

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

**Sistema de Gerência de Equipamentos em Bases de Dados
Heterogêneas de um Experimento de Física de Partículas**

Autor:

Kaio Karam Galvão

Orientadora:

Carmen Lucia Lodi Maidantchik, D. Sc.

Orientador:

José Manoel de Seixas, D. Sc.

Examinador:

Flávio Mello, D. Sc.

Examinadora:

Marcia Begalli, D. Sc.

Examinador:

Wagner de Paula Carvalho, D. Sc.

Examinador:

Zieli Dutra Thomé Filho, D. Sc.

DEL

Novembro 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).

DEDICATÓRIA

A Simone, Edna, João e Sasha.

AGRADECIMENTO

Dedico este trabalho em primeiro lugar à minha família. À minha mãe, Simone, pelo amor, carinho, dedicação, convivência e incentivo. À minha irmã, Sasha, pelo amor, admiração e convivência, principalmente na infância. Aos meus avós, João e Edna, antes de tudo pelo amor, e pelo investimento e confiança. À minha avó, pelo incentivo à leitura desde cedo. Mesmo de longe vocês estiveram presentes em toda a minha trajetória. A saudade será sempre grande, e o tempo juntos nunca suficiente. À minha tia, Sammya, pelos cuidados na infância e pela primeira inspiração... Devo a essas pessoas o que sou e sem elas não teria chegado tão longe quanto, confesso, várias vezes sonhei.

Agradecimento especial aos amigos Joel e Marília, que contribuíram significativamente à minha formação e estada nesta Universidade. Pelo apoio desde o início, pela confiança e por serem, também, minha família. Ao Joel pelos ensinamentos, trocas, paciência e companheirismo durante todo esse período.

À Carmen Maidantchik, pela orientação dedicada, ensinamentos, conselhos, oportunidades e confiança profissional. E pelos momentos divertidos e trocas de experiência. Por ser a “orientadora vitalícia”.

Ao professor José Seixas, pela gentileza e incentivo antes mesmo do início da graduação, pelo apoio ao longo desses anos e, em especial, desse projeto.

Aos colegas de trabalho do Projeto CERN e do Laboratório de Processamento de Sinais. Destaco os amigos Felipe Grael (pela colaboração contínua), Fernando Ferreira, Andressa Sivoella, Amanda Alves, Rodrigo Ribeiro, Luiz Évora e Dhiana Deva. Pela amizade dentro e fora da Universidade.

Em Genebra, aos amigos Ana Carolina, Andréa Neiva, Fleury Filho, Hugo Bajas, Jorge Molina, Juan Helo, Maria José (Coté), Pedro Brandimarte, Raquel Pezoa e Teresa Fonseca, pela convivência inesquecível. A Alda Carlen e Haydée, pelo apoio e pelos almoços e jantares memoráveis. A Douglas Teodoro, Fernando Pedrosa e

Sabine Sastre, pelas conversas, conselhos, apoio, afinidades, viagens, histórias vividas e por serem os amigos mais próximos. A todos pela amizade e por contribuírem para fazer dos anos vividos na Suíça os mais felizes.

No ATLAS, à Kathy Pommès, pela colaboração, apoio e “*for being the best boss in the World*”. Ao Marzio Nessi pelo apoio e pelas oportunidades dadas ao grupo.

Aos amigos da faculdade Natalia Fernandes, Mariângela Kitagawa, Marília Fontes, Marília Maia, Rafael Jesus, Felipe “Cabelo”, Marcela Puppín, Daniel Marques, Bernardo Xavier e tantos outros que contribuíram para tornar esse período tão agradável.

A todos os meus professores do curso de Engenharia Eletrônica e de Computação, com destaque para Marcelo Lanza, Jomar Gozzi, Joarez Bastos, Antônio Cláudio, Casé, Luiz Wagner e Ricardo Merched.

Aos funcionários, professores e colegas do curso pré-vestibular Intellectus, pela ajuda a concretizar um sonho.

Em Sampa, aos primos Cá, Du, Leo e Ma pela ajuda, apoio e amizade desde a vinda de Manaus. Ao amigo Carlos Alberto, pelas longas conversas à distância desde o início do curso de graduação.

Em Manaus, aos funcionários, aos professores e aos amigos da Fundação Matias Machline (atual Fundação Nokia de Ensino). Pela formação inigualável, dedicação, amizades e histórias. Porque lá comecei a sonhar mais alto e a desejar o mundo. Aos eternos amigos Thábitta Leão, Itaciara Hayashi, Catiana Malveira, Francislaine, Maycon Geissler, Maressa Girão, Sávio Stoco, Rafael Carvalho e Roberto Junior, pelo apoio e incentivo e pelas férias memoráveis durante os anos da graduação.

À professora Isabel, com quem aprendi a ler e a escrever.

RESUMO

O CERN (*European Organization for Nuclear Research*) construiu o acelerador de partículas LHC (*Large Hadron Collider*), inaugurado no verão europeu de 2008. Dos seis experimentos operados com o acelerador, destaca-se o ATLAS (*A Toroidal LHC ApparatuS*), o maior de todos. A construção das diferentes partes deste detector de partículas foi distribuída entre os institutos membros da colaboração ATLAS. Os dados acerca dos equipamentos devem ser centralizados em um inventário. Não é razoável exigir que todos os membros da colaboração utilizem a mesma tecnologia de armazenamento. Porém, a criação e a manutenção de soluções tecnológicas diferentes para cada grupo representariam esforço e custos muito altos. Este projeto foca em uma solução única que possibilite aos membros do ATLAS abstraírem-se das tecnologias utilizadas, concentrando-se em suas próprias áreas de atuação.

Este documento descreve o Sistema de Gerência de Equipamentos desenvolvido para o experimento ATLAS. Este sistema cobre 3 aspectos fundamentais: a manutenção do inventário de equipamentos, o rastreamento dos equipamentos e o monitoramento do sistema de segurança. Este sistema é acessível através da Web, permitindo acesso pelos colaboradores do ATLAS que estão geograficamente dispersos. O sistema encapsula os detalhes das diferentes tecnologias utilizadas e efetua validação prévia das entradas de dados. Sua interface reflete as características e propriedades dos equipamentos. Devido à exposição à radiação, as peças precisam ser rastreadas e procedimentos específicos devem ser seguidos para a remoção, transporte, reparo e descarte. O Sistema de Gerência guia os usuários na realização das tarefas para o rastreamento, a saber: criação de novos equipamentos, atualização de dados, seleção de localização, medição de nível de radiação, identificação, entre outras. Alarmes e sistemas de segurança são instalados no detector para evitar danos aos equipamentos em casos de acidente. O sistema fornece uma visão global da configuração dos alarmes do sistema de segurança, permitindo a monitoração remota.

Palavras-Chave: gerência de equipamentos, equipamentos de grande porte, bases de dados heterogêneas.

ABSTRACT

The European Organisation for Nuclear Research (CERN) inaugurated the Large Hadron Collider in the summer of 2008. The ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS) experiment is the largest of the six experiments operated together with the accelerator. The manufacturing of the ATLAS detector equipment parts was distributed among its member institutes. The data describing the equipment parts must be centralised in an inventory. However, it is not feasible to claim the different groups attending the ATLAS collaboration to use the same storage technologies. On the other hand, creating and maintaining one distinct solution for each group would represent very high cost and effort. Therefore, this project aims to create an unique solution allowing the ATLAS collaborators to concentrate on their main responsibilities, without concerning about the technological details.

This document describes the Equipment Management System developed for the ATLAS experiment. It covers three fundamental aspects of the equipment management: inventory maintenance, equipment parts traceability and safety system monitoring. The system has a Web interface, allowing access by the geographically spread collaborators. The system encapsulates the details of the technologies involved and performs suitable validation of the data provided by users. The user interface reflects the properties of the equipment parts. Due to exposition to radiation, all the equipment parts must be traced and specific procedures must be followed for removal, transport, repair and waste. The Equipment Management System guides the users through the traceability tasks: new equipment part creation, information update, selection of position, radiation level measurement and parts identification. Alarms and safety systems are installed throughout the detector in order to avoid any damage to the equipment in case of accidents. The system provides a general view of the alarms configuration, allowing remote monitoring of the safety system.

Key-words: equipment management, large complex equipment, heterogeneous databases.

SIGLAS

AJAX - *Assynchronous JavaScript and XML*

ATLAS - *A Toroidal LHC ApparatuS*

CERN - *European Organization for the Nuclear Research*

CGI - *Common Gateway Interface*

CSS - *Cascading Style Sheets*

CSV - *Comma Separated Value*

DCS - *Detector Control System*

DOM - *Document Object Model*

DSS - *Detector Safety System*

HTML - *Hypertext Markup Language*

HTTP - *Hypertext Transfer Protocol*

LPS - *Laboratório de Processamento de Sinais*

SMS - *Short Message Service*

UFRJ - *Universidade Federal do Rio de Janeiro*

URL - *Universal Resource Locator*

XML - *Extensible Markup Language*

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Motivação	2
1.2	Objetivos	4
1.3	Organização do Documento	5
2	O CERN e a Física de Partículas	6
2.1	A Organização Européia para a Pesquisa Nuclear	6
2.2	A Física de Partículas e o Acelerador LHC	8
2.3	O Experimento ATLAS	11
3	Os Equipamentos do Detector ATLAS	15
3.1	Construção e Montagem do Detector	16
3.2	Organização das Informações dos Equipamentos	17
3.3	Registro dos Equipamentos	18
3.4	Aberturas para Manutenção do Detector	19
3.5	Controle de Radiação	20
3.6	Segurança do Detector	21
3.7	Aplicativos Utilizados	22
3.7.1	O Sistema MTF	22
3.7.2	O Sistema Rack Wizard	24
3.7.3	O Sistema de Segurança do Detector	24
3.7.4	O Sistema Sniffers	25
3.8	O Projeto Glance	25
4	O Sistema de Gerência de Equipamentos do ATLAS	28
4.1	Manutenção das Bases de Dados do ATLAS	28

4.2	Rastreamento dos Equipamentos	31
4.3	Segurança dos Equipamentos	32
4.4	Análise de Requisitos	33
4.5	Arquitetura do Sistema	40
4.6	Tecnologias Utilizadas	49
5	As Funcionalidades do Sistema de Gerência	53
5.1	Registro de Equipamentos	53
5.2	Rastreamento de Equipamentos	60
5.3	Alarmes de Segurança	66
6	Conclusão	69
	Referências Bibliográficas	73
A	Documento sobre o Funcionamento do DSS	77
B	Publicações	80

Lista de Figuras

2.1	Vista aérea do CERN. Fonte: The ATLAS Experiment at CERN [6]	7
2.2	Partículas e forças do Modelo Padrão	9
2.3	Simulação do decaimento de um bóson de Higgs. Fonte: CERN Photo-Lab/Experiments and Tracks [14]	10
2.4	Esquema do LHC e seus experimentos: ATLAS, CMS, ALICE e LHCb. Fonte: The ATLAS Experiment at CERN [6].	11
2.5	Diagrama esquemático do detector ATLAS, gerado por computador. Fonte: The ATLAS Experiment at CERN [6].	13
2.6	Os 37 países da colaboração do ATLAS. Fonte: The ATLAS Experiment at CERN [6].	14
3.1	O Ponto 1, onde está instalado o detector ATLAS, a 100 metros abaixo do solo. Fonte: The ATLAS Experiment at CERN [6].	17
3.2	Organização conceitual das bases de dados de equipamentos. Retirado de [15].	18
3.3	Arquitetura do Glance. Adaptado de [23].	27
4.1	Documento padrão usado para entrevistas.	34
4.2	Modelo Excel do MTF.	37
4.3	Diagrama de Casos de Uso - Registro de Equipamentos.	41
4.4	Diagrama de Casos de Uso - Rastreamento de Equipamentos.	41
4.5	Diagrama de Casos de Uso - Visualização de Alarmes de Segurança.	42
4.6	Os subsistemas do Sistema de Gerência de Equipamentos.	42
4.7	Comunicação entre os subsistemas e o Glance.	43
4.8	Fluxo de dados na inserção/atualização.	44
4.9	Inserção com importação.	44

4.10	Arquitetura do Glance.	45
4.11	Arquitetura do Glance com Manipuladores de Dados.	46
4.12	Diagrama de Classes do Glance.	47
4.13	Diagrama de Sequência de uma inserção com o Glance.	48
4.14	Arquitetura dos módulos de Rastramento (a) e Alarmes de Segurança (b) do Sistema de Gerência de Equipamentos.	48
4.15	Diagrama de Componentes dos módulos de Rastramento e Alarmes de Segurança.	49
5.1	Interfaces para inserção de equipamentos no MTF.	54
5.2	Interface para inserção de equipamentos no perfil <i>Trigger and DAQ - Computers</i>	54
5.3	Propagação de valores para outras linhas.	55
5.4	a) Cópia de uma ou mais linhas. b) Colagem de valores copiados em uma ou mais linhas.	56
5.5	Validação de dados pelo sistema.	57
5.6	Arquivo Excel com dados de equipamentos do perfil <i>Trigger and DAQ - Computers</i>	58
5.7	Importação de dados de arquivo Excel do MTF.	58
5.8	a) Erros durante a inserção de dados. b) Inserção de dados bem-sucedida.	59
5.9	Busca de equipamentos para o rastreamento.	60
5.10	Visualização e edição dos detalhes de um equipamento.	61
5.11	Seleção da localização de um equipamento.	62
5.12	Formulário para especificação do nível de radiação medido de um equipamento.	63
5.13	Impressão de etiquetas para identificação e rastreamento de equipamentos.	63
5.14	Geração automática de identificação para novo equipamento.	64
5.15	Registro de um novo equipamento.	65
5.16	Envio das modificações para a base de dados.	65
5.17	Visualização da matriz de alarmes de segurança.	66
5.18	Resumo de todos os alarmes de segurança do detector.	67
5.19	Interface de busca de alarmes.	68

A.1	Emails sobre a estrutura da base de dados Oracle do DSS.	78
A.2	Documento sobre a estrutura da base de dados Oracle do DSS.	79

Capítulo 1

Introdução

O tema deste projeto é a gerência de equipamentos durante a construção, operação e manutenção de grandes dispositivos por colaborações multidisciplinares. Tais colaborações são heterogêneas e, eventualmente, internacionais. As tecnologias utilizadas no desenvolvimento de uma máquina de grande porte não são conhecidas ou empregadas de maneira uniforme dentro da colaboração. Este projeto foca em um experimento de física de altas energias, caracterizado pela construção de um detector de partículas. Devido à complexidade dos equipamentos construídos, formados por grande quantidade de módulos e componentes, tais sistemas são comumente divididos em subsistemas, sob a responsabilidade de diferentes grupos. A colaboração deve seguir procedimentos específicos durante a operação e manutenção do detector, devido à exposição às radiações advindas das colisões de partículas.

Este projeto visa a desenvolver um sistema de informação transacional e gerencial que auxilie na administração das diferentes partes dos equipamentos do detector. Os aspectos dessa gerência contemplados no projeto são a manutenção dos dados atualizados, o rastreamento dos equipamentos e o monitoramento da segurança do detector. Um sistema de informação é um conjunto consistente de componentes que atuam de forma coordenada para produzir, distribuir e processar uma grande quantidade de informação [1]. O sistema deve estar com o foco na atividade organizacional e com o objetivo de auxiliar os processos de tomada de decisões (estratégicas, táticas ou gerenciais e operacionais). O objetivo e conteúdo da informação são fatores importantes na determinação da natureza de um aplicativo [2].

1.1 Motivação

O CERN (*European Organization for Nuclear Research*) [3] é um laboratório de física fundamental localizado na fronteira entre a França e a Suíça, próximo à cidade de Genebra. Lá são construídos experimentos em física de partículas, constituídos por equipamentos de grande porte. Atualmente, o laboratório opera o acelerador de partículas LHC (*Large Hadron Collider*) [4]. Junto a este acelerador, funcionam 4 grandes experimentos, dentre estes o ATLAS (*A Toroidal LHC ApparatuS*) [5].

O ATLAS vem sendo desenvolvido por uma colaboração internacional, constituída por cerca de 2.800 cientistas, incluindo 700 estudantes, de mais de 169 universidades e laboratórios de 37 países [6]. O detector tem dimensões de 45 metros de comprimento por 25 metros de diâmetro e pesa 7000 toneladas. É formado por cerca de 120.000 equipamentos. O ATLAS é dividido em subdetectores, cada um especializado na detecção de um conjunto específico de partículas. Sua construção foi distribuída entre os institutos que participam da colaboração. Cada instituto ficou responsável por construir um pedaço do detector, cuja integração e montagem foram, posteriormente, centralizadas no CERN.

A Coordenação Técnica (TCn - *Technical Coordination*) do ATLAS é a organização que monitora os aspectos técnicos da construção dos subsistemas do detector. A TCn é responsável pela integração e construção do detector, pela construção da área experimental e pelos serviços comuns a todos os subsistemas do ATLAS [7]. Esta realiza diversas atividades, como, por exemplo, engenharia de projeto. O projeto é dividido em sub-projetos menores. Todos os itens são organizados hierarquicamente. Para cada item, são descritas as partes que o constituem e as tarefas que devem ser realizadas, como projeto, desenvolvimento de protótipo, testes, produção, instalação, entre outros. O controle de qualidade também faz parte da organização do projeto. No início das atividades, folhas de controle de qualidade dos equipamentos eram armazenadas pela TCn em sistemas de arquivo, organizadas em pastas correspondentes aos países/institutos colaboradores. A integração do detector também é parte das responsabilidades da TCn. A integração mecânica, por exemplo, trata da montagem de todas as partes do detector, juntamente com os serviços e equipamen-

tos auxiliares, como estruturas de suporte e meios para acesso e manutenção.

A segurança de pessoas, bem como a proteção do equipamento e do capital investido no ATLAS, são de alta prioridade para a colaboração. A TCn cuida desses dois aspectos de segurança no ATLAS (de pessoas e de equipamentos), garantindo níveis de risco os mais baixos possíveis durante todo o ciclo de vida do projeto (construção, montagem e operação).

Antes da montagem do detector na área experimental, numa caverna a 100 metros abaixo do solo, todos os seus subsistemas foram pré-montados e testados na superfície. A TCn também foi responsável por prover infra-estrutura para esses testes. Na área experimental, a TCn vem monitorando serviços como distribuição de energia elétrica, resfriamento dos equipamentos e ventilação da caverna, e realiza o controle de acesso.

No Laboratório de Processamento de Sinais da UFRJ foi desenvolvido o sistema TileMonitor para centralizar o controle de qualidade dos equipamentos de um dos subdetectores do ATLAS, o *Tile Calorimeter* (Calorímetro de Telhas) [8]. Em colaboração com a TCn, o Brasil ainda desenvolveu o sistema Glance [9] para acesso a bases de dados heterogêneas e distribuídas, que vem sendo utilizado para recuperação de informações sobre os equipamentos do ATLAS. O sistema Glance centralizou o acesso aos repositórios de dados de equipamentos do ATLAS.

Complementando o acesso às informações dos equipamentos, a inserção e a atualização dessas informações também se faz necessária, à medida em que novos equipamentos são instalados, outros são substituídos, peças são desmontadas para manutenção, entre outros eventos. O ATLAS escolheu uma tecnologia específica para o armazenamento dos dados de seus equipamentos, que será detalhada no capítulo 3 deste documento. Os engenheiros, técnicos e físicos que trabalham na construção do ATLAS conhecem bem a estrutura e as características dos equipamentos do detector. Enquanto isso, a Coordenação Técnica do ATLAS detém conhecimento sobre a tecnologia de armazenamento de dados. Sendo os membros da colaboração os principais provedores dos dados, estes devem comunicar-se com o time da TCn para

efetuar atualizações nas bases de dados. Até antes da utilização do sistema desenvolvido neste projeto, os dados eram preenchidos em planilhas Excel, sem nenhum mecanismo de validação de dados ou de orientação do usuário para o preenchimento. Na TCn, duas pessoas eram responsáveis pela inserção de dados nas bases de dados de equipamentos e a demanda por essa inserção parte de toda a colaboração ATLAS. Essa centralização da atualização de dados levava a um afunilamento do processo, atrasando o registro dos componentes, essencial para gerenciar o experimento.

Junto ao acesso e atualização de dados, o rastreamento faz parte das atividades de gerência dos equipamentos. O rastreamento permite conhecer o estado e a localização de cada componente utilizado no experimento a cada instante. Além disso, o conhecimento da posição exata de instalação de cada peça facilita a manutenção do detector. Devido à radioatividade presente no detector durante a operação, as peças expostas à radiação devem ser acompanhadas durante todo o tempo de funcionamento do experimento. Os equipamentos devem ser manuseados por pessoal autorizado e treinado, devem ser testados e reparados em áreas especialmente designadas para tratar material radioativo e, após o término do experimento, devem ser removidos e descartados de forma adequada.

A segurança dos equipamentos é um aspecto prioritário do projeto. Assim como o monitoramento do sistema de segurança, que evita danos às partes do detector em casos de acidente.

As considerações expostas acima motivaram o desenvolvimento de um sistema de informação para o suporte às atividades de gerência de equipamentos do ATLAS, que são: organização de dados (armazenamento, inserção, atualização e acesso), rastreamento e segurança de equipamentos.

1.2 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é realizar um projeto de desenvolvimento de software para a gerência de equipamentos durante as fases de construção, operação e manutenção de máquinas de grande porte e alta complexidade, no caso específico,

o experimento ATLAS.

Este objetivo é dividido da seguinte forma: (1) entender as características da organização em questão, (2) analisar os problemas e necessidades inerentes aos processos dessa organização, no contexto da gerência de equipamentos, (3) realizar um levantamento de requisitos funcionais para o projeto, (4) especificar um produto para solucionar os problemas analisados, que seja adequado às características do ambiente, tendo em consideração os requisitos identificados, (5) implementar o que foi especificado, utilizando tecnologias adequadas.

1.3 Organização do Documento

O capítulo 2 descreve o ambiente no qual o projeto foi desenvolvido, o CERN. Este capítulo define as atividades realizadas no laboratório, descreve que tipos de experimentos são construídos neste laboratório, em destaque, o detector de partículas ATLAS.

O capítulo 3 delimita o contexto, dentro do ambiente do CERN e da colaboração ATLAS, para o qual o projeto foi realizado. Nesse capítulo são descritos alguns dos processos pelos quais a TCn do ATLAS é responsável, focando a administração dos equipamentos do detector. Este capítulo ainda descreve os sistemas utilizados para a organização dos equipamentos.

O capítulo 4 contém a especificação do Sistema de Gerência de Equipamentos. São identificadas necessidades e delimitados problemas a partir do contexto exposto no capítulo anterior. É realizada uma análise de requisitos e a arquitetura do sistema é detalhada.

O capítulo 5 mostra o funcionamento das funcionalidades implementadas, que foram especificadas no capítulo 4. Por fim, no capítulo 6 estão as conclusões deste projeto e sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2

O CERN e a Física de Partículas

Este capítulo é resultado do estudo realizado para entender o ambiente no qual o projeto foi desenvolvido. Aqui é apresentado o centro de pesquisas CERN e a motivação para a investigação científica lá realizada, bem como os experimentos atualmente em operação no laboratório. O texto destaca características deste ambiente e requisitos que foram importantes para a realização deste trabalho. A última seção dedica-se ao experimento ATLAS, para o qual este projeto de final de graduação foi desenvolvido.

2.1 A Organização Européia para a Pesquisa Nuclear

O CERN (*European Organization for Nuclear Research* - Organização Européia para a Pesquisa Nuclear) [3] é um dos maiores centros de pesquisa científica do mundo. O laboratório realiza pesquisas em física fundamental, investigando a constituição básica da matéria e o funcionamento do universo. O CERN foi fundado em 1954 com os propósitos de, entre outros, unir os cientistas europeus e compartilhar os altos custos da pesquisa em física nuclear. O local escolhido para o laboratório foi a cidade de Genebra, na Suíça. Inicialmente formado por 12 países membros fundadores, atualmente o CERN é constituído por 20 países membros europeus e localiza-se na fronteira entre a Suíça e a França. A figura 2.1 mostra uma vista aérea de um dos campus do CERN, à esquerda, localizado em Meyrin, e do Ponto 1, à direita, onde está instalado um dos experimentos operados no laboratório atualmente.



Figura 2.1: Vista aérea do CERN. Fonte: The ATLAS Experiment at CERN [6]

O acrônimo CERN vem do nome em francês *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*, ou Conselho Europeu para a Pesquisa Nuclear. Tal conselho foi instituído com o objetivo de estabelecer uma organização de pesquisa em física fundamental na Europa. A palavra “nuclear” vem do fato das pesquisas em física estarem naquele momento concentradas em compreender o interior do átomo. Quando o CERN foi fundado, o conselho dissolveu-se e ao laboratório foi dado o novo nome, porém a sigla foi mantida. Atualmente, o estudo da matéria vai além do núcleo do átomo, tendo como objeto de pesquisa as partículas fundamentais da natureza e as interações entre estas. Assim, o termo física de partículas descreve bem a principal atividade realizada no CERN.

Atualmente, cerca de metade da comunidade mundial de físicos de partículas está envolvida em projetos e experimentos no CERN, através dos países membros e dos demais países observadores e não-membros. São “cerca de 8000 cientistas que representam 580 universidades e 85 nacionalidades” [10]. A organização é responsável por construir e manter a infra-estrutura para que os cientistas realizem seus experimentos em física de partículas. Como tais experimentos são construídos por colaborações internacionais, o CERN possui uma grande diversidade cultural e intenso fluxo de

pessoas. Muitos pesquisadores visitam o laboratório apenas durante um congresso ou seminário, enquanto outros passam meses ou mesmo muitos anos trabalhando em um experimento. Além disso, inúmeros cientistas, ainda que vinculados a algum projeto na organização européia, trabalham fora do CERN, baseados em institutos e universidades em seus países.

A pesquisa em ciência básica é impulsionada em primeira instância pela curiosidade do homem e pela aquisição de conhecimento. Ao longo da história do mundo, são os descobrimentos em ciência pura que têm dado origem às maiores inovações tecnológicas. No caso do CERN, a pesquisa lá realizada frequentemente necessita de instrumentos muito sofisticados que não podem ser derivados a partir das tecnologias disponíveis na indústria. A transferência de tecnologia no CERN abrange desde aplicações em instrumentos para medicina até desenvolvimentos em Computação Grid [11]. A World Wide Web (WWW) é dos maiores exemplos de inovação tecnológica do CERN. Não sendo um laboratório isolado, este agrega uma extensa comunidade científica mundial. Este fato originou a demanda por um compartilhamento automático de informações entre o grande número de pessoas trabalhando ao redor do mundo. Levando em conta essa necessidade, Tim Berners-Lee, um cientista do CERN, inventou a Web em 1989 [12].

2.2 A Física de Partículas e o Acelerador LHC

Do conhecimento existente hoje sobre a estrutura fundamental da matéria, sabe-se que tudo no Universo é formado por 12 partículas elementares, que interagem através de 4 forças fundamentais. Desenvolvido nos anos 1970, o Modelo Padrão de partículas elementares e interações explica como essas 12 partículas e 3 destas forças se relacionam [13].

Segundo o Modelo Padrão, as 12 partículas fundamentais são divididas em dois tipos básicos, quarks e léptons, cada um englobando 6 partículas. Em cada grupo, as 6 partículas relacionam-se em pares ou gerações. No grupo dos quarks, temos o up e o down, o charm e o strange e o top e o bottom. Já os léptons são: elétron e neutrino do elétron, muon e neutrino do muon e tau e neutrino do tau. As

quatro forças fundamentais da natureza são a força forte, a força fraca, a força eletromagnética e a força gravitacional. Três destas forças manifestam-se graças às partículas mediadoras, os bósons. A força forte é transmitida pelos glúons, a força fraca pelos bósons W e Z e a força eletromagnética pelos fótons. O Modelo Padrão explica muito bem como estas três forças atuam sobre as partículas elementares [13]. A figura 2.2 resume essa teoria.

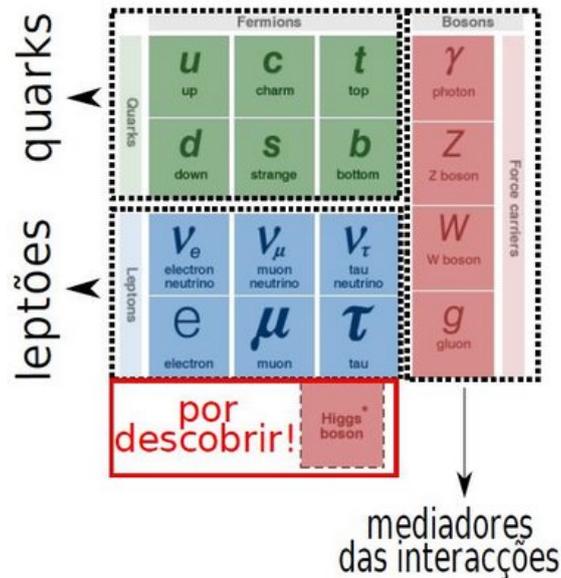


Figura 2.2: Partículas e forças do Modelo Padrão

Apesar do Modelo Padrão ser uma teoria muito bem testada e estabelecida [13], este ainda deixa muitas questões em aberto. Por exemplo, a teoria não inclui a força gravitacional. O bóson de Higgs é a única partícula prevista pelo Modelo Padrão que nunca foi observada experimentalmente. A figura 2.3 mostra a simulação do decaimento de um bóson de Higgs, originado da colisão de 2 prótons a 14 TeV, resultando em 4 múons. A existência dessa partícula explicaria a origem da massa de todas as outras. Além disso, os componentes citados anteriormente formam efetivamente apenas 4% do Universo. O resto é formado por matéria escura (26%) e energia escura (70%), as quais não emitem radiação eletromagnética e são detectadas apenas por seus efeitos gravitacionais.

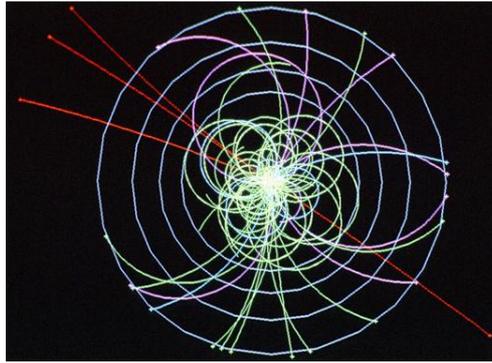


Figura 2.3: Simulação do decaimento de um bóson de Higgs. Fonte: CERN PhotoLab/Experiments and Tracks [14]

O LHC (Large Hadron Collider, ou Grande Colisionador de Hádrons) [4] foi construído no CERN para tentar responder a estas e outras questões e ultrapassar o limite atual do conhecimento da física de partículas. Para investigar o interior da matéria e observar partículas nunca antes observadas, é necessário atingir energias cada vez mais altas. Quanto mais aceleradas são as partículas, mais produtos são observados nas colisões destas. O LHC deve ser capaz de acelerar feixes de partículas até velocidades muito próximas à da luz. Dois feixes de partículas sub-atômicas, prótons ou íons, percorrem o acelerador circular em direções opostas, colidindo a altas energias. A máquina possui 27 Km de circunferência, estendendo-se sobre a fronteira da França e da Suíça, próximo à cidade de Genebra, e está instalada a cerca de 100 m abaixo do solo. O acelerador foi inaugurado no verão europeu de 2008 e voltou ao pleno funcionamento em novembro de 2009.

Em colisões envolvendo partículas com alta energia cinética, parte da energia é convertida na formação de novas partículas, mais massivas, cujas propriedades os físicos desejam estudar. Cada colisão resulta em um evento físico a ser analisado de acordo com o interesse do experimento em questão. As partículas não podem ser observadas diretamente, mas são detectadas por seus “rastros” como, por exemplo, massa, energia, trajetória, entre outros. Para isso, e para analisar os resultados das colisões, 6 detectores de partículas foram posicionados ao redor dos pontos de colisão do LHC. A Figura 2.4 ilustra um esquema do LHC com seus principais detectores,

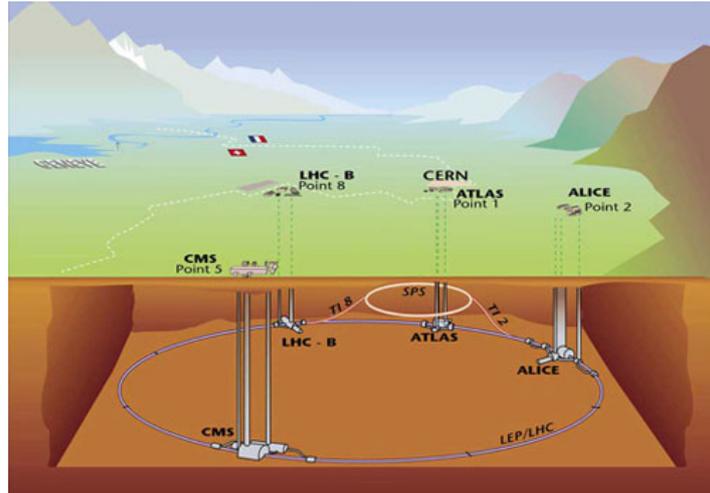


Figura 2.4: Esquema do LHC e seus experimentos: ATLAS, CMS, ALICE e LHCb. Fonte: The ATLAS Experiment at CERN [6].

instalados em quatro grandes cavernas.

Os dois maiores experimentos, ATLAS e CMS, possuem detectores de propósito geral, que buscam verificar o maior número de tipos de partícula possível e investigar tantas questões quanto possível, incluindo a existência do bóson de Higgs e da matéria escura. O ALICE e o LHCb são experimentos de tamanho médio. O ALICE pretende utilizar as condições existentes logo após o Big Bang recriadas pelo LHC para estudar as propriedades do plasma de quarks e glúons que, acredita-se, existiu logo após a grande explosão. O LHCb tem como objetivo investigar as partículas compostas pelo quark bottom ou beauty. O TOTEM e o LHCf são experimentos menores. O TOTEM dedica-se medir a seção de choque elástica próton-próton. Já o LHCf pretende estudar a física na região frontal, que inclui a difração dura (*hard diffraction*).

2.3 O Experimento ATLAS

O ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS) [6] é um dos grandes experimentos de propósito geral que funcionam acoplados ao LHC. Seu objetivo é realizar novas descobertas acerca da natureza fundamental da matéria e das forças básicas existentes

no universo, a partir das colisões de prótons em altas energias no LHC. [6] Entre as metas do detector ATLAS, estão verificar a existência do bóson de Higgs, investigar os buracos negros microscópicos e buscar partículas que possam fazer parte da matéria escura do Universo. Para isso, o detector deverá funcionar durante pelo menos 10 anos consecutivos.

O detector é composto pelos subdetectores mostrados no diagrama esquemático da figura 2.5. Cada um destes componentes registra um conjunto de partículas diferente que os atravessam, medindo diferentes propriedades destas. Eles estão organizados de dentro para fora do detector, assim as partículas os atravessam sequencialmente. O Detector Interno mede o momento das partículas carregadas e determina suas trajetórias. É constituído pelos *Pixel Detector*, *Semiconductor Tracker* (SCT) e *Transition Radiation Tracker* (TRT). O Calorímetro absorve e mede a energia de quase todas as partículas que o atravessam (exceto os múons). O Calorímetro é composto pelo Calorímetro Eletromagnético (Calorímetro de Argônio Líquido – *Liquid Argon Calorimeter*), que mede a energia dos elétrons, pósitrons e fótons, e pelo Calorímetro Hadrônico (Calorímetro de Telhas Cintilantes - *Tile Calorimeter*), que mede a energia dos hádrons. O Detector de Múons (*Muon Spectrometer*) encontra-se na parte mais externa do detector, onde apenas múons e neutrinos conseguem chegar. Os múons são identificados, porém os neutrinos têm sua presença deduzida pela parcela de energia faltante. O Sistema de Magnetos (*Magnet System*) altera a trajetória das partículas carregadas, encurvando-as, para medir o seu momento. É composto pelos *Toroid Magnets* e pelo *Solenoid Magnet*.

Estes subdetectores fazem parte do *front-end* do ATLAS, ou seja, os componentes que formam o detector propriamente dito, que terão contato direto com as partículas das colisões. Além dos subdetectores, outros sistemas fazem parte da estrutura do ATLAS, como o sistema de *trigger*, que seleciona os eventos de interesse dentre o 1 bilhão de eventos que ocorrem por segundo durante as colisões. Já o sistema de aquisição de dados transmite os dados adquiridos durante a operação desde os detectores até o sistema de armazenamento. Esses sistemas fazem parte do *back-end* do ATLAS ou equipamento *off-detector*.

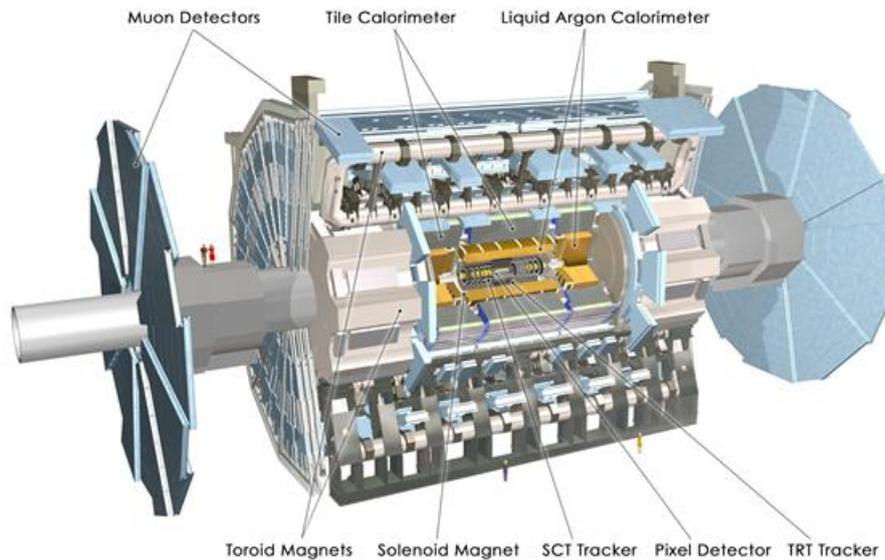


Figura 2.5: Diagrama esquemático do detector ATLAS, gerado por computador. Fonte: The ATLAS Experiment at CERN [6].

O ATLAS foi construído e é operado por uma colaboração internacional. Cada um dos países envolvidos está destacado na figura 2.6. Neste ambiente, podemos ressaltar as seguintes características que podem influenciar na organização de seus membros e na forma de trabalhar durante toda a execução do projeto:

- Dispersão geográfica: os membros/colaboradores do projeto encontram-se comumente dispersos, cada um realizando seu trabalho em diferentes localidades (institutos, cidades, países).
- Heterogeneidade: o grupo de trabalho é composto por pessoas que possuem culturas diversas, são de nacionalidades diferentes, trabalham em áreas distintas e estão vinculadas a diferentes institutos, podendo ter diferentes objetivos ao colaborar no mesmo projeto.
- Comunicação: é realizada através de reuniões telefônicas, áudio e vídeo-conferências, sites na Web e correio eletrônico.



Figura 2.6: Os 37 países da colaboração do ATLAS. Fonte: The ATLAS Experiment at CERN [6].

Capítulo 3

Os Equipamentos do Detector

ATLAS

O ciclo de vida de um projeto como o ATLAS inclui fases de construção, integração, teste, montagem e comissionamento dos componentes projetados e a operação do detector em si, o que inclui a manutenção. Todo esse processo é realizado durante décadas. A Coordenação Técnica do ATLAS (TCn - *ATLAS Technical Coordination*) [7] é a organização que cuida da infra-estrutura do experimento durante todas as fases. A TCn é responsável pela montagem e retirada de equipamentos da área de operação do detector, refrigeração do equipamento, segurança, rede de comunicação na área experimental, abertura e acesso ao detector durante os períodos de manutenção, controle de material radioativo dentro do experimento, entre outros.

Este capítulo inicia com a montagem do detector e fornece uma visão geral do armazenamento de informações sobre os equipamentos. Em seguida, aborda o registro de equipamentos e atualização dos dados, a segurança dos componentes, as aberturas do detector para manutenção e o rastreamento e controle de radiação das peças. Por fim, os aplicativos utilizados pela TCn no suporte a essas atividades são apresentados.

3.1 Construção e Montagem do Detector

Dada a complexidade do detector, este é dividido nas sub-estruturas citadas na seção 2.3. A construção de cada subsistema foi atribuída a uma equipe diferente. Os seguintes grupos destacam-se dentro da colaboração ATLAS: o grupo do Inner Detector, responsável pela construção do detector interno; o grupo do TileCal, responsável pela construção do Calorímetro Hadrônico de Telhas; o grupo do LArg Calorimeter, que construiu o Calorímetro de Argônio Líquido; o grupo dos Magnets, responsável pela construção do Sistema de Geração de Campo Magnético; e o grupo dos Múons, que construiu o Detector de Múons. Dentro de cada uma destas equipes, os institutos participantes foram responsáveis por desenvolver, fabricar e/ou testar conjuntos de componentes específicos.

Como apresentado no capítulo 2, os institutos participantes da colaboração ATLAS estão geograficamente dispersos. Depois de prontos, os componentes foram enviados ao CERN para integração, teste e montagem na área experimental. O ATLAS está instalado em uma caverna construída para esse fim, ao redor de um dos pontos de colisão do LHC, o Ponto 1, ilustrado na figura 3.1.

Durante as fases de construção e operação, as equipes geram informações sobre a conectividade entre os componentes, instalação, configuração eletrônica, testes realizados, dados de calibração, dados de alinhamento e posicionamento do detector, entre outras informações. Cada equipe armazena essas informações em arquivos, repositórios ou bancos de dados (próprios ou centralizados pela TCn). Os grupos responsáveis atualizam o conteúdo das informações à medida que novos componentes são instalados, conexões são feitas ou alteradas, equipamentos são deslocados ou substituídos, testes são realizados, entre outros eventos. Esses dados devem estar disponíveis para toda a colaboração. Outras equipes devem acessá-los para, por exemplo, integrar os diferentes subsistemas, e a TCn acessa as informações para controlar o experimento.

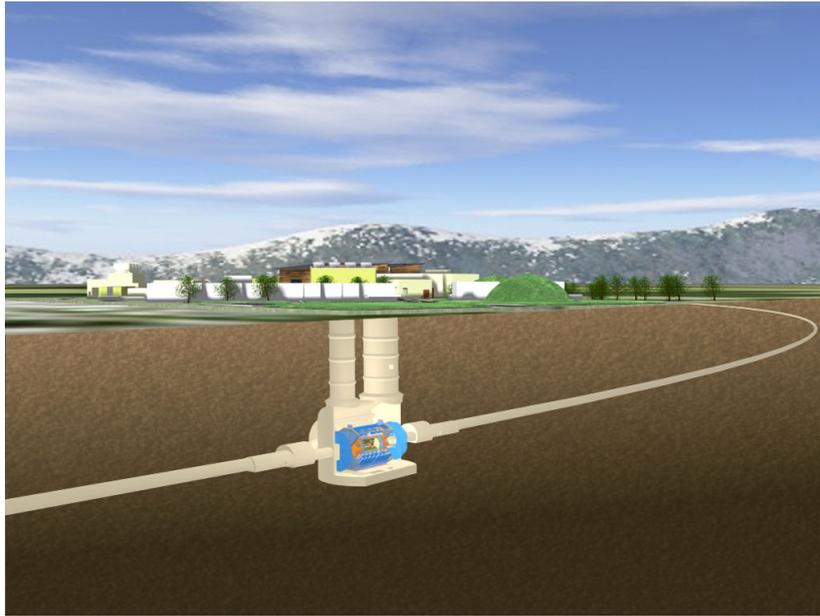


Figura 3.1: O Ponto 1, onde está instalado o detector ATLAS, a 100 metros abaixo do solo. Fonte: The ATLAS Experiment at CERN [6].

3.2 Organização das Informações dos Equipamentos

Para coordenar a instalação do ATLAS e controlar os recursos materiais, a TCn armazena informação sobre todos os equipamentos que constituem o detector. A figura 3.2 apresenta o conceito geral empregado na criação das bases de dados de equipamentos. Nesse modelo, há duas definições importantes: “Equipamento” é cada objeto físico instalado na área experimental do ATLAS, e “Posição Funcional” representa uma função no detector a ser preenchida por um equipamento. As seguintes regras devem ser obedecidas: (1) somente posições funcionais são interconectadas por cabos; (2) posições funcionais nunca são deslocadas; (3) equipamentos podem ser deslocados entre posições funcionais e (4) históricos são mantidos para ambos equipamentos (posições onde esteve) e posições funcionais (equipamentos que a preencheram) [15].

Tipos de posições funcionais são: *racks*, *crates*, placas eletrônicas e partes do detector (módulos, canais, entre muitos outros). As posições funcionais abrangem

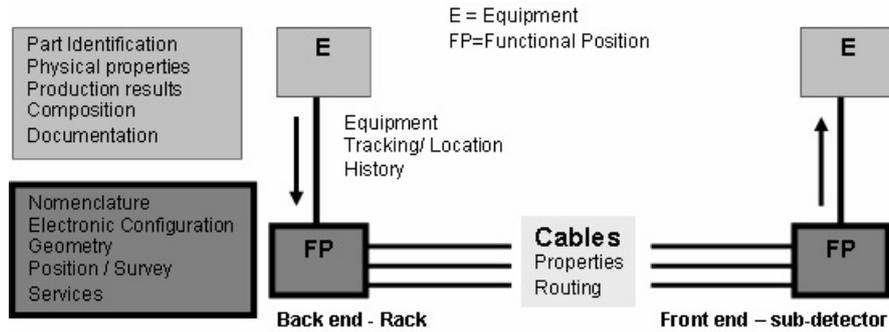


Figura 3.2: Organização conceitual das bases de dados de equipamentos.

Retirado de [15].

tanto a estrutura do detector propriamente dito, ou o *front-end*, quanto os equipamentos eletrônicos *off-detector*, ou do *back-end*. Cabos são utilizados para conectar os componentes dessas duas estruturas. Estas estão descritas na base de dados, de forma a representar a geometria do detector. Os principais atributos de uma posição funcional correspondem à configuração eletrônica do equipamento que a ocupará.

A TCn elegeu o MTF (*Manufacturing and Test Folder*) [16], um sistema desenvolvido pelo Technical Support (TS) do CERN, para o armazenamento de informações sobre cada objeto que constitui o detector e os sistemas de *back-end*, mantendo, assim, um inventário dos equipamentos. As informações sobre as posições funcionais são armazenadas na base de dados Oracle [17] ATLAS_INTEGRATION, em um servidor do experimento mantido pelo Departamento de Tecnologia da Informação (IT) do CERN. O mesmo servidor hospeda também a Base de Dados de Cabos (*Cable Database*), que armazena as características dos cabos utilizados na instalação do detector, juntamente com a informação sobre a conexão das peças.

3.3 Registro dos Equipamentos

Sobretudo durante a etapa de montagem do detector, todos os equipamentos instalados devem ser registrados. Os membros da colaboração responsáveis por construir, instalar e manter as partes físicas do detector são também responsáveis por prover os dados para o inventário dos equipamentos.

Sendo o ATLAS constituído por cerca de 120.000 equipamentos, a adição e a alteração dos dados são comumente realizadas para múltiplos equipamentos por vez. Informações de até centenas de peças são inseridas nas bases de dados em cada operação. Os responsáveis pelos equipamentos preenchem tabelas em Excel, de acordo com o conhecimento técnico que estes possuem sobre as peças, que são enviadas à TCn para posterior inserção nos repositórios de dados. O preenchimento em Excel não oferece nenhuma validação prévia dos dados fornecidos. O grupo da TCn valida as informações preenchidas e as converte para um formato adequado à inserção na base de dados. Isso pode demandar várias interações entre as duas partes, até que se chegue a um consenso sobre o conteúdo e o formato dos dados a serem inseridos.

3.4 Aberturas para Manutenção do Detector

Durante a operação do acelerador LHC, a área experimental do ATLAS permanece inacessível devido à radiação presente no ambiente. A caverna de serviço, com os sistemas de *back-end*, permanece acessível durante todo o tempo para manutenção do equipamento localizado nessa zona [7]. Aberturas da caverna experimental para a manutenção do equipamento são planejadas, segundo [7], como a seguir:

Aberturas ultra-curtas: com duração de aproximadamente 1 hora e frequência diária. Não necessariamente realizada todos os dias. Acesso restrito a um grupo de 5 a 10 pessoas. Nenhum dos subsistemas é desmontado, apenas equipamentos na periferia do detector são acessíveis. O objetivo é realizar pequenos reparos e trabalhos de manutenção.

Aberturas curtas: acontecem 2 ou 3 vezes ao ano. Duram aproximadamente 10 dias. Alguns subsistemas são desmontados e deslocados para aumentar o acesso.

Aberturas longas: ocorrem 1 vez por ano, normalmente de dezembro a março, coincidindo com o desligamento anual do LHC. Todas as estruturas do detector ficam acessíveis para manutenção.

Como o tempo para as manutenções muitas vezes é curto, é preciso agilidade na localização dos equipamentos. A informação da posição exata de cada peça a ser testada, reparada ou substituída ajuda na rápida localização.

3.5 Controle de Radiação

Durante a operação do LHC, o detector ATLAS fica exposto à radiação. Acordos firmados com as autoridades suíça e francesa, além das normas definidas pelo próprio laboratório, exigem certos cuidados na manipulação dos equipamentos utilizados na área experimental. De acordo com [18], do ponto de vista do controle de radiação, a caverna do ATLAS é dividida nas seguintes áreas:

Zona de dejetos radioativos: engloba os materiais para os quais cálculos prevêm que estarão radioativos após 10 anos de operação do LHC à luminosidade nominal e 2 anos de *cooling*.

Zona de dejetos convencionais: materias que não deveriam estar radioativos, considerando as mesmas condições descritas anteriormente.

A zona de dejetos convencionais é dividida em 2 subzonas:

Zona convencional não-radioativa: não deve existir material radioativo nesta zona.

Zona operacional: material nesta zona pode estar radioativos durante as aberturas para manutenção do ATLAS.

Procedimentos bem definidos devem ser seguidos para remoção, transporte, teste e manutenção desses equipamentos. Dentre as determinações que devem ser seguidas, podemos resumir as seguintes:

1. Materiais nas zonas nuclear e operacional só devem ser retirados e manipulados por técnicos especializados.
2. Equipamentos na zona convencional podem ser manipulados diretamente pelos seus responsáveis.

3. Todas as peças que saem da zona experimental devem passar por uma medição de dosagem de radiação.
4. Equipamentos que estejam radioativos ou que foram retirados da zona radioativa devem passar por manutenção em áreas especialmente destinadas à manipulação de material radioativo.
5. O transporte de material radioativo deve ser realizado pelo departamento de segurança e radioproteção do CERN.
6. Em todos os momentos, a localização de cada equipamento deve estar registrada.
7. Equipamentos devem ser transportados para lugares específicos fora da área experimental, dependendo de onde estavam instalados e se estão radioativos ou não. Por exemplo, peças retiradas da zona radioativa, quanto retiradas para reparo, devem ser levadas para áreas de reparo e testes específicas para material radioativo. Equipamentos retirados da zona convencional devem ser tratados como material comum, desde que realmente não estejam radioativos.
8. A reinstalação de um equipamento deve ser na sua posição original.
9. Equipamentos não podem ser movidos de uma zona para outra dentro da caverna experimental, para evitar contaminação entre as peças.

Uma infra-estrutura foi montada nos pontos de acesso à área experimental do ATLAS para impedir que as pessoas saiam da caverna portando algum material radioativo. É imprescindível que qualquer peça a ser instalada no detector esteja registrada, incluindo a sua posição.

3.6 Segurança do Detector

A segurança no ATLAS possui dois aspectos: a segurança de pessoas e a segurança dos equipamentos. Estes dois aspectos estão frequentemente relacionados. Os riscos para pessoas ocorrem, realmente, não durante a operação normal do experimento,

mas durante as fases de instalação e remoção de equipamentos e, especialmente, durante os períodos de manutenção e reparo. Procedimentos de segurança apropriados para os equipamentos minimizam a necessidade dessas operações. Assim, aumenta a segurança para as pessoas [7].

O presente trabalho atém-se à proteção dos equipamentos. A previsão de riscos para o equipamento pode ser bastante complicada. Considere o seguinte exemplo. Um fluido criogênico vaza, atingindo o sistema de refrigeração de um dispositivo eletrônico. Isso causa o congelamento do gás ou líquido do sistema de refrigeração. O dispositivo eletrônico superaquece, iniciando um pequeno incêndio. O fogo, então, derrete o polietileno que isola o dispositivo eletrônico. E essa cadeia de eventos continua. Nesse caso, algum dispositivo ou barreira de segurança para algum dos acontecimentos da cadeia pararia o processo [7].

Além de considerar a segurança durante o projeto do equipamento para minimizar os riscos, o ATLAS utiliza sistemas de segurança com dispositivos automáticos instalados no detector para atuarem em casos como o descrito acima. Alarmes também são implantados para alertar a equipe de segurança quando necessário. Dada a complexidade do detector e a natureza geograficamente dispersa da colaboração, inúmeras reuniões e revisões pelos grupos da colaboração são necessárias para identificar todas as fontes de risco em cada subsistema. Isso permite a implantação dos dispositivos de segurança e a definição de alarmes e de medidas de segurança para reduzir os riscos ao nível mais baixo possível.

3.7 Aplicativos Utilizados

Esta seção apresenta os aplicativos utilizados pela TCn para apoiar a realização das atividades descritas anteriormente neste capítulo.

3.7.1 O Sistema MTF

Todos os equipamentos instalados no ATLAS devem ser identificados e registrados no MTF (*Manufacturing and Test Folders*). O MTF é baseado no D7i, um

aplicativo comercial da Datastream [19] usado para gerência de manutenção e rastreamento de recursos. O ATLAS utiliza o MTF para armazenar um inventário dos seus equipamentos. No MTF, cada equipamento registrado possui uma identificação que é referenciada pela base de dados de posições funcionais. O sistema possui interface Web, onde os componentes do experimento são classificados em uma árvore de “perfis” ou tipos de equipamentos. Ao definir um perfil, o usuário associa a este as propriedades destinadas a caracterizar os equipamentos a serem registrados sob o perfil.

O MTF permite consultar os registros dos equipamentos e editar seus dados e propriedades através de uma interface Web. Os usuários também podem inserir novos equipamentos, assim como editar e excluir outros já registrados. Na interface Web, as entradas de dados são validadas. Por exemplo: só é permitido especificar para um equipamento um fabricante que esteja cadastrado no banco de dados; campos numéricos são verificados para evitar a inserção de caracteres não numéricos. Permite adicionar equipamentos-filho a um equipamento, definindo uma hierarquia. Os perfis também podem ser editados, adicionando novas propriedades.

Inserção e Edição de equipamentos com o MTF

A submissão de dados para múltiplos equipamentos de uma só vez não é possível pela interface Web do MTF. É preciso inserir ou editar informações de cada equipamento por vez. Portanto, quanto maior o número de equipamentos a inserir ou atualizar, maior é a dificuldade. O MTF fornece modelos em Excel para cada perfil de equipamento, que devem ser preenchidos pelos usuários para a inserção e/ou atualização de dados de múltiplos equipamentos por vez.

Para um perfil de equipamento já existente no MTF, o modelo em Excel contém o *passport* dos equipamentos (conjunto de atributos comuns a todos os equipamentos) e os campos correspondentes às propriedades específicas do tipo de equipamento representado pelo perfil. O arquivo Excel é preenchido pelos responsáveis pelos equipamentos com os dados a serem inseridos. Os arquivos são, então, enviados à Coordenação Técnica do ATLAS, que assume os próximos passos para a inserção no MTF. A partir desses arquivos, um programa gera SQL Statements que são rodadas

em um banco de dados Oracle, criando tabelas temporárias contendo os dados. No MTF, a opção “*Import Data from API Tables*” efetiva a inserção dos equipamentos.

3.7.2 O Sistema Rack Wizard

O Rack Wizard [20] é um sistema desenvolvido para o gerenciamento da eletrônica do experimento CMS. Este sistema também é utilizado no ATLAS para manter a base de dados de posições funcionais. O Rack Wizard oferece uma interface gráfica para a visualização da estrutura do detector e dos componentes do *back-end*. O usuário pode identificar cada componente por meio da sua localização e da visualização da geometria do equipamento. Integrado à Base de Dados de Cabos, o RackWizard permite configurar a conexão entre os objetos do *front-end* e do *back-end*.

Com o Rack Wizard, é possível criar e remover componentes (*racks*, *crates*, placas eletrônicas, canais, cabos e partes do detector), deslocá-los dentro da estrutura do detector e alterar sua configuração eletrônica, atualizando os dados que estão armazenados no ATLAS_INTEGRATION. Além disso, o sistema permite utilizar os cabos através da sua interface gráfica para definir as conexões entre os componentes.

3.7.3 O Sistema de Segurança do Detector

O DSS (*Detector Safety System*, ou Sistema de Segurança do Detector) [21] é um sistema para proteção de equipamentos desenvolvido no CERN e utilizado pelos quatro experimentos principais do LHC. Na ocorrência de alguma situação de falha que o DCS (*Detector Control System* ou Sistema de Controle do Detector) não possa controlar, o DSS entra em ação para evitar danos ao equipamento do detector. O sistema baseia-se em alarmes. Cada alarme possui uma condição de ativação implementada por meio de sensores. Essa condição possui uma estrutura de dois níveis: possui até 8 condições no primeiro nível que podem ser compostas, cada uma, por até 8 condições (segundo nível). Uma condição simples é implementada por um sensor ou por uma função de comparação entre dois sensores.

Cada condição de entrada possui uma persistência ou latência, que é o tempo durante o qual o sinal correspondente à condição deve permanecer ativo para que

a condição seja tomada como verdadeira e determine a ativação de um alarme. O DSS envia mensagens SMS e e-mail em caso de ativação de um alarme, para pessoas cadastradas em uma lista de notificação. Uma vez ativado um alarme, um conjunto de ações associadas ao alarme é executado. Uma ação pode ser, por exemplo, o desligamento de um *rack* ou de alguma outra parte do equipamento. Cada ação possui um tempo de retardo. Uma vez ativado o alarme, o DSS espera este intervalo de tempo antes de executar a ação.

3.7.4 O Sistema Sniffers

O Sniffer é um sistema para detecção de fumaça, gás inflamável, gás carbônico e deficiência de oxigênio. É mantido pelo TS (*Technical Support* - Suporte Técnico) do CERN. O sistema possui “aspiradores” que continuamente pegam amostras de ar em pontos pré-definidos do detector. É programado em PVSS [22], que permite comunicação com hardware e com uma base de dados e oferece arquivamento de informações. Possui interface com o usuário para configurar e visualizar alarmes, disponível apenas no Ponto 1: na caverna experimental e na sala de controle do ATLAS.

Em resposta à ativação de um alarme, o Sniffer realiza ações na infraestrutura do detector. O sistema também dispara alarmes para o corpo de bombeiros do CERN, mas não efetua nenhuma ação no *front-end* do detector em si. O sistema provê sinais de entrada para alguns alarmes do DSS também, e este executa as ações que devem ser tomadas no equipamento do detector.

3.8 O Projeto Glance

Para garantir a eficiente utilização dos recursos do ATLAS, é necessário ter uma visão geral de todos os equipamentos disponíveis, além de informações sobre seu estado (instalado, armazenado, em reparo) e localização em cada momento. A TCn e os membros da colaboração ATLAS responsáveis por grupos de equipamentos utilizam o sistema Glance [23] para acesso às bases de dados. O Glance é um sistema de recuperação de informações armazenadas em repositórios heterogêneos

(diferentes tecnologias e modelagens e geograficamente dispersos). Este sistema foi desenvolvido e é mantido pelo grupo de software do Laboratório de Processamento de Sinais da UFRJ, com o apoio da TCn do ATLAS.

O Glance implementa o conceito de Interfaces de Busca (*Search Interfaces* - SI). Uma SI é uma descrição em alto nível, usando a linguagem de marcação XML, de um conjunto de dados em um determinado repositório. Por meio de uma descrição de SI, o Glance seleciona um conjunto de dados, associa tipos de dados (*number*, *string*, *datetime* e outros) aos atributos do conjunto, implementa condições de busca e fornece parâmetros ao usuário para que este defina filtros de pesquisa. O Glance centraliza o acesso a dados, sendo um sistema único que reúne SIs para conjuntos de informações em repositórios heterogêneos. Algumas características do Glance são:

1. O sistema guia o usuário pelo processo de criação de uma interface de busca. Permite que o usuário navegue pela estrutura de um banco de dados e escolha o conjunto de dados de interesse.
2. Ao escolher o conjunto de dados, o Glance gera uma interface adaptada à seleção, respeitando as possíveis relações que existam entre as informações.
3. O Glance possui interface na Web para o usuário final e interface para integração com outros sistemas.
4. O sistema apresenta dados em diferentes formatos: tabelas HTML, XML, gráficos, CSV (*Comma Separated Values*), entre outros.

A figura 3.3 apresenta a arquitetura do Glance. Nesta arquitetura, o Glance possui (a) um componente para acesso à base de dados de controle do Glance, na camada mais baixa; (b) ainda na mesma camada, um componente para implementação de CGIs e comunicação com o servidor Web; (c) o núcleo principal do sistema, que controla os outros componentes e gerencia as Interfaces de Busca; e (d) uma camada para implementação específica das funcionalidades e apresentação da interface de usuário.

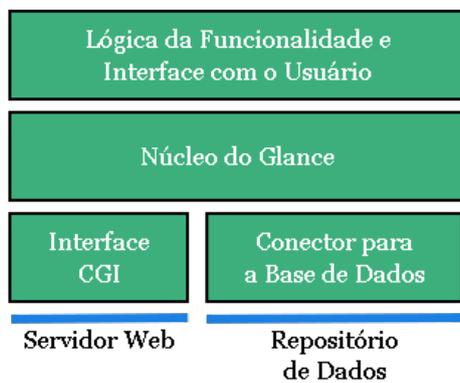


Figura 3.3: Arquitetura do Glance. Adaptado de: [23].

Capítulo 4

O Sistema de Gerência de Equipamentos do ATLAS

Este capítulo apresenta a especificação do Sistema de Gerência de Equipamentos do ATLAS, que é composto por 3 módulos principais. O primeiro automatiza o registro e a atualização dos dados dos equipamentos. O segundo módulo corresponde ao rastreamento e controle de radiação das partes do detector. O terceiro fornece uma visualização da matriz de alarmes do sistema de segurança. No final do capítulo, está detalhada a arquitetura do sistema.

4.1 Manutenção das Bases de Dados do ATLAS

Os dados gerados e armazenados durante a construção e montagem do detector precisam ser recuperados e atualizados, não só pelo grupo que os gerou, mas também por outras equipes da colaboração. Para manipular certo conjunto de dados, é necessário saber os detalhes sobre a conexão com a base de dados, conhecer a tecnologia envolvida e entender a modelagem dos dados em questão. Devido às diferenças culturais entre os membros da colaboração, é possível que diferentes termos sejam utilizados para descrever o mesmo objeto (*Pipes/Tubes*, *Pit/Cavern/Underground*, etc.). Além disso, dada a natureza heterogênea e geograficamente dispersa da colaboração, cada grupo armazena seus dados em repositórios próprios, que podem usar tecnologias diferentes, modelagens de dados diferentes e estar fisicamente distantes. É comum a necessidade de relacionar dados residentes em repositórios diferentes.

Não é eficiente exigir que cada pesquisador da colaboração saiba esses detalhes para todos os conjuntos de dados com os quais precisa interagir. Os colaboradores pertencem a diversas áreas e não necessariamente têm os conhecimentos técnicos na área de computação que sejam necessários para desenvolver sua própria solução. Se cada grupo mantiver seu próprio sistema de recuperação e atualização de dados, diversos sistemas terão que ser adaptados, caso ocorra alguma modificação na estrutura de alguma base de dados. Contribuindo para o problema, com o intenso fluxo de pessoas, característico das colaborações científicas em física experimental de altas energias, não é possível garantir que os desenvolvedores desses sistemas de recuperação e atualização permaneçam na colaboração durante todo o tempo de operação do experimento, que será de mais de 10 anos, no caso do ATLAS.

O processo de cadastro e atualização de equipamentos do ATLAS pode ser descrito nas seguintes etapas, juntamente com o ator responsável por cada uma:

1. Verificar se o responsável pelos equipamentos a serem registrados possui uma conta válida no MTF, com permissão para escrita de dados (Coordenação Técnica).
2. Criar modelos em Excel a partir de um perfil do MTF (Coordenação Técnica).
 - (a) Obter um XML que descreve o perfil, usando a interface Web do MTF
 - (b) Gerar o arquivo Excel a partir desse XML, utilizando a ferramenta Micado [24].
3. Preencher os arquivos Excel com os dados dos equipamentos a serem registrados (Responsável pelos equipamentos).
4. Gerar comandos SQL usando um programa, fornecido pela equipe do MTF, que utiliza o arquivo Excel como entrada.
5. Submeter os comandos SQL ao banco de dados Oracle para preencher tabelas temporárias do MTF (Coordenação Técnica).
6. Executar a opção “*Import Data from API Tables*” na interface Web do MTF, para efetivar a inserção dos equipamentos (Coordenação Técnica).

Os engenheiros, técnicos e físicos do ATLAS dispõem de compreensão da estrutura, dos subsistemas e dos equipamentos que fazem parte do detector. A TCn possui conhecimento técnico sobre as tecnologias escolhidas para o armazenamento de informações. Esses dois grupos distintos devem interagir para se atingir o objetivo de armazenar a informação completa acerca de todos os equipamentos do ATLAS. A TCn dispõe de uma equipe reduzida para tratar a demanda de inserção de equipamentos de toda a colaboração ATLAS. Isso causa um afunilamento no processo.

Consideremos ainda que uma requisição para registro de um conjunto de equipamentos possui, em média, informação sobre 300 equipamentos. Uma requisição desse tipo leva aproximadamente 1 semana para ser completada. Considerando o total de peças do ATLAS em 120.000 unidades, a inserção de todos os dados levaria cerca de 7,6 anos. Se ainda levarmos em consideração as atualizações feitas após a primeira inserção de um equipamento na base de dados, o tempo gasto com esse trabalho seria ainda maior. Outros problemas podem ser identificados no processo de registro descrito acima:

- O procedimento exige intermediários, cabendo esse papel à TCn.
- O processo possui diversas etapas, realizadas por, pelo menos, 2 pessoas diferentes: o responsável pelos equipamentos, para preencher os dados, e alguém da Coordenação Técnica do ATLAS, para fazer todas as outras tarefas. Porém, o registro dos equipamentos poderia ser realizado em uma única etapa, envolvendo apenas o responsável pelos equipamentos a serem inseridos.
- A existência de várias etapas exige mais tempo para a realização da tarefa, em comparação ao tempo que seria gasto por apenas 1 etapa.
- Deve ser feito o treinamento de uma nova pessoa da TCn, quando o responsável pela inserção de equipamentos parar de trabalhar nessa atribuição por qualquer razão (por exemplo, mudança de departamento ou término de contrato de trabalho).
- Pela falta de validação prévia dos dados a serem inseridos, a ocorrência de erros é frequente nas etapas de geração e execução dos comandos SQL, caso os dados

não estejam de acordo com o formato aceito pelo banco de dados. Nesse caso, os dados da planilha Excel precisam ser corrigidos manualmente e os comandos SQL devem ser mais uma vez gerados e executados no banco de dados. Esse ciclo se repete até que não ocorram mais erros. Isso pode acarretar algumas interações extras entre a TCn e o responsável pelos equipamentos, dependendo das alterações que devam ser realizadas nos dados preenchidos pelo responsável. Naturalmente, isso causa um atraso no registro dos equipamentos. Na execução dos comandos SQL, erros também podem ocorrer, identificados pelo banco de dados, quando da importação das tabelas temporárias. Nesse caso, o problema também deve ser procurado no arquivo Excel, ou o suporte para o MTF deve ser contactado.

- Dependência de tecnologia proprietária: Excel.
- Com o uso de arquivos Excel avulsos e a troca desses arquivos entre o responsável por equipamentos e a TCn, podem existir versões diferentes do mesmo arquivo, gerando dados não sincronizados. Isso pode comprometer a integridade das informações.

4.2 Rastreamento dos Equipamentos

Durante o funcionamento do experimento, o detector é aberto periodicamente para manutenção, como descrito na seção 3.4. Durante essas aberturas, partes do detector podem ser removidas. Essas partes são levadas para manutenção, testes e/ou reparos em lugares designados para tal dentro do próprio CERN ou fora, nos institutos colaboradores do ATLAS. Para se retirar uma peça da caverna do ATLAS, algumas considerações devem ser observadas. Nenhum equipamento pode ser perdido: é preciso saber quando um equipamento é removido e para onde será transportado. Peças com nível de radiação acima de um limite definido devem ser manuseadas por técnicos especializados e transportadas para áreas de reparo e manutenção específicas para material radioativo. Os equipamentos devem ser reinstalados na mesma posição de onde foram removidos, ou devem ser substituídos por outro similar. Peças não podem ser trocadas de uma região para outra do detector, para evitar contaminação entre partes com níveis de radiação diferentes.

A localização de cada peça do detector deve estar registrada. O acompanhamento e controle das operações de instalação, remoção e deslocamento das peças deve ser garantido. Essas considerações concretizam a necessidade de realizar o rastreamento de todos os equipamentos do ATLAS.

4.3 Segurança dos Equipamentos

O DSS possui interface com o usuário restrita ao local onde o detector está instalado, ou seja, no Ponto 1. Para dar acesso remoto às informações da configuração dos alarmes (condições de entrada com o tempo de persistência e ações de saída com o tempo de retardo), existe a página web <http://pcatdwww.cern.ch/atlas-point1/dss/>, que é atualizada manualmente. Como a atualização não é realizada com uma frequência bem definida, as informações tornam-se defasadas. Informações adicionais que descrevem o estado da instalação dos alarmes estão estaticamente inseridas na página e não são armazenadas em nenhum repositório de dados. O estado indica se os itens do sistema (condições, ações e alarmes) foram testados e validados.

Para dar prosseguimento às discussões sobre a implementação das medidas de segurança do detector (seção 3.6), as equipes de segurança dos subsistemas precisam das informações atualizadas sobre a configuração do DSS. Com isso, as discussões podem basear-se em alarmes, que já estão implementados para um subsistema, e podem ser aproveitados em outros.

A equipe de segurança da TCn é responsável pela instalação do DSS e configuração dos alarmes. Essa equipe documenta as medidas de segurança e as implantações de cada alarme do DSS. Um *Acknowledge Procedure* é especificado para cada alarme. Documentos específicos sobre as condições de entrada e as ações de saída também são produzidos. Não existe nenhuma maneira automatizada de associar esses documentos aos respectivos itens do DSS.

4.4 Análise de Requisitos

Partindo do ambiente exposto no capítulo 2, do contexto e procedimentos descritos no capítulo 3 e dos problemas analisados nas primeiras seções deste capítulo, é possível delinear alguns objetivos gerais para o sistema aqui desenvolvido:

1. descentralizar o registro de equipamentos;
2. encapsular detalhes de implementação, formato e estrutura dos dados, permitindo aos usuários concentrar o seu trabalho apenas no seu domínio/área, sem se preocupar com os detalhes técnicos de cada tecnologia de cada base de dados que precisar manter/atualizar;
3. permitir a inserção e atualização de dados nas diferentes bases de dados utilizadas;
4. dar suporte à realização automática das tarefas para o rastreamento dos equipamentos;
5. refletir as características das classes de equipamentos de interesse, ou seja, explicitar a semântica do domínio de trabalho dos usuários;
6. permitir acesso automatizado e centralizado aos repositórios de dados de equipamentos;
7. fornecer uma visão global e atualizada da configuração dos alarmes de segurança do ATLAS;
8. ter um meio simples de acesso para todos os membros do ATLAS.

O levantamento de requisitos foi realizada, principalmente, através de entrevistas com potenciais usuários do sistema e com colaboradores que já haviam antes solicitado inserção de equipamentos na base de dados. A figura 4.1 reproduz o documento padrão usado para realizar essas entrevistas. A seguir, estão enumeradas e descritas as informações resultantes destas entrevistas.

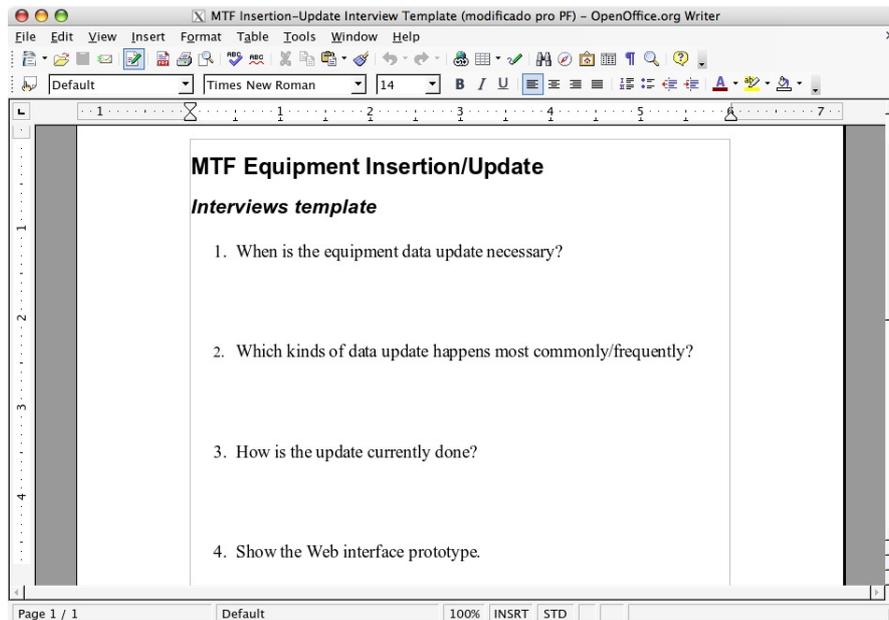


Figura 4.1: Documento padrão usado para entrevistas.

Há muitos equipamentos instalados na caverna experimental que ainda não estão cadastrados no MTF. Porém, cerca de 80.000 peças já estão registradas. Mesmo depois de inseridos, esses registros precisam ser mantidos. Algumas causas de atualizações são:

- Um conjunto de equipamentos, muitas vezes, é inserido sem preencher alguma propriedade, que só é determinada/medida posteriormente, sendo necessária a atualização.
- Podem ocorrer erros na determinação de propriedades para equipamentos já inseridos, que devem ser corrigidos.
- Às vezes, um usuário comete erros na hora de preencher os dados e só percebe tais erros depois que os dados foram inseridos.
- Novas propriedades são adicionadas a um perfil, sendo necessário atualizar os dados inseridos sob esse perfil.

Alguns usuários realizam modificações em conjuntos de equipamentos um a um, pela interface Web do MTF, da seguinte forma: pesquisa um equipamento, altera

alguns dados do mesmo e copia suas propriedades; pesquisa outro equipamento, cola os valores das propriedades copiados do equipamento anterior e continua até o último registro. Alguns casos de edição de informações de equipamentos:

- Modificação de uma ou mais propriedades/atributos em um determinado equipamento.
- Modificação de uma ou mais propriedades/atributos em um conjunto de equipamentos (em geral um conjunto com identificações consecutivas).
- Modificação de uma propriedade em todos os equipamentos de um perfil.

Manipulações na hierarquia dos equipamentos também são realizadas. Um equipamento pode ser anexado a outro, este sendo o equipamento-pai e aquele o equipamento-filho. Sub-equipamentos (ou equipamentos-filho) podem ser deslocados de um equipamento-pai para outro. Ex.: troca de placas eletrônicas entre PCs, que fazem parte dos sistemas *off-detector*.

Outra operação comum é a substituição de equipamentos: uma nova peça é instalada no lugar de outra. Nesses casos, um novo equipamento substituto é inserido na base de dados. O novo equipamento pode ter propriedades copiadas do antigo. A peça antiga é atualizada com um comentário sobre sua substituição. O novo equipamento deve ser, quando necessário, anexado como filho do dispositivo ao qual estava anexado o equipamento antigo.

A partir dessas informações, podemos definir um sistema de registro e atualização de propriedades de equipamentos, que deve ter as seguintes características:

1. não exigir instalação de softwares adicionais no computador de cada colaborador;
2. ter uma interface para edição de dados de múltiplos registros;
3. fazer validação dos dados, de acordo com os tipos dos atributos e propriedades de cada perfil e informar ao usuário as entradas que não estejam de acordo e qual o problema a ser corrigido;

4. não exigir o preenchimento de todas as propriedades de um perfil para permitir o registro de um equipamento;
5. possibilitar a configuração de propriedades para preenchimento obrigatório;
6. oferecer meios de propagar dados entre registros: de um registro para outro e de um registro para muitos;
7. propagar valores numéricos ou códigos alfa-numéricos de forma incremental (ex.: múltiplos equipamentos com identificação consecutiva, placas com números de série consecutivos);
8. permitir anexar um equipamento a outro (sub-equipamentos);
9. permitir a atualização da informação sobre equipamento-pai e equipamento-filho para os componentes que aceitam essa hierarquia;
10. importar dados a partir de arquivos CSV;
11. importar dados a partir de arquivos Excel;
12. mostrar dados importados na interface para edição ou enviá-los diretamente ao repositório de dados;
13. prover uma interface de inserção de dados para cada perfil ou tipo de equipamento diferente;
14. ser extensível para novos perfis ou tipos de equipamento.

De especial importância é o fato de que muitos colaboradores mantêm dados em arquivos em formato CSV e em planilhas Excel (obtidas do MTF). Dada a heterogeneidade da colaboração ATLAS, à medida que novos usuários utilizem o sistema, é possível que estes usem outras tecnologias/formatos para manipular e guardar dados. Da mesma forma, como foi considerado para os repositórios de dados, não é possível prever todas as tecnologias que são ou serão utilizadas pela colaboração. O *Oracle* é a principal tecnologia de sistema gerenciador de banco de dados utilizada no CERN. Alguns sistemas mais antigos também utilizam *MySQL*. O COOL [25] é a tecnologia para armazenamento de dados *online*, como dados de

The figure displays two overlapping Excel spreadsheets. The top spreadsheet, titled 'SCT Off Detector Equipment', is divided into two main sections: 'Identification' and 'Properties'. The 'Identification' section includes columns for Equipment ID, Other ID, Manufacturer, Status, and Comment. The 'Properties' section includes Equipment Code, Installation Status, and Installation Date. The bottom spreadsheet shows a table with columns for Length, Width, Height, Weight, Production Data, Object Dimension Survey, Tests, Comissioning, and Maintenance. Each column has a unit or a 'yes/no' indicator. The data rows show consistent values for Length, Width, Height, and Weight, and varying 'yes/no' values for the other columns.

Figura 4.2: Modelo Excel do MTF.

configuração do detector e dados de calibração, desenvolvida no ATLAS. Isso define dois requisitos de escalabilidade desejáveis para o sistema de inserção:

1. ser extensível para novas tecnologias de armazenamento de dados;
2. ser extensível para novos formatos de entrada/importação de dados.

A figura 4.2 apresenta um modelo em Excel fornecido pelo MTF para a entrada de dados, específico para um perfil de equipamentos. A planilha Excel preenchida é a mesma tanto para inserção como para atualização de dados. Para a atualização, só é necessário preencher as colunas que serão atualizadas. As demais colunas podem ser deixadas em branco. O MTF reconhece automaticamente, pela identificação, que um equipamento já existe e atualiza o registro, em lugar de criar um novo. O MTF usa Oracle para implementação da sua base de dados. A TCn tem acesso a esses dados diretamente do servidor Oracle; porém, não é possível acessar as tabelas propriamente ditas. Todos os dados estão disponíveis a partir de *views* do Oracle. O MTF disponibiliza funções de inserção e a atualização de dados através de uma API em PL/SQL.

Para o rastreamento de equipamentos, os requisitos são:

1. Todos os equipamentos retirados da caverna devem passar por uma medida de radiação.
2. Um histórico de todas as medições deve ser mantido para cada equipamento.
3. Se uma peça retirada tiver um nível de radiação acima do máximo permitido, o sistema deve emitir um alerta e registrar a diferença de nível.
4. Se um equipamento retirado da área experimental estiver radioativo, este deve ser manuseado por um técnico especializado em radio-proteção.
5. Equipamentos de dentro da zona radioativa (como definido na seção 3.5) devem sempre ser manuseados por um técnico especializado em radio-proteção.
6. Um equipamento somente pode ser removido por alguém com autorização para tal. Esta pessoa é responsável por uma parte do detector que inclui a peça a ser retirada ou um técnico especializado.
7. Ao fazer uma remoção, é necessário declarar para onde a peça será levada.
8. Deve-se manter um histórico de todos os locais/posições onde uma peça esteve.
9. Equipamentos novos devem ser registrados e identificados antes de serem instalados.
10. Nenhum equipamento pode ser removido sem identificação.

Assim, as seguintes funcionalidades devem ser adicionadas ao sistema:

1. Medição e registro de nível de radiação;
2. Seleção de locais de origem e destino para equipamentos, incluindo as áreas para manutenção fora da caverna do detector;
3. Visualização dos históricos de medidas de radiação e de locais dos equipamentos;
4. Definição do nível máximo de radiação para material convencional;

5. Geração automática de identificação para equipamentos não registrados;
6. Impressão de etiquetas para a identificação dos equipamentos;
7. Leitura das etiquetas de identificação;
8. Busca de registros de equipamentos.

Realizando reuniões com a equipe de segurança da TCn e os desenvolvedores do DSS, o Sistema de Segurança do Detector, foi possível entender melhor o seu funcionamento e definir os requisitos para o Sistema de Gerência de Equipamentos. O DSS grava em um banco de dados Oracle informações sobre os alarmes, condições de entrada e ações, bem como um histórico (*logbook*). A base de dados possui tabelas para: (1) condições de entrada; (2) ações de saída; (3) relação alarme-ação, que relaciona cada alarme com suas ações associadas; (4) relação alarme-condição, que guarda em cada registro a configuração das condições de entrada de um alarme e (5) *logbook*, que registra eventos do sistema (ex.: ativação de alarme, execução de ação) e intervenções de usuários (ex.: modificação, remoção e inserção de itens, alteração da configuração de alarmes). O apêndice A apresenta maiores detalhes.

Algumas características dessa base de dados:

- Os registros das tabelas nunca são atualizados, apenas adicionados. Cada vez que um item é modificado no DSS, um registro é inserido, contendo a nova configuração do item e a data corrente, e o registro antigo não é apagado. Assim, cada item possui um conjunto de registros que descreve o seu histórico. Os valores dos atributos correntemente válidos para o item estão no registro mais atual. Exemplo: cada ação possui vários registros na tabela de ações: é preciso selecionar apenas o último registro inserido. Todos os registros possuem data de criação.
- Os dados estão organizados com a seguinte estrutura: conjunto de alarmes, onde cada alarme possui um conjunto de entradas e um conjunto de ações associadas, e histórico/*logbook* do alarme. Cada entrada e ação, por sua vez, possui também seu respectivo histórico. Por trás dessa estrutura, estão os re-

lacionamentos entre as entidades (alarme, ação de saída e condição de entrada) do conjunto de dados:

1. Cada alarme possui N ações associadas e cada ação pode estar associada a N alarmes
2. Cada alarme possui N condições de entrada associadas e cada condição de entrada pode estar associada a N alarmes
3. Cada alarme, condição de entrada e ação possuem N entradas no LogBook

O sistema de gerência deve:

1. para cada alarme, relacionar, em uma interface, as informações de condições, ações e *logbook* e mostrá-las de forma integrada;
2. na mesma interface, mostrar o *status* definido pelo usuário (itens testados/validados);
3. permitir o acesso, para cada item do DSS, da documentação existente da equipe de segurança da TCn.
4. mostrar uma tabela com todos os alarmes, com a lista de condições e de ações para cada um. A persistência das condições de entrada e a latência das ações de saída, definidas na subseção 3.7.3, também devem estar listadas. Os alarmes devem ser classificados por subsistema do detector;
5. permitir buscas sobre a tabela especificada acima, inclusive por subsistema.

A implementação do *status* definido pelo usuário ficou a cargo do grupo de desenvolvimento do DSS. A equipe de segurança da TCn ficou responsável por modificar esses *status* e, ainda, por fornecer ao sistema as referências (URLs) para a documentação dos alarmes.

4.5 Arquitetura do Sistema

As funções do Sistema de Gerência de Equipamentos foram agrupadas em 3 grupos. As figuras 4.3, 4.4 e 4.5 apresentam os diagramas de casos de uso para os três grupos.

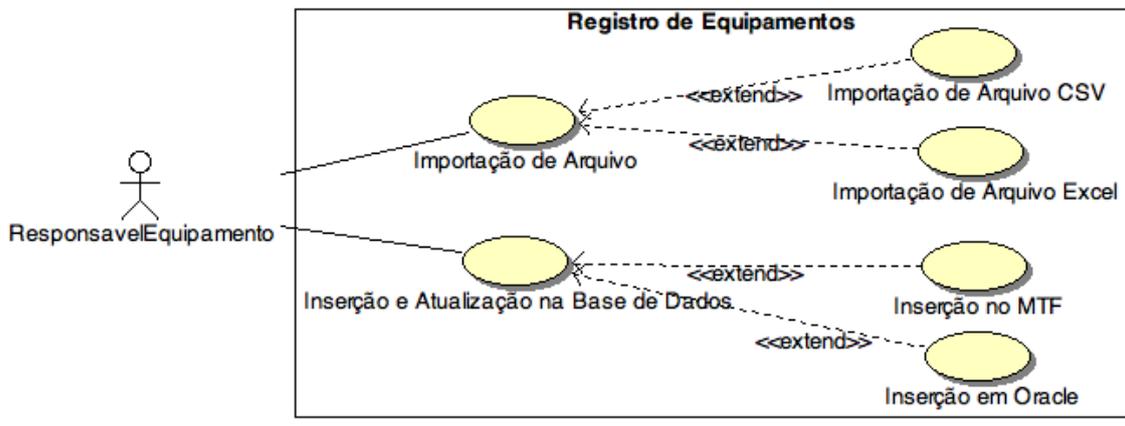


Figura 4.3: Diagrama de Casos de Uso - Registro de Equipamentos.

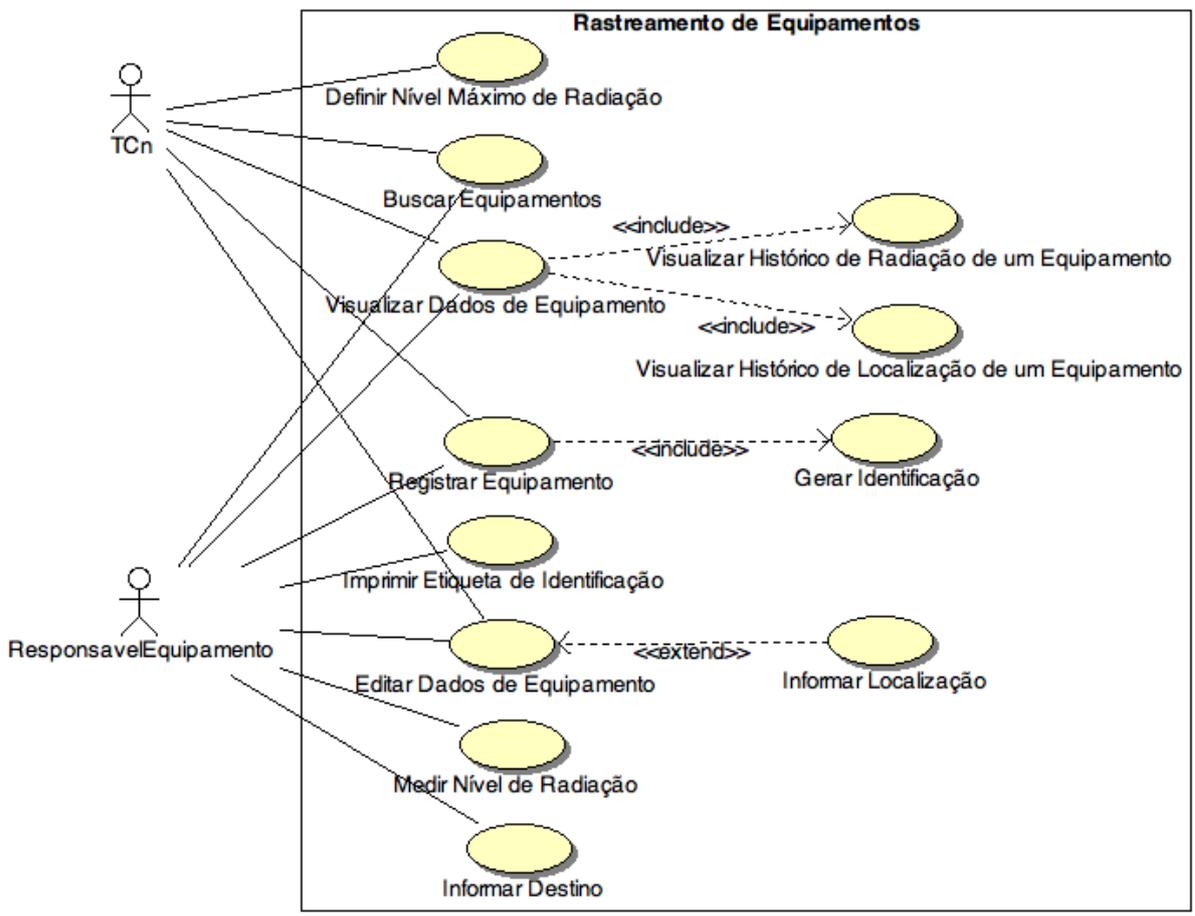


Figura 4.4: Diagrama de Casos de Uso - Rastreamento de Equipamentos.

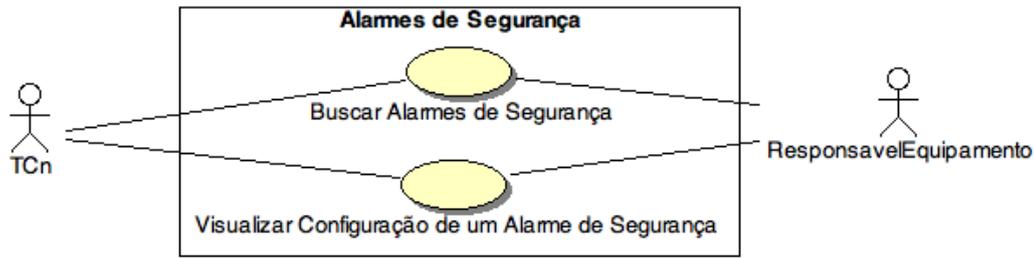


Figura 4.5: Diagrama de Casos de Uso - Visualização de Alarmes de Segurança.

O Sistema de Gerência de Equipamentos foi dividido em 3 subsistemas, como está apresentado na figura 4.6.

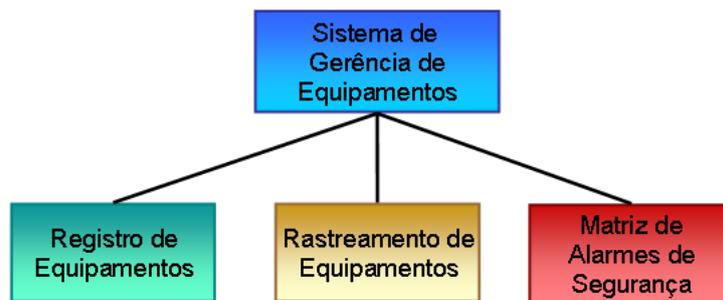


Figura 4.6: Os subsistemas do Sistema de Gerência de Equipamentos.

O sistema Glance é utilizado na TCn do ATLAS para a recuperação de informações das bases de dados de equipamentos (seção 3.8). Para o Sistema de Gerência de Equipamentos, o Glance foi utilizado como o componente para o acesso aos dados. Os três subsistemas comunicam-se com o sistema Glance para recuperar as informações das bases de dados, como apresentado na figura 4.7. Como o Glance possui interface Web, a comunicação é realizada com requisições HTTP. Os módulos informam ao Glance qual conjunto de dados é preciso acessar, através da identificação de uma Interface de Busca (seção 3.8) e enviam os parâmetros para filtrar a pesquisa. O Rastreamento de Equipamentos também comunica-se com o Registro de Equipamentos para a inserção de peças a serem rastreadas que ainda não existam

na base de dados. A intensa utilização do Glance na TCn motivou a extensão do sistema para realizar também a inserção e atualização de informações nas bases de dados de equipamentos. A figura 4.7 apresenta a interação entre os subsistemas, incluindo a extensão do Glance desenvolvida pelo aluno, o Glance Update.

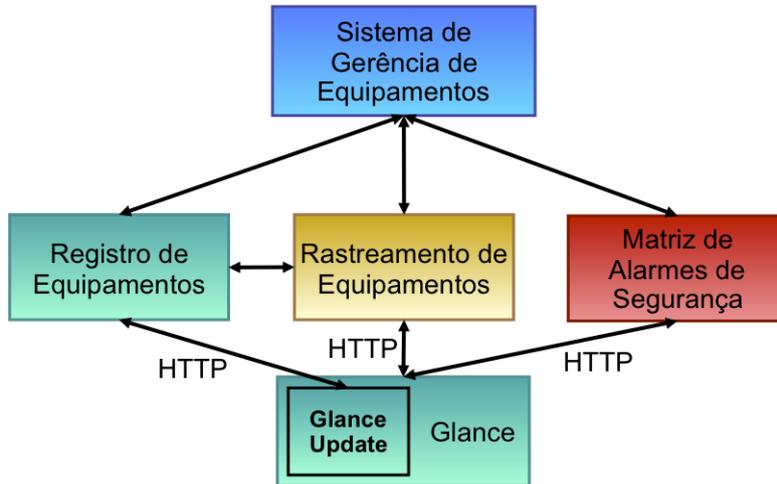


Figura 4.7: Comunicação entre os subsistemas e o Glance.

A figura 4.8 apresenta o fluxo de uma operação de inserção realizada pelo sistema. O usuário fornece os dados manualmente pela interface do Glance ou em um determinado formato (por exemplo, CSV ou Excel), atendendo ao requisito de importação de diferentes formatos de dados. O Glance Update lê os dados e insere no repositório correspondente. Terminada a operação, o resultado é informado ao usuário: se foi bem sucedida, se houve problemas e quais foram e quantos registros foram inseridos e atualizados.

Extendendo o fluxo da inserção para o caso de importação de arquivos de qualquer formato, chegamos ao fluxo de execução proposto na figura 4.9. Um processo independente realiza a conversão do arquivo fornecido pelo usuário para um formato padrão, a ser definido, que pode ser lido pelo Glance. O Glance Update insere e/ou atualiza os dados no repositório correspondente, e exibe o resultado ao usuário. Para cada formato de entrada de dados, pode haver um processo diferente de transformação. Dessa forma, é possível estender o sistema para novos formatos apenas

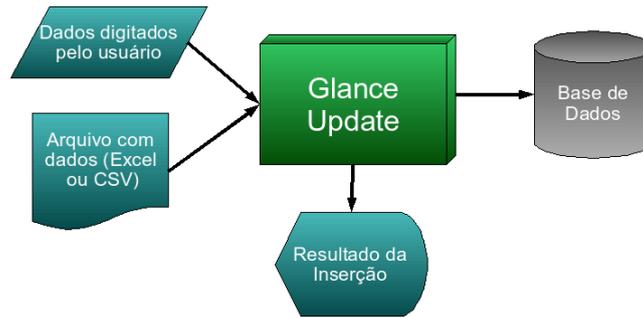


Figura 4.8: Fluxo de dados na inserção/atualização.

adicionando um novo programa utilitário para a conversão.

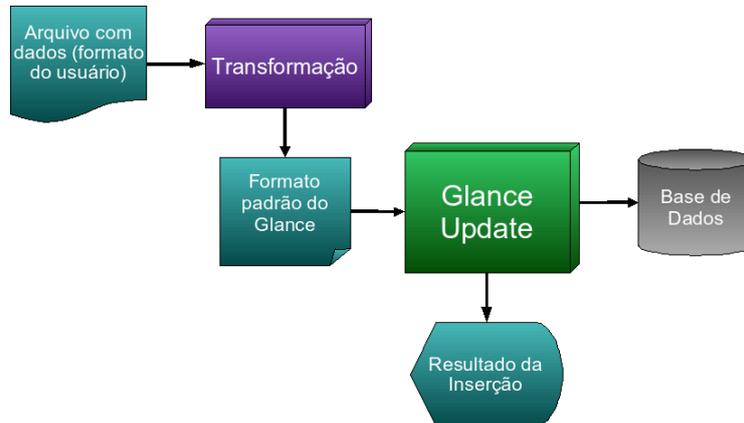


Figura 4.9: Inserção com importação.

A arquitetura do Glance (seção 3.8) foi mantida para o Glance Update. O conceito de Interfaces de Busca foi estendido para Interfaces de Inserção (*Insertion Interfaces* - II). Uma Interface de Inserção diferente pode ser definida, por exemplo, para cada perfil de equipamento existente. O sistema pode apresentar ao usuário uma lista das Interfaces de Inserção disponíveis. Novas interfaces podem ser criadas sob demanda e registradas no Glance.

O sistema deve ser extensível para novos repositórios de dados (seção 4.4). Considerando este requisito e o fluxo para a inserção, definido nas figuras 4.8 e 4.9, a

arquitetura da figura 4.10 foi proposta. Essa arquitetura incorpora a utilização de um formato padrão para comunicação de dados, o XML [26], para a comunicação entre os componentes do Glance e com outros sistemas. Outros formatos podem ser utilizados agregando programas utilitários para transformação. O acesso aos repositórios de dados é realizado através de *plugins*, objetos que são carregados pelo sistema em tempo de execução, que funcionam como Adaptadores para a interface de cada tecnologia de banco de dados a ser acessada. Uma interface comum é definida para estes componentes. Assim, o Glance pode interagir com novas tecnologias de armazenamento de dados (como Oracle, MTF, MySQL, e outros) simplesmente adicionando um novo Adaptador ao sistema. Esses componentes são responsáveis por conectar-se a um repositório, enviar dados para inserção e atualização e retornar o resultado ao núcleo do sistema Glance.

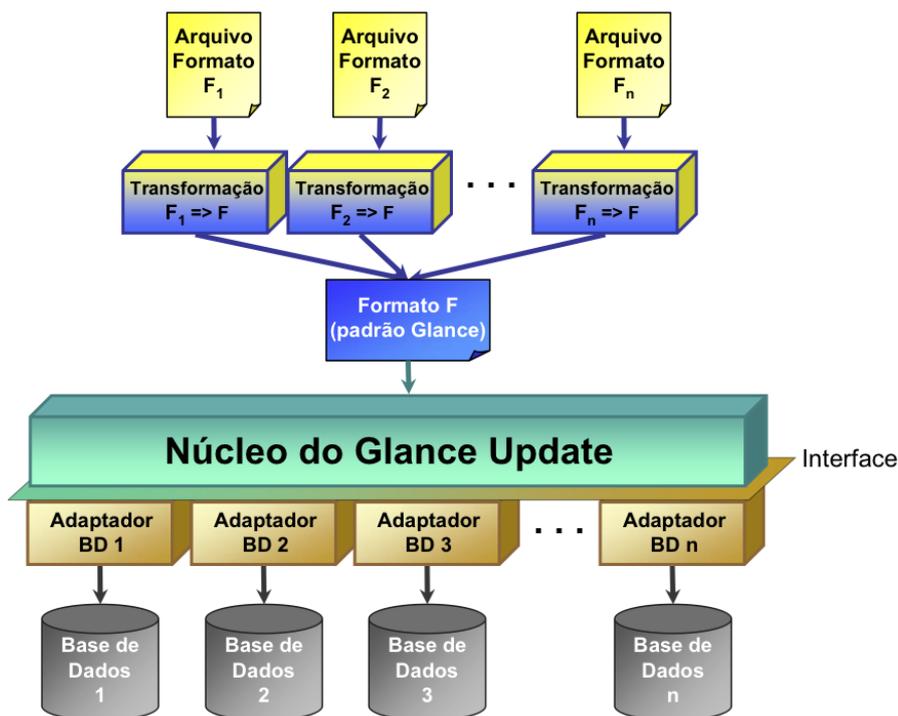


Figura 4.10: Arquitetura do Glance.

Com a intenção de tornar possível o suporte nativo do Glance a outros formatos, esta arquitetura foi aprimorada. Com a estrutura mostrada na figura 4.11, o Glance pode ler outros formatos através da adição de *plugins* Manipuladores de Dados.

Cada Manipulador de Dados é especializado em ler um formato de arquivo (como CSV ou XML) e tornar os dados disponíveis ao Glance. Cada transformação pode escolher o formato nativo que for mais conveniente para o qual converter os dados originais. As Transformações convertem conjuntos inteiros de dados e entregam este conjunto em um dos formatos padrões para manipulação pelo Glance. Já os Manipuladores de Dados comunicam-se diretamente com o núcleo do Glance. Um Manipulador envia partes de um conjunto de dados ao núcleo do sistema à medida que estas são lidas da entrada.

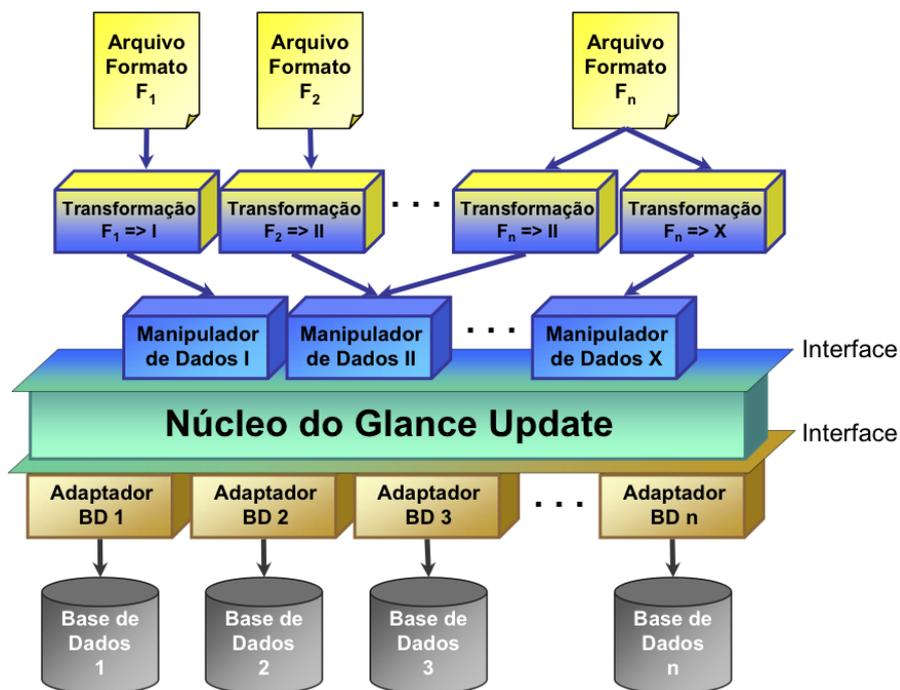


Figura 4.11: Arquitetura do Glance com Manipuladores de Dados.

A figura 4.12 apresenta o diagrama de classes do Glance Update. A camada de acesso aos dados definida na arquitetura é composta pela classe abstrata Adaptador. Cada classe AdaptadorBDn implementa acesso a uma tecnologia de armazenamento de dados distinta. Os Manipuladores de Dados são implementados pelas classes ManipuladorDadosn, cada uma responsável por ler dados em um formato padrão definido como formato nativo reconhecido pelo Glance. A classe InterfaceInsercao constitui o núcleo do Glance.

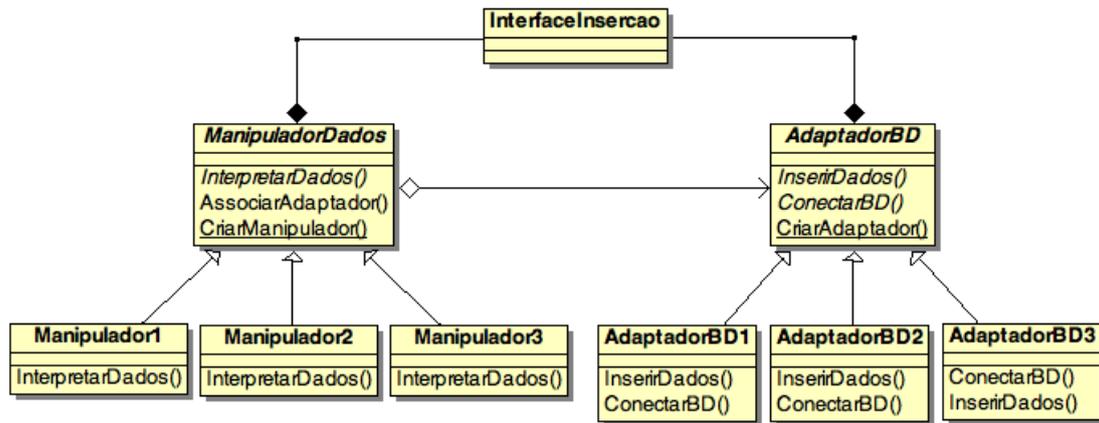


Figura 4.12: Diagrama de Classes do Glance.

A figura 4.13 apresenta o diagrama de seqüência de uma inserção/atualização de um conjunto de dados em um repositório. A classe `InterfaceInsercao` é responsável por instanciar o `Manipulador de Dados` e o `Adaptador para Banco de Dados` adequados. Essa classe associa o `Adaptador` ao `Manipulador` e inicia a leitura dos dados pelo `Manipulador`. A cada registro de dados lido, o `Manipulador` aciona o `Adaptador`, entregando para este o registro, e o `Adaptador` insere ou atualiza o registro no banco de dados.

Para os módulos de Rastreamento de Equipamentos e de Alarmes de Segurança, foi definida a arquitetura em camadas apresentada nas figuras 4.14a e 4.14b. A camada mais baixa faz a comunicação com o Glance para a recuperação e submissão de dados. Essa camada é responsável por ler os dados recebidos do Glance e por formatar os dados do módulo para enviar ao Glance. A camada mais acima é a interface com o usuário. A camada do meio implementa a dinâmica da interface, trocando dados entre as duas outras camadas: recebe dados da interface e envia para a camada mais baixa e recebe dados da camada mais baixa e integra-os à interface. O módulo de rastreamento comunica-se com aplicativos externos para: medição de nível de radiação dos equipamentos e visualização da geometria do detector em 3D para seleção de posições e localização de peças. A figura 4.15 apresenta o diagrama de componentes correspondente.

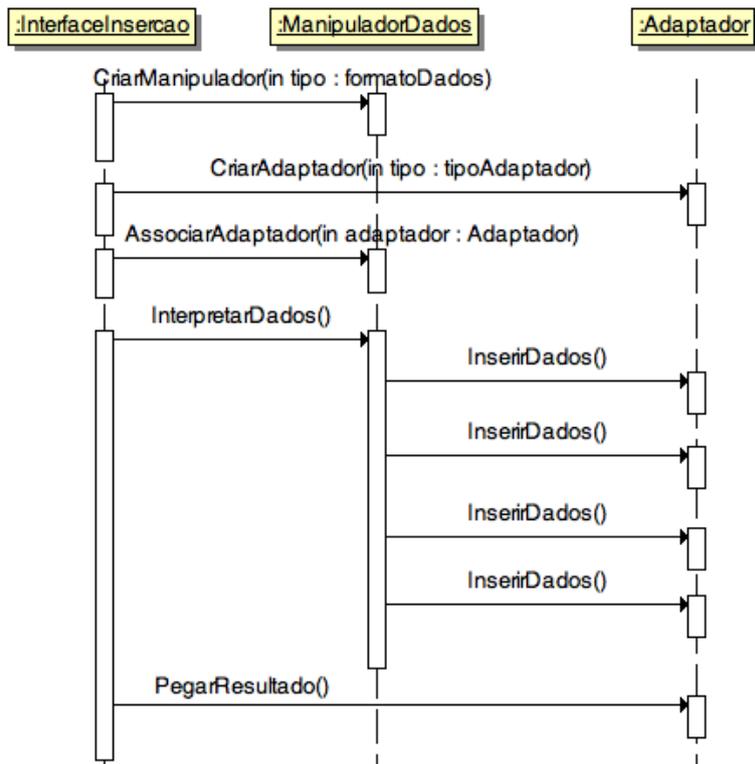


Figura 4.13: Diagrama de Sequência de uma inserção com o Glance.

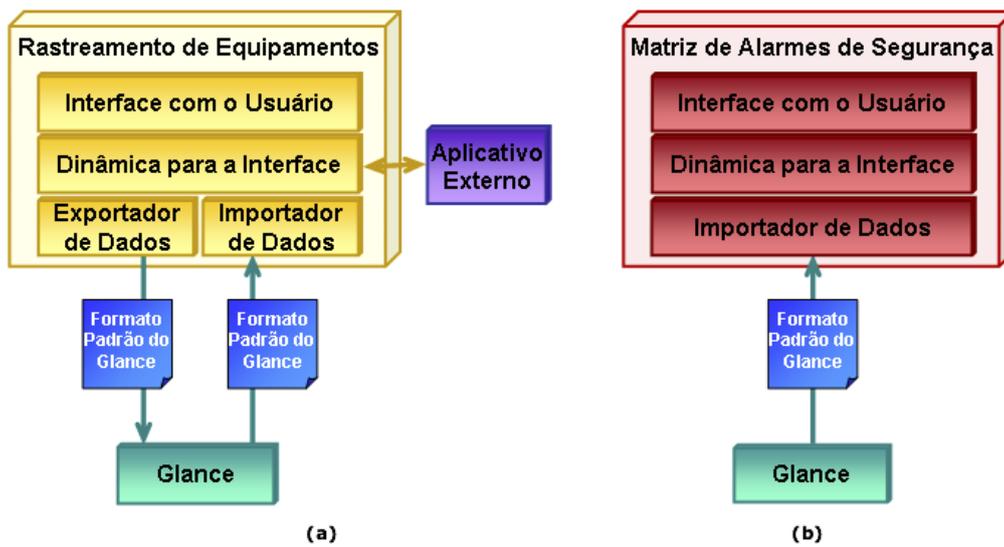


Figura 4.14: Arquitetura dos módulos de Rastreamento (a) e Alarmes de Segurança (b) do Sistema de Gerência de Equipamentos.

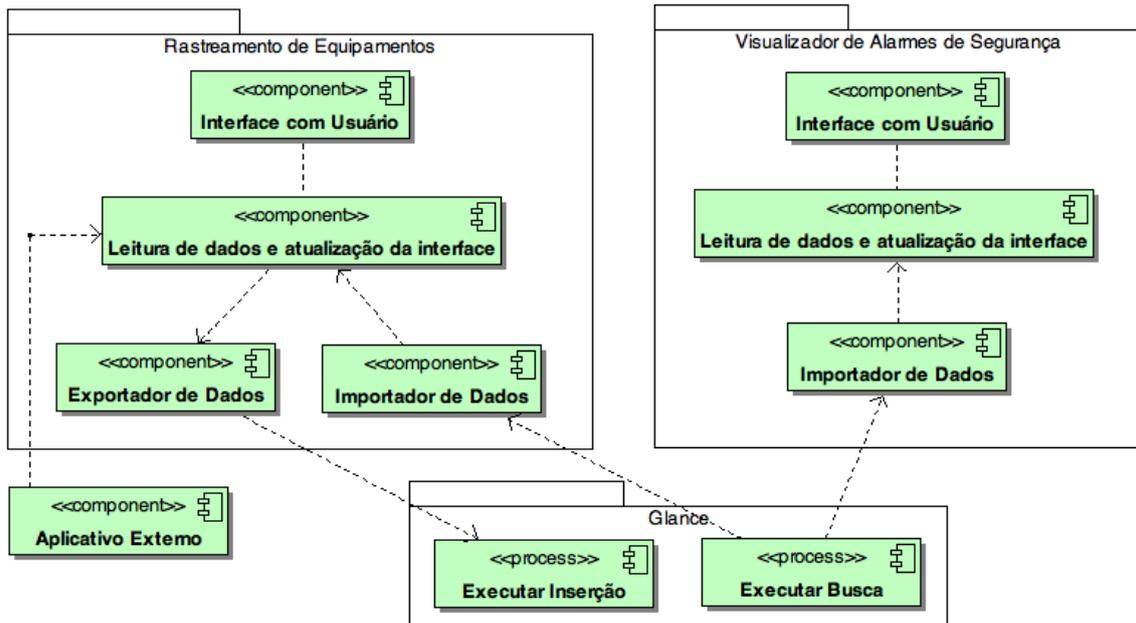


Figura 4.15: Diagrama de Componentes dos módulos de Rastreamento e Alarmes de Segurança.

4.6 Tecnologias Utilizadas

Considerando as características da colaboração ATLAS, geograficamente dispersa e heterogênea, o sistema foi desenvolvido com interface *Web*, para facilitar o acesso remoto e prover independência de plataformas específicas. O sistema é executado nos servidores *Web* do CERN, que rodam o sistema operacional Scientific Linux CERN 4 [27] e o *software* servidor Apache HTTP Server [28]. O código do sistema Glance está escrito em linguagem C++, e os programas são implementados como CGIs (*Common Gateway Interface*) para execução pelo servidor.

A linguagem C++ é, por sua flexibilidade e recursos, uma linguagem de uso geral nos mais diversos contextos. A linguagem C++ é um superconjunto da linguagem C, considerada uma linguagem de nível médio porque possui instruções de alto nível e de baixo nível. Algumas das características das duas linguagens são:

- Pequeno conjunto de palavras reservadas.
- Programação Orientada a Objetos (C++).
- Portabilidade. Os programas escritos em linguagem C/C++ podem ser transportados entre máquinas de diferentes arquiteturas, com um número reduzido de alterações.
- Eficiência, através de uma boa ligação aos recursos da máquina.
- Disponibilidade de bibliotecas que dão acesso a sistemas de banco de dados (como Oracle e MySQL, por exemplo), analisadores sintáticos XML [26], bibliotecas para criação de CGIs, entre outras.

A linguagem C++ é amplamente utilizada no CERN, e oficialmente adotada pelo departamento de Tecnologia da Informação deste laboratório. As principais funções dos módulos do Sistema de Gerência e do Glance Update foram codificadas em linguagem C++. A implementação dos programas foi realizada com a biblioteca GNU Cgicc [29], uma biblioteca de classes C++ para a criação de aplicações CGI.

Os componentes Manipuladores de Dados e Adaptadores para Bancos de Dados, descritos na arquitetura do sistema, foram implementados como objetos em C++. Cada Manipulador e Adaptador foi criado em conformidade, respectivamente, com um formato de dados ou tecnologia de banco de dados específicos. Uma interface comum para todos os Manipuladores e outra para os Adaptadores foram definidas como classes abstratas. Isso permite ao núcleo do sistema comunicar-se com os diferentes objetos através de chamadas de funções comuns, independentemente dos detalhes de implementação de cada objeto. Novos componentes podem ser escritos e adicionados ao sistema, bastando criar novas classes que implementem as interfaces definidas pelas classes abstratas. Desenvolvedores e programadores podem contribuir com novos componentes, concentrando-se na tecnologia em questão, sem se preocupar com outros detalhes de implementação do núcleo do sistema. A compilação destes componentes pode ser realizada de forma independente da compilação do Glance, criando-os como bibliotecas compartilhadas no sistema operacional Linux [30]. O novo código é carregado e incorporado ao Glance em tempo de execução

no Linux e em linguagem C++ [31] [32]. O sistema torna-se, assim, escalável para acesso a novas tecnologias de banco de dados ou para suporte a novos formatos.

O padrão XML (*Extensible Markup Language*) foi utilizado para a comunicação de dados entre os módulos do Sistema de Gerência e o Glance. XML é uma linguagem de marcação de texto simples, muito parecida com o HTML (*Hypertext Markup Language*). Foi criado para servir à descrição de dados. A diferença em relação ao HTML é que, enquanto este dá ênfase à apresentação dos dados, o XML permite descrever os dados concentrando-se na estrutura destes. Esta linguagem é utilizada na troca de dados entre sistemas computacionais, já que permite a formatação dos dados num padrão que pode ser entendido por qualquer sistema, e na publicação de dados, com o auxílio de linguagens e programas que são capazes de apresentar dados armazenados em XML de maneira amigável ao usuário final.

A interface com o usuário foi implementada com as linguagem de marcação HTML e XHTML [33] e com CSS (*Cascading Style Sheets*) [34]. O HTML é o padrão para publicação de hipertextos no WWW. O XHTML é uma extensão do HTML, definido em conformidade com o padrão XML. O CSS é uma tecnologia que permite aplicar estilos (cores, fontes de texto, bordas, preenchimentos, tamanhos, etc) às páginas HTML e XHTML.

JavaScript é uma linguagem orientada a objetos, voltada para a criação de trechos de código (*scripts*) embutidos dentro de páginas HTML e XHTML, interpretados e executados pelo programa navegador, na máquina do usuário. Esses scripts proporcionam uma maior dinâmica às páginas XHTML, visto que possibilitam uma interação com o usuário. O JavaScript é utilizado 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.

Ajax (*Asynchronous JavaScript and XML*) [35] é um método de programação para a criação de aplicações *Web* interativas. O Ajax engloba diversas tecnologias. O objeto XMLHttpRequest [36] permite ao JavaScript efetuar requisições HTTP

ao servidor, por detrás da página que está sendo apresentada ao usuário, ou seja, em *background*. Os dados são recebidos do servidor em formato XML e processados no próprio navegador, de acordo com a necessidade, e são utilizados para atualizar dinamicamente o conteúdo mostrado ao usuário. A página visível ao usuário é modificada através da interface DOM (*Document Object Model*) [37]. O DOM é uma interface independente de plataforma e de linguagem de programação específicas, que permite acessar e atualizar dinamicamente o conteúdo, a estrutura e o estilo de documentos escritos em linguagem de marcação, como XML e XHTML. Todo esse processamento é executado por códigos escritos em JavaScript. Essa técnica de construção de sítios Web faz com que a página seja atualizada sem a necessidade de recarregar toda a página cada vez que o usuário executa uma ação e o sistema tem que apresentar uma resposta. Nos módulos de Rastreamento e de Alarmes de Segurança, as requisições HTTP ao servidor estão na camada Importação e Exportação de Dados. O tratamento dos dados recebidos e a atualização da interface (das páginas HTML/XHTML) estão implementados na camada Dinâmica para a Interface.

A linguagem de programação Perl [38] foi utilizada na implementação dos componentes de *Transformação* definidos na arquitetura. Estes programas leem dados de arquivos CSV [39] e Excel e os transformam em documentos XML para processamento pelo sistema. Perl é uma linguagem de programação interpretada, estável, multiplataforma, procedural e orientada a objetos, além de bastante extensível, com mais de 18.000 módulos disponíveis. A linguagem suporta as linguagens de marcação, como HTML e XML, e tem a possibilidade de comunicar-se com bibliotecas de programação externas em C/C++ [38]. Perl tem muitas funcionalidades para a manipulação de textos, além de uma sintaxe de fácil aprendizado, permitindo que novos programas sejam rapidamente escritos.

Capítulo 5

As Funcionalidades do Sistema de Gerência

Neste capítulo descreve-se o funcionamento do sistema, apresentando cada funcionalidade implementada para atender aos problemas e requisitos discutidos no capítulo 4. As funcionalidades estão divididas pelos três subsistemas: Registro, Rastreamento e Segurança de Equipamentos.

5.1 Registro de Equipamentos

O inventário dos equipamentos do ATLAS é mantido no MTF (seção 3.7.1). No MTF, como apresentado anteriormente, os equipamentos são registrados em diferentes perfis. A figura 5.1 apresenta uma lista de Interfaces de Inserção disponibilizadas pelo sistema para registro de equipamentos no MTF. Cada interface contém o conjunto de propriedades para um perfil determinado.

A figura 5.2 apresenta uma interface para inserção e modificação de peças no perfil *Trigger and DAQ - Computers*. Algumas colunas possuem valores definidos por um padrão, mas que podem ser alterados. Outras apresentam uma lista de valores para seleção. Há também colunas com prefixos que não podem ser alterados, como, por exemplo, a identificação do equipamento. Todas estas opções podem ser configuradas na descrição da Interface de Inserção.

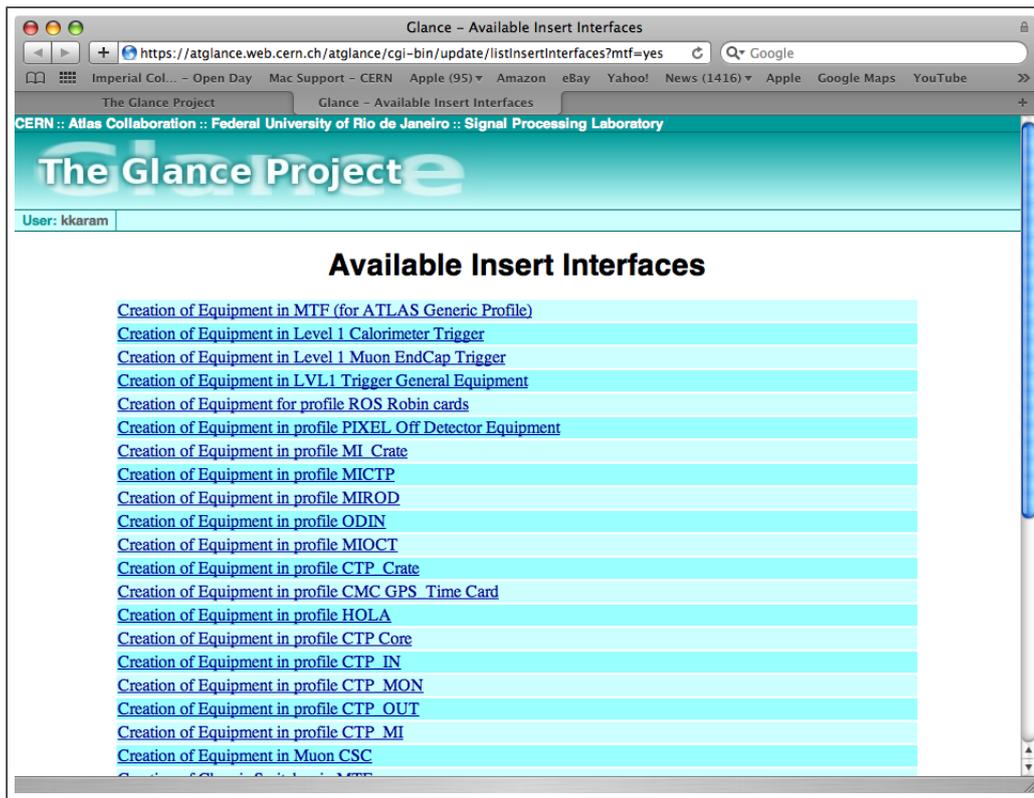


Figura 5.1: Interfaces para inserção de equipamentos no MTF.

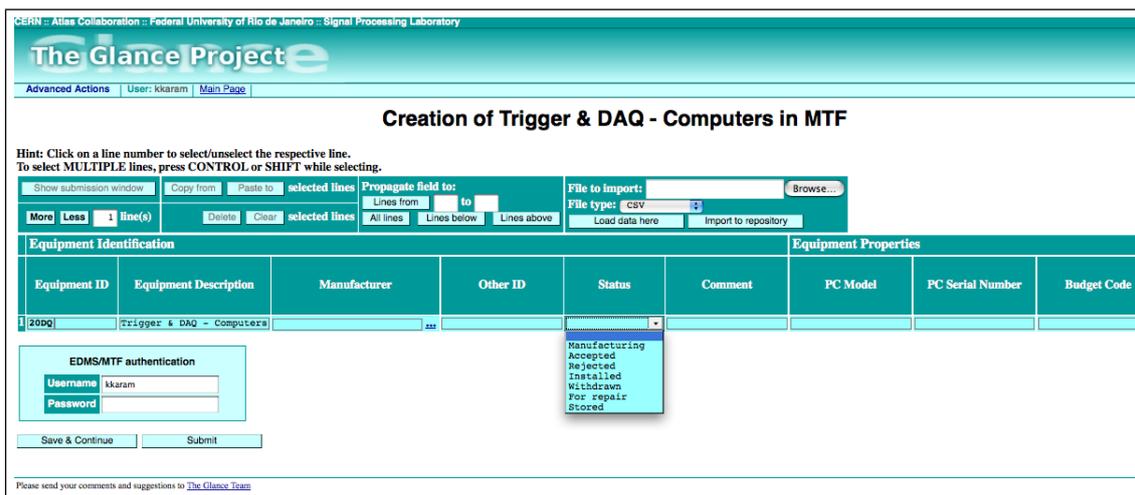


Figura 5.2: Interface para inserção de equipamentos no perfil *Trigger and DAQ - Computers*.

Tomando como exemplo a mesma interface para o perfil *Trigger and DAQ - Computers*, a figura 5.3 apresenta a interface com mais linhas criadas e a propagação de um atributo entre os registros. Definindo o número de linhas e pressionando os botões *More* e *Less*, é possível adicionar e excluir linhas da tabela, respectivamente. Na figura, 10 linhas foram adicionadas. O atributo *Equipment ID* da primeira linha, preenchido com o valor “20DQCERN000001”, é selecionado. Uma borda de cor mais escura envolve o campo selecionado. No topo da tabela, em *Propagate field to*, o botão *Lines Below* foi pressionado, fazendo o valor do campo selecionado ser propagado para todas as linhas seguintes. Como o campo *Equipment ID* pode ser incrementado, o sistema pergunta se o usuário deseja que o valor seja incrementado ao propagar. Respondendo OK, os valores de *Equipment ID* para as 11 linhas da tabela são copiados como mostrado na figura.

The screenshot shows the 'The Glance Project' web interface. At the top, there's a navigation bar with 'Advanced Actions', 'User: kkaram', and 'Main Page'. A central dialog box asks 'Would you like to increment this field while pasting?' with 'Cancel' and 'OK' buttons. Below the dialog, there's a 'Hint' and a toolbar with buttons like 'More', 'Less', 'Copy from', 'Paste to', and 'Propagate field to'. The 'Propagate field to' dropdown is set to 'Lines below'. Below the toolbar is a table with 11 rows of equipment data. The first row is highlighted with a darker border, indicating it's selected.

Equipment Identification						Equipment Pro
Equipment ID	Equipment Description	Manufacturer	Other ID	Status	Comment	PC Model
1 20DQCERN000001	Trigger & DAQ - Computers					
2 20DQCERN000002	Trigger & DAQ - Computers					
3 20DQCERN000003	Trigger & DAQ - Computers					
4 20DQCERN000004	Trigger & DAQ - Computers					
5 20DQCERN000005	Trigger & DAQ - Computers					
6 20DQCERN000006	Trigger & DAQ - Computers					
7 20DQCERN000007	Trigger & DAQ - Computers					
8 20DQCERN000008	Trigger & DAQ - Computers					
9 20DQCERN000009	Trigger & DAQ - Computers					
10 20DQCERN000010	Trigger & DAQ - Computers					
11 20DQCERN000011	Trigger & DAQ - Computers					

Figura 5.3: Propagação de valores para outras linhas.

Na mesma interface, na figura 5.4a, a primeira linha da tabela foi selecionada, pressionando-se o número à esquerda da linha. A linha toda fica envolta por uma borda de cor mais forte, indicando a seleção. Ao selecionar o botão *Copy from selected lines*, o sistema copia os valores de todos os campos da linha selecionada e habilita o botão *Paste to selected lines*. Na figura 5.4b, um conjunto de linhas

foi selecionado: a linha 3 foi selecionada e, pressionando-se a tecla *SHIFT*, a linha 7 também foi selecionada, propagando a seleção para todas as outras linhas no intervalo entre estas duas. Ao selecionar o botão *Paste to selected lines*, os valores copiados da linha 1 foram colados nas linhas da seleção da figura 5.4b. O sistema pergunta se o usuário deseja incrementar o valor de todos os campos que podem ser incrementados nesta interface. No exemplo, os campos *Equipment ID* e *Other ID* são incrementados.

Hint: Click on a line number to select/unselect the respective line.
To select MULTIPLE lines, press CONTROL or SHIFT while selecting.

Show submission window Copy from Paste to selected lines Propagate field to: File to import: Browse...
Lines from to Lines above
More Less 5 line(s) Delete Clear selected lines File type: CSV Load data here Import to repository

Equipment Identification						Equipment Properties
Equipment ID	Equipment Description	Manufacturer	Other ID	Status	Comment	PC Model
1	20DQ CERN000001 Trigger & DAQ - Computers	DELL	TRIGGER DAQ 001	Installed		
2	20DQ CERN000001 Trigger & DAQ - Computers					
3	20DQ CERN000001 Trigger & DAQ - Computers					

(a)

Hint: Click on a line number to select/unselect the respective line.
To select MULTIPLE lines, press CONTROL or SHIFT while selecting.

Show submission window Copy from Paste to selected lines Propagate field to: File to import: Browse...
Lines from to Lines above
More Less 5 line(s) Delete Clear selected lines File type: CSV Load data here Import to repository

Equipment Identification						Equipment Properties
Equipment ID	Equipment Description	Manufacturer	Other ID	Status	Comment	PC Model
1	20DQ CERN000001 Trigger & DAQ - Computers	DELL	TRIGGER DAQ 001	Installed		
2	20DQ CERN000001 Trigger & DAQ - Computers					
3	20DQ CERN000002 Trigger & DAQ - Computers	DELL	TRIGGER DAQ 002	Installed		
4	20DQ CERN000003 Trigger & DAQ - Computers	DELL	TRIGGER DAQ 003	Installed		
5	20DQ CERN000004 Trigger & DAQ - Computers	DELL	TRIGGER DAQ 004	Installed		
6	20DQ CERN000005 Trigger & DAQ - Computers	DELL	TRIGGER DAQ 005	Installed		
7	20DQ CERN000006 Trigger & DAQ - Computers	DELL	TRIGGER DAQ 006	Installed		
8	20DQ CERN000001 Trigger & DAQ - Computers					
9	20DQ CERN000001 Trigger & DAQ - Computers					

(b)

The page at <https://atglance.web.cern.ch> says:

Would you like to increment the following columns while pasting?
=> Equipment ID
=> Other ID

Cancel OK

Figura 5.4: a) Cópia de uma ou mais linhas. b) Colagem de valores copiados em uma ou mais linhas.

Prosseguindo com o mesmo exemplo, para demonstrar a validação das entradas de dados, a tabela foi editada como na figura 5.5: as propriedades numéricas *Length*, *Width* e *Height* foram preenchidas com valores não numéricos. *Weight* foi preenchida com um valor numérico. O campo *Installation Date* foi preenchido com um formato diferente do recomendado para data. E o campo de preenchimento obrigatório *Equipment ID* de algumas linhas foi apagado. Ao pressionar o botão *Submit* para realizar a inserção na base de dados, o sistema realiza uma validação antes de

enviar os dados ao servidor. As mensagens geradas estão apresentadas na figura 5.5. O usuário deve corrigir os problemas relatados antes de tentar enviar os dados novamente.

Please, verify the following error(s) before submitting:
 At line 1, column 'Installation Date (YYYY-MM-DD)': Please, enter a valid date in the format "YYYY-MM-DD" or "YYYY/MM/DD".
 At line 1, column 'Length [mm]': Please, enter a numeric value.
 At line 1, column 'Width [mm]': Please, enter a numeric value.
 At line 1, column 'Height [mm]': Please, enter a numeric value.
 At line 2, column 'Equipment ID': Field must be not empty. Please, fill it.
 At line 7, column 'Equipment ID': Field must be not empty. Please, fill it.
 At line 8, column 'Equipment ID': Field must be not empty. Please, fill it.
 At line 9, column 'Equipment ID': Field must be not empty. Please, fill it.

Installation Date (YYYY-MM-DD)	Length [mm]	Width [mm]	Height [mm]	Weight [kg]	Object Dimension Survey	Commissioning	M
20091011	AB	ABC	DE	4.0			

Figura 5.5: Validação de dados pelo sistema.

A figura 5.6 apresenta um modelo de arquivo Excel do MTF para o perfil do exemplo. Os valores para *Manufacturer* e *Status* foram colados nas outras linhas. Na figura 5.7, em *File to import*, o arquivo em questão foi selecionado e o tipo de arquivo determinado como *MTF Excel*. Arquivos CSV e Excel também podem ser utilizados. Duas opções são possíveis: *Load data here* carrega os dados do arquivo na interface para edição e *Import to repository* envia os dados como estão no arquivo para o repositório, após realizar a validação. A figura 5.7 apresenta os dados carregados na interface. Quando os dados estiverem prontos para serem submetidos ao repositório, o usuário deve preencher seus dados de autenticação e pressionar o botão *Submit*. A figura 5.8a apresenta uma inserção com erros, ao atualizar o *Status* de alguns equipamentos para um valor não aceito pelo MTF. O sistema especifica o erro para cada registro e permite ao usuário voltar para a interface de edição e corrigir os problemas relatados pressionando *Back to insertion*. Em particular, a figura 5.8b apresenta uma inserção bem sucedida. O sistema especifica quantos novos registros foram inseridos e quantos registros foram apenas atualizados.

Trigger & DAQ - Computers						
Identification					Properties	
Equipment ID	Other ID	Manufacturer	Status	Comment	PC Model	PC Serial Number
(CERN ID)						
20DQCERN000501	TRIGGER_DAQ_001	ELON	For repair			SN0001
20DQCERN000502	TRIGGER_DAQ_002					SN0002
20DQCERN000503	TRIGGER_DAQ_003					SN0003
20DQCERN000504	TRIGGER_DAQ_004					SN0004
20DQCERN000505	TRIGGER_DAQ_005					SN0005
20DQCERN000506	TRIGGER_DAQ_006					SN0006
20DQCERN000507	TRIGGER_DAQ_007					SN0007
20DQCERN000508	TRIGGER_DAQ_008					SN0008
20DQCERN000509	TRIGGER_DAQ_009					SN0009
20DQCERN000510	TRIGGER_DAQ_010					SN0010
20DQCERN000511	TRIGGER_DAQ_011					SN0011
20DQCERN000512	TRIGGER_DAQ_012					SN0012
20DQCERN000513	TRIGGER_DAQ_013					SN0013
20DQCERN000514	TRIGGER_DAQ_014					SN0014
20DQCERN000515	TRIGGER_DAQ_015					SN0015
20DQCERN000516	TRIGGER_DAQ_016					SN0016

Figura 5.6: Arquivo Excel com dados de equipamentos do perfil *Trigger and DAQ - Computers*.

Creation of Trigger & DAQ - Computers in MTF

Hint: Click on a line number to select/unselect the respective line.
To select MULTIPLE lines, press CONTROL or SHIFT while selecting.

Show submission window

 selected lines
 Propagate field to: Lines from to
 File to import:

Equipment Identification							Equipment
Equipment ID	Equipment Description	Manufacturer	Other ID	Status	Comment	PC M	
1	20DqCERN000501	Trigger & DAQ - Computers	ELONEX SA	TRIGGER_DAQ_001	For repair		
2	20DqCERN000502	Trigger & DAQ - Computers	ELONEX SA	TRIGGER_DAQ_002	For repair		
3	20DqCERN000503	Trigger & DAQ - Computers	ELONEX SA	TRIGGER_DAQ_003	For repair		
4	20DqCERN000504	Trigger & DAQ - Computers	ELONEX SA	TRIGGER_DAQ_004	For repair		
5	20DqCERN000505	Trigger & DAQ - Computers	ELONEX SA	TRIGGER_DAQ_005	For repair		
6	20DqCERN000506	Trigger & DAQ - Computers	ELONEX SA	TRIGGER_DAQ_006	For repair		
7	20DqCERN000507	Trigger & DAQ - Computers	ELONEX SA	TRIGGER_DAQ_007	For repair		
8	20DqCERN000508	Trigger & DAQ - Computers	ELONEX SA	TRIGGER_DAQ_008	For repair		
9	20DqCERN000509	Trigger & DAQ - Computers	ELONEX SA	TRIGGER_DAQ_009	For repair		
10	20DqCERN000510	Trigger & DAQ - Computers	ELONEX SA	TRIGGER_DAQ_010	For repair		
11	20DqCERN000511	Trigger & DAQ - Computers	ELONEX SA	TRIGGER_DAQ_011	For repair		
12	20DqCERN000512	Trigger & DAQ - Computers	ELONEX SA	TRIGGER_DAQ_012	For repair		

Figura 5.7: Importação de dados de arquivo Excel do MTF.

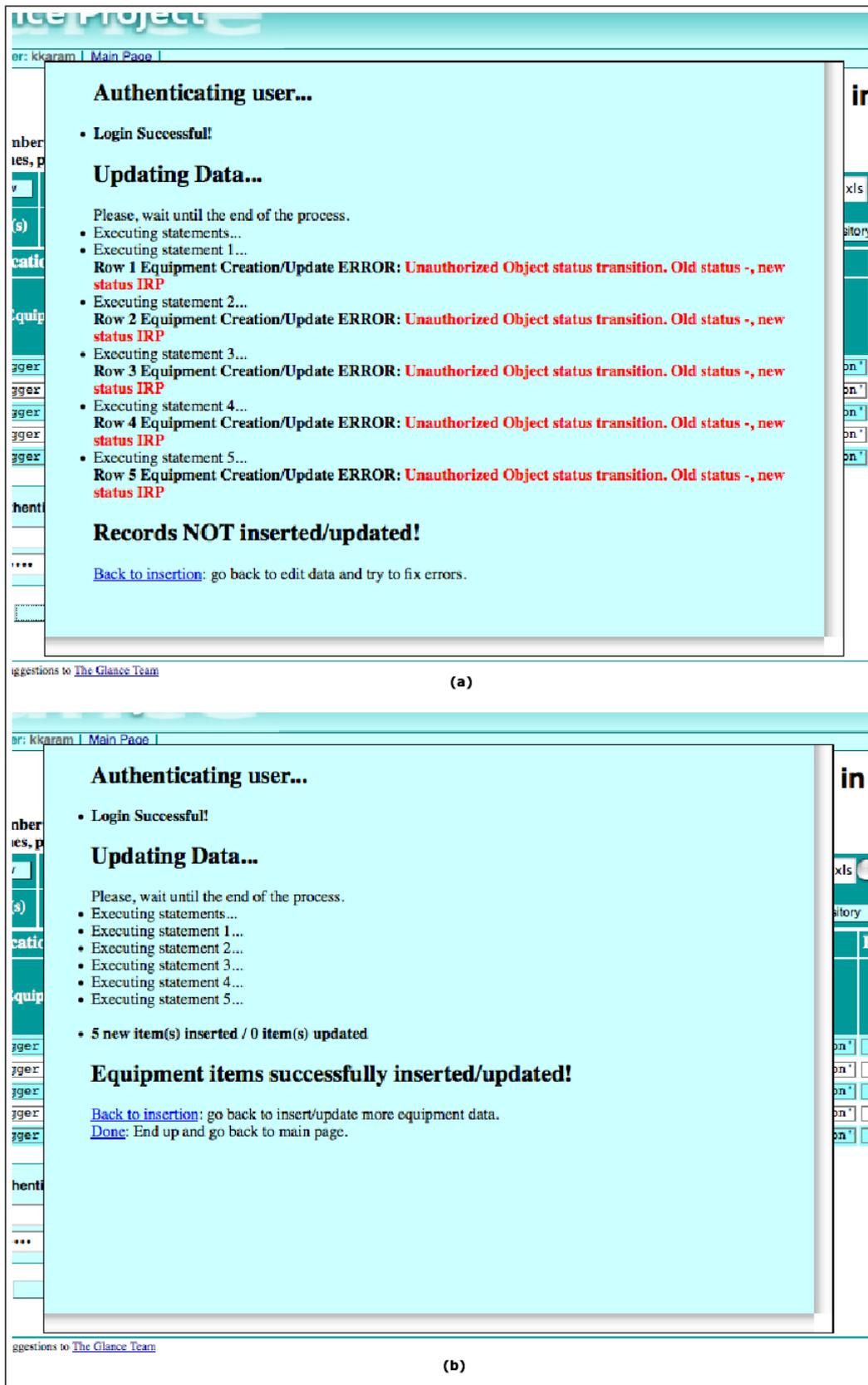


Figura 5.8: a) Erros durante a inserção de dados. b) Inserção de dados bem-sucedida.

5.2 Rastreamento de Equipamentos

O módulo de rastreamento de equipamentos exige autenticação prévia do usuário, que deve usar as credenciais de sua conta da rede do CERN. Após a autenticação do usuário, o sistema apresenta uma tela para busca de equipamentos (figura 5.9). A busca pode ser realizada por localização ou pelo código do equipamento. Um leitor de código de barras pode ser utilizado para ler a etiqueta de um equipamento. Os resultados da busca são apresentados em uma tabela, logo abaixo do formulário de busca.

The Glance Project

Project documentation | User's Guide | FAQ

User: kkaram | Logout

ATLAS Equipment Traceability

[Search Equipment](#) | [Register New Equipment](#) | [Set Radiation Background](#) | [Close all tabs](#) | [Save All](#) | [Manage User Roles](#)

Equipment Search

Equipment ID:

Location:

[Detailed search](#) |

No label stuck to the equipment? [Generate a new ID](#)

Equipment ID	Description	Other ID	Modified On	Modified By	Responsible	Equipment Type	Location	System
21TYCER0000246	soupage PSV 4859		2009/04/07 10:00:31	FBALS	CFABRE	Standard Type	BLDG 130 LAr Proximity Services	
21TYCER0000363	Beam pipe support	JIT	2009/05/07 15:37:20		LEPEULEP	Standard Type	BLDG 130 Vacuum Beam	
21TYCER0000372	Safety valve PSV9803		2009/05/08 10:08:57	CFABRE	CFABRE	safety valve	BLDG 130 LAr Proximity Services	
21TYCER0000469	Capteur pression	PT4010	2009/07/30 16:22:10	FLMIACO	CFABRE	Standard Type	BLDG 130 LAr Proximity Services	
21TYCER0000470	Soupage SV3422	10361	2009/07/30 15:20:18	FLMIACO	CFABRE	Standard Type	BLDG 130 LAr Proximity Services	
21TYCER0000471	Soupage SV3421	10360	2009/07/30 15:20:19	FLMIACO	CFABRE	Standard Type	BLDG 130 LAr Proximity Services	
21TYCER0000472	Soupage SV3420	10359	2009/07/30 15:20:20	FLMIACO	CFABRE	Standard Type	BLDG 130 LAr Proximity Services	
21TYCER0000500	soupage 10146		2009/05/11 15:12:44	LEBOUBE	CFABRE	safety valve	BLDG 130 LAr Proximity Services	
21TYCER0000601	soupage SV3462 21EXCERA00VEN6		2009/09/08 11:20:52	CFABRE	CFABRE	safety valve	BLDG 130 LAr Proximity Services	

Total of lines: 9

Please send your comments and suggestions to [The Glance Team](#)

Figura 5.9: Busca de equipamentos para o rastreamento.

Ao selecionar um equipamento da tabela retornada pela busca, o sistema apresenta uma outra tela com os detalhes do equipamento, como na figura 5.10: propriedades, localização, histórico de posições e histórico de medidas de nível de radiação. A partir da tabela, é possível selecionar outros equipamentos. Todos os equipamentos ficam acessíveis através de abas no topo da tela. O usuário pode alternar entre os detalhes de um equipamento e outro e entre outras funcionalidades do sistema (busca, inserção, etc).

21TYCER0000469 ✖ 21TYCER0000500 ✖ 20MRRM1P200180 ✖ 21TYCER0

Print Equipment Label

Equipment Information

Equipment ID	21TYCER0000500
Description	soupage 10146
Other ID	
Registration Date	2009/05/11 15:09:13
Equipment Responsible	CFABRE <input type="button" value="Change"/>
ATLAS System	Lar Proximity services
Equipment Type	safety valve <input type="button" value="New"/>
Weight (kg)	.2
Material	brass
Length [mm]	200
Width [mm]	15
Height [mm]	

Position

Current Position	BLDG 130	<input type="button" value="Set original position"/>
New position		<input type="button" value="Set destination"/>

Position History

Valid Until	Location
2009/05/11 15:12:44	HS_USA_Level_0

Radiation- SX1 / ULX15

Current radiation thresholds: 96.39 cps
Updated on: 2009/10/08 10:03:05
Updated by: FLIMIACO

External Probe [cps]	Username	Measurement Date	Location
Background Level	LEBOUBE	2009/05/11 15:14:36	ULX15

Please send your comments and suggestions to [The Glance Team](#)

Figura 5.10: Visualização e edição dos detalhes de um equipamento.

Na visualização dos detalhes de um equipamento, o usuário pode editar as propriedades do equipamento e o tipo de equipamento. Pressionando o botão *Set original position* ou o botão *Set destination*, o usuário pode selecionar uma posição de origem ou de destino para o equipamento, respectivamente. As figuras 5.11a e b apresentam a interface para essa seleção. O usuário pode selecionar uma zona de armazenamento

de equipamentos em *Select a Zone* ou especificar uma Posição Funcional na representação em 3D da geometria do detector. A interface em 3D é apresentada pelo ATLASeditor3D [40], um aplicativo utilizado pela TCn. O sistema envia a identificação do equipamento para o ATLASeditor3D e recebe a posição selecionada pelo usuário.

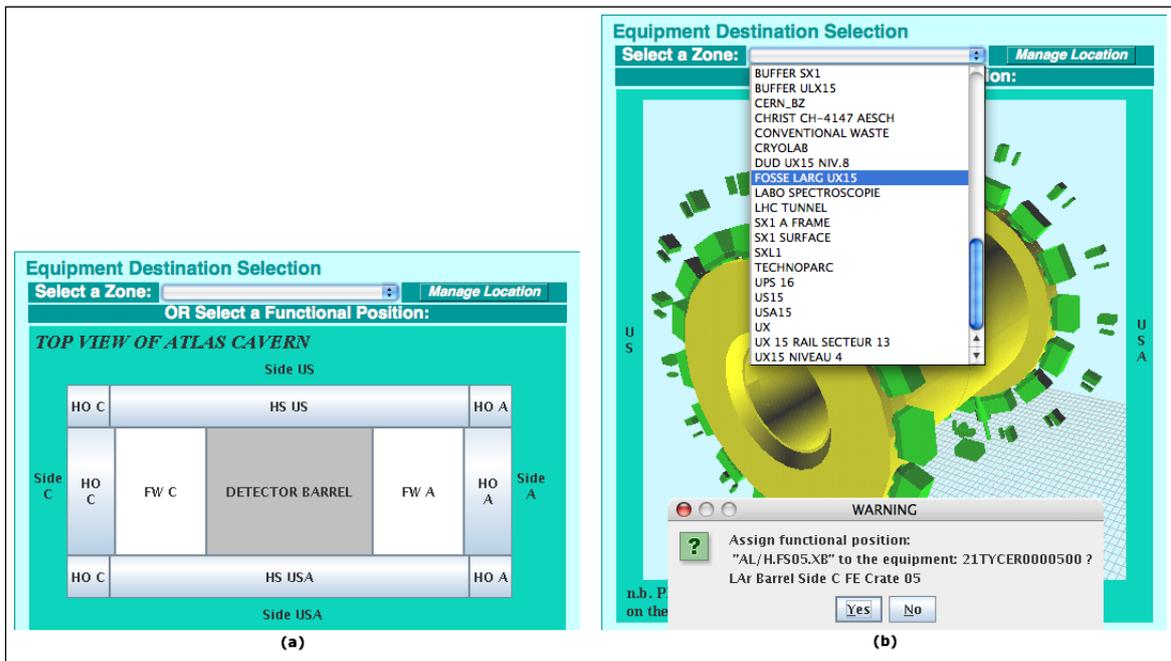


Figura 5.11: Seleção da localização de um equipamento.

Computadores instalados nos acessos à área experimental do ATLAS, para acesso ao sistema de gerência, possuem aparelhos medidores de nível de radiação instalados. O sistema comunica-se com um aplicativo que recebe sinais desses medidores. Pressionando o botão *Insert new measurement*, o usuário pode realizar uma medida do nível de radiação do equipamento (figura 5.12). O valor medido pode ser automaticamente lido pelo sistema ou informado manualmente na interface.

O botão *Print Equipment Label* dá acesso à funcionalidade de impressão de etiquetas (figura 5.13). Duas etiquetas podem ser impressas: uma para identificação do equipamento, com o código de barras, e outra com informações para o rastreamento: posição de origem, local de destino e nível de radiação do equipamento.

Figura 5.12: Formulário para especificação do nível de radiação medido de um equipamento.

Label Print	
Equipment ID	21TYCER0000500
Radiation Dose	Background Level
Last Position	BLDG 130
Destination	AL/H.FL04.L12.XB

21TYCER0000500

PRINT THE EQUIPMENT BARCODE PRINT THE EQUIPMENT TRACEABILITY

Equipment ID: 21TYCER0000500
 Origin: BLDG 130 Destination: AL/H.FL04.L12.XB
 Radiation: Background Level Date: 11/10/2009

Figura 5.13: Impressão de etiquetas para identificação e rastreamento de equipamentos.

Para equipamentos ainda não registrados, uma identificação pode ser gerada automaticamente, em função de alguns atributos da peça. A figura 5.14 mostra a interface onde o usuário deve informar esses atributos: projeto (detector ATLAS, infraestrutura do detector, entre outros), sistema e subsistema (como os subdetectores do ATLAS e seus componentes) e instituto responsável. Um prefixo para o número sequencial também pode ser especificado. O sistema realiza uma busca na base de dados por equipamentos do mesmo tipo. Em função dos equipamentos já registrados, o sistema determina o próximo número sequencial para o código do novo equipamento.

The screenshot displays the 'ATLAS Equipment Traceability' web interface. At the top, there is a navigation bar with links: 'Search Equipment', 'Register New Equipment', 'Set Radiation Background', 'Close all tabs', 'Save All', and 'Manage User Roles'. Below this, the main content area is titled 'ATLAS Part ID definition'. It contains a form with the following fields: 'Project' (dropdown menu with 'ATL-ATLAS Detector' selected), 'System' (dropdown menu with 'Tile Calorimeter' selected), 'Subsystem' (dropdown menu with 'Barrel' selected), 'Institute' (text input field with 'Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)' entered), and 'Prefix' (text input field with 'PF' entered). Below the form, there is a 'Generate Part ID' button and a text box displaying the generated ID '20LBRIOPF00001'. At the bottom of the form area, there is a 'Register new equipment >>' button.

Figura 5.14: Geração automática de identificação para novo equipamento.

Após obter o código de identificação para o novo equipamento, o usuário pode inserir os dados para o registro. A figura 5.15 apresenta a interface para criação de um novo equipamento. Depois de inserido, o sistema apresenta a interface, como na figura 5.10, onde o usuário pode realizar as operações já descritas para a nova peça. A qualquer momento, o usuário seleciona *Save All* para salvar as modificações na base de dados. Como na figura 5.16, o sistema confirma a atualização dos dados.

Um manual de usuário em inglês está disponível em http://atglance.web.cern.ch/atglance/atlas_track/EquipmentTraceabilityManualv6.pdf. Um FAQ (*Frequently Asked Questions*, também em inglês, pode ser encontrado em http://atglance.web.cern.ch/atglance/atlas_track/faq.html.

ATLAS Equipment Traceability

[Search Equipment](#) | [Register New Equipment](#) | [Set Radiation Background](#) | [Close all tabs](#) | [Save All](#) | [Manage User Roles](#)

Insertion of New ATLAS Equipment

[Manage Equipment Types](#)

Equipment Identification		Equipment Properties	
Equipment ID	20LBRIOPF00001	ATLAS System	Tile Calorimeter
Equipment Description	Test Part	Equipment Type	Tile Finger - LVPS
Other ID	TEST_KAIO	Length [mm]	175
		Width [mm]	175
		Height [mm]	175
		Weight [kg]	4.3
		Material	Electronics/Al heat sink/Flat flex foils

NICE authentication

Username:

Password:

Figura 5.15: Registro de um novo equipamento.

ATLAS Equipment Traceability

[Search Equipment](#) | [Register New Equipment](#) | [Set Radiation Background](#) | [Close all tabs](#) | [Save All](#) | [Manage User Roles](#)

| | | |

Equipment Information

Equipment ID: 21TYCER0000379

Description: chape bridge truck

Other ID: cote CUS

Registration Date: 2009/05/18 10:21:14

Equipment Responsible: FBAS

ATLAS System: General Infrastructures & Services

Equipment Type: Standard Type

Weight (kg):

Material:

Length [mm]:

Width [mm]:

Height [mm]:

Position

Current Position: UX 15 RAIL SECTEUR 13

New position:

Position History

Radiation - SX1 / ULX15

Current radiation thresholds: 96.39 cps

Updated on: 2009/10/08 10:03:05

Updated by: FLIMIACO

The page at http://atglance.web.cern.ch says:

All equipment data was successfully updated.

Figura 5.16: Envio das modificações para a base de dados.

5.3 Alarmes de Segurança

O módulo de segurança do sistema apresenta a configuração dos alarmes implementados no detector com o DSS. Uma lista apresenta todos os alarmes para seleção. Como mostrado na figura 5.17, o sistema recupera os dados do alarme selecionado e mostra as seguintes informações:

ATLAS DSS Alarms Details

Alarm name: [All Alarms Summary](#)

[HTML](#) | [CSV English](#) | [CSV Latin](#)
[Search by system](#)

Alarm:

- Name: AL_SN2_Smoke_LAR_ECA_Zone_08_13
- Status: TESTED
- Alarm ENABLED
- Input Relation: TRUE
- Acknowledge procedure: [ATC-TY-OP-0011](#)
- ACTIONS ENABLED
- Alarm UNMASKED

Input Sensors:

Name	Latency [s]	Status	Inhibit	Document
DI SN2_Smoke_LAR_ECA_Zone_08_13_Y1405S2	0	TESTED	ENABLED	ATC-TY-ES-0004

Total of Input Sensors: 1

Output Actions:

Name	Delay [s]	Status	Inhibit	Document
O_LAR_ECA_HEC_HV_Y2619A2	0	TESTED	ENABLED	
O_LAR_ECC_HEC_HV_Y2819A2	0	TESTED	ENABLED	
O_LAR_EndcapA_FELV_Y2616A2	120	TESTED	ENABLED	
O_LAR_EndcapA_FELV_Y2716A2	120	TESTED	ENABLED	
O_LAR_HEC_FELV_Y2616A2				

Total of Actions: 5

Alarm History:

Name	Type	Class	Time
AL_SN2_Smoke_LAR_ECA_Zone_08_13	MODIFIED	CONFIG	Sunday , 23 August 2009 19:39:36 CET
AL_SN2_Smoke_LAR_ECA_Zone_08_13	ACTIONS_ENABLED	GLIMOS	Friday , 29 May 2009 16:25:39 CET
AL_SN2_Smoke_LAR_ECA_Zone_08_13	ALARM_WENT	EVENT	Friday , 29 May 2009 11:26:00 CET
AL_SN2_Smoke_LAR_ECA_Zone_08_13	ALARM_ACKNOWLEDGED	EVENT	Friday , 29 May 2009 11:25:50 CET
AL_SN2_Smoke_LAR_ECA_Zone_08_13	ACKNO_REQUESTED	U_I	Friday , 29 May 2009 11:25:48 CET
AL_SN2_Smoke_LAR_ECA_Zone_08_13	ALARM_CAME	EVENT	Friday , 29 May 2009 11:25:44 CET
AL_SN2_Smoke_LAR_ECA_Zone_08_13	ACTIONS_DISABLED	GLIMOS	Friday , 29 May 2009 07:18:46 CET
AL_SN2_Smoke_LAR_ECA_Zone_08_13	ALARM_ACKNOWLEDGED	EVENT	Wednesday , 19 November 2008 08:22:38 CET
AL_SN2_Smoke_LAR_ECA_Zone_08_13	ALARM_WENT	EVENT	Wednesday , 19 November 2008 08:22:37 CET
AL_SN2_Smoke_LAR_ECA_Zone_08_13	ACKNO_REQUESTED	U_I	Wednesday , 19 November 2008 08:22:37 CET

Figura 5.17: Visualização da matriz de alarmes de segurança.

1) atributos gerais sobre o alarme, como nome, estado, se está habilitado ou não, se as saídas do alarme estão habilitadas ou não; 2) uma conexão para a documentação sobre o alarme; 3) uma lista das condições de entrada, com os respectivos tempos de persistência, estado e conexões para documentação; 4) uma

Alarm Name	User Defined Status	Inhibit Status	List of Digital Inputs (with latency)	List of Actions (with delay)
AL_AL3_FG_SGX1_DistributionRoom	CREATED	NOT_INHIBITED	DI_AL3_FG_SGX1_DistributionRoom_SGGAZ00158: 0 s	O_MUN_TGC_Power_Y0311A1: 600 s
AL_AL3_FG_SGX1_MixingRoom	CREATED	NOT_INHIBITED	DI_AL3_FG_SGX1_MixingRoom_SGGAZ00158: 0 s	O_MUN_TGC_Power_Y0311A1: 600 s
AL_AL3_FG_SGX1_NPentaneRoom	CREATED	NOT_INHIBITED	DI_AL3_FG_SGX1_NPentaneRoom_SGGAZ00158: 0 s	O_MUN_TGC_Power_Y0311A1: 600 s
AL_AL3_FG_USA15_GasMixingRoom	CREATED	NOT_INHIBITED	DI_AL3_FG_USA15_GasMixingRoom_Y1519A2: 0 s	O_MUN_GAZ_TGC_SwitchOff: 0 s, O_MUN_TGC_Power_Y0311A1: 600 s
AL_AL3_FG_UX15_BigWheelA	CREATED	NOT_INHIBITED	DI_AL3_FG_UX15_BigWheelA_Y1519A2: 0 s	O_INF_MUN_Power_Y0805S2: 20 s, O_INF_Power_EXD107: 20 s, O_MUN_GAZ_TGC_SwitchOff: 0 s, O_MUN_MDTCS_C_Power_Y3019A1: 0 s, O_MUN_RPC_Power_Y3019A1: 0 s, O_MUN_TGC_Power_Y0311A1: 0 s
AL_AL3_FG_UX15_BigWheelATrench	CREATED	NOT_INHIBITED	DI_AL3_FG_UX15_BigWheelATrench_Y1519A2: 0 s	O_INF_MUN_Power_Y0805S2: 20 s, O_INF_Power_EXD107: 20 s, O_MUN_GAZ_TGC_SwitchOff: 0 s, O_MUN_MDTCS_C_Power_Y3019A1: 0 s, O_MUN_RPC_Power_Y3019A1: 0 s, O_MUN_TGC_Power_Y0311A1: 0 s
AL_AL3_FG_UX15_BigWheelC	CREATED	NOT_INHIBITED	DI_AL3_FG_UX15_BigWheelC_Y1519A2: 0 s	O_INF_MUN_Power_Y2605S2: 20 s, O_INF_Power_EXD209: 20 s, O_MUN_GAZ_TGC_SwitchOff: 0 s, O_MUN_MDTCS_C_Power_Y3019A1: 0 s, O_MUN_RPC_Power_Y3019A1: 0 s, O_MUN_TGC_Power_Y0311A1: 0 s
AL_AL3_FG_UX15_BigWheelCTrench	CREATED	NOT_INHIBITED	DI_AL3_FG_UX15_BigWheelCTrench_Y1519A2: 0 s	O_INF_MUN_Power_Y2605S2: 20 s, O_INF_Power_EXD209: 20 s, O_MUN_GAZ_TGC_SwitchOff: 0 s, O_MUN_MDTCS_C_Power_Y3019A1: 0 s, O_MUN_RPC_Power_Y3019A1: 0 s, O_MUN_TGC_Power_Y0311A1: 0 s
AL_AL3_FG_UX15_HSUSLevel4	CREATED	NOT_INHIBITED	DI_AL3_FG_UX15_HSUSLevel4_Y1519A2: 0 s	O_MUN_GAZ_TGC_SwitchOff: 0 s, O_MUN_TGC_Power_Y0311A1: 600 s
AL_AL3_ODH_SGX1_GasRoomorGallery	CREATED	NOT_INHIBITED	DI_AL3_ODH_SGX1_SGGAZ00158: 0 s	
AL_AL3_ODH_USA15_CoolingArea	CREATED	NOT_INHIBITED	DI_AL3_ODH_USA15_CoolingArea_Y1519A2: 0 s	

Figura 5.18: Resumo de todos os alarmes de segurança do detector.

lista das ações de saída, com os respectivos tempos de latência, estado e conexões para documentação; 5) o histórico (*logbook*) do alarme, com ativações do alarme e modificações realizadas pelos usuários.

O sistema provê uma tabela com informações sobre todos os alarmes, incluindo as entradas (com persistências) e saídas (com latências) de cada alarme, como na figura 5.18. Esta tabela pode ser exportada em formato CSV. Uma interface de busca para essa tabela, apresentada na figura 5.19, permite filtrar os alarmes por subsistema do detector.

ATLAS DSS Alarms Summary

Attribute	Operator	Value
System	is	All

Match all the rules Match any of the the

View results as:

• To export the complete table in CSV format, select "Export" in the "View results as" field, leave the operator field and the value field with the default values.

• To retrieve the complete table, apply the search interface with the default values.

Figura 5.19: Interface de busca de alarmes.

Capítulo 6

Conclusão

Este projeto tomou como ponto de partida o problema da gerência de equipamentos em projetos de grande porte e alta complexidade. Especificamente, consideramos um experimento de física de partículas, o ATLAS, para o qual um grande detector de partículas foi construído por uma colaboração internacional, formada por grupos heterogêneos. Físicos, informáticos e engenheiros de diversas áreas interagem para a construção das diferentes partes do equipamento. Foram identificados três aspectos principais no problema em questão: o gerenciamento de dados, o rastreamento de peças e a segurança do equipamento. Para resolver os problemas definidos, um Sistema de Informação foi especificado e, assim, projetado. O sistema proposto divide-se em três grandes módulos: inserção e atualização de dados, rastreamento de equipamentos e monitoramento de alarmes de segurança.

O sistema utiliza tecnologia Web, que é adequada à natureza geograficamente dispersa da colaboração ATLAS. A arquitetura do sistema define os componentes Manipuladores de Dados, Fontes de Dados e Transformações. Todos estes componentes são fracamente acoplados. Isso facilita a manutenção, o que é uma característica desejável em qualquer projeto de software, ainda mais para o ATLAS, que deve operar por 10 anos ou mais. A possibilidade de surgimento e utilização de novas tecnologias no decorrer do longo tempo do projeto cria a necessidade de um sistema escalável. Segundo a arquitetura definida, novos componentes dos tipos citados podem ser projetados e acoplados ao sistema, bastando implementar a interface com o núcleo do sistema, independentemente dos outros componentes existentes. A escolha de

um formato padrão para troca de dados facilita a comunicação entre sistemas. O uso do XML, que é um padrão amplamente aceito e empregado, potencializa ainda mais a troca de informações com outros sistemas.

A utilização do sistema implementado descentralizou o gerenciamento de dados dos equipamentos do ATLAS. Os membros da colaboração puderam inserir dados diretamente, sem intermédio da Coordenação Técnica (TCn) do ATLAS. A interface do sistema orienta o usuário, refletindo as características dos equipamentos, encapsulando os detalhes das diferentes tecnologias utilizadas e efetuando uma validação prévia das entradas de dados. O módulo de rastreamento, instalado, inclusive, em locais de acesso à área experimental do ATLAS, permitiu atualizar as bases de dados de forma *online*, ou seja, no momento do deslocamento/transporte dos equipamentos, garantindo a consistência dos dados armazenados. O sistema ainda orienta o usuário na realização dos procedimentos necessários ao rastreamento, como medição de nível de radiação, determinação da localização dos equipamentos, identificação, transporte por pessoal autorizado, entre outros. O módulo de segurança permite monitorar, inclusive remotamente, todos os alarmes para a segurança do detector. O sistema reflete a configuração de cada alarme e lista o histórico de ativação dos mesmos.

As características do ambiente estudadas neste projeto não são exclusivas a organizações como o CERN e o ATLAS. Atualmente, muitos grupos de pesquisa científica são formados por membros geograficamente dispersos, especializados em diferentes áreas do conhecimento, colaborando em projetos multidisciplinares. Com a globalização da economia, muitas empresas privadas estenderam seus domínios em operações transnacionais, em busca de melhor aproveitamento dos mercados disponíveis. Estas empresas instalaram os setores de sua produção (como criação, manufatura e administração) em diferentes países. Assim como na pesquisa científica, todos esses grupos geograficamente dispersos devem comunicar-se.

A especificação e a montagem de sistemas complexos, como aeronaves e plantas químicas, está presente na indústria há muitos anos. Esses projetos também são multidisciplinares, envolvendo, por exemplo, engenheiros de várias áreas como

mecânica, química, naval, eletrônica, cientistas e engenheiros de computação, entre outros. Pela complexidade, os sistemas a serem construídos são sempre divididos em projetos menores, cada um sob a responsabilidade de uma equipe diferente. As equipes comumente utilizam tecnologias distintas para o armazenamento de dados e implementam soluções distintas para seus sistemas de informação. Não raro, os dados devem ser integrados/relacionados e os sistemas devem comunicar-se. Assim, o sistema criado para o ATLAS pode ser adaptado e aplicado em outros contextos com características similares.

O desenvolvimento do Sistema de Gerência de Equipamentos partiu do sistema Glance, desenvolvido pelo grupo do projeto de colaboração entre a UFRJ e o CERN, junto à TCn do ATLAS. O Glance, que permite acessar dados de bases de dados heterogêneas, independente de modelos de dados e tecnologias específicas, foi estendido pelo aluno para inserir e atualizar dados da mesma forma. Os módulos de Rastreamento e de Alarmes de Segurança do Sistema de Gerência utilizam o Glance em operações de busca, inserção e atualização de dados.

Atualmente, o Glance é utilizado por outros sistemas desenvolvidos pelo mesmo grupo do Brasil e em uso no CERN. Um exemplo é o Tile DCS Web System [41], um sistema para monitorar dados não-físicos do Calorímetro de Telhas do ATLAS. Dados como tensões elétricas e temperaturas são acessados por esse sistema, através do Glance. No âmbito do Projeto Glance, outros sistemas foram desenvolvidos com a TCn do ATLAS, a saber: o ATLAS Membership, um sistema para a gerência dos membros da colaboração ATLAS e qualificação de autores; o ATLAS Appointments, um sistema para gerenciamento dos cargos e nomeações da colaboração. Outros sistemas, ainda, encontram-se em desenvolvimento: o ATLAS SCAB (*Speakers Committee Advisory Board*), que apóia a escolha de palestrantes do ATLAS, e o ATLAS Analysis Follow-up, que apóia o processo de aprovação de análises e publicações do ATLAS.

Os sistemas desenvolvidos e em desenvolvimento implementam diferentes visões e processos sobre conjuntos de dados distintos. Todos esses sistemas estão apoiados em um sistema único de gerência e manutenção de dados, o sistema Glance. Tendo

esse trabalho como base, e a experiência adquirida pelo grupo, uma proposta de trabalho futuro é a transformação do sistema Glance em um framework genérico de criação de sistemas/aplicativos. O Glance forneceria serviços independentes de leitura de dados, inserção/alteração de dados, integração de dados, autenticação de usuários, criação de interfaces de busca e de inserção, importação/exportação de dados e operação sobre dados. Desse modo, sistemas de propósito específico poderão ser criados através de uma dada associação de módulos independentes do Glance.

Referências Bibliográficas

- [1] RATZAN, L., *Understanding information systems: what they do and why we need them*. United States of America, ALA Editions, 2004.
- [2] PRESSMAN, R. S., *Software engineering: a practitioner's approach*, McGraw-Hill series in computer science. 5 ed. McGraw-Hill, 2001.
- [3] “CERN - The European Organization for Nuclear Research”, <http://cern.ch>, 2008, (Acessado em setembro de 2009).
- [4] “LHC - The Large Hadron Collider”, <http://cern.ch/lhc>, 2009, (Acessado em setembro de 2009).
- [5] The ATLAS Collaboration, “The ATLAS Experiment at the CERN Large Hadron Collider”, *J. Instrum.*, v. 3, pp. S08003, 2008.
- [6] “The ATLAS Experiment”, <http://atlas.ch>, 2009, (Acessado em setembro de 2009).
- [7] ATLAS Technical Coordination Team, *ATLAS Technical Coordination - Technical Design Report*, Report ATLAS TDR-13, ATLAS Collaboration, CERN, 1999.
- [8] “ATLAS Tile Calorimeter”, http://atlas.web.cern.ch/Atlas/SUB_DETECTORS/TILE/, 2009, (Acessado em outubro de 2009).
- [9] MAIDANTCHIK, C., GRAEL, F. F., KARAM GALVÃO, K., *et al.*, “The Glance Project”, <http://cern.ch/atglance/>, 2009, (Acessado em outubro de 2009).
- [10] “CERN - A global endeavour”, <http://public.web.cern.ch/public/en/About/Global-en.html>, 2008, (Acessado em setembro de 2009).

- [11] “CERN - LHC Computing”, <http://public.web.cern.ch/public/en/LHC/Computing-en.html>, 2009, (Acessado em setembro de 2009).
- [12] “CERN - Where the Web was born”, <http://public.web.cern.ch/public/en/About/Web-en.html>, 2009, (Acessado em setembro de 2009).
- [13] “CERN - The Standard Model”, <http://public.web.cern.ch/public/en/Science/StandardModel-en.html>, 2008, (Acessado em setembro de 2009).
- [14] “CERN Document Server: Simulated Higgs event to four muons”, <http://cdsweb.cern.ch/record/39451?ln=en>, 2008, (Acessado em setembro de 2009).
- [15] KARAM GALVÃO, K., POMMÈS, K., MOLINA-PÉREZ, J., *et al.*, “Management of Equipment Databases at CERN for the ATLAS Experiment”. In: *Astroparticle, Particle and Space Physics, Detectors and Medical Physics Applications / Proceedings of the 10th Conference*, pp. 781–785, Villa Olmo, Como, Italy, 2007. http://villaolmo.mib.infn.it/ICATPP10th_2007/SoftwareApplications/Karam.pdf.
- [16] MANOLA-POGGIOLI, E., CHALARD, S.-A., DELAMARE, C., *et al.*, “Equipment Manufacturing and Test Data Tracking for the LHC”. In: *Proceedings of EPAC2004*, pp. 596–598, Lucerne, Switzerland, 2004. <http://www.jacow.org/e04/PAPERS/MOPLT026.PDF>.
- [17] “Oracle”, <http://www.oracle.com/>, 2009, (Acessado em setembro de 2009).
- [18] BELTRAMELLO, O., *Radiological Control of Material from the ATLAS Experimental Cavern*, Report ATC-TY-EY-0086, CERN / ATLAS, Geneva, Switzerland, 2008. <https://edms.cern.ch/document/867882/>.
- [19] “Datastream 7i”, <http://www.datastream.net/english/products/datastream7i.aspx>, 2008, (Acessado em setembro de 2009).
- [20] GLEGE, F., “The Rack Wizard, a graphical database interface for electronics configuration”, *9th Workshop on Electronics for LHC Experiments*, pp. 369–372, 2003. <http://cdsweb.cern.ch/record/722103>.

- [21] LÜDERS, S., FLOCKHART, R. B., MORPURGO, G., *et al.*, “The CERN Detector Safety System for the LHC Experiments”. In: *9th biennial International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems*, pp. 569–571, Gyeongju, Korea, 2003. <http://accelconf.web.cern.ch/accelconf/ica03/PAPERS/TH214.PDF>.
- [22] “PVSS - ETM professional control”, http://www.etm.at/index_e.asp?id=2, 2009, (Acessado em outubro de 2009).
- [23] MAIDANTCHIK, C., GRAEL, F. F., KARAM GALVÃO, K., *et al.*, “Glance project: a database retrieval mechanism for the ATLAS detector”. In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN HIGH ENERGY AND NUCLEAR PHYSICS (CHEP '07)*, Victoria, British Columbia, Canada, 2007. <http://www.iop.org/EJ/abstract/1742-6596/119/4/042020/>.
- [24] “MICADO Tools”, <http://micado-tools.web.cern.ch/micado-tools/>, (Acessado em outubro de 2009).
- [25] “COOL”, http://COOL_URL, 2009, (Acessado em outubro de 2009).
- [26] World Wide Web Consortium, “Extensible Markup Language (XML)”, <http://www.w3.org/XML/>, 2009, (Acessado em outubro de 2009).
- [27] “Scientific Linux CERN 4”, <http://linux.web.cern.ch/linux/scientific4/>, 2007, (Acessado em novembro de 2009).
- [28] “The Apache HTTP Server Project”, <http://httpd.apache.org/>, 2009, (Acessado em outubro de 2009).
- [29] “GNU Cgicc”, <http://www.gnu.org/software/cgicc/>, 2009, (Acessado em outubro de 2009).
- [30] WHEELER, D. A., “Program Library HOWTO - Shared Libraries”, <http://www.linux.org/docs/ldp/howto/Program-Library-HOWTO/shared-libraries.html>, 2003, (Acessado em maio de 2009).
- [31] WHEELER, D. A., “Program Library HOWTO - Dynamically Loaded (DL) Libraries”, <http://www.linux.org/docs/ldp/howto/>

- Program-Library-HOWTO/dl-libraries.html, 2003, (Acessado em maio de 2009).
- [32] ISOTTON, A., “C++ dlopen mini HOWTO”, <http://www.linux.org/docs/ldp/howto/C++-dlopen/index.html>, 2006, (Acessado em maio de 2009).
- [33] World Wide Web Consortium, “W3C XHTML2 Working Group Home Page”, <http://www.w3.org/MarkUp/>, 2009, (Acessado em outubro de 2009).
- [34] World Wide Web Consortium, “Cascading Style Sheets”, <http://www.w3.org/Style/CSS/>, 2009, (Acessado em novembro de 2009).
- [35] GARRETT, J. J., “Ajax: A New Approach to Web Applications”, <http://www.adaptivepath.com/ideas/essays/archives/000385.php>, 2005, (Acessado em outubro de 2009).
- [36] MCLELLAN, D., “Very Dynamic Web Interfaces”, <http://www.xml.com/pub/a/2005/02/09/xml-http-request.html>, 2005, (Acessado em novembro de 2009).
- [37] World Wide Web Consortium Document Object Model Interest Group, “Document Object Model (DOM)”, <http://www.w3.org/DOM/>, 2005, (Acessado em novembro de 2009).
- [38] “The Perl Directory”, <http://www.perl.org/about.html>, 2009, (Acessado em novembro de 2009).
- [39] REPICI, D. J., “The Comma Separated Value (CSV) File Format”, <http://www.creativyst.com/Doc/Articles/CSV/CSV01.htm>, 2007, (Acessado em novembro de 2009).
- [40] MOLINA-PÉREZ, J., “ATLASeditor3D - Database 3D Editor for The ATLAS Experiment”, <http://atlaseditor3d.web.cern.ch/AtlasEditor3D>, 2009, (Acessado em outubro de 2009).
- [41] FERREIRA, F. G., MAIDANTCHIK, C., GRAEL, F. F., “Tile DCS Web System”. In: *CHEP '09*, Prague, Czech Republic, 21 - 27 March, 2009. <http://indico.cern.ch/contributionDisplay.py?contribId=334&confId=35523>.

Apêndice A

Documento sobre o Funcionamento do DSS

A figura A.1 apresenta uma troca de emails entre o aluno e Giulio Morpurgo, um dos desenvolvedores do DSS no CERN, sobre os detalhes da estrutura da base de dados Oracle do DSS.

A figura A.2 mostra o documento referido em um dos e-mails, com a descrição das tabelas da base de dados Oracle do DSS, fornecido por Giulio Morpurgo.

From: Giulio Morpurgo
Subject: RE: DSS Data
Date: June 14, 2007 5:34:57 PM GMT+02:00
To: Kaio Karam Galvao <kaio.karam.galvao@cern.ch>

Hi Kaio,
the database is an historical one, so a new record is added every time an item (sensor, alarm, actuator, alarm-action link is CREATED, DELETED, MODIFIED, RENAMED (these are the OPCODES; THRESHOLD is a specific type of modification). This is why there can be several lines with the same name.
In the Alarm-Action table each record shows a link between an Alarm and an Action (and the delay to be waited before executing the Action when the Alarm triggers). It is maybe not easy to get a complete view of all the Actions that currently would be triggered by a given Alarm.
DSS_INPUT_D provides information about the Digital Input sensors.
DSS_INPUT_A provides information about the Analogue Input sensors.
DSS_OUTPUT_D provides information about the Digital Output actuators == ACTIONS.

Best regards,
Giulio

-----Original Message-----

From: Kaio Karam Galvao
Sent: Thursday, June 14, 2007 14:31
To: Giulio Morpurgo
Cc: Kathy Pommès
Subject: Re: DSS Data

Hello Giulio,

Thanks a lot for the explanation, I think I got everything. Yet, I have some questions:

1. In the DSS_ALARM_CONDITION table, there are multiple records with the same (alarm) NAME. Why is that? All of them apply to the same alarm? I suppose only one of them, for each alarm NAME, would be the condition currently valid for the correspondent alarm? And what does the field called OPCODE means?
2. The DSS_ALARM_ACTION table describes all the actions to be taken when each alarm is activated, right? Again, what means the field OPCODE?
3. The DSS_INPUT_D table provides information about each single alarm condition? For the OPCODE, I suppose it is the same as in the other tables. And what about the table DSS_INPUT_A?
4. The DSS_OUTPUT_D table contains information specific to each ACTION? Again, there are multiple records with the same NAME.

Thank you very much and regards,
Kaio

Figura A.1: Emails sobre a estrutura da base de dados Oracle do DSS.

<p>Description of a record in table DSS_ALARM_CONDITION</p> <p>This table is used to store the configuration of a DSS Alarm Condition. I have to explain here the structure of an Alarm Condition, to let you understand the meaning of the different fields in the record. The Alarm Condition is a Boolean expression of a number of sensor, and it is organized on 2 levels:</p> <p>FIRST LEVEL</p> <p>The first level contains up to eight elements, and a integer n acting as a "trigger counter". Each element can be either</p> <ul style="list-style-type: none"> -a condition based on an individual sensor (ex. DI_junk TRUE, or PT_dummy TOO_HIGH, etc -a "n-of-m" function of up to 8 conditions based on individual sensors (see below); its name is like AAM_ALE_xxxxx. The function also contain an integer "n", acting as a "trigger counter"; the function value is TRUE if at least n conditions are TRUE, FALSE otherwise -a "comparison function", where the difference between the values of two sensor is compared with a user-defined threshold; its name is like AAM_COMP_xxxxx. The value of this function is TRUE if the difference is bigger than the threshold, FALSE otherwise <p>Each of these elements contributes to the evaluation of the overall Alarm Condition. The Alarm Condition will be TRUE if at least n elements are TRUE; it will be false otherwise.</p> <p>To add flexibility, every element can also be negated, so that we can for instance implement an alarm condition like "if DI_junk is TRUE and the difference between PT_junk and PT_junk1 is NOT bigger than 3", (note the negation on the comparison function)</p> <p>NMIN1: the "trigger counter" for the overall alarm condition</p> <p>FIELDS for LEVEL 1:</p> <p>DP1: contains 8 values separated by commas; a value is empty if the corresponding first level element is a condition based on an individual sensor. A value contains the name of the n-of-m or comparison function datapoint if the first level element is one of those. Finally, the value is empty if that first level element slot is not used.</p> <p>OP1: contains 8 values separated by commas; if the corresponding first level element is a condition based on an individual sensor, the value will be the operator used, like TRUE, TOO HIGH, NOT TOO HIGH etc.. If the first-level element was a N-of-M function, the value will be OR, AND, or N_OF_M. In case of a comparison function, the value will be COMPARE. If the slot is not used, the value will be empty.</p> <p>SIGN1: 8 values; -1 if a NOT has to be applied to the corresponding first level element, 1 otherwise.</p> <p>NMIN2: 8 values; the trigger counters for the eight first level elements</p> <p>SECOND LEVEL</p> <p>Every first level element could use up to 8 sensor based conditions; therefore up to 64 sensors can appear in the Alarm Condition. Their names and operators appear in the following 64-values fields. In these fields positions 1-8 correspond to the first level element #1, 9-16 to element #2 etc.</p> <p>DP2: the values are the names of the sensors</p> <p>OP2: the values are the operators corresponding to the conditions (D=TRUE, H=TOO HIGH, L=TOO LOW, A=ANALOGUE and V=Value are used when the first level is a Comparison function)</p> <p>SIGN2: -1 means apply a NOT to the condition defined by DP2 and OP2;</p>

Figura A.2: Documento sobre a estrutura da base de dados Oracle do DSS.

Apêndice B

Publicações

O autor deste trabalho faz parte do grupo de *software* do Laboratório de Processamento de Sinais, participando do Projeto CERN, colaboração entre a UFRJ e o laboratório de física de partículas. Desde 2003 o aluno desenvolve projetos de sistemas Web, no âmbito da colaboração ATLAS. Como resultado do trabalho realizado, destaca-se a participação e publicação de artigos em vários congressos. O trabalho relatado neste documento foi concebido e realizado como Projeto de Final de Graduação dentro do trabalho deste grupo. As publicações e respectivos resumos apresentados a seguir foram resultantes do desenvolvimento deste projeto de fim de curso.

1. *Luiz Henrique Ramos de Azevedo Évora, Jorge Molina-Pérez, Kathy Pommès, Kaio Karam Galvão, Carmen Maidantchik*, “GLANCE Traceability - Web System for Equipment Traceability and Radiation Monitoring for the ATLAS”, Computing in High Energy Physics, Prague, Czech Republic, 21 - 27 March 2009.

During the operation, maintenance, and dismantling periods of the ATLAS Experiment, the traceability of all detector equipment must be guaranteed for logistic and safety matters. The running of the Large Hadron Collider will expose the ATLAS detector to radiation. Therefore, CERN shall follow specific regulation from French and Swiss authorities for equipment removal, transport, repair, and disposal. GLANCE Traceability, implemented in C++ and Java/Java3D, has been developed to fulfill the requirements. The system re-

gisters and associates each equipment part to either a functional position in the detector or a zone outside the underground area through a 3D graphical user interface. Radiation control of the equipment is performed using a radiation monitor connected to the system: the local background gets stored and the threshold is automatically calculated. The system classifies the equipment as non radioactive if its radiation dose does not exceed that limit value. History for both location traceability and radiation measurements is ensured, as well as simultaneous management of multiples equipment. The software is fully operational, being used by the Radiation Protection Experts of ATLAS and trained users since the first beam of the LHC. Initially developed for the ATLAS detector, the flexibility of the system has allowed its adaptation for the LHCb detector.

2. *Carmen Maidantchik, Felipe Fink Grael, Kaio Karam Galvão, Luiz Évora, “Sistema Gance para recuperação e operação de dados de repositórios heterogêneos para o ATLAS”, XXIX Encontro Nacional de Física de Partículas e Campos, São Lourenço, Minas Gerais, 22-26/September 2008.*

O detector ATLAS é construído por uma colaboração internacional heterogênea. Durante as etapas de construção, teste e integração dos componentes, dados sobre a construção e desempenho dos equipamentos foram gerados. No entanto, a recuperação desses dados envolve conhecer detalhes técnicos das tecnologias utilizadas para o armazenamento, a organização dos repositórios para que um método de recuperação seja programado.

Frente às dificuldades de recuperação de informações, foi desenvolvido na UFRJ, em colaboração com o ATLAS, o Gance, um sistema universal capaz de reconhecer a estrutura dos repositórios, auxiliar o usuário na criação de uma interface de recuperação e realizar buscas sobre os dados. As interfaces criadas são descritas em uma linguagem intermediária independente da tecnologia do repositório. Dessa forma um único sistema gerencia diversas interfaces independentes.

Ao longo da fase de comissionamento surgiu o requisito de processar os dados recuperados para serem melhor interpretados pelos colaboradores. Para suportar essa nova necessidade, foi proposto e implementado um mecanismo capaz de realizar operações tais como calcular médias ou aplicar fórmulas envolvendo atributos de uma pesquisa.

Com essa funcionalidade, o sistema reconhece o tipo dos dados que serão operados, que podem ser numéricos ou textuais, e apresenta operações adequadas. Ao executar a busca, o Glance passa para um módulo intermediário os resultados, descritos em um formato intermediário, e a operação definida pelo usuário. Pela existência do módulo intermediário, a operação é independente do tipo de banco de dados. Os resultados são apresentados como uma nova coluna ou como um sumário contendo, por exemplo, a média de uma coluna. Além disso, os dados podem ser retornados na forma de uma tabela hipertextual, como gráficos ou até em outros formatos como CSV ou XML.

Esse esquema está sendo aplicado ao Detector Control System (DCS) do calorímetro de telhas. O DCS monitora e registra em um banco de dados tensões, correntes e temperaturas em determinados pontos da eletrônica do sub-detector. Através da nova funcionalidade, o Glance calcula a diferença de voltagem entre dois pontos e também a média e o RMS das medições sobre um determinado período de tempo. Outra aplicação semelhante é junto ao grupo que mede o posicionamento dos equipamentos no ambiente experimental e monitora desvios entre a posição teórica e a observada em determinados pontos do detector.

Este trabalho apresenta a funcionalidade de operações sobre dados do Glance e demonstra sua utilização. Também são discutidas em mais detalhes as aplicações existentes desse mecanismo.

3. *Carmen Maidantchik, Kaio Karam Galvão, Luiz Évora, Kathy Pommès, Jorge Molina-Perez*, “Sistema de rastreamento de equipamentos radioativos do ATLAS”,

XXIX Encontro Nacional de Física de Partículas e Campos, São Lourenço, Minas Gerais, 22-26/September 2008.

O ATLAS é um dos detectores de partículas que compõem o experimento Large Hadron Collider (LHC), que entra em operação em 2008 no CERN. Os mais de 100.000 equipamentos que compõem o detector são desenvolvidos por institutos de pesquisa e pela indústria em diferentes partes do mundo.

Todos os equipamentos instalados na caverna do ATLAS são identificados e as informações que os descrevem são armazenadas no banco de dados de instalação. Durante a operação, todas as peças expostas à radiação devem ser rastreáveis, sendo necessário um controle sobre seu estado, localização e nível de radiação (incluindo históricos). Quaisquer remoção ou eliminação de equipamentos do detector devem ser registradas e a posição exata de cada peça deverá ser sempre conhecida (seja no detector, em áreas para manutenção/testes ou em institutos fora do CERN). Para solucionar esses problemas, a equipe de software da UFRJ desenvolveu um sistema que apresenta ferramentas para auxiliar nos procedimentos de controle radiológico.

O sistema permite ao usuário realizar uma busca por equipamento filtrada pelo número de identificação e pela localização. A entrada do número de identificação pode ser feita por um leitor de código de barras, sobre a etiqueta que rotula a peça. A visualização das informações do equipamento, como a sua localização atual, atributos e histórico de posição e de nível de radiação também pode ser feita pelo sistema. Existe a possibilidade de visualizar diferentes equipamentos ao mesmo tempo para gerenciamento múltiplo. Um esquema do detector em três dimensões possibilita a seleção da posição de onde o equipamento está sendo retirado ou para onde ele está sendo levado. A inserção da medida da radiação da peça é realizada com a utilização de um aparelho para monitoração da radiação. O sistema também possibilita ao usuário fazer o registro de novos equipamento no banco de dados de instalação.

Dependendo do nível de radiação e da posição onde o equipamento é instalado, procedimentos específicos devem ser seguidos: a peça deve ser manuseada somente pelo seu responsável, um conjunto limitado de destinos é possível, o transporte deve ser feito pela Safety Commission do CERN, etc. O sistema reflete tais restrições por meio de autenticação de usuário, relacionamento entre a posição de origem e possíveis destinos, comparação do nível de radiação com um nível máximo previamente especificado.

4. *Carmen Maidantchik, Kaio Karam Galvão, “Equipment Safety Alarms Monitor”, XXIX Encontro Nacional de Física de Partículas e Campos, São Lourenço, Minas Gerais, 22-26/September 2008.*

The Detector Safety System (DSS) was developed at CERN to assure the safety of the 4 experiments running together with the LHC accelerator. The ATLAS experiment uses the DSS to handle accidents and abnormal situations which may put the equipment in danger. It is used to detect fire on the equipment, cooling failure, gas leak, oxygen deficiency hazard, among others, through sensors installed in the experimental cavern. The DSS executes alarms and tries to recover a safe configuration by running pre-defined actions on the detector equipment. The ATLAS safety team configures the alarms and actions through DSS terminals in the ATLAS Control Room. These terminals are also remotely accessed only by the authorized people.

The implementation of new alarms is discussed with the ATLAS sub-system people and frequently done by analyzing what is already implemented. The information about the alarms and associated trigger conditions and actions should be easily available to the ATLAS safety team and to the sub-system groups. In collaboration with the ATLAS safety team, the software group from UFRJ developed a Web system to keep the information distributed between DSS and the different sub-systems. The system presents an alarm details viewer, which shows the list of alarms, and displays information for one alarm under selection at a time: its status, the trigger conditions with the latency, the actions related with the delay, links for more details for each condition and action,

and a historic of the alarm (when it was triggered, when its configuration was modified). The interface also provides means of searching by alarm name or system, allowing any user to see the data for a list of alarms. The system provides a general overview of the alarms matrix, the historic of the alarms activation and allows to know which alarms are currently enabled/disabled in the DSS. The documentation associated to the input conditions and to each alarm acknowledge procedure is also linked through the system.

The interface is used by the ATLAS safety team to communicate the DSS status to the sub-system groups, supporting discussions for the implementation of new alarms. When some manual intervention is necessary after an alarm activation, the procedures are retrieved through the system by the operator.

5. Kathy Pommès, Kaio Karam Galvão, Jorge Molina-Pérez, Felipe Fink Grael, Carmen Maidantchik, “Management of Equipment Databases at CERN for the ATLAS Experiment”, 10th ICATPP Conference on Astroparticle, Particle, Space Physics, Detectors and Medical Physics Applications, Villa Olmo, Como, Italy, 8-12 October 2007.

The ATLAS experiment is about to finish its installation phase, entering into operation on the summer of 2008. This installation has represented an enormous challenge in terms of developing, setting up, and administrating the Equipment Databases, due to the large complexity of the detector, its associated services, and the necessary infrastructure. All major equipment is registered prior to installation including its electronic description and interconnectivity. This information is stored in Oracle databases. 3D visualization tools, user interfaces for portable devices, and generic retrieval/updating mechanisms have been developed in order to carry out the management of the sub-detectors databases. The full traceability of all installed equipment is crucial from ATLAS organizational point of view, and it is also a requirement by the French authorities to fulfill the INB (Installation Nucléaire de Base) protocol.

6. Carmen Maidantchik, Felipe Fink Grael, Kaio Karam Galvão, Kathy Pommès, “Glance Project: a database retrieval mechanism for the ATLAS detector”,

Computing in High Energy Physics, Victoria, Canada, 2-7 September, 2007.

During the construction and commissioning phases of the ATLAS detector, data related to the installation, placement, testing and performance of the equipment are stored in relational databases. Each group acquires and saves information in different servers, using diverse technologies, data modeling and terminologies. Installation and maintenance during the experiment construction and operation depends on the access to this information, as well as imply in its update. The development of retrieval and update systems for each data set requires too much effort and high maintenance cost. The Glance system retrieves and inserts/updates data independently of the modeling and technology used for the storage, recognizes the repositories internal structure and guides the user through the creation of search and insertion interfaces. Distinct and spread data sets can be transparently integrated in one interface. Data can be exported/imported to/from various formats. The system handles many independent interfaces, which can be accessed by users or other applications at any time. This paper describes the Glance conception, its development and features. The system usage is illustrated with examples. Current status and future work are also discussed.

7. Carmen Maidantchik, Felipe Fink Grael, Kaio Karam Galvão, “O Sistema Glance Para Recuperação e Inserção de Dados em Repositórios Heterogêneos”, XXVIII Encontro Nacional de Física de Partículas e Campos, águas de Lindóia, São Paulo, 24-28/September 2007

Os componentes do detector de partículas ATLAS são construídos por uma colaboração internacional geograficamente dispersa. A montagem de suas dezenas de milhares de componentes está sendo realizada no CERN, onde entrará em operação. Uma vez integrados, os equipamentos são testados em conjunto. As informações de localização e conectividade de cada parte, bem como os resultados dos testes são armazenados em diferentes repositórios, utilizando diversas tecnologias, modelagens e terminologias.

Para solucionar os problemas de recuperação de dados heterogêneos, inerentes a esse ambiente, foi desenvolvido um sistema universal capaz de realizar buscas sobre os repositórios independentemente de suas tecnologias. Ao serem fornecidas as informações de como se conectar em um repositório, o Glance reconhece sua estrutura interna, e permite a seleção do conjunto de dados de interesse aumentando sucessivamente o nível de detalhes apresentados. O sistema então reconhece os atributos e seus tipos e gera automaticamente a descrição de uma interface de recuperação correspondente. A descrição é feita em uma linguagem de marcação baseada em XML e contém o nome dos atributos, as informações técnicas necessárias para localizá-los, seus tipos, descrições e possíveis valores. Baseado nessa descrição, o sistema gera uma interface de busca paramétrica, onde devem ser estabelecidos os atributos sobre o qual se quer realizar a pesquisa, os operadores e os valores de referência. Os operadores são sensíveis ao tipo do atributo, isto é, um atributo numérico possui os operadores "maior que" e "menor que", enquanto um textual possui "contém". Os resultados da busca são apresentados na forma de uma tabela hipertextual, ou como arquivos em formatos tais como CSV ou XML.

Ao instalar ou remover um componente do detector, a equipe de coordenação técnica precisa atualizar as informações de conectividade e localização nos bancos de dados. Para dar suporte a essa tarefa, o sistema permite também a criação de interfaces para inserção e modificação de dados. Antes de realizar qualquer alteração no repositório, o Glance verifica a integridade dos novos dados, evitando inconsistências.

O sistema também é usado pelo grupo do calorímetro hadrônico, para recuperar dados do DCS (Detector Control System) que monitora tensões, correntes e temperaturas. Para isso, o Glance realiza operações pre-definidas sobre os resultados da busca, de acordo com o tipo de análise a ser realizada.

Este trabalho apresenta a concepção do Glance e demonstra sua utilização. Também é mostrado em mais detalhes como o sistema é utilizado pela coordenação técnica e pelo calorímetro hadrônico.