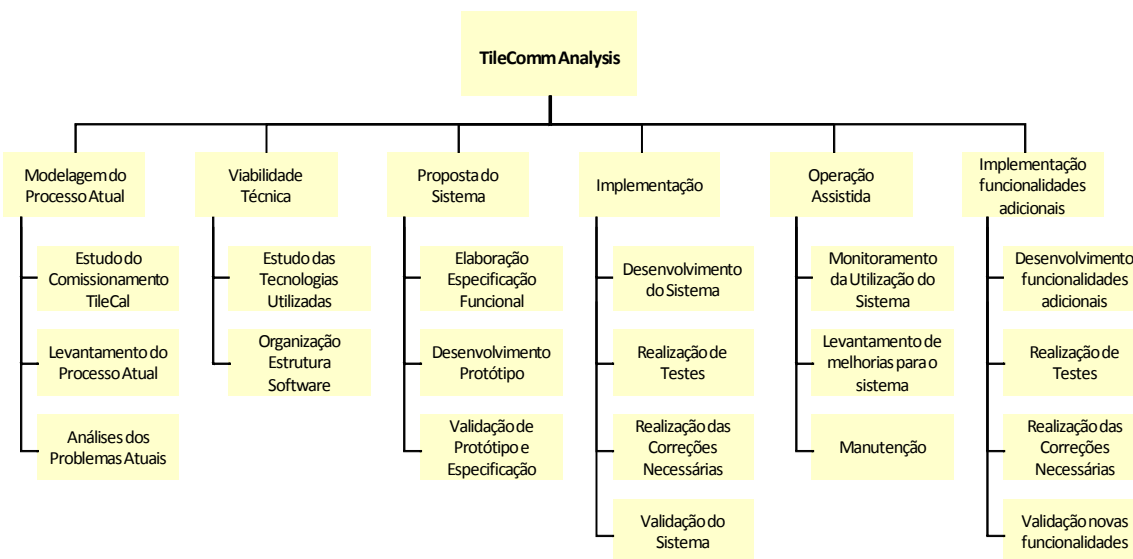


Figura 18 - WBS projeto TileComm Analysis

Após a definição de todo trabalho que deveria ser realizado, foi construído o cronograma através da transposição das atividades para o diagrama de Gantt, que é uma técnica para construção de cronogramas que ilustra o progresso planejado para determinado conjunto de tarefas dispostas numa escala de tempo horizontal (ver apêndice A), apresentado na Figura 19.

O diagrama de Gantt apresenta todas as atividades descritas no WBS. Para cada atividade, foi definido um período de duração em semanas, que é apresentado através de barras horizontais. As barras que se iniciam no mesmo eixo vertical, mostram atividades que não possuem interdependência e podem ser executadas paralelamente.

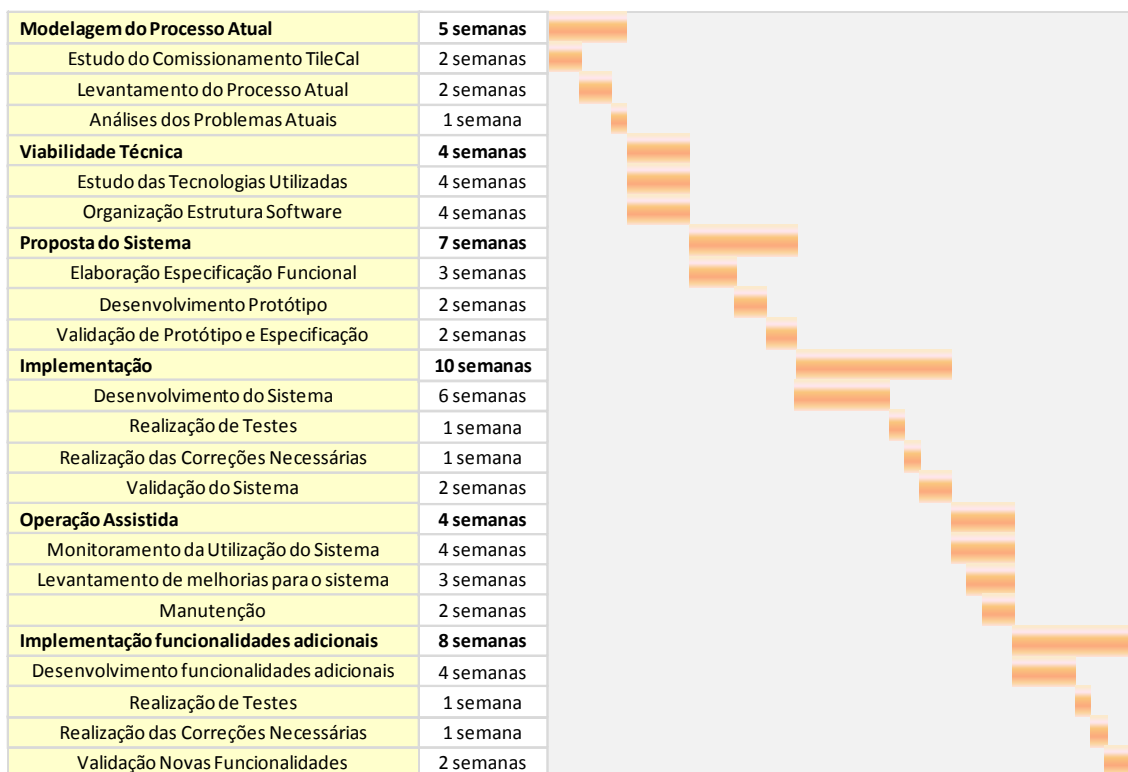


Figura 19 - Cronograma TileComm Analysis

O controle de qualidade era realizado através de reuniões entre as equipes. Era papel da equipe do projeto monitorar o desenvolvimento do sistema e realizar testes para assegurar o funcionamento correto do sistema. Durante a reunião entre as equipes do projeto, o desempenho do sistema era avaliado e boas práticas de trabalho eram definidas para que o sistema fosse desenvolvido com qualidade e possuísse fácil manutenção.

Nas reuniões com a colaboração ATLAS, era avaliada a integridade do sistema, onde os usuários validavam o seu funcionamento. Era realizado, também, o alinhamento das expectativas do sistema para garantir a usabilidade do mesmo.

A comunicação era um fator importante no projeto. Por se tratar de um projeto voltado para uma colaboração geograficamente dispersa, as reuniões presenciais eram quase inexistentes, exceto quando a equipe do projeto estava presente no CERN. Como era necessário manter uma relação próxima à equipe do comissionamento, as comunicações aconteciam através de email e de reuniões telefônicas.

As trocas de emails com a equipe do comissionamento eram realizadas para esclarecimento de dúvidas do projeto, requisitar informações e recursos, informação de atualizações no sistema e requisição de validação de alguma etapa. Entre a equipe do projeto, as trocas de email ocorriam após toda reunião para documentar os pontos discutidos durante a reunião e as próximas tarefas que seriam realizadas e, também, em caso de dúvidas em algum aspecto do projeto.

O gerenciamento dos riscos do projeto foi realizado com o auxílio do plano RMMM, da abreviação em inglês de *Risk Management, Mitigation and Monitoring* (ver apêndice A). Os riscos foram inicialmente levantados, categorizados, avaliados e, então, foi criada uma política de gerenciamento de riscos. Este trabalho foi realizado em conjunto pelos membros da equipe. O resultado da avaliação de riscos está descrito na tabela 1 que apresenta a definição do risco, a sua categoria, a probabilidade de ocorrência, o seu impacto no projeto e o plano que será utilizado para gerenciá-lo.

Tabela 1 - Riscos do Projeto

Risco	Categoria	Probabilidade	Impacto	RMMM
Complexidade para Usuário	Produto	20%	Crítico	RMMM1
Especificação Inadequada	Projeto	15%	Muito Crítico	RMMM1
Problemas de Integração com outros sistemas	Técnico	20%	Muito Crítico	RMMM4
Manutenção da Consistência dos Dados	Técnico	10%	Crítico	RMMM4
Saída de membro da equipe	Pessoal	10%	Crítico	RMMM5
Dificuldade técnica para desenvolver o sistema	Pessoal	15%	Crítico	RMMM2
Prazo de Entrega	Projeto	20%	Muito Crítico	RMMM3

O plano RMMM consiste em mitigar, monitorar e gerenciar os riscos do projeto. Em sequência, são apresentados os planos desenvolvidos para gerenciar os riscos do projeto TileComm Analysis.

Plano RMMM1:

- Mitigar: estudar os processos realizados durante a análise dos testes do comissionamento.
- Monitorar: manter contato com a colaboração ATLAS e pedir validação dos passos mais importantes do projeto.
- Gerenciar: pesquisar soluções para atender aos requisitos do projeto.

Plano RMMM2:

- Mitigar: Realizar reuniões periódicas a fim de solucionar as eventuais dúvidas individuais; estudar através de livros, tutoriais, a linguagem e a biblioteca que serão utilizados.
- Monitorar: Monitorar o desenvolvimento.
- Gerenciar: Intensificar os estudos nas linguagens utilizadas; pedir ajuda a profissionais qualificados.

Plano RMMM3:

- Mitigar: Estabelecer um cronograma compatível com a realidade.
- Monitorar: Monitorar a evolução das atividades planejadas em cada etapa e identificar os atrasos e suas causas.
- Gerenciar: Renegociar os prazos do cronograma e reorganizar as atividades para suprir os atrasos.

Plano RMMM4:

- Mitigar: Estudar o processo de geração dos dados e como ocorre a sua armazenagem e estudar o fluxo de informações nos sistemas que podem ser integrados.

- Monitorar: Monitorar o recebimento de dados no sistema.
- Gerenciar: Procurar soluções que possam otimizar os vários tipos de integração que são utilizadas no sistema, trabalhando em conjunto com as equipes dos outros sistemas.

Plano RMMM5:

- Mitigar: Manter a equipe do projeto motivada e cuidar para que não haja sobrecarga de trabalho para os membros da equipe.
- Monitorar: Pedir retorno/avaliação da equipe sobre a evolução do projeto e às expectativas da equipe em relação ao projeto.
- Gerenciar: Dividir o trabalho realizado entre os outros integrantes da equipe.

4.2 Tecnologias Utilizadas

Visando a atender à característica da dispersão geográfica da colaboração ATLAS, o sistema foi desenvolvido com interface Web, desta forma, o funcionamento do sistema seria independente de sistemas operacionais e facilitaria o acesso remoto.

Para a construção do sistema foi utilizada linguagem PHP [24], que permite fazer a interface entre o usuário e o banco de dados, a linguagem Javascript [26], que faz a validação dos dados e o banco de dados MySQL [27], que armazena os resultados.

O PHP é uma linguagem interpretada, livre e muito utilizada para geração de conteúdo dinâmico na WEB [24]. Adicionalmente, esta é uma tecnologia endossada pela equipe de Tecnologia da Informação do CERN [31], garantindo que terá suporte para a tecnologia. O MySQL é sistema gerenciador de banco de dados com uso totalmente livre para aplicações não comerciais, a linguagem PHP possui suporte ao MySQL e esta tecnologia foi apoiada pela equipe do Calorímetro de Telhas. A seguir, estas tecnologias serão mais detalhadas e outras características serão apresentadas.

4.2.1 Linguagem PHP

O PHP (*Hypertext Preprocessor*) [24] é uma linguagem de script de código aberto para propósito geral. Foi especialmente criada para ser utilizada em desenvolvimento Web. A linguagem PHP permite criar sites web dinâmicos, possibilitando uma interação com o usuário através de formulários, parâmetros da URL e *links* [24]. Algumas de suas principais características são [25]:

- PHP é flexível para integração com o HTML. Os scripts PHP podem ser incorporados dentro de arquivos HTMLs e isto torna a integração do sistema com a camada do cliente mais fácil.
- Execução do código no servidor, e não no cliente como é comum em outras linguagens de script como, por exemplo, no JavaScript. É enviado ao usuário apenas texto escrito em HTML puro. Como consequência disto, é possível interagir com bancos de dados e com quaisquer aplicações existentes no servidor sem se expor o código fonte para o cliente. Isso pode ser útil quando o programa precisa tratar qualquer tipo de informação confidencial, como senhas.
- Suporte a um grande número de bancos de dados, como dBase, Interbase, mSQL, MySQL, Oracle, Sybase, PostgreSQL e vários outros. Construir uma página baseada em um banco de dados é uma tarefa simples com PHP.
- Trata-se de uma linguagem de programação open source que frequentemente recebe manutenções e melhorias.
- É adequado para projetos complexos, pois existem muitos recursos na linguagem. Existem mais de 110 bibliotecas de funções de programações para as mais diversas aplicações.
- O PHP funciona em diferentes plataformas e sistemas operacionais.

4.2.2 Linguagem JavaScript

JavaScript é uma linguagem voltada para a criação de trechos de código (scripts) embutidos dentro de páginas HTML. Esses scripts conferem dinâmica às páginas HTML, visto que possibilitam uma interação com o usuário. Pode-se destacar alguns aspectos dessa linguagem [26]:

- O código é embutido em páginas HTML.
- Interpretação e execução do código pelo programa navegador, na máquina do usuário.
- A linguagem permite a implementação de páginas interativas, que respondem a estímulos dos usuários.

As páginas do sistema TCA utilizam JavaScript para validar os formulários HTML de entrada de dados dos usuários, impedindo que os mesmos sejam submetidos de forma incorreta para o servidor e, portanto, evitando o tráfego desnecessário de dados pela rede.

4.2.3 Banco de Dados MySQL

O MySQL é um RDBMS (*Relational Data Base Management System*). Algumas características desse sistema são [27]:

- Código fonte aberto (Open Source), o que significa que qualquer usuário pode estudar seu código fonte e modificá-lo de acordo com suas necessidades.
- Distribuído sob uma licença GPL (GNU General Public License), a qual define suas normas de utilização. Para fins não comerciais, o MySQL é totalmente livre.
- Rápidez e confiabilidade
- Utilização simples e fácil

- Uso da SQL (Structured Query Language), a linguagem mais utilizada para acesso a bancos de dados relacionais, para a manipulação e definição de dados.
- Há versões do MySQL para diversas plataformas de hardware e software. O MySQL é distribuído em formato binário para os sistemas operacionais mais difundidos, podendo também ser obtido na forma de código fonte para compilação.

4.3 Funcionalidades do Sistema

A partir do estudo dos processos de teste do calorímetro de telhas, foi identificada a necessidade de desenvolver um sistema que apoiasse o trabalho dos pesquisadores envolvidos na sua construção. Durante a especificação dos requisitos, foi concluído que o sistema deveria apresentar as seguintes características e funcionalidades:

- Armazenar os resultados das análises produzidas pelos testes do TileCal e oferecer filtros que recuperem os resultados requisitados;
- Ser um sistema de fácil acesso para todos os membros da colaboração geograficamente dispersa;
- Integrar informações dos *runs* com informações das análises;
- Oferecer funcionalidades que permitam ao usuário ter mais dados dos testes realizados, como visualização dos módulos que já foram testados, integração com outros sistemas que possuem informações adicionais sobre os testes e inserção de comentários dos pesquisadores a respeito dos resultados;
- Automatizar o recebimento das informações para que não haja inconsistência das mesmas;
- Identificar o responsável pela geração das análises dos testes;

Para apoiar o processo de testes do calorímetro de telhas, foi desenvolvido o sistema *TileComm Analysis* (TCA), que consiste em uma interface web integrada a uma base de dados.

O sistema desenvolvido está hospedado no servidor WEB do CERN e pode ser acessado pelo seguinte endereço:

<http://tcws.web.cern.ch/tcws/TA/TileCommAnalysis/versionPF/index.php>

O banco de dados do *TileComm Analysis* é busca informações de duas fontes principais de dados: o *Comminfo Database*, que armazena os parâmetros dos testes realizados, e o WIS, que gera as análises dos testes.

Para cada run, é gerado um arquivo que contém todos os dados necessários para fazer as análises. Estes arquivos são executados através de scripts no servidor do CERN. Os scripts, que são rodados a partir do WIS, geram as análises que são armazenadas em diretórios identificados pelos módulos do calorímetro de telhas no servidor. Os endereços dos resultados são automaticamente identificados e armazenados no banco de dados do *TileComm Analysis*, através do sistema WIS. Os parâmetros de cada *run* que são coletados do *Comminfo Database* são atualizados através de um script que é executado a cada vez que o sistema é acessado. No banco de dados do *TileComm Analysis* é realizada a associação entre os resultados e os parâmetros dos testes realizados.

O TCA é integrado com outros sistemas dedicados ao calorímetro de telhas, como o *Timeline*, que apresenta o histórico dos testes realizados para cada módulo cronologicamente, e o *TileCommissioning Status Browser*, que é o sistema responsável por reunir informações de hardware dos módulos.

A Figura 20 apresenta um desenho esquemático do sistema *TileComm Analysis* evidenciando as integrações realizadas e as fontes de dados do sistema. O sistema possui um script que busca os parâmetros dos testes no *Comminfo Database* e insere no banco de dados do TCA. Os arquivos reconstruídos dos testes ficam armazenados no CASTOR, o WIS acessa esses arquivos e executa os scripts responsáveis por gerar as análises dos testes. Ao fim da execução dos scripts de análises, o WIS executa um script que atualiza o banco de dados do TCA com as informações das análises geradas e faz o

relacionamento entre os testes e as análises referentes a cada teste. A integração com o sistema *TileCommissioning Web Browser* é realizada através da associação entre os módulos. Então, no TCA, para cada módulo, é possível ter acesso direto às informações de hardware que está contida no outro sistema. Desta mesma maneira, também é realizada a integração com o sistema *Timeline* para apresentar o histórico de testes de cada módulo.

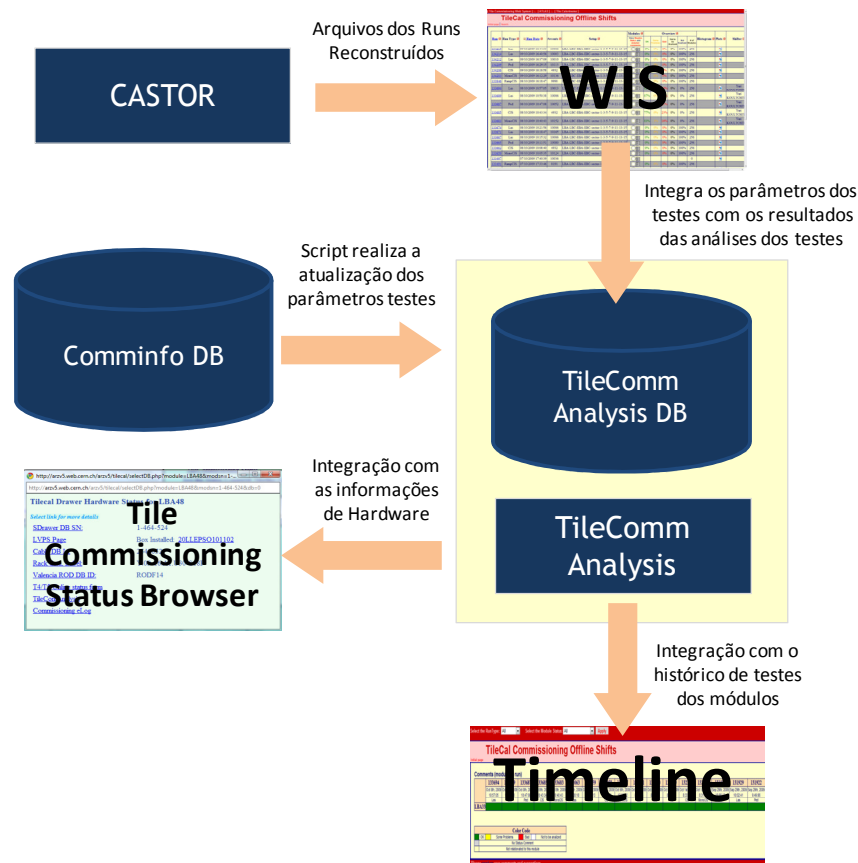


Figura 20 - TCA: Fluxo de dados e Integrações entre sistemas

A principal funcionalidade do sistema consiste em apresentar as informações dos testes executados relacionados às análises realizadas. Assim, é possível verificar os testes que já foram executados e analisados, bem como o resultado dos mesmos. A visualização mais utilizada pelos pesquisadores é através dos módulos do calorímetro de telhas. Então, a página inicial do *TileComm Analysis* reproduz a representação gráfica dos barris do calorímetro de telhas onde cada partição representa um módulo que possui uma ligação com as ocorrências registradas, ou seja, para as informações dos testes do módulo e suas respectivas análises.

A representação gráfica é uma imagem dinâmica e, além de fornecer um acesso rápido para os resultados de um determinado módulo, indica através de sua coloração se existem resultados registrados para o módulo. Os módulos cujas informações dos testes já estão armazenadas na base de dados do *TileComm Analysis* possuem cor verde e os módulos em vermelho ainda não possuem informações de testes cadastradas. Na Figura 21, é apresentada a página inicial do sistema.

Nesta interface, é possível selecionar qual o tipo análise que o usuário quer visualizar. As análises são divididas em quatro grupo: análises padrão executadas pelo *Team 5 (Team 5- default plots)*, análises do Tipo *Integrator* executadas pelo *Team 5 (Team 5 – Integrator Plots)*, análises do *Team 4 (Team 4 plots)* e todos os tipos de análises em conjunto (*All plots*) .

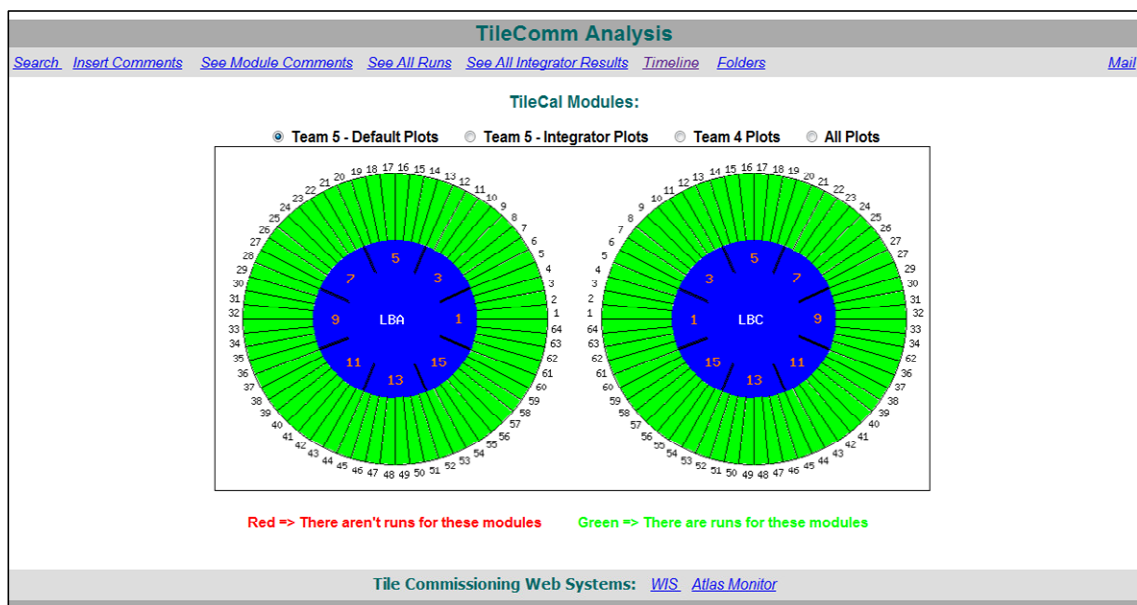


Figura 21 - Interface Inicial do TCA

Para dar maior flexibilidade à visualização dos testes e análises realizados no sistema, foi criada uma funcionalidade de busca que permite a pesquisa de resultados pelos parâmetros relacionados ao teste. Desta forma, é possível personalizar a visualização dos testes com a especificação dos filtros utilizados na busca. Os parâmetros de pesquisa são os módulos participantes do teste, o número do *run* e o tipo do *run*. A Figura 22 apresenta esta funcionalidade. Assim, os usuários conseguem localizar uma análise específica através de suas características.

TileComm Analysis

Search [Initial Page](#) [Upload a Plot](#) [Mai](#)

Run Range

>= and <=

Run Type

All ▾

Atlas ID

All ▾ All ▾

Search

Figura 22 - Interface de busca personalizada

Os resultados dos testes que podem ser selecionados tanto pela funcionalidade de busca personalizada quanto através da interface inicial do sistema são apresentados em uma tabela conforme a Figura 23.

A tabela de resultados apresenta os parâmetros dos testes realizados e as análises que foram geradas. Dentre os parâmetros apresentados estão o *Run Number*, que é o número de identificação do teste, o nome do módulo, a data e o tipo de *run*, que é o tipo de teste realizado. A coluna *plot* apresenta os links para acessar as análises para o *run*. A última coluna, *status comments*, apresenta comentários sobre as análises inseridos pelos usuários.

Ao selecionar algum link da coluna *plot*, o usuário acessa a análise que está armazenada no servidor do CERN. Estas análises são os resultados da execução de scripts específicos para verificar a resposta dos módulos do calorímetro aos testes realizados. Um exemplo é apresentado na Figura 24.

Run Number	Module	Date	Run Type	Plot	Status Comments
134215	LBA11	2009-10-09 16:44:33	Las	r134215_Las_LBA11_dig_errors.png r134215_Las_LBA11_dig_errors.ps r134215_Las_LBA11_dig_noise.png r134215_Las_LBA11_dig_noise.ps r134215_Las_LBA11_dsp_amp.png r134215_Las_LBA11_dsp_amp.ps r134215_Las_LBA11_fit_amp.png r134215_Las_LBA11_fit_amp.ps	
134214	LBA11	2009-10-09 16:40:56	Las	r134214_Las_LBA11_dig_errors.png r134214_Las_LBA11_dig_errors.ps r134214_Las_LBA11_dig_noise.png r134214_Las_LBA11_dig_noise.ps r134214_Las_LBA11_dsp_amp.png r134214_Las_LBA11_dsp_amp.ps r134214_Las_LBA11_fit_amp.png r134214_Las_LBA11_fit_amp.ps	
134212	LBA11	2009-10-09 16:37:09	Las	r134212_Las_LBA11_dig_errors.png r134212_Las_LBA11_dig_errors.ps r134212_Las_LBA11_dig_noise.png r134212_Las_LBA11_dig_noise.ps r134212_Las_LBA11_dsp_amp.png r134212_Las_LBA11_dsp_amp.ps r134212_Las_LBA11_fit_amp.png r134212_Las_LBA11_fit_amp.ps	

Figura 23 - Tabela de resultados dos testes e análises realizados

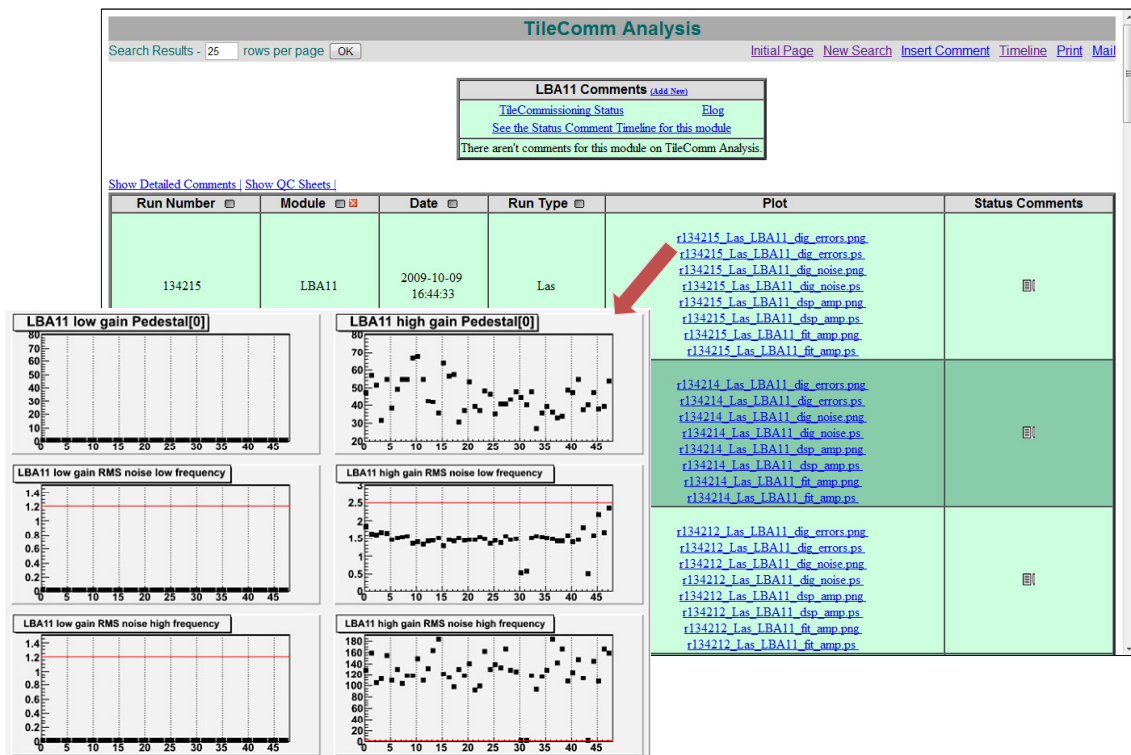


Figura 24 - Acessando análises dos testes através do TCA

Os ícones da coluna de *status comments* permitem adicionar uma avaliação geral sobre as análises dos testes. As análises podem receber as seguintes classificações, de acordo com o seu status: OK, alguns problemas (“*Some Problems*”), ruim (“*Bad*”), não analisado (“*Not to be analyzed*”) e vazio (“*Empty*”). A funcionalidade ainda permite ao usuário propagar o comentário para as outras análises do mesmo *run* através de uma caixa de seleção que pode ser ativada na parte inferior da janela, “propagar comentários” (“*Propagate Comments*”). Esta funcionalidade, apresentada na Figura 25, é útil quando algum problema encontrado na análise do teste influencia todos os módulos presentes no mesmo *run*.

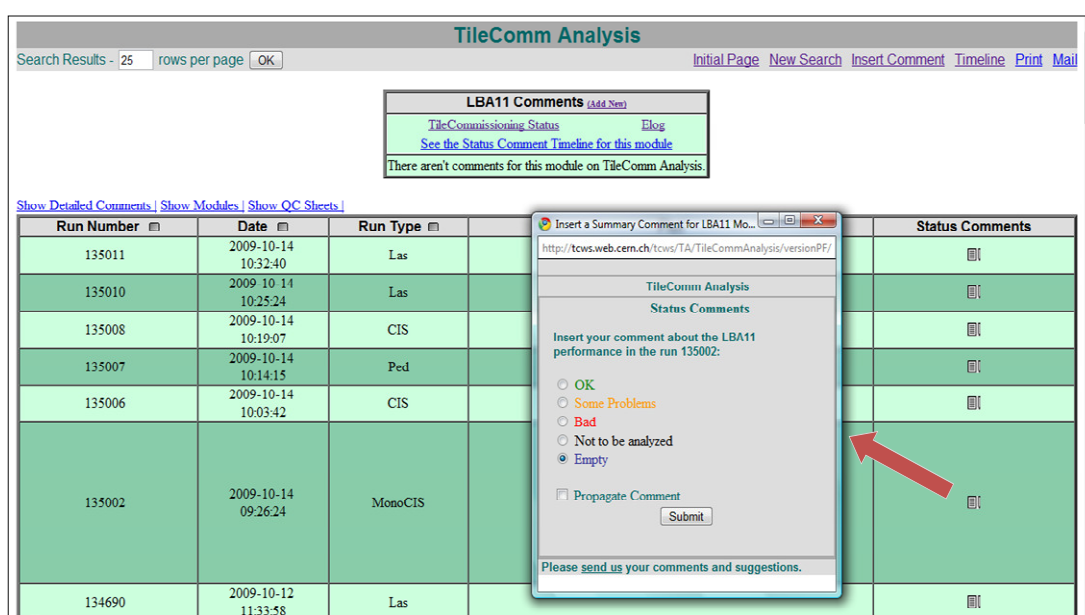


Figura 25 - Funcionalidade para inserir o "Status Comments"

Além dos comentários gerais de status, outros mais detalhados sobre o desempenho de um determinado teste pode ser necessário. Quando, por exemplo, através dos resultados das análises é identificado problemas nas PMT ou fontes de alimentação que podem influenciar o resultado de outros testes. Por isso, foi desenvolvida a funcionalidade “Comentários Detalhados” (“*Detailed Comments*”). Como não se trata de uma informação principal da tabela, essa coluna fica oculta. O usuário pode ativá-la selecionando na parte superior da tabela de resultados. A coluna “*Detailed Comments*” funciona de maneira análoga ao “*Status Comments*”, é preciso selecionar no ícone da tabela para inserir o comentário desejado. Esta funcionalidade

permite cadastrar um comentário para o mesmo *run* e módulo ou propagar este comentário para todos os módulos de um mesmo *run*. A Figura 26 apresenta esta funcionalidade.

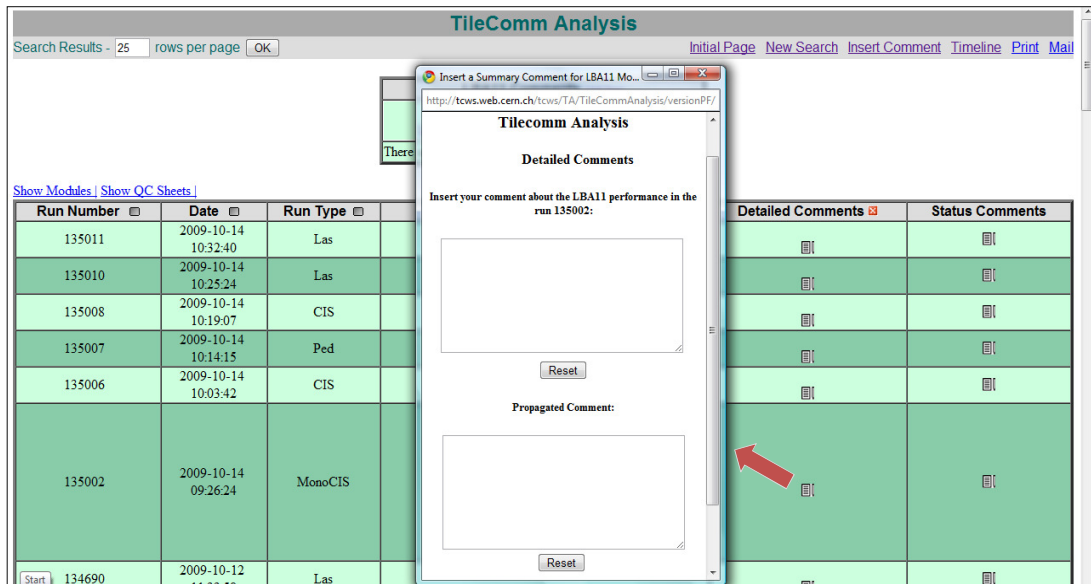


Figura 26 –Funcionalidade “Detailed Comments”

Em continuação à análise por módulos, outra funcionalidade oferecida ao usuário é a inserção de comentários para realizar uma avaliação geral dos módulos. Através da página de resultados, é possível acessar esta funcionalidade ao clicar na opção “adicionar novo” (“Add New”). Na interface que cadastra um novo comentário para o módulo, o usuário deve inserir sua data de referência, que pode ser a data de um *run* específico ou a data corrente, o módulo, o comentário e o seu autor. O comentário inserido aparece na interface que apresenta os testes e análises do módulo. Desta forma, o usuário, além de visualizar as informações padrão dos testes e análises, pode ser informado de alguma particularidade do módulo. A Figura 27 apresenta a interface que realiza esta funcionalidade.

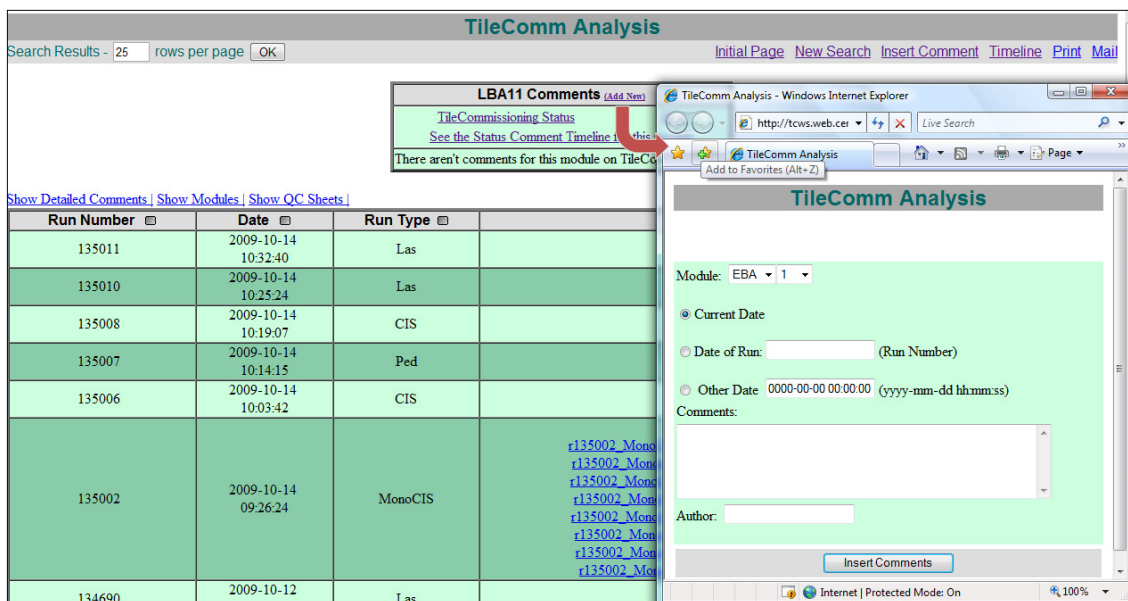


Figura 27 - Interface para cadastro de comentários por módulo

Para realizar uma avaliação mais precisa do estado dos módulos, outras informações são importantes, como, por exemplo, os dados de hardware e o histórico dos testes realizados. Portanto, para proporcionar uma visão mais abrangente dos testes realizados, o TCA foi integrado a outros sistemas relacionados ao calorímetro de telhas.

Na página de resultados do TCA, além da tabela principal com os dados dos testes realizados, existe outra menor, que integra as informações para o módulo selecionado. Ao selecionar a opção *TileCommissioning Status*, o usuário pode observar as informações de hardware do módulo que estão contidas no sistema *TileCommissioning Status Browser*. O usuário também pode acompanhar o histórico de testes realizados no módulo cronologicamente através do sistema *Timeline*, ao selecionar a opção “Ver comentários para este módulo” (“*See the Status Comments Timeline for this Module*”) conforme apresentado na Figura 28 e na Figura 29. Estas informações adicionais são úteis no trabalho de avaliação das análises realizados pelos pesquisadores. O desempenho dos testes está relacionado ao funcionamento dos equipamentos que compõem os módulos. Então, conhecendo através dos resultados dos testes é possível identificar equipamentos que estão com defeitos.

Em todas as telas do sistema, existem, na parte superior, links para as principais funcionalidades do sistema e, na parte inferior, links para outros sistemas utilizados pelos pesquisadores do calorímetro de telhas para facilitar a navegação.

Capítulo 5

Conclusões

O CERN é o maior centro de pesquisas na área de física de partículas onde foi construído o LHC, um acelerador de partículas. O LHC possui detectores acoplados ao longo de sua circunferência, o maior deles é o ATLAS. Este detector é composto por alguns subdetectores, dentre eles, o Calorímetro de Telhas.

O Calorímetro de Telhas passou recentemente pela fase de comissionamento, na qual todos os equipamentos que o compõem são submetidos a diferentes tipos de testes no campo de operação para avaliar o funcionamento de seus cabos, fibras ópticas, fontes de tensão e circuitos. Durante esta etapa, muitos dados foram gerados e requeriam processamento, armazenamento e análise por parte dos pesquisadores. Alguns problemas foram verificados no início desta fase: a descentralização das análises geradas, a inexistência de relacionamento entre os testes e suas respectivas análises e a inexistência de algum recurso onde fosse possível compartilhar entre os pesquisadores a avaliação acerca dos resultados obtidos. Para suprir esta demanda do comissionamento, foi especificado e desenvolvido o sistema *TileComm Analysis* cujos principais objetivos são gerenciar as análises realizadas no Calorímetro de Telhas, identificar as configurações dos testes realizados e localizar os arquivos referentes às análises, desta forma, proporcionando a integração do processo de geração das análises com o processo de avaliação das mesmas .

O sistema possui interface Web que atende às características de dispersão geográfica da colaboração ATLAS. Através de sua base de dados, o sistema armazena todas as informações dos testes gerados. As análises geradas são localizadas, identificadas e associadas aos testes realizados através de scripts do sistema que automatizam a atualização das informações, desta forma, inconsistências no sistema são evitadas. A página inicial do TCA possui a representação gráfica do Calorímetro de Telhas, que permite ao usuário selecionar o módulo desejado para acessar as análises relacionadas. Também, é possível localizar as análises através da funcionalidade de

busca, onde é necessário apenas inserir os parâmetros de filtro desejados como tipo ou número do teste. Os usuários do sistema podem inserir comentários sobre as análises realizadas, estes comentários podem ser tanto de status, que dão uma visão geral dos resultados obtidos, ou comentários detalhados, que relatam algum problema ou particularidade no teste realizado ou sobre os módulos.

O *TileComm Analysis* é integrado com outros sistemas dedicados ao Calorímetro de Telhas. A partir do TCA, é possível acessar os dados dos históricos de testes para cada módulo que é fornecido pelo sistema *Timeline*. As informações de hardware, como identificação de cabos e fontes de alimentação, que estão instaladas em cada módulo são informadas através do *TileCommissioning Status Browser* e, também, podem ser acessadas através do TCA. As integrações com outros sistemas fornecem aos pesquisadores uma gama maior de informações acerca do detector.

Atualmente, o sistema *TileComm Analysis* encontra-se instalado no servidor WEB do CERN e está sendo utilizado pela colaboração. O TCA centralizou as informações dos testes realizados que, antes da implantação do sistema, eram acessadas através de três recursos: o servidor de arquivos, a base de dados com parâmetros de testes e a interface de publicação de comentários dos testes. A integração com outros sistemas aumentou a quantidade de informações disponíveis. Logo, os pesquisadores dispõem mais recursos para avaliar os resultados dos testes e identificar inconformidades nos módulos. As funcionalidades desenvolvidas não requerem conhecimentos específicos na área de computação como SQL ou uso da plataforma ROOT. Assim, o sistema possui baixa complexidade para utilização, atendendo à multidisciplinaridade da colaboração em que os membros possuem níveis distintos de domínio da computação.

O sistema *TileComm Analysis* contribuiu para que mais sistemas fossem desenvolvidos para apoiar o comissionamento pelo grupo de software do LPS e, também, para que este sistema continue em funcionamento durante a operação do ATLAS. Os sistemas desenvolvidos após o TCA foram: o DQM [32], sistema responsável por apresentar os status dos módulos do calorímetro a partir da execução de algoritmos de análise dos parâmetros do equipamento. O MCWS [33] é o sistema

responsável por analisar o funcionamento dos canais do calorímetro. O DCS que é responsável por monitorar as fontes de alimentação.

A metodologia de desenvolvimento do sistema valorizou aspectos como a especificação e o projeto, para garantir aderência do sistema às demandas da colaboração. Durante o trabalho de especificação, buscou-se estudar a dinâmica da colaboração ATLAS, que possui características diferenciadas de equipes de trabalho convencionais, e os processos de comissionamento do Calorímetro de Telhas. Esta parte do projeto foi apoiada pela Engenharia de Processos, que busca entender e analisar o funcionamento de uma organização através da modelagem de processos. A partir da modelagem, as atividades realizadas no comissionamento foram identificadas, bem como os participantes das atividades e os sistemas utilizados.

O desenvolvimento de projeto evoluiu de modo a atender às expectativas da colaboração no tempo apropriado e com os recursos disponíveis. Isso exigia uma boa integração das equipes, definição das atividades e organização dos prazos. Portanto, o desenvolvimento do projeto se apoiou em conhecimentos da área de gestão de projetos, que auxiliou na administração dessas questões.

Após o encerramento da fase de comissionamento, o ATLAS vai iniciar sua operação. Nesta fase, o foco da preocupação é com a qualidade dos dados provenientes das colisões ocorridas no detector. O volume de dados gerado, processado e armazenado é muito maior. Desta forma, o sistema *TileComm Analysis* será adaptado para a nova demanda. Como primeira medida, deve-se realizar a migração de sua base dados, atualmente com tecnologia MySQL, para os servidores ORACLE. Esses servidores são mantidos oficialmente pelo CERN e são comprovadamente mais rápidos, o que aumenta a robustez e velocidade do sistema. Encontra-se em desenvolvimento a integração do sistema TCA com o sistema de reconstrução de dados do ATLAS, o ATHENA [35] e com o DQM.

Estuda-se, também, a criação de um painel de controle onde todos os dados referentes à análise *offline* sejam disponíveis em uma única visualização como o monitoramento das fontes de tensão, monitoramento dos testes por canais ou por módulos. O usuário poderia adaptar sua visualização de acordo com suas tarefas. Um

resumo das informações do TCA estaria disponível nesse painel. Aqueles que necessitarem de informações mais detalhadas poderiam ser redirecionados ao sistema.

Durante a operação, todos os detectores gerarão grandes quantidades de dados referentes às colisões que precisarão passar pela análise dos pesquisadores. O processo de análise é semelhante ao realizado no Calorímetro de Telhas. Então, o sistema desenvolvido pode ser estendido aos demais detectores do ATLAS ou, também, em outros experimentos, como o LHCb e CMS.

Atualmente, muitas empresas e organizações são compostas por membros geograficamente dispersos que trabalham em conjunto em projetos de grande porte multidisciplinares. Nesses projetos, são reunidas pessoas de diferentes áreas de conhecimento que somam esforços na construção de grandes empreendimentos, como plataformas petroquímicas, instrumentos para indústria siderúrgica, entre outros. Em comum, estes projetos possuem a necessidade de realizar muitos testes e simulações para avaliar o funcionamento dos empreendimentos em questão. Os dados resultantes, então, precisam ser gerenciados e compartilhados entre as equipes. Assim, o sistema desenvolvido para o Calorímetro de Telhas pode ser adaptado e aplicado em outros domínios com características semelhantes.

Referências Bibliográficas

- [1] Cern – the European Organization for Nuclear Research
Acessado em agosto de 2009. <http://www.cern.ch>
- [2] The Large Hadron Collider.
Acessado em julho de 2009. <http://lh.web.cern.ch>
- [3] ATLAS
Acessado em agosto de 2009. <http://www.atlas.ch>
- [4] ATLAS/ Tile Calorimeter Collaboration, *Tile Calorimeter Technical Design Report*, Report, CERN/LHCC 96-42
- [5] ATLAS/ Tile Calorimeter Collaboration, *Testbeam Studies of Production Modules of the ATLAS Tile Calorimeter*, Report, CERN 2009-004
- [6] SOLOVYANOV, O., “*The ATLAS Tile Calorimeter: Commissioning and Preparation for Collisions*”. Journal of Physics: Conference Series, Volume 160, Issue 1, pp. 012053, Abril 2009.
- [7] SOLANS SANCHEZ, C., *ATLAS TDAQ Software for TieCal Commissioning*. M. Sc. Dissertation. Universidade de Valencia, 2005.
- [8] PINA, J., GOMES, A., NUNO MARQUES, C., et al., “*The TILECAL Detector Control System*”, *11th International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, Knoxville, EUA*, p. 3, Outubro 2007.
- [9] HRUSKA, I., PALAN, B., CALHEIROS, F., NEMECEK, S., KOTEK, Z., PALACKY, J., PRICE, L., LOKAJICEK, M., TIKHONOV, A., SOLIN, A. *Radiation-Tolerant Custom Made Low Voltage Power Supply System for ATLAS/TileCal Detector, Topical Workshop on Electronics for Particle Physics, Prague, Czech Republic*, pp.369-373, Dezembro 2007
- [10] ATLAS Trigger and Data Acquisition Collaboration. “*ATLAS High-Level Triggers, DAQ and DCS Technical Design Report*”, Report, 2000. CERN/LHCC 2000-17.
- [11] MAIDANTCHIK, C. L. L., MARQUES, D. R., ALVES, A. M., SEIXAS, J. M. *ATLAS Database of Testbeam Analysis. XXVI Encontro Nacional de Física de Partículas e Campos, São Lourenço, Brasil*, p. 1-2 Outubro 2005.
- [12] DAVIS, R., *Business Process Modelling with ARIS*. London : Springer, 2001.

- [13] CAMEIRA, R. , CAULLIRAUX, H. Engenharia de Processos de Negócios: Considerações Metodológicas com Vistas à Análise e Integração de Processos. III SIMPOI - Simpósio de Administração da Produção Logística e Operações Internacionais. São Paulo, Brasil . p 1-1. Setembro 2000.
- [14] PAIM, R., CAMEIRA, R., CLEMENTE, A., CLEMENTE, R. Engenharia de Processos de Negócios: Aplicações e Metodologias. XXII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2002, ENEGEP, p. 87-87. 2002.
- [15] CAMEIRA, R. *Hiper-Integração: Engenharia de Processos, Arquitetura Integrada de Sistemas Componetizados com Agentes e Modelos de Negócios Tecnicamente Habilitados*. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção - COPPE-UFRJ, 2003.
- [16] BASTOS, A. e CAMEIRA, R. *Ferramentas de Apoio à Engenharia de Processos de Negócios: Critérios de Classificação e Método de Análise de Adequação a um Projeto*. São Paulo : XX ENEGEP, 2000.
- [17] TileComm Offline Shift
Acessado em agosto de 2009. <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/Atlas/TileCommOfflineShift>
- [18] CASTOR – CERN Advanced STORage manager
Acessado em Outubro de 2009.
<http://castor.web.cern.ch/castor/>
- [19] ROOT | A data analysis Framework
Acessado em Outubro de 2009.
<http://root.cern.ch/drupal/>
- [20] PRESSMAN, R. Engenharia de Software. 6a edição, 2006, Ed. McGraw- Hill.
- [21] MAIDANTCHIK, C., GRAEL, F. F., FERREIRA F. G., GALVÃO, K. K., DOTTI, A., SOLANS, C. e PRICE, L. *Web System to Support Analysis of the Tile Calorimeter Commissioning. International Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP)*, 2007.
- [22] TileCal Commissioning Online Shifts
Acessado em novembro de 2009
<http://tcws.web.cern.ch/tcws/WIS/current/>
- [23] Web Interface for Commissioning Monitoring
Acessado em novembro de 2009
<http://tcws.web.cern.ch/tcws/WICOM/current/wicomSearchTimeline.php>
- [24] PHP
Acessado em outubro de 2009.
<http://www.php.net/>
- [25] WILLIAMS, HUGH E., LANE, D. *WebDatabase Applications with PHP and MySQL*. Ed. O'Reilly.

[26] W3 Schools - Java Script Introduction

Acessado em outubro 2009.

http://www.w3schools.com/js/js_intro.asp

[27] MySQL

Acessado em outubro 2009.

<http://www.mysql.com/>

[28] Project Management Institute. *Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (PMBOK)*. 3a edição, 2004, Ed. PMI.

[29] Meredith, J. R., MANTEL Jr., SAMUEL J. *PROJECT MANAGEMENT A MANAGERIAL APPROACH*. Wiley, 2005.

[30] Project Management Institute

Acessado em novembro de 2009.

<http://www.pmi.org/Pages/default.aspx>

[31] CERN IT Department

Acessado em dezembro de 2009.

<http://it-dep.web.cern.ch/it-dep/>

[32] DQM

Acessado em novembro de 2009.

<http://tcws.web.cern.ch/tcws/TA/TileCommAnalysis/DQMInt/tcaDQM.php?runNumber=78027>

[33] MCWS

Acessado em novembro de 2009.

<http://tcws.web.cern.ch/tcws/MCS/>

[34] DCS Web System

Acessado em novembro de 2009.

<http://tcws.web.cern.ch/tcws/DCS/>

[35] Athena Framework

Acessado em novembro de 2009.

<https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/Atlas/AthenaFramework>

Apêndice A

Gestão de Projetos e PMBOK

Um projeto pode ser definido em termos de suas características distintas – um projeto é um empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto ou serviço único [28]. Temporário significa que cada projeto tem um começo e um fim bem definidos. Único significa que o produto ou serviço produzido é de alguma forma diferente de todos os outros produtos ou serviços semelhantes. Os projetos são desenvolvidos em todos os níveis da organização. Eles podem envolver uma única pessoa ou milhares delas [28].

O objetivo básico para a realização de um projeto é executar metas específicas. O motivo para a organização de uma tarefa em forma de projeto é focalizar num indivíduo ou pequeno grupo ou a responsabilidade e autoridade para a consecução das metas [29]. A expectativa do gerente é poder coordenar e integrar todas as atividades necessárias para alcançar os objetivos do projeto.

A Gerência de Projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, e técnicas para projetar atividades que visem atingir ou exceder as necessidades e expectativas das partes envolvidas, com relação ao projeto. O ato de atingir ou exceder as necessidades e expectativas das partes envolvidas, invariavelmente, envolve o equilíbrio entre demandas concorrentes [28]:

- Escopo, prazo, custo e qualidade
- Diferentes necessidades e expectativas das partes envolvidas
- Necessidades concretas e expectativas

O projeto em forma de organização permite ao administrador ser responsável para: o cliente e ambiente, identificar e corrigir problemas o mais breve possível, tomar decisões oportunas a respeito de trocas entre as metas conflitantes do projeto e assegurar que os gerentes das metas separadas não otimizem o desempenho das suas metas individuais à custa do projeto total, ou seja, sub-otimizar o projeto [29].

Geralmente, em um projeto, estão envolvidas muitas variáveis, grande possibilidade de falhas e requerimento de conhecimentos amplos. Estas características determinam a necessidade de utilização de uma abordagem de gerenciamento de projeto para a sua realização.

O PMBOK (Project Management Body of Knowledge) é uma denominação que representa todo o somatório de conhecimento dentro da profissão de gerência de projetos que inclui: os conhecimentos já comprovados através de práticas tradicionais, que são amplamente utilizados, assim como conhecimentos de práticas mais inovadoras e avançadas que têm tido uma aplicação mais limitada [28]. O PMBOK é uma metodologia da gestão de projetos desenvolvida pelo PMI [30]. Esta metodologia organiza a gerência de projetos em duas partes. A primeira refere-se à caracterização da gerência de projetos onde são tratados os elementos básicos da estruturação do projeto como o gerente de projeto, a organização do projeto, os conflitos e negociações relacionados ao projeto e etc. A segunda parte refere-se às áreas de conhecimento da gerência de projetos que inclui integração do projeto, escopo, prazos, recursos, riscos, qualidade, custos e comunicações.

A organização do projeto concebida pelo PMBOK visa a estruturar o projeto de forma que todos os aspectos sejam contemplados e bem administrados para garantir que as metas sejam atingidas dentro dos limites aceitáveis de prazo e custo atendendo ao escopo do projeto.

O Gerente de Projeto

O gerente de projeto (GP) possui uma responsabilidade muito grande no projeto. Este é o ator responsável pelo planejamento, implementação e finalização do projeto, é função do Gerente de Projeto preparar o orçamento e cronograma preliminares, que poderão ser modificados durante o decorrer dos trabalhos. O GP possui um compromisso com todos os atores e segmentos do projeto. Com a organização, o GP precisa zelar pela conservação de recursos, estabelecer comunicação tempestiva sobre o projeto e cuidar dos recursos; com o projeto e cliente, o gerente de projeto precisa assegurar a integridade de projeto apesar dos conflitos; com os membros da equipe, o GP deve ter cuidado com a natureza finita do projeto e especialista da equipe [29].

O gerente de projeto deve ter habilidades diferenciadas do gerente funcional. Enquanto o gerente funcional deve ser hábil nas análises, usar abordagem analítica e deve ser um supervisor direto com bastante conhecimento técnico sobre o processo, o gerente de projeto deve possuir habilidades de síntese, usar abordagem de sistemas, ser facilitador e generalista [29].

Apesar da diferença, o gerente funcional também influencia no projeto, vindo a opinar sobre questões técnicas e de liberação de pessoal. Já o GP, tem obrigações “gerenciais”, mostrando-se responsável perante a organização principal, o projeto e o cliente, além dos membros da equipe.

O GP deve estar apto para lidar com pressões, que surgem principalmente das seguintes áreas: aquisição de recursos; conquista e motivação de pessoal; superação de obstáculos; compensação para chegar aos objetivos; fracasso, risco e medo de falhar; comunicação e negociação [29].

A Organização do Projeto

Para compreender as relações do Gerente de Projeto com o restante da equipe e como acontece a inserção do projeto dentro da organização onde está sendo realizado, é necessário explicitar e estudar a estruturação do projeto dentro da organização.

Existem algumas estruturas básicas que podem ocorrer no projeto. Uma delas é o projeto como parte da organização funcional, onde o projeto é desenvolvido e liderado pela equipe da organização com a utilização de gerentes funcionais que coordenam o projeto [29]. Outra estrutura utilizada é a organização do projeto puro onde se é utilizada uma equipe dedicada ao projeto que nem sempre faz parte da organização; neste caso, o projeto é separado do resto do sistema principal. E, buscando um equilíbrio entre as formas organizacionais descritas anteriormente, está a chamada organização Matriz, que busca combinar as vantagens dos pontos extremos, entretanto apresenta como desvantagem a existência de conflitos e uma divisão de responsabilidades não clara [29]. A escolha entre esses dois pontos opostos está relacionada a quem cabe o poder de decisão, gerente de projeto ou gerente funcional.

A estrutura de organização Matriz possui características importantes que são apresentadas a seguir [29]:

- O projeto é o ponto de ênfase.
- O projeto tem razoável acesso ao reservatório de tecnologia de todas as divisões funcionais.
- A resposta ao cliente é rápida e a organização matriz é flexível.
- O projeto tem representantes ou fácil acesso aos representantes da companhia principal.
- Existem vários projetos em andamento simultaneamente, então existe um melhor equilíbrio dos recursos para alcançar as metas dos projetos individuais.

Conflito e Negociação

O conflito é definido como um processo que se inicia quando uma parte percebe que a outra não assimilou, ou está próxima de frustrar uma idéia ou posição desta parte [29]. A principal técnica para a resolução de conflitos é a negociação. A negociação é um processo no qual duas ou mais partes procuram chegar a um patamar aceitável de troca a respeito de algo que elas detêm ou controlam.

Negociações ocorrem em torno de diversas questões, em diversos momentos e em vários níveis do projeto. Durante o andamento de um projeto típico, a equipe do projeto tende a negociar por algumas ou todas as questões seguintes [29]:

- Objetivos de escopo, custo e cronograma
- Mudanças de escopo, custo e cronograma
- Termos e condições contratuais
- Designações
- Recursos

Em uma situação de conflito é primordial encontrar uma solução na qual nenhuma parte envolvida possa se sair melhor, com a outra parte se saindo pior na mesma proporção ou mais.

Áreas de Conhecimento da Gerência de Projetos

Nesta subseção, serão apresentadas as áreas de conhecimento da gerência de projetos que estão relacionadas ao projeto que foi desenvolvido que inclui integração do projeto, escopo, prazos, recursos, riscos, qualidade e comunicações.

Integração do Projeto

A Gerência da Integração do Projeto inclui o planejamento inicial do projeto que inclui os procedimentos requeridos para assegurar que os diversos elementos do projeto estão adequadamente coordenados. Ela envolve fazer compensações entre objetivos e alternativas eventualmente concorrentes, a fim de atingir ou superar as necessidades e expectativas [28].

Um planejamento completo que ofereça a base necessária para o início de um projeto deve contemplar alguns elementos fundamentais para sua organização. Os principais conceitos que um plano de projeto deve englobar são: visão geral, objetivos, abordagem geral, aspectos contratuais, cronogramas, recursos, pessoal, método de avaliação e problemas potenciais [28]. A seguir são apresentados estes conceitos principais :

Visão geral: esta parte consiste em um pequeno resumo para o gerenciamento de topo que justifique o projeto e coloque seus principais objetivos e fatos importantes.

Objetivos: este elemento deve especificar as metas apresentadas na visão geral, os objetivos devem ser apresentados formalmente aos interessados no projeto.

Abordagem geral: a abordagem geral visa especificar questões técnicas que devem ser utilizadas no projeto.

Aspectos contratuais: referem-se à lista e descrição completas dos elementos reportáveis, recursos fornecidos pelos clientes, arranjos para contratos, comitês de aconselhamento, requisitos para revisão e cancelamento do projeto e etc.

Cronogramas: os cronogramas constituem parte importante em qualquer projeto. Este elemento visa elucidar todos os eventos de fatos marcantes.

Recursos: os recursos, aqui encarados como financeiros, definem dois aspectos: o orçamento e a monitoração dos custos e procedimentos de controle.

Pessoal: este elemento deve listar os requisitos de pessoal esperados pelo projeto. Habilidades especiais e tipo de treinamento necessário.

Método de Avaliação: descrição do procedimento a ser seguido para monitorar, coletar, armazenar e avaliar a história do projeto.

Problemas Potenciais: a análise de problemas potenciais é importante para antecipar das dificuldades potenciais enfrentadas pelo sistema.

Escopo do Projeto

A Gerência do Escopo do Projeto inclui os processos requeridos para assegurar que o projeto inclua todo o trabalho necessário, e tão somente o trabalho necessário, para complementar de forma bem sucedida o projeto [28]. A preocupação fundamental compreende definir e controlar o que está ou não incluído no projeto.

Para realizar a Gerência do escopo do projeto é necessário construir uma declaração do escopo do projeto como base para decisões futuras do projeto e realizar o detalhamento do escopo do projeto para subdividir os principais subprodutos do projeto em componentes menores e mais manejáveis [28].

Na abordagem de gerência de projeto aplicado à construção de software, durante a delimitação do escopo devem estar bem definidos o contexto onde o software será aplicado, as informações (quais informações serão utilizadas como entrada e saída do software) e as funções que o software deve executar [20]. O escopo no projeto de software deve ser compreensível e não ambíguo para os níveis técnicos e gerenciais.

Tempo do Projeto

A Gerência do Tempo do Projeto inclui os processos necessários para assegurar que o projeto será implementado no prazo previsto. Para realizar o gerenciamento do projeto são necessárias as seguintes ações [28]:

- Definir as atividades – identificar as atividades específicas que devem ser realizadas para produzir os diversos subprodutos do projeto.
- Seqüenciar as atividades – identificar e documentar as relações de dependência entre as atividades.
- Estimar a duração das atividades - estimar a quantidade de períodos de trabalho que serão necessários para a implementação de cada atividade.
- Desenvolver o cronograma - analisar a seqüência e as durações das atividades, e os requisitos de recursos para criar o cronograma do projeto.

Em alguns projetos, especialmente os menores, o seqüenciamento das atividades, a estimativa da duração das atividades e o desenvolvimento do cronograma estão tão unidos que podem ser vistos como um único processo (por exemplo, podem ser realizados por um único indivíduo, durante um curto intervalo de tempo).

A definição das atividades do projeto deve englobar todas as tarefas que serão realizadas no seu decorrer. Para organizar melhor as tarefas, é possível dividi-las em vários níveis de detalhamento. Uma das técnicas utilizadas em gerenciamento de projeto para definir as atividades do projeto é o WBS (*Work Breakdown Structure*), que é um documento que divide as tarefas que serão realizadas em níveis sucessivos de detalhes [12]. A partir da construção do WBS é possível visualizar todas as atividades do projeto. A figura 27 exemplifica um WBS. No nível mais alto, que é o primeiro nível, é descrito o nome do projeto. No segundo nível, as atividades necessárias para a realização do projeto são apresentadas e todas as tarefas que serão realizadas em cada atividade são representadas no terceiro nível.

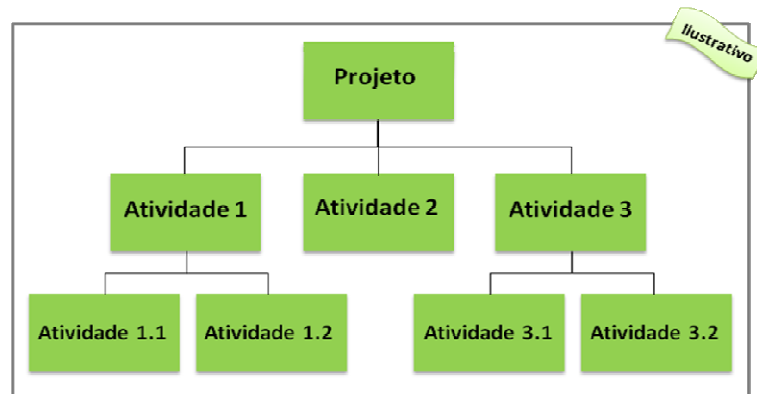


Figura 30 - Exemplo de WBS. Adaptado de [29]

Uma ferramenta para construção de cronogramas apresentada é o Diagrama de Gantt que ilustra o progresso planejado e atualizado para determinado conjunto de tarefas dispostas numa escala de tempo horizontal [12]. O diagrama é útil para manter um controle sobre os acontecimentos do projeto e para alocar recursos, trata-se de um recurso simples de fácil entendimento. A figura 28 exemplifica o diagrama de Gantt onde as colunas, à esquerda, representam as todas as atividades que serão executadas ao longo do projeto e a duração de cada uma delas e as barras horizontais no lado direito da figura representam o início e o fim de cada atividade.

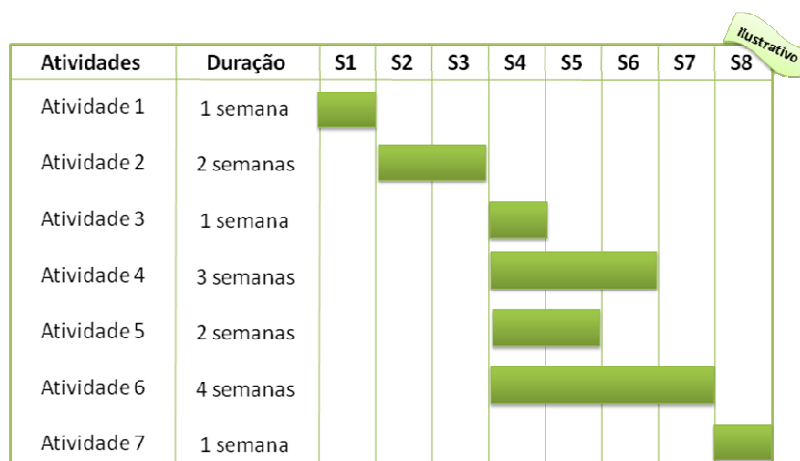


Figura 31 - Exemplo de Diagrama de Gantt. Adaptado de [29]

Em projetos de software, os atrasos no cronograma do projeto normalmente são provenientes de prazos não realistas propostos por atores fora da equipe de

desenvolvimento do software, mudança de requisitos, dificuldades técnicas que não puderam ser previstas anteriormente, riscos que não foram considerados durante o planejamento, dentre outros [14].

Pelos aspectos apresentados anteriormente, a construção de cronogramas em projetos de software deve ser baseada em atividades compartmentadas, interdependência entre as atividades, alocação bem planejada de tempo e esforços e definição clara de responsabilidades, resultados e metas do projeto [14].

Qualidade

A Gerência da Qualidade do Projeto está relacionada às medidas requeridas para garantir que o projeto irá satisfazer as necessidades para as quais ele foi empreendido. Isto inclui as atividades que determinam as políticas de qualidade, objetivos e responsabilidades e para a implementação destes, por meio de planejamento da qualidade, controle da qualidade, garantia da qualidade e melhoria da qualidade [28].

Tratando-se de projetos de software alguns indicadores são importantes na medida da qualidade do produto a ser entregue, são eles: desempenho correto do software, manutenibilidade, integridade do software e usabilidade [14].

Comunicações

A Gerência das Comunicações do Projeto inclui os processos requeridos para garantir a geração apropriada e oportuna, a coleta, a distribuição, o armazenamento e o controle básico das informações do projeto. Fornece ligações críticas entre pessoas, idéias e informações que são necessárias para o sucesso. Todos os envolvidos no projeto devem estar preparados para enviar e receber comunicações na “linguagem” do projeto e devem entender como as comunicações, que eles estão individualmente envolvidos afetam o projeto como um todo [28].

Para realizar um gerenciamento eficiente das comunicações do projeto é necessário: determinar as informações e comunicações necessárias para os interessados (quem necessita de qual informação, quando necessitarão dela e como isso será

fornecido); disponibilizar as informações necessárias para os interessados do projeto da maneira conveniente; coletar e disseminar as informações de desempenho, que inclui relatórios de situação, medição de progresso e previsões; gerar, reunir e disseminar informações para formalizar a conclusão de uma fase ou de todo o projeto [28].

Riscos do Projeto

A Gerência de Risco do Projeto abrange a identificação, análise e resposta aos riscos do projeto. Isto inclui a maximização dos resultados de eventos positivos e minimização das conseqüências de eventos negativos [28].

Para gerenciar adequadamente os riscos relativos ao projeto é necessário determinar quais os riscos são mais prováveis de afetar o projeto e documentar as características de cada um, avaliar os riscos e suas interações no sentido de avaliar possíveis conseqüências e definir as melhorias necessárias para o aproveitamento de oportunidades e respostas às ameaças [28].

Em projetos de software, é possível distinguir algumas categorias de riscos como os riscos do projeto que estão associados a prazos, recursos e custos do projeto, os riscos técnicos que estão relacionados aos problemas de implementação do projeto e os riscos do negócio que acontece, por exemplo, quando um bom produto é desenvolvido, mas as características do software não atendem mais ao mercado consumidor [14].

Para analisar os riscos relacionados aos projetos de software, é necessário um bom conhecimento das tecnologias que serão utilizadas, dos futuros usuários e do ambiente onde o software será inserido. Então, as categorias de riscos relacionadas ao projeto de software podem ser mais detalhadamente divididas nas seguintes categorias: tamanho do produto, impacto do negócio, características dos usuários, ambiente de desenvolvimento, tecnologia e experiência e tamanho da equipe do projeto [14].

Uma estratégia para gerenciamento de riscos amplamente utilizada na área de software é o Plano RMMM (*Risk Mitigation, Monitoring, and Management*). O Plano RMMM documenta todo trabalho desenvolvido como parte da análise de risco e é utilizado pelo gerente de projeto ao longo de todo o projeto [14].

Apêndice B

Publicações

A autora participa desde 2005 do desenvolvimento de sistemas que auxiliaram as fases de teste do Calorímetro de Telhas, que continuarão sendo utilizados durante a fase de operação. Os sistemas foram desenvolvidos junto ao grupo de software do LPS. Neste apêndice estão listados os trabalhos publicados, com a participação da autora, referentes a esse desenvolvimento.

1. *ATLAS Database of Testbeam Analysis* MAIDANTCHIK, C. L. L. , MARQUES, D. R. , ALVES, A. M., SEIXAS, J. M.. Encontro Nacional de Física de Partículas e Campos, São Lourenço, Minas Gerais, 2005.

Analyses of researches generate a lot of data which need to be organized. Then, a relational database together with a Web Interface could be a good tool to solve this problem. In this article we present a system that store analyses results and has a search interface to recover these information. The Database of Test Beam Analysis. is a system that stores analyses of test beam analysis made in Tile Calorimeter of ATLAS, and it allows the user recover it trough its search interface by selecting filter parameters provided.

Análises de pesquisas geram grande quantidade de dados que precisam ser organizados. Então, um banco de dados relacional junto com uma interface Web pode ser uma boa ferramenta para resolver este problema. Neste artigo, é apresentado um sistema que armazena resultados e tem uma interface de busca para recuperar estas informações. O *Database of Test Beam Analysis* é um sistema que armazena análises dos testes “test beam” realizados no Calorímetro de Telhas do ATLAS, e permite ao usuário recuperá-las através de sua interface de busca pela seleção dos parâmetros de filtro oferecidos.

2. *Sistema WEB para Testes de Equipamentos em Física de Altas Energias* MAIDANTCHIK C., SEIXAS J. M., ALVES, A. M., FARIAS, A., GRAEL F. F., FERREIRA, F. G., GALVÃO, K. K., Encontro Nacional de Física de Partículas e Campos, Águas de Lindóia, São Paulo, 2006

O detector ATLAS, acoplado ao acelerador de partículas LHC do CERN, encontra-se atualmente em fase de comissionamento. Os testes realizados geram uma enorme quantidade de dados, que são posteriormente analisados pelos colaboradores em diferentes países. A cada execução dos programas de análise, uma série de procedimentos e configurações deve ser realizada pelos pesquisadores. Os gráficos e histogramas resultantes se referem aos níveis de energia durante uma colisão de partículas, e dados para o controle de qualidade dos equipamentos também são gerados a partir das análises.

Este projeto apresenta o sistema “Tile Commissioning Web System” que apóia a manipulação e análise dos dados provenientes dos testes realizados no Calorímetro de Telhas (TileCal), um dos sub-detectors do ATLAS, e apresenta ferramentas para a recuperação dos resultados obtidos. O sistema é composto por três softwares com interface Web que possuem funções específicas: o “Web Interface for Offline Shifters”, o “Tilecomm Analysis” e o “AtlasMonitor”.

O “Web Interface for Offliine Shifters” (WIS) automatiza o processo de análise, apresentando ao usuário uma tabela com todos os testes realizados e os tipos de análises que podem ser realizadas para cada um. Após a seleção do usuário, o WIS recupera o arquivo correspondente no sistema de armazenamento CASTOR (Cern Advanced STORAGE) e executa remotamente o programa de análise requerido, seguindo todos os procedimentos e configurações exigidos. Ao final do processo de análise, os resultados são disponibilizados na interface do sistema, apresentando gráficos de níveis de energia e dados de controle de qualidade. Os graficos e os dados são automaticamente armazenados nas respectivas bases de dados dos sistemas “Tilecomm Analysis” e “Atlas-Monitor”. O primeiro software recupera os gráficos, através da associação com o tipo e o identificador do teste e com a seção do subdetector que foi testada. O AtlasMonitor insere automaticamente os dados resultantes nas folhas de controle de

qualidade. Posteriormente, o colaborador pode inserir informações adicionais ou até mesmo criar uma nova folha de controle de qualidade.

O sistema "Tile Commissioning Web System" está instalado no servidor do CERN e é utilizado pelos colaboradores do TileCal e seu desenvolvimento conta com a participação dos responsáveis tanto pelos testes dos equipamentos quanto pelo funcionamento do calorímetro.