INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA COMPUTACIONAL PARA
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO DO REATOR IEA-R1**

MAURO ONOFRE MARTINS

**Dissertação apresentada como
parte dos requisitos para obtenção
do grau de Mestre em Ciências na
Área de Tecnologia Nuclear –
Aplicações.**

**Orientador:
Prof. Dr. Tufic Madi Filho**

**SÃO PAULO
2015**

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, que permitiu o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Dr. Tufic Madi Filho pela orientação, sugestões, paciência e apoio no desenvolvimento deste trabalho.

A Divisão de Desenvolvimento de Sistemas, através de seus analistas, pelo apoio durante a codificação e implantação do sistema.

As colegas do Grupo da Gestão da Qualidade pelo apoio e sugestões relativa aos requisitos regulamentares durante o desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas do Grupo de Manutenção do Reator IEA-R1 pelo apoio e valiosas sugestões durante a elaboração dos planos de manutenção, validação e aplicação do sistema.

Aos colegas do grupo de Operação do Reator IEA-R1, pelo apoio durante a validação e aplicação do sistema.

A todos aqueles que contribuíram, direta e indiretamente, para a realização deste trabalho.

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA COMPUTACIONAL PARA PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO DO REATOR IEA-R1

Mauro Onofre Martins

RESUMO

A manutenção é uma atividade essencial em reatores nucleares. Os componentes de sistemas de segurança de uma instalação industrial devem ter uma baixa probabilidade de falha, especialmente se houver um elevado risco de acidentes que podem causar danos ambientais. Em instalações nucleares, a presença de sistemas de segurança são uma especificação técnica e uma exigência para a sua licença de funcionamento. De forma a gerenciar todo o fluxo de informações provenientes das manutenções do Reator IEA-R1 foi desenvolvido um sistema computacional, que além de planejar e controlar toda a manutenção mantém atualizados documentos e registros para salvaguardar a qualidade e garantir a segurança na operação do Reator IEA-R1. O sistema computacional possui níveis de acesso e apresenta relatórios detalhados de todas as manutenções previstas e executadas, e também um histórico individual de cada equipamento durante sua vida útil na instalação. O trabalho apresenta todas as etapas de desenvolvimento do sistema, sua descrição, compatibilidades, aplicação, vantagens e resultados obtidos experimentalmente.

DEVELOPMENT OF A COMPUTATIONAL PROGRAM TO PLANNING AND CONTROL OF THE IEA-R1 REACTOR MAINTENANCE

Mauro Onofre Martins

ABSTRACT

Maintenance is an essential activity in nuclear reactors. The safety systems components of an industrial plant should have a low failure probability, especially in case of high risk of accidents with potential for environment damage. In nuclear facilities, the security systems are a technical specification and a requirement for license operation. In order to manage the IEA-R1 maintenance information flow, a computational program (software) was developed, to plan and control all the maintenance, update the documents and records to quality safeguard and ensure the safe reactor operation. The software has access levels and share detailed maintenance planned and implemented reports, and equipment reports, during its facility lifetime. This work presents all the stages of the software development, description, compatibilities, application, advantages and experimental results.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Objetivo.....	04
2. DESCRIÇÃO.....	05
2.1 Instalações.....	06
2.2 Dispositivos de irradiação.....	08
2.2.1 Instalado na placa matriz.....	08
2.2.2 Sistema pneumático de irradiação.....	10
2.2.3 Tubos de irradiação horizontal.....	11
2.3 Atividades do Reator.....	12
2.4 Modernizações.....	13
2.5 Organização funcional.....	14
2.5.1 Atividades de responsabilidade do grupo de operação.....	14
2.5.2 Atividades de responsabilidade do grupo de manutenção.....	15
3. METODOLOGIA.....	17
3.1 Sistema operacional.....	17
3.2 Método.....	17
3.3 Requerimento.....	18
3.4 Projeto.....	19
3.4.1 Entradas e saídas.....	19
3.4.2 Operacionalidade do sistema.....	19
3.4.3 Navegação.....	19
3.4.4 Segurança do sistema.....	20
3.5 Implementação.....	20
3.5.1 Identificação dos equipamentos.....	20
3.5.2 Cadastro.....	22
3.5.2.1 Equipamentos.....	22
3.5.2.2 Pessoal e usuários.....	22

3.5.2.3 Tarefas de manutenção.....	23
3.5.2.4 Formulários	23
3.5.2.5 Critérios.....	23
3.5.2.6 Tipos de sistemas.....	24
3.5.3 Manutenção preventiva e corretiva.....	24
3.5.3.1 Classificação dos equipamentos.....	24
3.5.3.2 Instruções de manutenção.....	26
3.5.3.3 Plano de manutenção preventiva.....	26
3.5.3.4 Registro de manutenção preventiva.....	26
3.5.4.5 Registro de manutenção corretiva.....	28
3.5.4 Calibração dos medidores.....	30
3.5.5 Histórico de manutenção e calibração.....	32
3.5.6 Relatórios.....	32
3.6 Verificação (dos módulos do sistema).....	33
3.6.1 Validação da manutenção preventiva.....	34
3.6.2 Validação da manutenção corretiva.....	35
3.6.3 Validação da calibração.....	37
3.7 Manutenção.....	38
4. PARTE EXPERIMENTAL.....	39
5. RESULTADOS.....	41
5.1 Módulo de manutenção preventiva.....	41
5.1.1 Cadastro.....	42
5.1.2 Atualização.....	48
5.1.2.1 Programação da manutenção preventiva.....	50
5.1.2.2 Gerar registro de manutenção.....	50
5.1.2.3 Acompanhamentos do registro.....	51
5.1.2.4 Histórico de equipamento.....	54
5.1.2.5 Lista de planos	54
5.1.2.6 Lista de equipamentos.....	54
5.2 Módulo de manutenção corretiva.....	60
5.2.1 Corretiva.....	61

5.2.2 Consulta.....	62
5.2.3 Tabelas.....	65
5.2.4 Histórico de equipamento.....	67
5.3 Módulo de calibração.....	71
5.3.1 Cadastro.....	72
5.3.1.1 Atualização do plano.....	72
5.3.1.2 Cadastro de medidor.....	74
5.3.1.3 Histórico.....	74
5.3.2 Consulta.....	76
5.4 Indicadores e índices de manutenção.....	79
5.4.1 Indicadores.....	79
5.4.2 Índices.....	80
5.4.3 Relatórios gerenciais.....	83
5.4.3.1 Produção e disponibilidade.....	83
5.4.3.2 Grupo de manutenção.....	84
5.4.3.3 Relatório mensal de atividades.....	88
5.4.4 Resultados operacionais.....	91
5.4.4.1 Manutenção preventiva.....	91
5.4.4.2 Manutenção corretiva.....	91
5.4.4.3 Calibração.....	92
6. CONCLUSÃO.....	93
ANEXO 1.....	94
Tabela 1- Código e descrição dos sistemas.....	94
Tabela 2 – Código e tipo de equipamento e medidores.....	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS

Neste trabalho são usadas as abreviaturas e definições seguintes:

5W1H: Ferramenta da Qualidade Total, onde os 5W significam “why” (porque), “where” (onde), “who” (quem), “what” (o que), “when” (quando) e o H significa “how” (como).

ABNT NBR ISO 9001:2008: Sistemas de Gestão da Qualidade.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ASP/SQL: Active Server Page/Structure Query Language.

CCM: Centro de Comando de Motores.

CNEN NN-1.04: Licenciamento de Instalações Nucleares.

CNEN NN-1.16: Garantia da Qualidade para Usinas Nucleares.

CNEN NN-1.21: Manutenção de Usinas Nucleoelétricas.

CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear.

CP: Circuito Primário de Refrigeração.

CRO: Grupo de Gerência Adjunta para Operação e Manutenção do Reator IEA-R1.

CRPq: Centro do Reator de Pesquisas.

CTI: Computer Telephony Integration.

Delphi: Linguagem de pesquisa declarativa para bancos de dados relacionais.

EC: Elemento Combustível.

EIBE: Elemento de Irradiação com Berílio.

EIBRA: Elemento de Irradiação com Berílio Refrigerado a Água.

EIRA: Elemento de Irradiação Refrigerado a Água.

FM: Formulário

FM-CRPq-1101-03: Entrada e Saída de Equipamentos.

FM-CRPq-1101-06: Registro de Manutenção Preventiva.

FM-CRPq-1101-07: Registro de Manutenção Corretiva.

GM: Grupo de Manutenção.

GO: Grupo de Operação.

GUI: Interface Gráfica com Usuário

HHE: Hora Homem Executado.

HHP: Hora Homem Previsto.

IAEA: Agência Internacional de Energia Atômica.

IEA-R1: Instituto de Energia Atômica - Reator 1.

INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia.

IPEN: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.

IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

ISO: Organização Internacional de Normalização.

Log-Book: Livro de Ocorrências.

Object Pascal: Linguagem de programação orientada a objetos.

Pascal: Linguagem de programação.

PCM: Planejamento e Controle de Manutenção.

PCMN: Plano de Controle de Material Nuclear.

PG: Procedimento Gerencial.

PG-CRPq-0101-05: Organização do Centro do Reator de Pesquisas.

PG-CRPq-1101-06: Controle de Equipamento.

PGQ: Programa da Garantia da Qualidade

QT: qualidade Total.

RAS: Relatório de Análise de Segurança.

RBC: Rede Brasileira de Calibração.

RM: Registro de Manutenção.

RMC: Registro de Manutenção Corretiva.

RMP: Registro de Manutenção Preventiva.

RP: Proteção Radiológica.

SGQ: Sistema de Gestão da Qualidade.

Skype: Linguagem de relacionamento social na web.

TAG: Etiqueta de identificação de equipamento.

TecEspec: Especificações Técnicas.

USP: Universidade de São Paulo

VIM: Vocabulário Internacional de Metrologia.

Web: Sistemas de documentos em hipermídia, que são executados na internet.

Windows: Ambiente de programação.

1. - INTRODUÇÃO

A manutenção é uma atividade essencial em reatores nucleares, assim sendo vários autores [1,23] propõem o estudo de um modelo conceitual de tarefas de manutenção para facilitar a identificação das causas dos erros humanos na realização de tais tarefas.

Os componentes dos sistemas de segurança de uma planta industrial devem ter uma baixa probabilidade de falha, especialmente, se houver um elevado risco de acidentes que podem causar danos ambientais. Em instalações nucleares, a presença de sistemas de segurança robustos aparece não só na especificação técnica, como também é uma exigência dos órgãos reguladores: *IAEA* e *CNEN*, para a obtenção da licença de operação e funcionamento [2]. A operação e a manutenção de plantas nucleares, como toda planta industrial, possuem particularidades técnicas que com o passar do tempo, podem apresentar uma série de falhas em seus componentes e para minimizá-las deve ser aplicado um programa de manutenção preventiva e preditiva.

A manutenção é uma tarefa que deve ser executada em todas as atividades, especialmente aquelas de ativos fixos (bens e direitos adquiridos pela instalação que são de caráter permanentes, duram um longo período e são utilizados em processos normais da instalação, como: equipamentos, medidores de processo, construções) sejam eles industriais ou não. A manutenção exige organização, planejamento, programação, alocação de recursos, treinamento e controle de qualidade [3].

Essas tarefas podem ser executadas de diversas maneiras, mas é sempre necessário que existam preparações e métodos para uma harmonia entre a execução, a expectativa do cliente e a minimização de custos.

Os melhores resultados, normalmente são obtidos com o uso de programas computacionais dedicados à manutenção [4]. Para a execução do *PCM* é necessário que existam pessoas treinadas para esta tarefa. Se o *PCM* for manual, a pessoa deverá estar treinada para preencher os formulários em uso, arquivá-los de forma adequada e lidar com a documentação necessária para apuração de dados e de resultados. Isto pode ser otimizado usando um programa computacional que faça de forma simples as tarefas rotineiras e

trabalhosas para processar a informação e, arquivá-las sempre da mesma forma, permitindo um acesso fácil e rápido da informação. Para isto torna-se necessário um programa computacional desenvolvido de forma específica para atender às finalidades de planejamento e controle das tarefas e rotinas de manutenção.

O PCM deve abranger todas as medidas administrativas e técnicas necessárias para a realização de atividades de manutenção, incluindo vistoria, reparo e substituição das peças, e quando apropriado, testes, calibração e inspeção, além de modificações em estruturas, sistemas e componentes [5].

As vantagens de um sistema informatizado são muitas, tais como:

- **Facilidade e rapidez no acesso a informações:** as informações são devidamente registradas e estarão disponíveis imediatamente, quer esteja o sistema ligado em rede quer esteja em um computador isolado. Qualquer usuário pode acessar a informação, desde que tenha a permissão para acessar o sistema;

- **Redução do trabalho de planejamento:** com o sistema, os registros de manutenções são emitidos diretamente, pelo computador, evitando que a equipe de manutenção tenha que preocupar-se com esta tarefa;

- **Rapidez na emissão de relatórios:** é de grande importância para qualquer nível gerencial, dispor de informações rápidas para corrigir possíveis desvios.

- **Facilidade e rapidez em monitorar desempenho:** informações como HHP e HHE, quantidades de intervenções de emergência e tempos despendidos, quantidades de RM programadas e não realizadas e seus motivos, são obtidos de imediato.

- **Histórico de equipamentos:** permite o levantamento de históricos de equipamentos de uma maneira predeterminada, rápida e segura;

- **Análise de frequências de ocorrências de cada equipamento:** com o histórico do equipamento pode-se realizar uma análise das ocorrências de cada equipamento, ou da mesma ocorrência em vários equipamentos;

- **Análise de distribuição dos tipos de manutenção:** com o banco de dados bem projetado, pode-se saber quais manutenções foram executadas e que tipo de tarefas cumpridas.

Planejamento e Controle de Manutenção são requisitos básicos para licenciamento de uma instalação nuclear como indica a Norma *CNEN NN - 1.04*, que estabelece o processo de *“Licenciamento de Instalações Nucleares”* aplicadas às atividades relacionadas com a localização, a construção e a operação de tais instalações. No Item 8.1.3 *“O requerimento de autorização para operação permanente deve incluir um programa da garantia da qualidade do requerente para a fase de operação em caráter permanente”* [6]. *“A autorização para operação permanente será concedida após a comprovação de que a instalação possui o programa da garantia da qualidade e após o cumprimento, pelo requerente, das condições pertinentes exigidas na norma CNEN NN – 1.16”* [7]. Essa norma determina os requisitos a serem adotados no estabelecimento e implementação do PGQ para usinas nucleoeletricas, instalações nucleares e, conforme aplicável, para instalações radiativas. Determina também a forma segundo a qual os PGQ devem ser preparados e submetidos à CNEN. Aplica-se nas atividades que influem na qualidade de itens importantes à segurança, no gerenciamento do empreendimento e em cada um dos seus diversos estágios: escolha do local, projeto, construção, comissionamento, operação e descomissionamento, como descrito no item 4.9.1.1 [7] *“Deve ser estabelecido e executado um programa de itens importantes à segurança e de atividades que influem na qualidade, pela ou para a organização responsável pela atividade a fim de verificar a conformidade com normas ou documentos”* e no item 4.9.3.1 [7] *“Devem ser estabelecidas medidas para assegurar que as ferramentas, instrumentos e outros equipamentos e aparelhos de inspeção, medição e testes, usados para determinar as conformidades com os critérios de aceitação, tenham exatidão e precisão adequados”* [7].

Para a comprovação dos itens da norma *CNEN NN – 1.16*, o PCM, quando aplicável, segue os procedimentos estabelecidos na norma *CNEN NN – 1.21* [8]. Essa norma determina os requisitos administrativos e organizacionais aplicáveis ao estabelecimento e implementação de um PCM de usinas nucleoeletricas, instalações nucleares e, conforme aplicável, para instalações radiativas, sem especificar os detalhes técnicos dessa manutenção. Especifica a responsabilidade da Organização Operadora pelo estabelecimento e implementação de um programa de manutenção preventiva ou corretiva para manter o desempenho previsto no projeto durante a vida útil da instalação bem como pela organização, aquisição, recebimento e armazenagens de materiais,

itens e componentes sobressalentes. Estabelece ainda os controles da estrutura organizacional e as responsabilidades, os critérios de seleção, treinamento do pessoal de manutenção bem como os controles administrativos, fornecendo um escopo dos procedimentos administrativos e técnicos dessa manutenção. Especifica também como devem ser as instalações onde serão realizadas as manutenções e os procedimentos para as substituições e reparos de itens defeituosos a serem realizados, como descrito no item 4.1.1 [8] “O PCM deve abranger todas as medidas administrativas e técnicas necessárias à realização de atividades de manutenção, incluindo vistoria, reparo e substituição de peças e, quando apropriado, testes, ensaios não destrutivos, calibração e inspeção, além de modificações em estruturas, sistemas e componentes” e do item 6.1.2 [8] “Os controles administrativos devem ser efetuados através de procedimentos, os quais incluirão requisitos administrativos necessários para a realização da manutenção” [8].

1.1 - Objetivo

O objetivo desse trabalho foi desenvolver e instalar um Sistema Computacional para Planejamento e Controle da Manutenção do Reator IEA-R1. O sistema computacional além de planejar e controlar a manutenção deveria manter atualizados os documentos e registros para salvaguardar a qualidade e garantir a segurança da operação do Reator IEA-R1.

2. - DESCRIÇÃO

O sistema computacional de que se trata este trabalho para Planejamento e Controle da Manutenção deverá ser instalado no Reator de pesquisa *IEA-R1* do *IPEN-CNEN/SP*. Também está previsto o armazenamento dos históricos destes componentes. O sistema deverá processar as informações de modo a disponibilizar ao usuário relatórios diversos [10].

O Reator nuclear de pesquisas *IEA-R1* do *IPEN-CNEN/SP* está localizado no campus da *USP* Figura 1. O Reator é do tipo piscina, foi projetado pela empresa “Babcock & Wilcox Company”, tendo atingido sua primeira criticalidade em 16 de setembro de 1957 [21].

Figura 1 – Foto da localização do prédio do Reator no IPEN.

As finalidades do Reator são: produção de radioisótopos para aplicações na medicina, indústria, agricultura e para pesquisas, servindo como uma fonte intensa de nêutrons em experimentos científicos de física nuclear, química, engenharia e biologia, treinamento do corpo científico do *IPEN-CNEN/SP* em física de reatores, projetos, desenvolvimento de instrumentação nuclear e segurança de reatores, treinamento e formação de operadores e supervisores de Reator e análise radioquímica de amostras através do método de análise por ativação.

Durante os três primeiros anos de operação, a potência do Reator foi de até 1 MW. De 1960 a 1995, o regime de operação do Reator foi de 40h semanais a uma potência de 2 MW. A partir de 1995, o Reator teve seu regime de operação modificado para 64 h ininterruptas visando a produção de ^{153}Sm e o atendimento ao corpo científico do *IPEN-CNEN/SP*.

Com a crescente demanda e o surgimento de novas aplicações de radioisótopos para o uso em medicina, tais como ^{153}Sm , ^{125}I e o ^{99}Mo , foi necessária a alteração do regime de operação e o aumento da potência para 5 MW. Visando este novo ritmo de trabalho e adequação da instalação para este aumento de potência, foi iniciado um projeto de modernização contínua do Reator. Como um dos resultados desse esforço, o Reator passou a ser o único Reator com certificação *ABNT NBR ISO 9001:2008* [10], sendo submetido a inspeções rotineiras da própria *CNEN*, *AIEA* e *ABNT*.

A Figura 2 apresenta a foto do núcleo do Reator *IEA-R1* quando em operação.

Figura 2 – Foto do núcleo do Reator em operação.

2.1 - Instalações

O prédio do Reator possui 5 pavimentos:

- **Subsolo:** encontra-se a casa de máquinas que acomoda os sistemas de resfriamento e retratamento de água da piscina;

- **Primeiro pavimento:** encontram-se os tubos de irradiação horizontais, canais que disponibilizam os feixes de nêutrons para os experimentos de física nuclear, física da matéria condensada e aplicações comerciais de neutrongrafia;
- **Segundo pavimento:** acomoda a casa de máquinas do sistema de ventilação e ar condicionado, almoxarifados e sala de apoio da proteção radiológica;
- **Terceiro pavimento:** encontram-se a sala de controle, o saguão da piscina e a oficina mecânica. No interior da piscina localiza-se a placa matriz que acomoda os elementos combustíveis, elementos combustíveis de controle, refletores, dispositivos para irradiação de amostras e os canais para medição da potência do Reator;
- **Quarto pavimento:** localiza-se o sistema de exaustão normal e de emergência do prédio do Reator. A Figura 3 apresenta um corte lateral do prédio do Reator.

Figura 3 - Corte lateral do Reator com os pavimentos.

O *IEA-R1* é um Reator de pesquisa imerso em uma piscina contendo 273m³ de água deionizada. A piscina possui 9 metros de profundidade por 3 metros de largura e 10 metros de comprimento.

A piscina está dividida em dois compartimentos, o da esquerda, utilizado para operação do Reator e o da direita, utilizado para o armazenamento do combustível queimado e manuseio de amostras.

O núcleo do Reator está situado a 7 metros da superfície da piscina, tem a forma de um paralelepípedo composto por 20 elementos combustíveis padrões, 4 elementos combustíveis de controle, 25 elementos refletores de grafite e berílio, 7 posições para irradiação de amostras e tampões encaixados verticalmente em uma placa matriz de alumínio. Esta placa é sustentada por uma treliça conectada a uma plataforma móvel que permite o seu deslocamento ao longo da piscina.

O Reator IEA-R1 possui um núcleo aberto que permite:

- Flexibilidade para colocação e retirada de amostras mesmo com o Reator em operação;
- Colocação de dispositivos especiais;
- Montagem de experimentos;
- Obtenção de parâmetros operacionais.

2.2. - Dispositivos de irradiação.

O Reator dispõe ainda de vários dispositivos que permitem realizar irradiação da ordem de segundos até dias, que são os seguintes : instalado na placa matriz, sistema pneumático de irradiação e tubos de irradiação horizontal.

2.2.1 - Instalado na placa matriz.

Cápsulas de alumínio contendo as amostras de material a ser irradiado são colocadas em dispositivos padrões ou especiais para irradiações com durações acima de 1 hora.

No Reator IEA-R1 tem-se os seguintes dispositivos de irradiação:

- **EIRA (elemento de irradiação refrigerado a água):** permite a colocação de 8 cápsulas dispostas verticalmente no interior de um tubo de seção circular;

- **EIBRA (elemento de irradiação com berílio refrigerado a água):** permite a irradiação simultânea de 24 cápsulas dispostas horizontalmente no interior de um tubo de seção retangular. Por apresentar uma barra de grafite na sua posição posterior em relação ao núcleo, neste dispositivo, o fluxo de nêutrons é superior ao anterior;

- **EIF (elemento de irradiação de fio):** elemento de irradiação com movimento rotacional;

- **EIBE (elemento de irradiação de berílio):** especialmente projetado para produção de ^{99}Mo por captura radioativa.

No Reator podem ser utilizados de forma simultânea 6 *EIRAs*, 2 *EIBRAs*, 2 *EIFs* e 2 *EIBEs*.

A Figura 4 apresenta uma foto do saguão da piscina do Reator onde estão os dispositivos de irradiação.

Figura 4 – Foto do saguão da piscina do Reator.

A Figura 5 apresenta um esquema dos elementos combustível e de irradiação que podem ser instalados na placa matriz.

Figura 5 – Elemento combustível e elementos de irradiação:

- A - Elemento combustível (EC);
- B - Elemento de irradiação refrigerado a água (EIRA);
- C - Elemento de Irradiação com berílio refrigerado a água (EIBRA);
- D - Elemento de irradiação com berílio (EIBE).

2.2.2 - Sistema pneumático de irradiação

Utilizado para irradiações de até 5 minutos, amostras com no máximo 70 gramas são introduzidas em cápsulas de polietileno e enviadas até as proximidades do núcleo através de um sistema pneumático. A estação de envio e recebimento destas cápsulas está situada em um laboratório localizado

na parte externa do prédio do Reator. A Figura 6 apresenta uma foto da estação pneumática de irradiação.

Figura 6 – Foto da estação pneumática.

2.2.3 - Tubos de irradiação horizontal

Os tubos de irradiação horizontal permitem a realização de experimentos de física nuclear, física do estado sólido e neutrongrafia. A Figura 7 apresenta uma foto do núcleo do Reator com os tubos de irradiação horizontal. Os tubos de irradiação existentes no Reator estão dispostos da seguinte maneira:

- 10 tubos com diâmetros entre 6 e 8 pol que se prolongam até a face externa da parede do Reator sendo:
  - 8 tubos radiais;
  - 1 tubo tangencial ao núcleo do Reator;
- 2 tubos encontram-se fora da posição principal de operação do Reator onde a potência não pode ser superior a 100 KW [22].

Figura 7 – Foto do núcleo e tubos de irradiação horizontais.

2.3 - Atividades do Reator

O Reator IEA-R1 é utilizado, para os seguintes fins:

- Produção de radioisótopos para aplicações na medicina, indústria e agricultura e prestação de serviços como análise por ativação e neutrongrafia;
- Pesquisas em física, química nuclear e testes de materiais;
- Realização de experimentos visando a obtenção de dados nucleares;
- Produção de fontes de ^{60}Co , ^{72}Ga e traçadores KBr;
- Produção de ^{131}I para aplicações médicas;
- Produção de ^{203}Hg para serviços de medição de vazões em efluentes industriais;
- Irradiação de fios de ^{192}Ir , para tratamentos em braquiterapia;
- Irradiações de “sementes” de ^{198}Au para tratamentos de próstata;

- Irradiação de Ar-Kr-Xe para aplicações em refinarias de petróleo;
- Irradiações de cabelos, unhas entre outros tecidos para análise multielementar por ativação com nêutrons;
- Irradiações de cristais minerais para utilização em datação geológica.

2.4 - Modernizações

- 1971 - Alterações no sistema de ventilação do prédio;
- 1978 - Novo revestimento na piscina, nova mesa de controle e instrumentação, novos detectores nucleares de radiação e novos CCM;
- 1985 - Programa de nacionalização componentes eletrônicos;
- 1988 - Separação de câmaras quente e fria e nova torre de resfriamento;
- 1991 - Construção de blindagem no sistema de retratamento de água;
- 1995 - Implantação da instrumentação digital e industrial, troca da tubulação circuito secundário;
- 2000 - Novas barras absorvedoras de nêutrons;
- 2004 - Novo sistema de tratamento e retratamento de água;
- 2007 - Novo sistema pneumático de irradiação de amostras;
- 2007 - Novo trocador de calor do sistema de resfriamento;
- 2009 - Troca dos racks da sala de controle;
- 2010 - Reforma do piso do saguão da piscina e da sala de máquinas;
- 2010 - Novas bombas do circuito secundário de resfriamento;
- 2012- Reforma das canaletas do sistema de drenagem de efluentes líquidos;
- 2013 - Nova torre de resfriamento do circuito secundário;
- 2014 - Troca da tubulação do circuito primário;
- 2014 - Reforma das galerias do circuito primário e blindagens.

2.5 - Organização funcional

O Reator IEA-R1 está localizado no Centro do Reator de Pesquisas, *CRPq*. O corpo gerencial do *CRPq* é formado por um gerente e três gerentes adjuntos, que atuam nas seguintes áreas:

- Pesquisa, Desenvolvimento, Ensino e Inovação;
- Aplicações, Serviços e Infraestrutura;
- Operação e Manutenção do Reator IEA-R1.

A base da organização funcional do *CRPq* é constituída por grupos de trabalho e laboratórios, que são formados por profissionais que se alternam em diferentes processos, sem níveis hierárquicos, para alcançar uma meta pré-estabelecida.

No Reator o *GM* e o *GO* estão no Gerência Adjunta para Operação e Manutenção do Reator IEA-R1, o *CRO*.

Estes grupos são responsáveis pelas atribuições descritas a seguir, conforme procedimento gerencial *PG-CRPq-0101-05*, “*Organização do Centro do Reator de Pesquisas*” do Sistema de Gestão da Qualidade.

2.5.1 Atividades de responsabilidade do grupo de operação

- Manter a área destinada à operação do Reator quanto à limpeza, materiais necessários, equipamentos e outros;
- Operar o Reator de acordo com o *RAS* da instalação e os documentos operacionais;
- Aprovar as Fichas de Informação para Irradiação de Amostras e os Pedidos de Irradiação no Reator IEA-R1;
- Receber as cápsulas de irradiação devidamente lacradas, testadas e documentadas, colocar no núcleo, retirar e enviar para Área de Aplicações e Serviços com os Pedidos de Irradiação preenchidos;
- Realizar a mudança de configuração do núcleo conforme a Escala de Operação do Reator IEA-R1;
- Providenciar o mapeamento de fluxo de nêutrons nas posições de irradiação da placa matriz, após cada mudança de configuração do Reator IEA-R1;

- Realizar a calibração das barras absorvedoras de nêutrons sempre que houver mudança de configuração do núcleo;
- Realizar os testes dos sistemas de segurança do Reator conforme periodicidade exigida na *TecEspec* do RAS;
- Assistir a gerência na decisão sobre a disposição de produto não conforme, ação corretiva e preventiva na sua competência;
- Manter o inventário de todo material nuclear manuseado no CRO, incluindo documentos de remessa e recebimento;
- Elaborar planilhas de queima dos combustíveis utilizados no Reator IEA-R1;
- Elaborar o Plano de Controle de Material Nuclear do Reator IEA-R1;
- Participar das inspeções nacionais *CNEN* e *ABNT* e internacionais *IAEA*;
- Realizar e implementar o Programa de Treinamento e Retreinamento de Operadores do Reator IEA-R1;
- Organizar seminários, reuniões, aulas e avaliação dos treinandos;
- Manter contato com o órgão licenciador *CNEN* sobre documentos, datas de avaliação e verificação do atendimento ao programa de retreinamento.

2.5.2 - Atividades de responsabilidade do grupo de manutenção

- Elaborar e fazer cumprir o Programa de Manutenção Preventiva e Corretiva dos equipamentos da instalação;
- Elaborar e fazer cumprir o Plano de Calibração dos medidores e instrumentos da instalação;
- Participar da realização dos editais e especificações técnicas para contratação de firmas terceirizadas;
- Assegurar o cumprimento das manutenções terceirizadas;
- Manter controle sobre os documentos de manutenção;
- Adquirir e manter as ferramentas de manutenção organizadas;
- Especificar e selecionar novos equipamentos e medidores;
- Instalação de equipamentos e medidores novos;

- Acompanhar as construções e montagens de novos equipamentos e medidores;
- Modificar os equipamentos existentes;
- Efetuar inspeções regulares sobre o funcionamento dos equipamentos e medidores como o *TecEspec*;
- Inspeção técnica no recebimento de sobressalentes;
- Previsão de consumo de sobressalentes;
- Manutenção e conservação de sobressalentes armazenados em almoxarifado;
- Estudo de novos métodos de manutenção;
- Descrever e documentar as instruções de manutenção e as tarefas;
- Acompanhamento e melhoria de métodos de trabalho na segurança do trabalho;
- Assistir a Gerência na decisão sobre as manutenções corretivas e preventivas e contratos de firmas terceirizadas que venham a fazer manutenções no *CRO*;
- Providenciar as autorizações necessárias (radioproteção e operação do Reator) para entrada de técnicos para realização da manutenção e calibração.

3. - METODOLOGIA

3.1 - Sistema operacional

O programa foi projetado com a capacidade de ser instalado numa rede interna de computadores (Intranet-servidor/cliente), operando num ambiente “*Windows*”, para que possa ser acessado por vários usuários simultaneamente. Deste modo, todos terão acesso a um único banco de dados central, em um computador designado como servidor [14]. Além disso, cada usuário deverá estar cadastrado neste sistema, para que possa receber um nível de acesso à base de dados, dependendo das tarefas que lhe serão permitidas executar como: consultar os registros de manutenções preventivas, corretivas, calibrações e emitir relatórios; gerar os registros de manutenções preventivas, corretivas e calibrações, acrescentar, atualizar, modificar e eliminar registros de manutenções preventivas, corretivas ou calibrações da base de dados; e controlar o cadastro e nível de acesso dos usuários [15].

3.2 - Método

O modelo usado no sistema computacional do Reator foi o desenvolvimento em cascata. A metodologia de desenvolvimento em cascata foi elaborada pela marinha norte-americana para aplicação em softwares militares complexos. No modelo em cascata, o projeto segue uma série de passos ordenados. Ao final de cada etapa, foi realizada uma revisão, ou seja, o projeto só avança para a etapa seguinte, se o “cliente” estiver satisfeito com os resultados obtidos.

O modelo em cascata funciona bem em ambientes rígidos e fortemente controlados. São especialmente indicados em projetos que possuem componentes de alto risco, tais como projetos para a área médica, nuclear ou segurança pública.

O modelo em cascata é baseado numa enorme quantidade de relatórios e saídas que nada mais são do que documentos. O modelo em cascata funciona bem quando os requisitos dos usuários são rígidos (normas, procedimentos) e podem ser conhecidos com antecedência, como é o caso do Reator [11].

O sistema computacional é como um processo de “*software*”, ou processo de engenharia de “*software*”, que é uma sequência coerente de

etapas que objetiva o desenvolvimento ou evolução de sistemas de “software” Figura 8. No sistema computacional estas etapas englobam as seguintes atividades: Requerimento, Projeto, Implementação, Verificação e Manutenção. Caracterizam-se pela interação de ferramentas, pessoas e métodos [17,18].

Figura 8 - Modelo de desenvolvimento em cascata.

3.3 - Requerimento

Nesta etapa foram levantados todos os aspectos relacionados às necessidades do Reator, que são os aspectos legais (normas) que deverão ser atendidos pelo sistema. Foi também realizado um estudo de viabilidade do sistema computacional para determinar: as vantagens e desvantagens, a escolha da linguagem (ou plataforma) de programação, escolha do “hardware”,

a adequação do “*hardware*” disponível, as informações gerenciais disponíveis e o custo para o Reator [19,20].

3.4 - Projeto

Para o desenvolvimento do Projeto foi detalhada uma sequência de passos para a execução do sistema computacional:

3.4.1 - Entradas e saídas

Foram definidas quais seriam as entradas (tarefas e planos) e as saídas (registros de manutenção e calibração, históricos, listas, relatórios, estatística) do sistema. Foram definidos os principais módulos de programação como o cadastro do banco de dados, os registros de manutenções preventivas e corretivas, calibrações e históricos de manutenções e calibrações.

3.4.2 - Operacionalidade do sistema

Foram levantados os elencos de facilidades que o sistema irá propiciar em tempo real.

3.4.3 - Navegação

Foi definido como os módulos do sistema devem orientar o usuário, de forma simples e clara a “navegar” pelas telas, também foi concebido de modo que, as sequencias das telas sejam ordenados segundo o fluxo normal das tarefas, permitindo ao usuário “saltar” telas indesejadas, quando necessário.

Uma das maiores vantagens da interface gráfica é que o usuário pode interagir com um conjunto padronizado de objetos, tais como janelas, botões e barras de deslocamento. Aplicativos que usam esses objetos comportam-se de forma padrão, simplificando o aprendizado do aplicativo. Uma parte do trabalho é selecionar o estilo de interação mais apropriado para a situação e escrever os programas de forma que o usuário ache-o intuitivamente.

Em um ambiente GUI, o usuário interage com os objetos apresentados na tela para dar início a eventos como abrir uma janela, dar um clique em um ícone, escolher um item de tela, e, por meio disto, controlar o

aplicativo. O aplicativo transforma eventos iniciados pelo usuário em atividade programada, chamando o procedimento associado ao evento [16,19].

3.4.4 - Segurança do sistema

Foi definido como o sistema irá permitir que somente o usuário autorizado a executar determinadas tarefas possa fazê-lo. Foi definido que apenas os administradores do sistema devam poder cadastrar equipamentos, códigos de acesso e senhas, acessar a tela de Cadastro. Os demais usuários somente poderão utilizar as telas de consultas.

3.5 - Implementação

Na Implementação foi realizada a sequência de implantação e a programação (codificação) do sistema computacional.

Foi definida a sequência de eventos para montar o sistema de planejamento e controle de manutenção: identificação dos equipamentos, manutenção preventiva, manutenção corretiva, calibração, histórico de manutenção e calibração e, finalmente, os relatórios.

3.5.1. - Identificação dos equipamentos

A identificação dos equipamentos é parte fundamental da montagem do sistema de planejamento e controle de manutenção, seja ele manual ou informatizado em qualquer grau, para que o sistema reconheça sobre o que está sendo trabalhado.

O sistema informatizado de planejamento e controle da manutenção obriga o uso de uma codificação que relacione de modo biunívoco o equipamento e o seu código para que o executante possa saber, sem erros, se está trabalhando no equipamento correto e o administrador possa indicar de maneira inequívoca em qual equipamento está planejando as tarefas e a parada para manutenção. A codificação, sempre que necessário, deve indicar o tipo de equipamento, a localização, o sistema ao qual o equipamento pertence, a sequência numérica, entre outras informações. Para tanto foram estabelecidos alguns critérios para esta identificação.

Apesar de existir no Reator uma identificação dos equipamentos, foi criado um novo sistema de codificação para facilitar a identificação e atender

as necessidades normativas e do sistema informatizado. Os sistemas de códigos podem ser criados de maneiras diferentes, como códigos numéricos, códigos alfabéticos e códigos alfanuméricos.

♦ **Código numérico:** são códigos construídos apenas com números. São fáceis de serem montados, possuem um alcance fácil de ser visualizado e são facilmente memorizáveis. Existe uma dificuldade em interligar um sistema de códigos com os equipamentos se o sistema for apenas numérico.

♦ **Código alfabético:** são códigos construídos apenas com letras do alfabeto. Nem sempre são fáceis de memorizar, mas são mais fáceis de serem correlacionados com os equipamentos. É difícil visualizar a amplitude do código, mas para uma mesma quantidade de dígitos possui maior amplitude que o código numérico.

♦ **Código alfanumérico:** são códigos mais fáceis de serem construídos e memorizados, possuem maior amplitude e são mais facilmente relacionados com os equipamentos (parte alfabética) e memorizados pelos executores das oficinas, e laboratórios (parte numérica).

Para o sistema computacional do Reator foi adotado o código alfanumérico, conforme descrito no procedimento gerencial *PG-CRPq-1101-06 “Controle de Equipamento”* do Sistema da Gestão da Qualidade do Reator, *ABNT NBR ISO 9001:2008*.

Os equipamentos são identificados por um *Tag*. O código de Identificação dos equipamentos tem a seguinte estrutura:

Sistema Tipo Sequência

CP- BOM- 01

Onde:

Sistema: Campo com dois caracteres alfanuméricos identificando o sistema ao qual pertence o equipamento. No exemplo, Circuito Primário de Resfriamento *CP*.

Tipo: Campo com três caracteres alfanuméricos identificando o tipo de equipamento. No exemplo bomba de recirculação *BOM*.

Sequencial: Campo com dois dígitos, indicando a numeração sequencial para um mesmo tipo de equipamento, pertencente a um mesmo sistema. No exemplo 01.

Foi criada uma tabela de equivalência entre o *Tag* existente e o *Tag* que foi criado e um campo no registro de cadastro do equipamento com essa equivalência.

3.5.2 - Cadastro

Cadastro por definição é um censo, um recenseamento de forma organizada e metódica convenientemente registrada, catalogada e arquivada. Foram relacionadas todas as variáveis necessárias para podermos trabalhar bem e organizadamente no sistema informatizado. Foi montado um cadastro de equipamentos, usuários e tarefas a serem executadas.

3.5.2.1 - Equipamentos

Cadastro de equipamentos é o registro do maior número de dados dos equipamentos, através de formulários padronizados que, arquivados, possibilitem o acesso rápido a qualquer informação necessária para manter, comparar e analisar condições operativas, sem que seja necessário recorrer a fontes diversificadas de consulta.

Um levantamento foi realizado com todos os equipamentos ou medidores de cada sistema do Reator e de todas as informações possíveis de cada equipamento ou medidores, ou seja, os dados que necessitamos durante a operação do Reator e que eventualmente serão necessários para o uso no sistema computacional. Foram definidas as informações relevantes para o sistema computacional e também o formato do banco de dados.

3.5.2.2 - Pessoal e usuários

Cadastro de usuários é o registro de todos os dados necessários sobre as pessoas que trabalham na manutenção, como sua especialidade (mecânica, elétrica, eletrônica) e das pessoas que terão acesso ao sistema informatizado como administrador ou usuário.

3.5.2.3 - Tarefas de manutenção

Cadastro de tarefas de manutenção é um banco de dados, ou um conjunto de folhas onde estão descritas as tarefas que a manutenção deve

executar durante o cumprimento do *RMP* e *RMC*, sem que seja necessário recorrer aos manuais na maior parte dos trabalhos de rotinas.

3.5.2.4 - Formulários

Existem dois tipos de formulários para cadastramento, o específico e o genérico:

♦ **Formulários específicos:** são aqueles utilizados para cada tipo de equipamento, ou seja, nos casos em que é necessário que se utilize um tipo de formulário diferente para cada tipo de equipamento. São de preenchimento mais simples, normalmente mais completos e podem ser preenchidos por pessoa sem treinamento. Porém quando o tipo de equipamento for muito grande, (com vários componentes) pode tornar o sistema informatizado mais complicado, pois seriam necessárias mais telas de cadastro.

♦ **Formulários genéricos:** são aqueles utilizados para todos os tipos de equipamentos. Exigem muita atenção para que os dados sejam dispostos em sequência (para facilitar a busca futura da informação), são de implantação simples, porém necessitam de mão de obra especializada para o preenchimento.

Para o sistema computacional do Reator foi adotado o formulário genérico.

3.5.2.5 - Critérios

Os dados de equipamentos cadastrados podem ser reunidos de diversas maneiras. Os arquivos de cadastros podem ser agrupados por linhas de produção, tipos de equipamentos, famílias de equipamentos, unidades de produção, importância funcional, área geográfica (localização), unidade móvel, sistema operacional, entre outros, de acordo com a necessidade da instalação.

No sistema computacional temos somente um arquivo de banco de dados, onde foram definidos campos para a procura de informações pelas variáveis que foram necessárias e previamente estabelecidas. Foi definido que o cadastro do sistema informatizado seria realizado pelos sistemas existentes no Reator e definidos em lista no programa do Sistema de Gestão da Qualidade, que segue o estabelecido no Relatório de Análise de Segurança da instalação. No ANEXO 1 é apresentadas a Tabela1, com a descrição dos

sistemas do Reator, e a Tabela 2, com a descrição dos equipamentos e medidores ou instrumentos existentes no Reator.

3.5.2.6 - Tipos de sistemas

Neste tipo de cadastro os dados (informações) serão agrupados ao sistema ao qual o equipamento pertença, independente de qual tipo ou família de equipamento pertença. Por exemplo:

No caso do Circuito Primário de Refrigeração, todos os equipamentos e medidores pertencentes a este sistema estarão agrupados primeiro por:

- Sistema (**CP – Circuito Primário**);
- Tipo de equipamento (**BOM – bomba de recirculação**);
- Número sequencial (**01**).

3.5.3 - Manutenção preventiva e corretiva

Para a implantação dos módulos de manutenção foi necessário primeiro classificar os equipamentos, criar os planos de manutenção preventiva, as instruções de manutenção e definir como será a forma do *RMP* e *RMC*.

3.5.3.1 - Classificação dos equipamentos

Os equipamentos foram classificados de acordo com sua importância operacional, onde foi usado o critério de prioridade na implantação para os equipamentos mais importantes no processo, ou seja, aqueles que não podem falhar ou onde a falha ou a indisponibilidade causará maiores problemas, e em seguida estendido o estudo para os demais que existirem, usando o critério de importância da função que ele desempenha.

Como exemplo o Circuito Primário de Refrigeração. A função do Circuito Primário é prover o resfriamento adequado do núcleo do Reator assegurando que os critérios de projeto do combustível, não sejam excedidos durante qualquer condição normal de operação da planta. A Figura 9 apresenta o fluxograma do Circuito Primário de refrigeração com os seus equipamentos e medidores.

Figura 9 – Esquema do Circuito Primário de Refrigeração do núcleo.

A massa de água na piscina assegura a remoção de calor residual do núcleo quando da falta de energia elétrica, atuando como uma fonte de acúmulo e dissipação de calor. A água da piscina também tem a função de blindagem da radiação emitida pelo núcleo.

Os equipamentos deste circuito foram classificados conforme descrito no procedimento gerencial *PG-CRPq-1101-06 “Controle de Equipamento”* do Sistema de gestão da Gestão da Qualidade, *ABNT NBR ISO 9001:2008*.

Classificação quanto à importância para a instalação e ou processo:

♦ **Vital:** São equipamentos ou medidores cujo mau funcionamento ou não operacionalidade obrigam a interrupção da operação da instalação ou do processo. Devido à sua importância para o processo, geralmente, possuem redundância.

♦ **Essencial:** São equipamentos ou medidores cujo mau funcionamento ou não operacionalidade não obrigam a interrupção da operação da instalação ou do processo, mas comprometem seu desempenho.

♦ **Normal:** São equipamentos ou medidores que não têm influência direta sobre a operação da instalação ou do processo.

Para um maior controle do plano de manutenção os equipamentos são classificados quanto à sua disponibilidade:

♦ **Redundante:** Existe um ou mais equipamentos reserva.

♦ **Não Redundante:** Não existe equipamento reserva.

Este procedimento foi estendido a todos os sistemas e seus equipamentos ou medidores existentes na instalação.

3.5.3.2 - Instruções de manutenção

As instruções de manutenção foram elaboradas de maneira a indicar ao executante da manutenção como fazer a tarefa que está descrita no *RMP*. Além de lembrar valores e padrões de qualidade existentes dentro do *PGQ*.

As tarefas que envolvem riscos de acidentes de trabalho estão mencionadas na *RMP*, bem como aquelas que podem causar danos às pessoas, ao meio ambiente ou que exigem medidas específicas para serem iniciadas.

Juntamente com as instruções de trabalho, foi definida a periodicidade recomendada para cada tarefa, através de manuais e da experiência dos profissionais que executam as manutenções.

3.5.3.3 - Plano de manutenção preventiva

Os planos de manutenção foram criados segundo os critérios de prioridade definidos anteriormente, nesta ordem: equipamentos vitais, que devem ter seus planos rigorosamente cumpridos, equipamentos essenciais, que devem ter seus planos cumpridos dentro de uma faixa determinada de tempo, e normais que não necessitam de manutenções.

3.5.3.4 - Registro de manutenção preventiva

O registro de manutenção preventiva *RMP*, é o formulário (documento) básico para a execução da manutenção do equipamento.

Nenhuma manutenção em condições normais deve ser executada sem uma RMP previamente emitida e aprovada.

O registro de manutenção preventiva *RMP* é onde se descrevem as tarefas que devem ser executadas pelo pessoal de manutenção, oriundas do plano de manutenção preventiva.

O registro de manutenção preventiva *RMP*, do sistema informatizado foi elaborado dentro das normas de Qualidade Total [23], usando a ferramenta chamada *5W1H*, onde os *5W* significam: “why ”(porque), “where” (onde), “who ”(quem), “what” (o que), “when” (quando) e o “H” significa “how” (como).

Deste modo, para cumprir o que foi escrito acima, o registro de manutenção preventiva deve explicitar, sempre:

♦ **Porque foi executado (why):** No registro de manutenção preventiva consta porque deve ser realizado o serviço.

♦ **O que foi executado (what):** No registro de manutenção preventiva consta o que deve ser feito. Existe uma indicação clara de qual área (Produção, Serviços, Oficina Mecânica, Proteção Radiológica) ou laboratório (Absorção Atômica, Metrologia Nuclear) o equipamento pertença e qual o tipo de manutenção a ser executado.

♦ **Como foi executado (how):** No registro de manutenção existe a descrição de como executar o trabalho, quais parâmetros são importantes, toda a sequência de trabalhos, ou quando a manutenção for muito grande a rotina ou o plano de manutenção que deve ser seguido.

♦ **Onde foi executado (where):** O *RMP* indica claramente em qual sistema (por exemplo: o Circuito Primário de Refrigeração) a manutenção deve ser executada. Para isto foi definido um código para o equipamento, um nome ou *Tag* pelo qual o equipamento é conhecido na instalação, junto com a sua descrição.

♦ **Quem executou (who):** No registro de manutenção preventiva é obrigatória indicação de quem executou a manutenção. Esta indicação de retorno é fornecida através do código do empregado (no caso do Reator é o crachá). Existe a indicação do tempo previsto para a execução da tarefa, e o tempo real de execução da tarefa, que será usado para controle da mão de obra.

♦ **Quando foi executado (when):** Com a indicação de quando foi executada a manutenção, o sistema computacional está fazendo um controle entre o planejamento prévio e a execução da manutenção. Este controle é muito importante, porque existem manutenções que afetam outras áreas, ou que exigem cuidados especiais com mobilização de muitos recursos.

O registro de manutenção preventiva *RMP*, foi criado e personalizado para atender os requisitos regulamentares da instalação. Foi analisado cuidadosamente que tipo de informação deve ser fornecido ao executante e que tipo de informação o executante deve fornecer de retorno ao sistema computacional para que as metas e a missão da manutenção sejam cumpridas. O *RMP* possui cabeçalho com o logotipo da instituição, identificação do centro, identificação do registro, setor ou área e o número de controle do registro, os itens descritos no *5W1H* e para atender o requisito regulamentar o *RMP* foi numerado como formulário do Sistema de Gestão da Qualidade.

3.5.3.5 - Registro de manutenção corretiva

Foram estabelecidos os procedimentos que serão usados para os registros de pedidos de manutenções corretivas e outros serviços que não estejam dentro do plano de manutenção preventiva que está no sistema computacional, mas que tratam sobre os equipamentos e medidores que estão cadastrados e codificados.

O registro de manutenção corretiva *RMC*, do sistema informatizado foi elaborado a partir do mesmo princípio usado na elaboração do registro de manutenção preventiva *RMP*, ou seja, dentro das normas de Qualidade Total, usando a ferramenta chamada *5W1H*.

O registro de manutenção preventiva *RMC*, foi criado e personalizado para atender os requisitos regulamentares da instalação. Foi analisado cuidadosamente que tipo de informação deve ser fornecido ao executante e que tipo de informação o executante deve fornecer de retorno ao sistema computacional para que as metas e a missão da manutenção sejam cumpridas. O *RMC* possui cabeçalho com o logotipo da instituição, identificação do centro, identificação do registro, setor ou área e o número de controle do registro, os itens do descritos no *5W1H* e para atender o requisito

regulamentar o *RMC* foi numerado como formulário do Sistema de Gestão da Qualidade.

No caso do registro de manutenção corretiva, foi necessário definir a prioridade para o atendimento da manutenção indicando qual manutenção corretiva deve ser executada antes e qual o motivo do atendimento.

Foram definidos os seguintes códigos de prioridade em escala de importância para a instalação: imediato, urgente, normal e outros.

♦ ***Imediato:*** Esta prioridade é usada pelo sistema computacional para definir que a não execução da manutenção poderá ocasionar riscos de acidentes ou colocará em risco o patrimônio da instalação. São manutenções que devem ser feitas imediatamente, em equipamento classificado como vital para a instalação.

♦ ***Urgente:*** Esta prioridade é usada pelo sistema computacional para definir que a não execução da manutenção não trará riscos de acidentes, ou colocará em risco o patrimônio da instalação. São manutenções que devem ser feitas em um prazo máximo estabelecido de 1 dia para o seu atendimento, em equipamento classificado como essencial para a instalação.

♦ ***Normal:*** Esta prioridade é usada pelo sistema computacional para definir que a não execução da manutenção não trará riscos de acidentes, ou colocará em risco o patrimônio da instalação, mas se não for executada, a médio ou longo prazo originarão uma falha, que irá comprometer a operação da instalação. São manutenções que devem ser feitas em um prazo máximo estabelecido de 4 dias, em equipamento classificado como normal para a instalação.

♦ ***Outros:*** Esta prioridade é usada pelo sistema computacional para definir que a não execução da manutenção não trará riscos de acidentes, ou colocará em risco o patrimônio da instalação, mas não estão nas prioridades maiores anteriores. São manutenções que devem ser feitas sem um prazo máximo estabelecido, em equipamento classificado como normal para a instalação.

No registro de manutenção corretiva, foi elaborada uma pesquisa de satisfação do solicitante, a respeito da qualidade do serviço, o prazo de entrega e o atendimento da equipe de manutenção ou do executor do trabalho, conforme requisito regulamentar do Sistema de Gestão da Qualidade.

3.5.4 - Calibração dos medidores

Calibração é o nome dado ao conjunto de operações que estabelecem, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento calibrado ou sistema de medição e os valores representados por uma medida materializada ou um material de referência, ou os correspondentes das grandezas estabelecidas por padrões [27].

As operações de calibração são baseadas na comparação dos instrumentos padrão de modo a determinar sua exatidão e verificar se essa exatidão continua de acordo com a especificação de fabricante.

Em termos práticos, a calibração é uma ferramenta básica que visa a assegurar a confiabilidade de um instrumento de medição, por meio da comparação do valor medido com um padrão rastreado à *RBC*. A calibração de instrumentos pode ser feita por um laboratório, sem necessariamente estar acreditado. Como argumentos, encontram-se na página do Inmetro [28], a citação que a acreditação é voluntária e tem-se também, a definição do *VIM* [25], que contém as definições sobre metrologia, que descreve a calibração como operação que estabelece, numa primeira etapa e sob condições especificadas, uma relação entre os valores indicados e as incertezas de medição, fornecidos por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas; numa segunda etapa, utiliza-se esta informação para estabelecer uma relação visando a obtenção de um resultado de medição a partir de uma indicação.

De acordo com o Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia (aprovado pela Portaria INMETRO Nº 029/95) [26], calibração representa o conjunto de operações que estabelecem, sob condições específica, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição, sistema de medição ou valores representados por uma medida materializada ou material de referência, e os valores correspondentes às grandezas estabelecidas por padrões. Calibrar significa colocar um instrumento de medição em condições de utilização, por meio da comparação dos valores das medições fornecidos pelo instrumento, com os valores padrão, aplicando-se quando necessário, o ajuste ou regulagem.

A calibração deve ser realizada em todos os instrumentos de medição que tiverem influência na exatidão ou validade dos processos ou

ensaios. Nem todo instrumento de medição necessita de calibração. No Reator todo o instrumento ou medidor classificado como vital ou essencial estão no Plano de Calibração. Os instrumentos ou medidores classificados como normais não estão no plano de calibração.

Os resultados da calibração do instrumento de medição, expressos em um certificado de calibração, são importantes, pois fornecem informações válidas e úteis que podem auxiliar na tomada de decisões gerenciais, como por exemplo, para correções a serem realizadas no processo de medição. Permitem ainda, o estabelecimento da correspondência entre a indicação do instrumento de medição e o valor padrão. Também podem determinar outras propriedades metrológicas, tais como os efeitos das grandezas de influência sobre a indicação, ou o comportamento metrológico de sistemas de medição em condições adversas de utilização (em temperaturas elevadas ou muito baixas, na ausência de gravidade, radiação nuclear).

Vale ressaltar, também, outro fator fundamental que influencia nas medições: o cuidado com a preservação da identidade e integridade do instrumento. Isto se constitui em uma das mais importantes responsabilidades do grupo de manutenção. Sem este cuidado, qualquer resultado obtido, por mais reproduzível e preciso que seja não poderá ser associado exclusivamente às características do instrumento calibrado.

No Reator foi estabelecido um programa de calibração dos instrumentos de medição que contempla os critérios para calibração, incluindo os parâmetros a serem calibrados; as metodologias; as frequências e, quando procedente, o laboratório ou organismo responsável pelas calibrações [27]. Este programa foi concebido de maneira tal que, sempre que aplicável, as medições feitas em laboratório possam ser rastreáveis aos padrões de medidas estabelecidos.

A frequência da calibração (periodicidade) deve ser estabelecida em um procedimento, sendo o critério escolhido por meio de uma série de fatores, tais como: tipo de equipamento e periodicidade estabelecida pelo fabricante; análise da tendência conforme os dados das calibrações anteriores; histórico de uso e manutenção; comparações com periodicidade de equipamentos similares; e precisão da medida.

3.5.5 - Histórico de manutenção e calibração

Durante as atividades de manutenção preventiva, corretiva e calibração são executadas atividades em equipamentos ou medidores que devem ser lembradas para uso posterior. Podem ser trabalhadas para estudo de confiabilidade, para estimativa de custos, tempo de parada, requisição de material entre outros. Estas informações constituem um arquivo de banco de dados chamado de histórico.

Na definição do dicionário Aurélio, histórico é “relativo à história” ou “exposição cronológica de fatos”, então histórico de equipamento ou medidor é um arquivo onde são armazenadas as informações e registros das calibrações, avarias, reparações, intervenções em geral que dizem respeito ao equipamento ou medidor.

O arquivo de histórico do sistema computacional é atualizado pelos registros de manutenção preventiva *RMP*, o registro de manutenção corretiva *RMC* e o plano de calibração.

Para atender aos requisitos regulamentares o registro de manutenção preventiva ou corretiva e o histórico de calibração impressos, tem uma validade definida sendo após o seu vencimento descartados (retirados do programa da qualidade), mas o arquivo digital é preservado por tempo indeterminado. Alguns documentos impressos como o livro de ocorrências durante a operação do Reator (Log-Book), Folhas de Operação com os parâmetros operacionais, Lista de Verificação Inicial e Final, também são preservados por tempo indeterminado ou durante a vida útil da instalação.

3.5.6 - Relatórios

Relatórios de manutenção e calibração, de maneira geral, são documentos escritos, baseados em fatos contendo informações relevantes para avaliação e possíveis tomadas de decisão. Todo relatório de manutenção e calibração é praticamente um relatório gerencial.

Um relatório gerencial é um relatório baseado em análises de dados passados e atuais, projeções futuras e sugestões de como melhorar os índices de manutenção, sobre possíveis efeitos de falhas de equipamentos, compra de equipamentos novos, mudança de periodicidade da calibração, etc.

Relatórios gerenciais de boa qualidade são de extrema importância para o Sistema de Gestão da Qualidade. É possível elaborar e utilizar os Relatórios Gerenciais de forma simples, objetiva e eficaz.

Para que seja feito um relatório, é necessário ter dados e índices a serem analisados. O relatório deve sempre ter qualidade gráfica, informações, confiabilidade, clareza de texto e impressão, acabamento e papel adequado, para quando um gerente ou responsável venha analisar possa interpretar as informações exatamente como devem ser. Caso o gerente ou responsável não entenda, ou ache meio complicado, provavelmente o relatório será arquivado sem ter atingido o seu propósito.

No sistema computacional os relatórios foram criados em uma linguagem simples e curta, de parágrafos breves e fáceis de ler. Foram definidos e desenhados dentro da implantação de cada módulo do sistema.

3.6 - Verificação (dos módulos do sistema)

Na Verificação foram realizados os testes operacionais de cada módulo e a validação do novo software.

A validação de software é um processo de engenharia de requisito. Este processo trata, tal como o seu nome indica, da validação quanto à consistência, precisão, contextualização de requisitos levantados no processo de identificação, descoberta, análise e negociação de requisitos. Este processo envolve uma revisão de todos os requisitos levantados e negociados, assim como da validação de modelos e testes de requisitos.

Este processo é um dos mais importantes. Isto porque tal como um documento de requisitos bem definido permite a correção de incoerências e inconformidades no desenvolvimento de um produto de software, a validação permite minimizar o tempo gasto na detecção dessas incoerências e inconformidades devido à sua alta eficiência na sua descoberta. Também porque como é este processo que permite a identificação destas mesmas incoerências na fase anterior à versão final do relatório de requisitos, minimiza grandemente o risco de encontrarem estas incoerências numa fase tardia, ou até mesmo no final do desenvolvimento do sistema. É fácil entender que um erro encontrado numa fase tardia do desenvolvimento do projeto pode ser

desastroso, pois a sua alteração poderá ser bastante onerosa e incompatível, em termos de prazos a serem cumpridos.

Os seguintes atributos de qualidade foram tomados em conta na formulação do teste de validação: compreensibilidade, redundância, completude, ambiguidade, consistência, organização, conformidade com as normas e rastreabilidade. Na Tabela 3 é apresentado o modelo de questões para formulação dos atributos de qualidade do teste de validação do sistema computacional.

Tabela 3 – Teste de validação dos atributos do sistema

Questões	Atributo de Qualidade
As questões são atributos da qualidade?	Rastreabilidade, Conformidade com normas
Os termos especializados aparecem no plano?	Compreensibilidade
Os requisitos dependem de outro para se compreender o seu significado?	Compreensibilidade, Completude
Existem requisitos que usam o mesmo termo com sentidos diferentes?	Ambiguidade
O mesmo serviço é solicitado em vários requisitos? Existe contradição nesta solicitação?	Consistência, Redundância
Os requisitos fazem referências a outras facilidades? Isto está descrito no documento?	Completude
Os requisitos relacionados estão agrupados? Se não estão, como se referenciam mutuamente?	Organização, Rastreabilidade

Para cada módulo do sistema computacional foi elaborado um roteiro e uma sequência para validação dos requisitos.

3.6.1 - Validação da manutenção preventiva

Para validar a manutenção preventiva se faz necessário:

- Alterar dados do plano de manutenção preventiva;
- Gerar o *RMP*;
- Consultar e Imprimir o *RMP*.

Validação

Identificação:

Tag: **EE-CCM-01**

Alterar Dados de Manutenção:

Previsão da Data Próxima realização: 19/12/2013

Frequência: Semestral

Aplicabilidade (Sim ou Não): SIM

Registrar a Execução da Manutenção:

Identificação do Equipamento: EE-CCM-01

Descrição do Equipamento: Centro de comando de motores

Manutenção Programada para: 19/06/2013

Empresa: IPEN-CNEN/SP

Técnico Responsável: Gílson

Identificação da Empresa (CNPJ): 00.402.552/0005-50

Ocorrências Verificadas: Nenhuma

Executor e Data: 27/06/2013

Funcionário e Data: 27/06/2013

Tarefas: Parecer do Técnico

Limpar os contatos elétricos das chaves OK

seccionadoras;

Verificar o funcionamento das lâmpadas OK

de sinalização.

Imprimir o RMP:

Número de Controle: **11995**

3.6.2 - Validação da manutenção corretiva

Para validar a manutenção corretiva se faz necessário:

- Criar um usuário;
- Solicitar serviço de manutenção corretiva e emitir RMC;
- Atualizar dados referentes a execução do RMC;
- Gerar um novo RMC;
- Avaliar o serviço executado;

- Imprimir o *RMC*.

Validação

Identificação:

Tag: ***XN-VGC-05***

Solicitar um Serviço de Manutenção Corretiva:

Modalidade: *Equipamento*
 Natureza do Serviço: *Mecânica*
 Atendimento até: *Normal*
 Descrição do Problema: *Ventilador inoperante*
 Contato - Nome: *BISPO*
 Contato - Setor: *CRO*
 Contato - Ramal: *8855*
 Contato - Data: *28/02/2013*
 Contato – Hora: *08:20:00*
 Solicitante - Crachá: *106 - Alberto*

Registrar a Execução da Manutenção:

Descrição dos Componentes: *Correias A30*
 Descrição do Serviço: *Troca*
 Observação: *Nenhuma*
 Executor – Crachá: *Emanoel Bispo - 496*

Avaliação do Solicitante:

Qualidade do Serviço: *Ótimo*
 Prazo de Entrega: *Ótimo*
 Atendimento ao Cliente: *Ótimo*

Tempo de Execução (horas):

Horas Homem Previsto: *1 hora*
 Horas Homem Executado: *1 hora*

Imprimir o RMC:

Número de Controle ***1057***

3.6.3 - Validação da calibração

Para validar a calibração se faz necessário:

- Cadastrar um instrumento ou medidor;

- Incluir uma programação de calibração para o instrumento ou medidor;
- Imprimir o histórico de calibração para o referido instrumento ou medidor;
- Imprimir relatório de calibração;
- Colocar data de execução, executor e empresa;
- Gerar uma nova programação;
- Imprimir o histórico de calibração;
- Imprimir relatórios de calibração de pendentes no mês/ano da nova data de programação;
- Imprimir relatórios de calibração concluídos no mês/ano de execução.

Validação

Identificação:

Tag: **IC-ELM-03**

Registrar um Novo Medidor ou Instrumento:

Numero de Patrimônio:	28829
Localização:	Laboratório de eletrônica
Área responsável:	CRO
Descrição do Medidor:	Eletrômetro digital
Fabricante:	KEITHLEY
Modelo:	617
Serie:	0577694
Aplicação:	IC - Instrumentação e controle
Situação:	Em uso
Observações:	Nenhuma
Parâmetros de Calibração:	Faixa de Operação: 10 a 100 nA; 1uA a 10 uA; 100 uA a 1 mA. Erro máximo admissível: 5% do valor medido em cada faixa de operação

Incluir uma Programação de Calibração:

Tarefa (Calibrar ou Validar):	<i>Calibrar</i>
Periodicidade:	<i>Bi-anual</i>
Programar Calibração Para:	<i>28/06/2013</i>
Situação do Equipamento:	<i>Em uso</i>
<i>Registrar a Execução da Calibração:</i>	
Data da Realização	<i>28/06/2013</i>
Técnico Responsável	<i>Patrício</i>
Situação do Equipamento	<i>Em uso</i>
Certificado	<i>125167-101</i>
Empresa Responsável	<i>IPT</i>

3.7 - Manutenção

Foram realizadas as correções necessárias de falhas ou erros durante a etapa de Verificação do software do sistema computacional.

Foi finalizada a documentação do projeto interno do sistema computacional, o manual do usuário, para propósitos de futuras correções e aprimoramentos.

4. - PARTE EXPERIMENTAL

O sistema computacional foi desenvolvido em “*Delphi*” que é uma linguagem de pesquisa declarativa para bancos de dados relacionais. O “*Delphi*” é largamente utilizado no desenvolvimento de aplicações desktop, aplicações multicamadas e “Cliente/Servidor”, além de ser compatível com os bancos de dados mais conhecidos do mercado.

Como uma ferramenta de desenvolvimento genérica, o Delphi pode ser utilizado para diversos tipos de desenvolvimento de projeto, abrangendo desde serviços a aplicações *Web* e *CTI*. Pode ser usado para desenvolver aplicações que exijam tanto uma linguagem de alto nível ou baixo nível. Um exemplo de software conhecido que foi desenvolvido em “*Delphi*” é o “*Skype*” [12,13].

O nome “*Delphi*” é inspirado na cidade de Delfos, o único local na Grécia antiga em que era possível consultar o Oráculo de Delfos. O nome deve-se ao fato de que os desenvolvedores do compilador buscavam uma ferramenta capaz de acessar o banco de dados Oracle - daí o trocadilho:

A única maneira de acessar o oráculo é usando “*Delphi*”.

Vantagens do *Delphi* como linguagem de programação:

- Melhor Ferramenta para se começar a desenvolver um software;
- Permite programar, virtualmente, qualquer tipo de aplicação para qualquer ambiente de programação;
- Existem muitas assistências on-line, componentes gratuitos ou de custo reduzido disponíveis na Internet e uma infinidade de listas de discussão;
- O *Delphi* possui características que possibilitam a reusabilidade do código-fonte;
- O *Delphi* é oriundo do “*Object Pascal*”, que é uma ferramenta de desenvolvimento poderosa, abrangente e totalmente orientada a objetos;
- Compilador rápido que gera instruções binárias nativas (código de máquina), dispensando a necessidade de se usar “run time's” e tendo a grande vantagem de ser impossível de ser descompilado;
- Acesso a bases de dados “Cliente/Servidor” como: “Oracle”, “Informix”, “Interbase”, “Access”, “Paradox”, “dBase” e outras;

- Possibilidade de se desenvolver objetos do início ou usar como base algum já disponível. Esta característica economiza muito tempo na hora do desenvolvimento de objetos, e minimiza a ocorrência de erros;

- Desenvolvimento de aplicações para Internet;

- Ambiente de desenvolvimento com compilador extremamente rápido, com tecnologia que possibilita que após a primeira compilação só seja compilado o código modificado.

A linguagem de programação “*Delphi*” foi utilizada na elaboração de aplicativos que permitirão ao usuário realizar tarefas tais como: entrada, atualização de dados, emissão de relatórios, controle das manutenções e calibrações realizadas.

Outra opção para o sistema computacional seria o desenvolvimento em ambiente *ASP/SQL*, onde o *ASP* é uma estrutura de bibliotecas básicas para processamento de linguagens de script servidor para geração de conteúdo na *Web*, e o *SQL*, é uma linguagem de pesquisa declarativa para bancos de dados relacionais [29] [30].

5. - RESULTADOS

O Sistema Computacional Para Planejamento e Controle da Manutenção do Reator *IEA-R1* é constituído dos seguintes módulos: Manutenção Preventiva, Manutenção Corretiva e Calibração.

5.1 - Módulo de manutenção preventiva

Para acessar o módulo de Manutenção Preventiva, é necessário informar o crachá e a senha. O usuário pode efetuar o seu cadastramento selecionando a opção “Cadastramento”, ao entrar com as informações será criado um usuário com direitos apenas de consulta e impressão de relatórios. Para criar usuários com direitos de atualização somente por intermédio do administrador do sistema. A Figura 10 apresenta a tela de acesso do módulo de manutenção preventiva.

Figura 10 - Tela de acesso do módulo de manutenção preventiva.

O módulo de Manutenção Preventiva é dividido em: Cadastro, Atualização e Relatórios.

5.1.1 - Cadastro

O Cadastro é o responsável pelo armazenamento das informações nos bancos de dados dos equipamentos da instalação, dos planos de manutenção e das tarefas a serem executadas durante as manutenções preventivas. Todo equipamento cadastrado recebe uma identificação *Tag*, que permite identificar o sistema a que pertence o tipo de equipamento e a quantidade existente.

No plano de manutenção estão armazenadas todas as instruções técnicas referentes ao plano de manutenção do Reator, bem como a periodicidade em que estas deve ser executadas. As informações armazenadas se referem tanto a um equipamento individual como a um sistema composto de vários equipamentos. A Figura 11 apresenta a tela principal da manutenção preventiva.

Figura 11 – Tela principal do módulo de manutenção preventiva.

O Cadastro permite a inclusão, alteração e exclusão de registros, bem como elaboração de relatórios para simples conferência.

As Figuras 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 apresentam telas descritas acima e a Figura 20 o relatório impresso.

Figura 12 - Inclusão de dados de equipamento.

Figura 13 - Alteração de dados de equipamento.

Registro - Equipamentos

Nº	Desc	Loc	Apl	Descrição do Equipamento	TAG	Aplicação	ÁREA	Localização	Patrimonio	Fabricante
CP-VRP-01	VÁLVULA DO CIRCUITO PRIMÁRIO DE REFRIGERAÇÃO			VÁLVULA DE REVRP-01		CIRCUITO PRIMÁ	CRO	PORÃO	S/N	VANASA
CP-VRP-02	VÁLVULA DO CIRCUITO PRIMÁRIO DE REFRIGERAÇÃO			VÁLVULA DE REVRP-02		CIRCUITO PRIMÁ	CRO	PORÃO	S/N	VANASA
CS-BOM-01	BOMBA DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO			TIPO: centrífuga B102-A		CIRCUITO SECUN	CRO	PORÃO	S/N	WORTHINGTON
CS-BOM-02	BOMBA DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO			TIPO: centrífuga B102-B		CIRCUITO SECUN	CRO	PORÃO	S/N	WORTHINGTON
CS-BOM-03	BOMBA DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO			Filtro de areia da N/C		CIRCUITO SECUN	CRO	ÁREA EXTERNA	S/N	WORTHINGTON
CS-CTD-01	CONTADOR DE PULSO DO VENTILADOR CS-VTL-03				N/C		CRO	2 ANDAR	S/N	NAUTILUS
CS-FGR-01	FILTRO DE AREIA				N/C		CRO	ÁREA EXTERNA	S/N	NAUTILUS
	BOMBA DE RECIRCULAÇÃO					CIRCUITO SECUN	CRO	2 ANDAR	S/N	COEL
	BOMBA DE RECIRCULAÇÃO					CIRCUITO SECUN	CRO	2 ANDAR	S/N	COEL
	VENTILADOR CS-VTL-01 DA T					CIRCUITO SECUN	CRO	2 ANDAR	S/N	COEL
CS-HOR-04	HORÍMETRO DO VENTILADOR CS-VTL-02 DA T					CIRCUITO SECUN	CRO	2 ANDAR	S/N	COEL
CS-HOR-05	HORÍMETRO DO VENTILADOR CS-VTL-03 DA TORRE CS-TRE-02				N/C	CIRCUITO SECUN	CRO	2 ANDAR	S/N	COEL
CS-HOR-06	HORÍMETRO DO VENTILADOR CS-VTL-04 DA TORRE CS-TRE-02				N/C	CIRCUITO SECUN	CRO	2 ANDAR	S/N	COEL
CS-HOR-07	HORÍMETRO DO VENTILADOR CS-VTL-04 DA TORRE CS-TRE-02				N/C	CIRCUITO SECUN	CRO	2 ANDAR	S/N	COEL
CS-MDP-01	MEDIDOR DE NÍVEL DA BACIA DA TORRE CS-TRE-02				N/C	CIRCUITO SECUN	CRO	PORÃO	40677	HELDON
CS-MDP-02	MEDIDOR DE NÍVEL DA BACIA DA TORRE CS-TRE-02				N/C	CIRCUITO SECUN	CRO	PORÃO	40679	HELDON
CS-MDS-01	MEDIDOR DE NÍVEL DA BACIA DA TORRE CS-TRE-02				N/C	CIRCUITO SECUN	CRO	EXTERNA	S/N	KEY
CS-MDS-02	MEDIDOR DE NÍVEL DA BACIA DA TORRE CS-TRE-02				N/C	CIRCUITO SECUN	CRO	EXTERNA	S/N	KEY
CS-MOT-01	MOTOR DA BOMBA DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO				N/C	CIRCUITO SECUN	CRO	PORÃO	30864	GENERAL ELEC
CS-MOT-02	MOTOR DA BOMBA DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO				N/C	CIRCUITO SECUN	CRO	PORÃO	S/N	ARNO
CS-MOT-03	MOTOR DO VENTILADOR CS-VTL-03 DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO				N/C	CIRCUITO SECUN	CRO	TORRE RESF/CS-TRE-02	S/N	ALPINA
CS-MOT-04	MOTOR DO VENTILADOR CS-VTL-04 DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO				N/C	CIRCUITO SECUN	CRO	TORRE RESF/CS-TRE-02	S/N	ALPINA
CS-MOT-05	MOTOR DA BOMBA DO FILTRO DE AREIA CS-FGR-01 DA TORRE CS-TRE-02				N/C	CIRCUITO SECUN	CRO	ÁREA EXTERNA	S/N	WEG
CS-TRE-01	TORRE DE RESFRIAMENTO DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO					CIRCUITO SECUN	CRO	ÁREA EXTERNA	S/N	ALPINA
CS-TRE-02	TORRE DE RESFRIAMENTO DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO					CIRCUITO SECUN	CRO	ÁREA EXTERNA	S/N	GARCIA & BASS
CS-VAR-01	VÁLVULA DE QUATRO VIAS DO FILTRO DE AREIA CS-FGR-01					CIRCUITO SECUN	CRO	ÁREA EXTERNA	S/N	NAUTILUS
CS-VGV-01	VÁLVULA DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO			TIPO GAVET, VS-01		CIRCUITO SECUN	CRO	PORÃO	S/N	VANASA
CS-VGV-02	VÁLVULA DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO			TIPO GAVET, VS-02		CIRCUITO SECUN	CRO	PORÃO	S/N	WCB
CS-VGV-03	VÁLVULA DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO			TIPO GAVET, VS-03		CIRCUITO SECUN	CRO	PORÃO	S/N	WCB
CS-VGV-04	VÁLVULA DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO			TIPO GAVET, VS-04		CIRCUITO SECUN	CRO	PORÃO	S/N	WCB
CS-VGV-05	VÁLVULA DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO			TIPO GAVET, VS-05		CIRCUITO SECUN	CRO	PORÃO	S/N	VANASA
CS-VGV-06	VÁLVULA DO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO			TIPO GAVET, VS-06		CIRCUITO SECUN	CRO	PORÃO	S/N	VANASA

Figura 14 - Cadastro de equipamento completo.

Atualização da Tabela de Plano

NOVO PLANO

Codigo do Plano: 123

Rotina:

Descricao Macro:

Descrição:

Plano: ☐ I - Instalações ☐ E - Equipamentos/ Instrumentos ☐ A - Ageing

Categoria: ☐ M-Mecanica ☐ E-Eletrica ☐ H-Hidráulica ☐ P-Eletrica/Mecanica
☐ T - Eletronica ☐ I-Instrumentação ☐ O-Outros

Retornar a tela principal

Incluir plano de manutenção

Figura 15 – Inclusão de plano de manutenção preventiva.

Atualização da Tabela de Plano

Alterar plano de manutenção Retornar a tela principal

EE/EV/EN-DIST. ELÉTRICA ESSENCIAL / VITAL / NORMAL (CCM/QDA)

Código do Plano:

Rotina:

Descrição Macro:

Descrição:

Plano: I - Instalações E - Equipamentos/ Instrumentos A - Ageing

Categoria: M-Mecânica E-Elétrica H-Hidráulica P-Elétrica/Mecânica
T - Eletrônica I-Instrumentação O-Outros

Figura 16 - Alteração do plano de manutenção preventiva.

Atualização da Tabela de Plano/Grupo/Tarefa

Retornar a tela principal

Inclusão de uma nova Tarefa para - EE-DIST.ELETRICA ESSENCIAL (GRUPO MOTOGERADOR CONV. DE 220V)

Incluir tarefas no plano de manutenção Excluir registro

Grupo / Itens de Verificação:

Tarefas:

Periodicidade:

Figura 17 - Inclusão de tarefas no plano de manutenção preventiva.

Atualização da Tabela de Plano/Grupo/Tarefa

Alteração da Tarefa - TALHA ELÉTRICA DE 10 TON

Alterar tarefas no plano de manutenção

Excluir registro

Retornar a tela principal

Grupo / Itens de Verificação: TALHA ELÉTRICA DE 10 TON

Tarefas: ENGRAXAR MANCAIS

Periodicidade: Semestral

Figura 18 - Alteração de tarefas no plano de manutenção preventiva.

Plano de Manutenção Preventiva de Mecânica

Filtrar por categoria

Tipo de Plano

Equipam

Instalaçã

Ageing

TODOS

Incluir plano de manutenção

Excluir plano de manutenção

Alterar tarefas

Excluir tarefas

Imprimir plano de manutenção

Alterar plano de manutenção

Incluir tarefas no plano de manutenção

Retornar a tela principal

Plano de Manutenção para:	Tipo	Categoria	Código
Plano de Manutenção			
CIRCUITO PRIMÁRIO BOMBAS DE RECIRCULAÇÃO	E	M	11
CIRCUITO SECUNDÁRIO BOMBAS DE RECIRCULAÇÃO	E	M	11
COMPRESSORES DE AR COMPRIMIDO	E	M	11
DE AR	E	M	11
ELÉTRICA DE 1 TON	E	M	11
TALHA ELÉTRICA DE 10 TON	E	M	11
TALHA ELÉTRICA DE 2 TON	E	M	11
VENTILADORES ÁREA FRIA / ÁREA QUENTE	E	M	11

Grupo / Itens de Verificação	Tarefas	Periodicidade
BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO DE REFRIGERAÇÃO	AJUSTAR AS GAXETAS DA BOMBA (30 a 60 PINGOS / M	Mensal
BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO DE REFRIGERAÇÃO	LIMPEZA DO CONJUNTOS MOTO-BOMBA E ÁREAS ADJ	Semestral
BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO DE REFRIGERAÇÃO	LUBRIFICAR ACOPLAMENTOS E MANCAIS	Mensal
BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO DE REFRIGERAÇÃO	REAPERTAR OS PARAFUSOS EM GERAL E DA BASE DO	Semestral
BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO DE REFR	A DOS EQUIPAMENTOS, SUPORTES	Semestral
IMÁRIO DE REFR	DO ÓLEO NA CAIXA DE ROLAN	

Figura 19 - Inclusão de plano ou tarefa de manutenção preventiva.

EE/EV/EN-DIST. ELÉTRICA ESSENCIAL / VITAL / NORMAL (CCM/QDA)

Descrição dos Componentes e Atividades a executar	Periodicidade	Observação
	S M T SL A B Q	
GERAL MANUTENÇÃO		
EXECUTAR A MANUTENÇÃO CONFORME A IT-CRO-1101-07	SL	
IT-CRO-1101-07		
LIMPAR OS CONTATOS ELÉTRICOS DAS CHAVES CONTADORAS	SL	
LIMPEZA GERAL DOS QUADROS	A	
REAPERTAR OS TERMINAIS ELÉTRICOS	A	
VERIFICAR O FUNCIONAMENTO DAS LÂMPADAS DE SINALIZAÇÃO	SL	

Página:1

Figura 20 - Impressão de plano de manutenção preventiva.

5.1.2 - Atualização

A Atualização é a responsável pela geração do registro de manutenção preventiva, o controle sobre essas fichas e o histórico de todos os registros. Todo registro de manutenção preventiva recebe um número de controle sequencial, que não poderá ser utilizado por outro equipamento. Caso necessite de uma complementação ou substituição, este registro de manutenção preventiva poderá ser cancelado, e um novo registro de manutenção preventiva será gerado obedecendo a sequência numérica. A Atualização está dividida em: Consulta do *RMP*, Consulta das tarefas e Atualização da situação do *RMP*. As Figuras 21, 22 e 23 apresentam as telas descritas acima.

Consulta das Fichas de Manutenção Preventiva									
Fch	Sts	Priv	Pnd	Int	Status Ficha				
Ficha	Interno	Nr.Eqpto	Previsao	Cat.	Status da Ficha	Empresa	Executor	Execução	
13243	CI-HDR-08	1503	5/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13249	CI-HDR-09	1504	5/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13250	CI-HDR-10	1505	5/10/2014	M	Solicitação				
13251	CI-PCI-01	153	5/10/2014	I	Solicitação				
13252	CP-BOM-01	81	24/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13253	CP-BOM-01	81	1/10/2014	P	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
			24/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
			1/10/2014	P	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13256	CP-VGV-01	84	3/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13257	CP-VGV-02	86	3/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13258	CP-VGV-03	87	3/10/2014	P					
13259	CP-VGV-04	91	3/10/2014	P					
13260	CP-VGV-05	92	3/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13261	CP-VGV-06	93	3/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13264	CP-VRT-01	89	3/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13265	CP-VRT-02	90	3/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13266	CS-BOM-01	121	1/10/2014	P	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13267	CS-BOM-02	122	1/10/2014	P	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13268	CS-TRE-02	101	14/10/2014	H	Solicitação	J. V. AMORIM QUÍMICA			
13269	CS-VTL-01	117	1/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13270	CS-VTL-02	118	1/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13271	CS-VTL-03	119	6/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			
13272	CS-VTL-04	120	6/10/2014	M	Solicitação	IPEN-CNEN/SP			

Figura 21 - Consulta do registro de manutenção preventiva – RMP.

Consulta das Tarefas a serem Executadas

Retornar a tela anterior

Codigo CRPq: SC-TEL-04   Ficha: 10005

Grupo / Itens de Verificação	Tarefas	Previsao	Conceito	Execução	Executor
MOTOR ELÉTRICO	VERIFICAR CORRENTE ELÉTRICA DO MOTOR	25/09/2012	OK	27/09/2012	GÍLSON
MOTOR ELÉTRICO	VERIFICAR TENSÃO ELÉTRICA DO MOTOR	25/09/2012	OK	27/09/2012	GÍLSON

Conceito:

☐ Bom
☐ Ruim
☐ Substituir
☒ OK

MOTOR ELÉTRICO VERIFICAR CORRENTE ELÉTRICA DO MOTOR

Execução: 27/09/2012   Executor: GÍLSON   Observação:

Cancelar tarefa

Gravar todas as tarefas

Gravar tarefa

Cancelar
Gravar
Todos

Figura 22 - Consulta das tarefas a serem executadas no RMP.

Atualização Status da Ficha

Ficha Numero: 10005   Número do RMP

Status Ficha

☐ Solicitação   ☐ Execução   ☐ Pendencia   ☒ Concluido   ☐ Cancelado

Ocorrências Verificadas:

MEDIDA DE TENSÃO : RS= 225 V, ST= 223 V, TR= 224 V
MEDIDA DE CORRENTE: R= 2 A, S= 2.1 A, T= 2.3 A (movimentação)
MEDIDA DE CORRENTE: R= 7.9 A, S= 8.1 A, T= 8 A (carga)

Horas Homem Previstos   Horas Homem Executados

0   15   0   15

Contato / Identificação do Responsável

Empresa: IPEN-CNEN/SP

Técnico Responsável: GÍLSON DE FREITAS MACIEL

Funcionario

Supervisor: GÍLSON DE FREITAS MACIEL   27/09/2012

Executor

Nome: GÍLSON   27/09/2012

Gravar ou incluir ou alterar dados

Atualiza

Sair

Retornar a tela anterior

Figura 23 - Atualização da situação do RMP.

5.1.2.1 - Programação de manutenção preventiva

O sistema relaciona o equipamento com o seu respectivo plano de manutenção, bem como a periodicidade, a data prevista para a sua execução e o responsável pela tarefa. A Figura 24 mostra a tela descrita acima.

Consultar por Tag

Consultas ordenadas por

Incluir plano de manutenção

Excluir plano de manutenção

Incluir informações para a RMP como: periodicidade, previsão para a realização do serviço e se aplica ou não ao equipamento.

Imprimir planos de manutenção

Retornar a tela principal

Nr. CRPq	DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO	APLICAÇÃO	Nr. CR
CI-SPR-03	SPRINKLER	PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO	1484
CI-SPR-04	SPRINKLER	PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO	1485
CI-SPR-05	SPRINKLER	PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO	1486
CP-BOM-01	BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO DE REFRIGERAÇÃO Tipo: Centrífuga Po	CIRCUITO PRIMÁRIO	81
CP-BOM-02	BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO DE REFRIGERAÇÃO Tipo: Centrífuga Po	CIRCUITO PRIMÁRIO	88
CP-CTD-01	CONTADOR DE PULSO DA BOMBA CP-BOM-01	CIRCUITO PRIMÁRIO	1296
CP-HOR-01	HORÍMETRO DA BOMBA DE RECIRCULAÇÃO CP-BOM-01	CIRCUITO PRIMÁRIO	1276

Categoria	PLANO	Empresa	Técnico
P	MANUTENÇÃO PREDITIVA - EQUIPAMENTOS ROTATIVOS	IPEN-CNEN/SP	MARCOS
M	CIRCUITO PRIMÁRIO BOMBAS DE RECIRCULAÇÃO	IPEN-CNEN/SP	MARCOS

Grupo	Tarefas	Periodicidade	Previsão	Aplicação
BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO	AJUSTAR AS GAXETAS DA BOMBA (30 a 60 PINGOS)	Mensal	24/11/2014	
BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO	LIMPEZA DO CONJUNTOS MOTO-BOMBA E ÁREAS A	Semestral	3/3/2015	
BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO	LUBRIFICAR ACOPLAMENTOS E MANCAIS	Mensal	24/11/2014	
BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO	REAPERTAR OS PARAFUSOS EM GERAL E DA BASE	Semestral	3/3/2015	
BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO	RETOCAR PINTURA DOS EQUIPAMENTOS, SUPORT	Semestral	3/3/2015	
BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO	VERIFICAR O NÍVEL DO ÓLEO NA CAIXA DE ROLAM	Mensal	24/11/2014	

Figura 24 – Consulta ou atualização da programação do RMP.

5.1.2.2 - Gerar registro de manutenção

O sistema gera os registros de manutenção preventiva de cada equipamento ou sistema, de acordo com o período desejado. Os registros são numerados e impressos para execução. Uma vez realizada a manutenção preventiva, e corretamente preenchido, o registro é devolvido para atualização do banco de dados. A Figura 25 apresenta a tela descrita acima.

Gera Ficha de Manutenção

Período: / → Período selecionado

Área	Código	categoria	Descrição Patrimônio	Manutenção	Periodicidade
CRO	CI-EXN-01	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-01	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-01	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-02	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-02	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-02	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-03	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-03	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-03	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-04	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-04	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-04	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-05	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-05	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-05	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-06	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-06	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-06	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-07	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-07	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-07	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-08	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal
CRO	CI-EXN-08	M	EXTINTOR DE INCÊNDIO	1/11/2014	Mensal

Gerar o Movimento
 ↓
 Gera os RMP do período selecionado

Sair
 ↓
 Retornar a tela anterior

Figura 25 - Gera registro de manutenção preventiva – RMP.

5.1.2.3 - Acompanhamento do Registro

O sistema atualiza o banco de dados do registro de manutenção preventiva, de acordo com o status da execução (solicitação ou execução ou pendência ou concluído ou cancelado). São anotadas as ocorrências que não estavam previstas durante a manutenção, bem como são identificados o executor e a data em que foi realizada a manutenção preventiva. As Figuras 26 e 27 apresentam o RMP a ser elaborado e impresso.

Estas informações são muito importantes, pois é a partir delas que serão gerados os relatórios de Histórico de Manutenção, que contém todas as manutenções preventivas realizadas em cada equipamento ou sistema. Estas

informações são fundamentais para as previsões de futuras ações preventivas no Reator, como o Módulo de Manutenção Preditiva.

Centro do Reator de Pesquisas Registro de Manutenção Preventiva			
Setor/Área: CRO - Área de Operação e Manutenção		Número de Controle: 13252	
☒ MECÂNICA ☐ ELÉTRICA ☐ OUTROS			
Identificação (TAG): CP-BOM-01 Equipamento: BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO DE REFRIGERAÇÃO Tipo: Centrífuga Pot. 57 Kw 1760 rpm com volante de inércia.			
Data: 24/10/2014	Empresa: PEN-CNENSP	Técnico Responsável: MARCOS	Identificação: 00.402.552/0005-50
Descrição dos Componentes e Atividades executadas BOMBA DO CIRCUITO PRIMÁRIO DE REFRIGERAÇÃO AJUSTAR AS GAXETAS DA BOMBA (30 a 60 PINGOS / MINUTO) LUBRIFICAR ACOPLAMENTOS E MANCAIS VERIFICAR O NÍVEL DO ÓLEO NA CAIXA DE ROLAMENTOS, COMPLETAR SE NECESSÁRIO			Parecer Técnico
Horas Homem Previsto		Horas Homem Executado:	
Ocorrências Verificadas:			
Identificação do Formulário no Sistema de Gestão da Qualidade Executor: ____/____/____ Funcionário: ____/____/____ Nome e Assinatura			

Figura 26 - Registro de manutenção preventiva – RMP.

Centro do Reator de Pesquisas Registro de Manutenção Preventiva			
Setor/Área: CRO - Área de Operação e Manutenção		Número de Controle: 12440	
☒ MECÂNICA ☐ ELÉTRICA ☐ OUTROS			
Identificação (TAG): CS-VTL-03 Equipamento: VENTILADOR DA TORRE - Potência: 30 HP Redutor de velocidade (tipo 39 VXS - marca SAUER) Transmissão (modelo das luvas 9P - Steelflex-Falk do Brasil)			
Data: 31/3/2014	Empresa: PEN-CNENSP	Técnico Responsável: PIRES	Identificação: 00.402.552/0005-50
Descrição dos Componentes e Atividades executadas VENTILADORES INSPEÇÃO VISUAL DOS ROTORES E PÁS VERIFICAR O NÍVEL DE ÓLEO DO REDUTOR			Parecer Técnico OK OK
Horas Homem Previsto: 0 hs 15 min		Horas Homem Executado: 0 hs 15 min	
Ocorrências Verificadas:			
Identificação do Formulário no Sistema de Gestão da Qualidade			
Executor: 31/3/2014 _____ BSPO		Funcionário: 31/3/2014 _____ ANTONIO LUIZ PIRES	

FIM-CRPq-1101-05 V3 1 de 1

Figura 27 - Registro de manutenção preventiva executado.

5.1.2.4 - Histórico de equipamento

O sistema computacional gera o histórico da manutenção preventiva de cada equipamento por aplicação como apresenta a Figura 28. Depois de selecionado a aplicação o sistema computacional imprime o histórico. A Figura 29 mostra o histórico do equipamento a ser elaborado e impresso.

5.1.2.5 - Lista de planos

O sistema computacional gera listas de planos existentes no banco de dados, selecionados por categoria e por equipamento. As Figuras 30 e 31 apresentam as telas a serem elaboradas.

5.1.2.6 - Lista de equipamentos

O sistema computacional gera listas de equipamentos existentes no banco de dados, selecionados por código de aplicação. As Figuras 32, 33 e 34 apresentam as telas descritas e impressas.

Figura 28 – Criação de histórico de manutenção preventiva.

Centro do Reator de Pesquisas				
Manutenção Preventiva				
Setor / Área: CRD - Área de Operação e Manutenção			Identificação do Equipamento: SC-TEL-01	
Equipamento: TALHA ELÉTRICA DE 1000 Kg			Nr. Patrimônio 20372	Localização 1 ANDAR
Fabricante: DEMAG		Nr. Série: 328071	Modelo: PK-5N	
HISTÓRICO DE EQUIPAMENTO				
Nr. Ficha	Data	Empresa	Tipo	Responsável
3192	5/9/2007	PB+CNENSP	Mecânica	MARCOS
3518	28/3/2008	PB+CNENSP	Elétrica	GILSON DE FREITAS
3519	19/3/2008	PB+CNENSP	Mecânica	MARCOS
3851	26/9/2008	PB+CNENSP	Elétrica	GILSON DE FREITAS
3852	26/9/2008	PB+CNENSP	Mecânica	MARCOS
4418	5/3/2009	PB+CNENSP	Elétrica	GILSON DE FREITAS
4419	20/3/2009	PB+CNENSP	Mecânica	MARCOS
5212	1/10/2009	PB+CNENSP	Elétrica	GILSON DE FREITAS
5213	18/9/2009	PB+CNENSP	Mecânica	MARCOS
6093	18/3/2010	PB+CNENSP	Elétrica	GILSON DE FREITAS
6094	25/3/2010	PB+CNENSP	Mecânica	MARCOS
6812	30/9/2010	PB+CNENSP	Elétrica	GILSON DE FREITAS
6813	23/9/2010	PB+CNENSP	Mecânica	MARCOS
7663	31/3/2011	PB+CNENSP	Elétrica	GILSON DE FREITAS
7664	25/3/2011	PB+CNENSP	Mecânica	MARCOS
8297	29/9/2011	PB+CNENSP	Elétrica	GILSON DE FREITAS
8298	26/9/2011	PB+CNENSP	Mecânica	MARCOS
9254	29/3/2012	PB+CNENSP	Elétrica	GILSON DE FREITAS
Observações				
Identificação do Formulário no Sistema de Gestão da Qualidade				

FM-CRPq-1101-01 V3

Folha 2

Figura 29 - Histórico de manutenção preventiva.

Figura 30 - Seleciona lista de plano por categoria.

Figura 31 - Seleciona lista de equipamento por aplicação.

Emissão: 26/11/2014

Centro do Reator de Pesquisas
Plano de Manutenção Preventiva - ELETRICA

Aplicação	Componentes	Atividade	Periodicidade
CENTRO DE COMANDO DE MOTORES	C C M	LIMPAR OS CONTATOS ELÉTRICOS DAS CHAVES CONTADORAS	Semestral
CENTRO DE COMANDO DE MOTORES	C C M	VERIFICAR O FUNCIONAMENTO DAS LÂMPADAS DE SINALIZAÇÃO	Semestral
CENTRO DE COMANDO DE MOTORES	C C M	LMPEZA GERAL DOS QUADROS	Anual
CENTRO DE COMANDO DE MOTORES	C C M	REAPERTAR OS TERMINAIS ELÉTRICOS	Anual
IE-SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	BATERIAS	EXECUTAR A MANUTENÇÃO CONFORME A IT-CRO-1101-08	Trimestral
IE-SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	IT-CRO-1101-08	REALIZAR LIMPEZA E APERTO DOS TERMINAIS DA BATERIA	Trimestral
IE-SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	IT-CRO-1101-08	REALIZAR TESTE DE FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO MÍNIMO DE 15 MIN	Trimestral
IE-SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	IT-CRO-1101-08	VERIFICAR A BATERIA	Trimestral
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	BATERIAS	REALIZAR LIMPEZA E APERTO DOS TERMINAIS DA BATERIA	Trimestral
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	BATERIAS	REALIZAR TESTE DE FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO MÍNIMO DE 15 MIN	Trimestral
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	BATERIAS	VERIFICAR A BATERIA	Trimestral
MOTORES ELÉTRICOS	MOTOR ELÉTRICO	VERIFICAR CORRENTE ELÉTRICA DO MOTOR	Semestral
MOTORES ELÉTRICOS	MOTOR ELÉTRICO	VERIFICAR TENSÃO ELÉTRICA DO MOTOR	Semestral
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE FORÇA	Q D F	LMPEZA GERAL DOS QUADROS	Anual
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE FORÇA	Q D F	REAPERTAR OS TERMINAIS ELÉTRICOS	Anual
EE-DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA NORMAL (CABINE DE ALTA TENSÃO)	MANUTENÇÃO GERAL	EXECUTAR A MANUTENÇÃO DO EQPTO E EMISSÃO DE RELATÓRIO PELA FIRMA RESPONSÁVEL	Mensal

Página:1

Figura 32 - Lista de plano por categoria.

Centro de Reator de Pesquisas

Relação de Equipamento/Instalação por Aplicação

Aplicação: PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Eqto	Descrição	
RP-MPR-17	MEDIDOR PORTÁTIL DE CONTAMINAÇÃO	Patrimônio: 28894 Localização: CRPQ Fabricante: EURISYS Modelo: MIP-10 Serie: 7467
	N/C	
RP-MPR-18	MEDIDOR PORTÁTIL DE CONTAMINAÇÃO	Patrimônio: 28431 Localização: CRPQ Fabricante: EURISYS Modelo: MIP-10 Serie: 7351
	N/C	
RP-MPR-19	MEDIDOR PORTÁTIL DE CONTAMINAÇÃO	Patrimônio: 27836 Localização: CRPQ Fabricante: VICTOREEN Modelo: 190-F Serie: 223
	N/C	
RP-MPR-20	MEDIDOR PORTÁTIL DE CONTAMINAÇÃO	Patrimônio: 22516 Localização: CRPQ Fabricante: DOSIMETER Modelo: 3007 Serie: 136-1188
	N/C	
RP-MPR-21	MEDIDOR PORTÁTIL DE RADIAÇÃO	Patrimônio: 28622 Localização: CRPQ Fabricante: S.E.INTERNATIONAL Modelo: MC-1K Serie: S/N
	N/C	
RP-MPR-22	MEDIDOR PORTÁTIL DE NEUTRONS	Patrimônio: 20668 Localização: RIO DE JANEIRO Fabricante: NUCLEAR ENTERPRISE Modelo: MK7 NRM Serie: 226
	N/C	
RP-MPR-23	MEDIDOR PORTÁTIL DE NEUTRONS	Patrimônio: 776 Localização: CRPQ Fabricante: NARDEUX Modelo: DINEUTRON Serie: 133
	N/C	
RP-MPR-24	MEDIDOR PORTÁTIL DE NEUTRONS	Patrimônio: 31895 Localização: CRPQ Fabricante: NARDEUX Modelo: DINEUTRON Serie: 413
	N/C	

Figura 33 - Lista de equipamento por aplicação.

Centro do Reator de Pesquisas
Plano de Manutenção Preventiva - Equipamento

AC- SISTEMA DE AR COMPRIMIDO- VASOS DE PRESSÃO

Eqpto	Descrição do Equipamento	Categoria
AC-VPA-02	RESERVATÓRIO PULMÃO - VASO DE PRESSÃO	Mecânica
AC-VPA-03	RESERVATÓRIO PULMÃO - VASO DE PRESSÃO	Mecânica
AC-VPA-01	RESERVATÓRIO PULMÃO - VASO DE PRESSÃO	Mecânica

CENTRO DE COMANDO DE MOTORES

Eqpto	Descrição do Equipamento	Categoria
EV-CCM-01	CENTRO DE COMANDO DE MOTORES	Elétrica
EV-CCM-02	QUADRO DE HABILITAÇÃO DAS BOMBAS DO PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO	Elétrica
EV-CCM-03	COMANDO DAS BOMBAS DE RETRATAMENTO	Elétrica
EV-CCM-05	CENTRO DE CONTROLE DE MOTORES	Elétrica
EN-CCM-01	CENTRO DE CONTROLE DE MOTORES	Elétrica
EE-CCM-01	CENTRO DE COMANDO DE MOTORES	Elétrica
TA-CCM-01	CENTRO DE COMANDO DE MOTORES	Elétrica
RA-CCM-01	CENTRO DE COMANDO DE MOTORES	Elétrica

CI-COMBATE A INCÊNDIO - ACIONADORES MANUAIS

Eqpto	Descrição do Equipamento	Categoria
CI-AQM-01	ACIONADOR MANUAL DE ALARME DE INCÊNDIO	Instrumentação
CI-AQM-02	ACIONADOR MANUAL DE ALARME DE INCÊNDIO	Instrumentação
CI-AQM-03	ACIONADOR MANUAL DE ALARME DE INCÊNDIO	Instrumentação
CI-AQM-04	ACIONADOR MANUAL DE ALARME DE INCÊNDIO	Instrumentação
CI-AQM-05	ACIONADOR MANUAL DE ALARME DE INCÊNDIO	Instrumentação
CI-AQM-06	ACIONADOR MANUAL DE ALARME DE INCÊNDIO	Instrumentação
CI-AQM-07	ACIONADOR MANUAL DE ALARME DE INCÊNDIO	Instrumentação

Figura 34 - Plano de manutenção preventiva por aplicação e categoria.

5.2 - Módulo de manutenção corretiva

Muitos procedimentos da Manutenção Preventiva são usados e descritos na manutenção corretiva. Para acessar o módulo de Manutenção Corretiva é necessário informar o crachá e a senha. Ao selecionar a opção “Cadastramento”, será criado um usuário com direitos apenas de consulta e impressão de relatórios. Para criar usuários com direitos de atualização somente por intermédio do administrador, a Figura 35 apresenta a tela de acesso ao módulo de manutenção corretiva.

Figura 35 - Tela de acesso do módulo de manutenção corretiva.

O módulo de Manutenção Corretiva é dividido em: Corretiva, Consulta e Tabelas.

A Figura 36 apresenta a tela principal da Manutenção Corretiva

Figura 36 - Tela principal do módulo de manutenção corretiva.

5.2.1 - Corretiva

A opção Corretiva é o responsável pela criação do *RMC* de cada equipamento de acordo com:

- **Modalidade:** equipamento ou instalação;
- **Natureza do serviço:** mecânica ou elétrica ou eletrônica ou instrumentação ou hidráulica ou outros;
- **Atendimento da ocorrência:** imediato ou urgente ou normal;
- **Solicitante:** o técnico que relatou a ocorrência ou falha;
- **Contato:** executor que irá realizar a manutenção corretiva;
- **Descrição da ocorrência ou falha:** motivo da parada.

Todo *RMC* recebe um número de controle sequencial, que não poderá ser utilizado por outro equipamento ou instalação. Caso necessite de uma complementação ou substituição, este *RMC* pode ser cancelado, e um novo *RMC* será gerado obedecendo a sequência numérica.

A Figura 37 apresenta a tela a ser elaborada no instante da criação do *RMC*.

O *RMC* é numerado e impresso para execução. Uma vez realizada a manutenção corretiva, e corretamente preenchido, o *RMC* é devolvido para atualização do banco de dados.

Figura 37 - Criação do registro de manutenção corretiva – *RMC*.

5.2.2 - Consulta

Na opção Consulta, o sistema computacional atualiza o banco de dados do *RMC*, de acordo com o status da execução (solicitação ou execução ou pendência ou concluído ou cancelado). Neste momento são registradas as descrições dos componentes utilizados e as tarefas realizadas durante a

manutenção corretiva, bem como são identificados o executor e a data em que foi realizada a manutenção corretiva.

Estas informações são muito importantes, pois a partir delas que serão gerados os relatórios de Histórico de Manutenção, que contém todas as manutenções corretivas realizadas em cada equipamento ou instalação. Estas informações são fundamentais para as previsões de futuras ações preventivas no Reator, como o Módulo de Manutenção Preditiva.

A Consulta permite a inclusão, correção e exclusão dos registros, bem como elaboração de relatórios para simples conferência. As Figuras 38, 39 e 40 apresentam as telas descritas e as impressas.

Consulta em Geral

Ordenado por: ☒ Nr. FICHA ☐ Nr. Eqpto **Geral** Natureza: ☐ Serviço

Nr. FICHA	Nr. Eqpto	Status Ficha	Natureza	Atendimento	Solicitante	Executor	Parecer	Conta
1064	RP-MPR-25	Concluido	Eletronica	Normal	FLÁVIO LUIZ ROSS	1822	1591	ALGE
1066	CI-PSI-02	Concluido	Eletronica	Normal	ANTONIO CARLOS	1822	1721	ALGE
1067	IC-MSC-01	Concluido	Eletronica	Normal	ALBERTO DE JESU	1822	1721	ALGE
1068	CI-PSI-02	Concluido	Eletronica	Normal	ALBERTO DE JESU	1822	1721	ALGE
1070	CI-PSI-02	Concluido	Eletronica	Normal	MAURO ONOFRE M	1822	1137	ALGE
1071	IC-MSC-01	Concluido	Eletronica	Imediato	ALBERTO DE JESU	257	257	ALGE
1072	IC-MSC-01	Concluido	Eletronica	Imediato	ALBERTO DE JESU	257	257	LOYO
1073	IC-MSC-01	Concluido	Eletronica	Normal	FLÁVIO LUIZ ROSS	257	257	LOYO
1075	IC-MSC-01	Concluido	Eletronica	Normal	ALBERTO DE JESU	257	257	LOYO
1077	IC-MSC-01	Concluido	Eletronica	Imediato	CARLOS SEIE NOH	257	257	LOYO
1083	SV-ACC-01	Concluido	Eletronica	Normal	MARCOS RODRIGU	1822	1721	ALGE
1085	MP-PRE-01	Concluido	Eletronica	Normal	ALBERTO DE JESU	1822	1721	ALGE
1086	RP-MFR-10	Concluido	Eletronica	Imediato	RICARDO NUNES D	1822	1302	ALGE
1087	MP-PRE-01	Concluido	Eletronica	Normal	WALTER RICCI	1822	106	ALGE
1088	RA-INC-02	Concluido	Eletronica	Normal	MAURO ONOFRE M	1822	1137	ALGE
1090	RP-MPR-36	Concluido	Eletronica	Normal	FLÁVIO LUIZ ROSS	1822	1591	ALGE
1091	RP-MPR-28	Concluido	Eletronica	Normal	FLÁVIO LUIZ ROSS	1822	1591	ALGE
1092	RP-MPR-19	Concluido	Eletronica	Normal	FLÁVIO LUIZ ROSS	1822	1591	ALGE
1093	RP-MPR-27	Concluido	Eletronica	Urgente	FLÁVIO LUIZ ROSS	1822	1591	ALGE
1095	RP-MFR-10	Concluido	Eletronica	Normal	RICARDO NUNES D	1822	1302	ALGE
1096	RP-MFR-11	Concluido	Eletronica	Normal	RICARDO NUNES D	1822	1302	ALGE
1100	IE-BAT-06	Solicitação	Eletronica	Normal	GILSON DE FREITA	1822	1302	ALGE

Selecionar RMC por situação:

Atualizar dados referente a execução ou avaliação do RMC:

Figura 38 - Consulta ao registro de manutenção corretiva – RMC.

Centro do Reator de Pesquisas						
REGISTRO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA / EXECUÇÃO DE SERVIÇO						
SETOR/ÁREA: CRO Área de Operação e Manutenção		Número de Controle: 1154				
MODALIDADE: ☒ EQUIPAMENTO ☐ INSTALAÇÃO		NATUREZA DO SERVIÇO: ☒ MECÂNICA ☐ ELÉTRICA ☐ HIDRÁULICA ☐ OUTROS _____		ATENDIMENTO ATÉ: ☐ IMEDIATO (p.at.) ☐ URGENTE (1 dia) ☒ NORMAL (4 dias) ☐ Outros _____		
Identificação TAG CS-BOM-01 Equipamento: BOMBADO CIRCUITO SECUNDÁRIO DE REFRIGERAÇÃO						
Solicitante ANTONIO LUIZ PIRES		Data/Hora 9/10/2014 14:12		Identificação 193		
Contato GILSON / MARCOS	Setor CRO	Ramal 8844	Data / Hora 9/10/2014 14:14			
Descrição do Problema VAZÃO DO SECUNDÁRIO ABAIXO DO NOMINAL SEM MOTIVO APARENTE COM OSCILAÇÕES E RUÍDOS ESTRANHOS.						
Descrição dos Componentes e serviços						
Avaliação do Solicitante						
	Otimo	Bom	Regular	Ruim	Pessimo	
Qualidade do Serviço	☐	☐	☐	☐	☐	Horas Homem Prestado: 1s
Prazo de Entrega	☐	☐	☐	☐	☐	Horas Homem Bloqueado: 1s
Atendimento ao Cliente	☐	☐	☐	☐	☐	
Executado por _____			Funcionário do setor responsável pelo Parecer _____			
Nome e Assinatura _____			Nome e Assinatura _____			

FMC/RPQ-1101-07 V3

Identificação do Formulário no Sistema de Gestão da Qualidade

Figura 39 - Registro de manutenção corretiva – RMC.

Ficha de Manutenção - Parte 2

Numero da Ficha: 1081

Situação: ☐ Solicitação ☐ Executado ☐ Pendente ☒ Concluido ☐ Cancelado

Sair

Descrição dos Componentes e Serviços:

Ocorrência: rearme do disjuntor
verificação e teste de funcionamento

foi dado um reset no circuito de comando e o ventilador voltou a funcionar;
verificação e teste de funcionamento

Tarefa Executada:

Falha Identificada:

Condição da Instalação:

Cracha: Nome: 22/07/2013 09:00 Senha: **Gravar**

Avaliação do Solicitante:

Qualidade do Serviço: Prazo de Entrega: Atendimento ao Cliente: HHPC: HHMC:

Cracha: Nome: 22/07/1201 09:30 Senha: **Gravar**

Descrição do Problema:

PROBLEMAS OPERACIONAIS

Cracha: Nome: 22/07/2013 08:25 Senha: **Gravar**

Annotations:

- Número do RMC (points to the 'Numero da Ficha' field)
- Retornar a tela anterior (points to the 'Sair' button)
- Atualizar os dados referente à execução e avaliação do RMC (points to the 'Gravar' buttons in the 'Avaliação do Solicitante' and 'Descrição do Problema' sections)

Figura 40 - Atualização do registro de manutenção corretiva – RMC.

5.2.3 - Tabelas

A opção Tabelas é dividida em: Tabela de tarefa executada, Tabela de falha identificada e Tabela de condição da instalação. Elas foram criadas para:

- Facilitar uma consulta rápida ao histórico da manutenção corretiva;
- Facilitar as atualizações no sistema computacional quando forem realimentadas as informações contidas no RMC;
- Estudo de falhas de componentes;
- Estudo de confiabilidade de equipamentos e quais são os processos em que ocorrem as falhas durante a operação da instalação.

As Figuras 41, 42 e 43 apresentam as telas descritas acima.

Consulta e Atualização da Tabela de Tarefas Executadas

Codigo	Descricao da Tarefa Executada
1	Teste
2	Inspeção Visual
3	Calibração
4	Verificação
5	Ajuste
6	Susbtituição
7	Reparo
8	Limpeza
9	Pintura
10	Lubrificação
11	Análise de Vibração
12	Reforma Geral

 Incluir nova tarefa

 Alterar tarefa existente

 Excluir tarefa existente

 Retornar a tela anterior

Figura 41 - Tabela de tarefa executada.

Consulta e Atualização da Tabela de 'Falhas Identificadas'

Codigo	Descricao da 'Identificação da Falha'
1	Falha Humana na Operação
2	Falha Humana na Manutenção
3	Falha Mecânica
4	Falha Elétrica
5	Falha na Instrumentação/Controle
6	Falha Hidráulica
7	Falha Pneumática
8	Falha de Projeto/Fabricação/Montagem
9	Outras
10	Falha Eletrônica
11	Não houve falha
12	Falha não identificada

 Incluir nova falha

 Alterar falha existente

 Excluir falha existente

 Retornar a tela anterior

Figura 42 - Tabela de falha identificada.

Figura 43 - Tabela da condição da instalação.

5.2.4 - Histórico de equipamento

O sistema computacional gera o histórico dos *RMCs* de cada equipamento por meio de lista ou relatório selecionado por data da ocorrência ou número do *RMC* (ficha) ou *Tag* e classifica as listas por:

- *Tag*;
- Número da ficha (*RMC*);
- Data de ocorrência, *Tag* e número da ficha (*RMC*);
- Tarefa executada, data da ocorrência, *Tag* e número da ficha (*RMC*);
- Tarefa executada, *Tag* e número ficha (*RMC*);
- Falha identificada, data da ocorrência, *Tag* e número da ficha (*RMC*), e outras combinações entre esses itens.

As Figuras 44, 45, 46, 47 e 48 apresentam as telas descritas e as impressas.

Setor

Proteção Radiológica

Equipamento:

MEDIDOR PORTÁTIL DE CONTAMINAÇÃO

Nr.Patrimônio:

387

Localização

CRPQ

Aplicação:

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Fabricante:

EURISYS

Nr.Série:

7351

Modelo:

MIP-10

Data/Hora Ocorrência	Ficha	Tarefa Executada	Falha Identificada	Condição da Instalação	Execução	Responsável
02/09/2005	481	Substituição de componente FOI DESMONTADA A Sonda COM POSTERIOR SUBSTITUIÇÃO DO GEIGER TIPO 8767	Falha Eletrônica	Reator crítico	05/09/2005	VALDIR COSMOS DA SILVA
21/08/2009	826	Substituição SUBSTITUIÇÃO DO GEIGER TIPO PANCAKE	Falha Eletrônica	Reator Desligado	21/08/2009	ALGENY VEIRALEITE
22/09/2009	833	Substituição O DEFETO ESTAVA NA Sonda PANCAKE. FORAM SUBSTITUÍDOS: TRANSISTOR, CAPACITOR E UM DIODO	Falha Eletrônica	Reator Desligado	27/10/2009	ALGENY VEIRALEITE
14/06/2012	1020	Substituição de componente foi trocado a bateria de alimentação e o plug; testes de funcionamento;	Falha Eletrônica	Reator crítico	14/06/2012	ALGENY VEIRALEITE

Página: 16

Página: 16

Figura 46 - Histórico de manutenção corretiva por aplicação.

TAG	Ficha	Data/Hora Ocorrência	Tarefa Executada	Falha Identificada	Condição da Instalação	Execução	Responsável
IC-MSC-01	1071	20/05/2013	Substituição foi trocada a lâmpada do tubo colimador; verificação e teste de funcionamento	Falha	Partida	24/05/2013	CARLOS ALBERTO LOYOLA
IC-MSC-01	1072	20/05/2013	Substituição foi realizada a troca da câmara de fissão; verificação e teste de funcionamento	Falha na	Partida	20/05/2013	CARLOS ALBERTO LOYOLA

Figura 47 - Histórico de manutenção corretiva: lista.

Área: Área de Operação e Manutenção															
FICHA	TAG	Tarefa Executada	Falha Identificada	Condição de Instalação	TEMPO (dias)	Tempo (horas)	Solicitação - Data	Solicitação - Hora	Execução - Data	Execução-Hr	Status	Natureza	Natureza - Outros	Atendimento	Solicitação - Nome
1	XE-MTV-03	Reparo	Falha Elétrica	Reator crítico	0	7	03/12/2001	08:30	03/12/2001	16:00	Concluído	Elétrica		Imediato	GILSON DE FREITAS MACIEL
3	IC-CAF-01	Substituição	Falha na Instrumentação	Reator crítico	0	5	22/02/2002	09:00	22/02/2002	14:00	Concluído	Mecânica		Imediato	CARLOS ALBERTO LOYOLA
4	CS-VTL-04	Reparo	Falha Elétrica	Reator crítico	1		05/03/2002	17:30	06/03/2002	08:30	Concluído	Elétrica		Urgente	ANTONIO CARLOS IGLESIAS
5	XN-VGC-02	Substituição	Falha Elétrica	Reator crítico	65		02/01/2002	08:00	08/03/2002	10:00	Concluído	Elétrica	ELETRÔNICA	Normal	ANTONIO CARLOS IGLESIAS
6	SV-MNV-01	Reparo	Falha Eletrônica	Reator Desligado	0	2	11/03/2002	08:00	11/03/2002	10:30	Concluído	Outros		Normal	ANTONIO CARLOS IGLESIAS
8	SM-PTM-01	Reforma Geral	Não houve falha	Reator Desligado	2		25/03/2002	09:00	27/03/2002	09:00	Concluído	Mecânica		Imediato	ANTONIO CARLOS IGLESIAS
9	SM-PTM-01	Reforma Geral	Não houve falha	Reator Desligado	0	0	26/03/2002	08:00	26/03/2002	09:00	Concluído	Elétrica		Imediato	ANTONIO CARLOS IGLESIAS
10	CP-BDM-01	Reaperto	Falha Mecânica	Paralisa	0	5	27/03/2002	10:32	27/03/2002	16:00	Concluído	Mecânica		Imediato	MARCOS RODRIGUES DE CARVALH
11	CP-BDM-02	Substituição	Falha Mecânica	Reator crítico	30	17	25/02/2002	09:00	27/03/2002	17:00	Concluído	Mecânica		Normal	MARCOS YONANOVICH
12	CS-BDM-02	Manutenção Geral	Falha Mecânica	Reator Desligado	6		04/04/2002	09:00	10/04/2002	17:00	Concluído	Mecânica		Normal	MARCOS RODRIGUES DE CARVALH
13	XN-CCC-01	Substituição	Falha Elétrica	Reator crítico	6		04/04/2002	14:00	10/04/2002	10:00	Concluído	Outros	ELETRÔNICA	Imediato	ALBERTO
15	CS-TRE-02	Manutenção Geral	Falha Mecânica	Reator crítico	26		04/04/2002	09:00	30/04/2002	09:00	Concluído	Mecânica		Normal	MARCOS RODRIGUES DE CARVALH
16	CS-BDM-02	Reaperto	Falha Mecânica	Paralisa	0	0	29/04/2002	08:00	29/04/2002	08:00	Concluído	Mecânica		Imediato	MARCOS RODRIGUES DE CARVALH
17	CS-BDM-02	Reaperto	Falha Mecânica	Paralisa	0	0	06/05/2002	08:00	06/05/2002	08:00	Concluído	Mecânica	ELETRÔNICA	Imediato	MAURO ONOFRE MARTINS
18	IC-MDT-01	Substituição	Falha Eletrônica	Reator crítico	3		06/05/2002	08:30	09/05/2002	16:00	Concluído	Outros		Normal	MARCOS YONANOVICH
19	SM-PTM-01	Substituição	Falha Mecânica	Reator Desligado	2		08/05/2002	09:30	10/05/2002	10:00	Concluído	Mecânica		Imediato	VALDIR MACIEL
20	IC-DTI-01	Substituição	Falha Mecânica	Reator Desligado	0	0	13/05/2002	08:00	13/05/2002	08:30	Concluído	Elétrica		Imediato	ALBERTO
21	XN-MCP-01	Substituição	Falha Eletrônica	Reator crítico	4		02/05/2002	10:00	06/05/2002	15:00	Concluído	Outros	ELETRÔNICA	Normal	EDSON
24	RA-BDM-04	Substituição	Falha Hidráulica	Reator Desligado	2		17/05/2002	09:00	19/05/2002	09:00	Concluído	Mecânica		Imediato	EDSON
25	RA-BDM-04	Substituição	Falha Mecânica	Reator Desligado	4		24/05/2002	09:00	28/05/2002	09:00	Concluído	Mecânica		Imediato	SIDNEY
26	RA-BDM-04	Substituição	Falha Elétrica	Reator Desligado	0	0	17/05/2002	10:00	17/05/2002	11:00	Concluído	Mecânica		Imediato	BERRETA
28	IC-MSC-01	Substituição	Falha Eletrônica	Reator Desligado	4		20/05/2002	10:00	24/05/2002	16:00	Concluído	Outros	ELETRÔNICA	Normal	MARCOS RODRIGUES DE CARVALH
29	CS-TRE-02	Substituição	Falha Mecânica	Reator Desligado	3		14/06/2002	09:00	17/06/2002	09:10	Concluído	Mecânica		Imediato	TUFIC MADI
30	VG-MCH-01	Substituição	Falha Eletrônica	Outras	2		02/06/2002	10:00	04/06/2002	15:00	Concluído	Outros	ELETRÔNICA	Normal	EDUARDO ARAÚJO
32	IA-QDV-02	Substituição	Falha Elétrica	Reator crítico	1		27/06/2002	09:00	28/06/2002	14:00	Concluído	Elétrica		Imediato	MARCOS RODRIGUES DE CARVALH
33	CP-BDM-02	Manutenção Geral	Falha Mecânica	Reator Desligado	21		07/06/2002	09:00	28/06/2002	09:00	Concluído	Mecânica		Imediato	EDUARDO ARAÚJO
34	SC-PRO-01	Reparo	Falha Mecânica	Reator Desligado	0	10	06/06/2002	09:00	06/06/2002	19:00	Concluído	Mecânica		Normal	MAURO ONOFRE MARTINS
36	IR-VGC-01	Reparo	Falha Elétrica	Reator crítico	0	2	24/07/2002	08:10	24/07/2002	11:00	Concluído	Outros	ELETRÔNICA	Urgente	MAURO ONOFRE MARTINS
37	XN-VGC-02	Reparo	Falha Elétrica	Reator crítico	0	2	24/07/2002	08:10	24/07/2002	11:00	Concluído	Outros	ELETRÔNICA	Urgente	ANTONIO CARLOS IGLESIAS
43	IC-MSC-01	Reparo	Falha na Instrumentação	Reator crítico	0	0	04/10/2002	15:50	04/10/2002	10:00	Concluído	Outros	Elétrico	Normal	GILSON DE FREITAS MACIEL
44	IE-BAT-09	Substituição	Falha Elétrica	Reator crítico	0	3	14/10/2002	10:00	14/10/2002	13:00	Concluído	Outros	Elétrica	Normal	GILSON DE FREITAS MACIEL
45	IE-BAT-01	Substituição	Falha Elétrica	Reator Desligado	0	0	14/10/2002	15:00	14/10/2002	14:00	Concluído	Outros	Elétrica	Urgente	CARLOS ALBERTO LOYOLA
47	IC-CAF-02	Substituição	Falha na Instrumentação	Reator Desligado	1		30/10/2002	15:24	31/10/2002	08:30	Concluído	Outros	Elétrica	Normal	WALTER RICCI
48	IC-SAD-01	Reparo	Falha Elétrica	Reator Desligado	5		31/10/2002	11:40	05/11/2002	09:00	Concluído	Outros	Elétrica	Urgente	WALTER RICCI
49	XE-VGC-03	Teste	Falha Elétrica	Reator crítico	0	1	04/11/2002	08:07	04/11/2002	10:00	Concluído	Elétrica		Urgente	PATRICIO CÁRDENAS
50	TV-DMP-01	Substituição	Falha Eletrônica	Reator Desligado	3		05/11/2002	08:45	08/11/2002	13:00	Concluído	Outros	ELETRÔNICA	Normal	PATRICIO CÁRDENAS
51	TV-TVM-03	Substituição	Falha Eletrônica	Reator Desligado	3		07/10/2002	10:00	04/10/2002	15:00	Concluído	Outros	ELETRÔNICA	Normal	ANTONIO CARLOS IGLESIAS
52	XE-VGC-03	Verificação	Falha Elétrica	Reator Desligado	0	2	07/11/2002	13:30	07/11/2002	16:00	Concluído	Elétrica	elétrica	Imediato	ANTONIO CARLOS IGLESIAS
53	IR-CET-01	Substituição	Falha na Instrumentação	Reator Desligado	2		11/11/2002	08:30	13/11/2002	14:00	Concluído	Outros	ELETRÔNICA	Imediato	CARLOS COSTA
54	IC-MDT-01	Substituição	Falha Eletrônica	Reator crítico	10		19/11/2002	09:26	29/11/2002	15:00	Concluído	Outros	ELETRÔNICA	Imediato	WALTER RICCI
55	EV-QFF-09	Substituição	Falha Elétrica	Reator Desligado	0	0	21/11/2002	08:20	21/11/2002	09:00	Concluído	Elétrica		Imediato	ERION DE LIMA BENEVENUTI
56	CP-BDM-02	Verificação	Não houve falha	Reator Desligado	-7		22/11/2002	09:55	15/11/2002	10:30	Concluído	Elétrica		Normal	EDSON
57	TA-INV-01	Teste	Não houve falha	Reator Desligado	3		25/11/2002	10:19	28/11/2002	10:00	Concluído	Outros	ELETRÔNICA	Normal	EDSON
58	RA-INV-01	Teste	Não houve falha	Reator Desligado	3		25/11/2002	10:22	28/11/2002	10:00	Concluído	Outros	ELETRÔNICA	Normal	EDSON
59	IE-BAT-05	Substituição	Falha Elétrica	Reator Desligado	0	1	28/11/2002	09:01	28/11/2002	10:30	Concluído	Elétrica		Normal	GILSON DE FREITAS MACIEL
60	IE-BAT-06	Substituição	Falha Elétrica	Reator Desligado	0	1	28/11/2002	09:03	28/11/2002	11:00	Concluído	Elétrica		Normal	GILSON DE FREITAS MACIEL
61	IR-CAA-01	Substituição	Falha Pneumática	Reator Desligado	2		26/11/2002	09:08	28/11/2002	10:00	Concluído	Elétrica		Imediato	ALBERTO
62	IR-CAA-02	Substituição	Falha Pneumática	Reator Desligado	2		26/11/2002	09:03	28/11/2002	10:00	Concluído	Elétrica		Imediato	ALBERTO
63	IC-BRC-01	Limpeza	Falha na Instrumentação	Reator crítico	0	1	29/11/2002	15:17	29/11/2002	16:55	Concluído	Mecânica		Normal	MARCOS RODRIGUES DE CARVALH
64	IC-MSC-01	Limpeza	Falha na Instrumentação	Reator crítico	0	6	03/12/2002	08:10	03/12/2002	15:00	Concluído	Outros	elétrica	Normal	ALBERTO

Figura 48 - Histórico de manutenção corretiva: lista por área

5.3 - Módulo de Calibração

Para acessar o módulo de Calibração, se faz necessário informar o crachá e a senha. Ao selecionar a opção “Cadastramento”, será criado um usuário com direitos apenas de consulta e impressão de relatórios. Para criar usuários com direitos de atualização somente por intermédio do administrador. A Figura 49 apresenta a tela de acesso do módulo de calibração.

Figura 49 - Tela de acesso do módulo de calibração.

O módulo de Calibração de equipamentos ou medidores é dividido em: Cadastro e Consulta.

5.3.1 - Cadastro

É responsável pelo armazenamento das informações no banco de dados dos instrumentos ou medidores da instalação que necessitam de calibração periodicamente. O Cadastro está dividido em: Atualização do plano, Cadastro de equipamento e Histórico de calibração. A Figura 50 apresenta a tela principal do módulo de Calibração.

Figura 50 - Tela principal do módulo de calibração.

5.3.1.1 - Atualização do plano

A Atualização do Plano gera o registro de calibração de cada instrumento ou medidor, conforme a periodicidade. Uma vez realizada a

calibração, o registro deverá ser atualizado com a data de execução, o número do certificado e o laboratório ou empresa que executou o serviço. A Figura 51 apresenta a tela descrita.

Estas informações são muito importantes, pois é a partir delas que serão gerados os relatórios de registro de calibração, que contém todas as calibrações realizadas em cada instrumento ou medidor.

Figura 51 – Incluir ou alterar ou excluir medidor do plano de calibração.

O sistema permite a inclusão, correção e exclusão de registros, bem como elaboração de relatórios para simples conferência. A Figura 52 apresenta a tela descrita acima.

Incluir ou alterar uma
calibração programada

Excluir uma calibração
programada

Tarefas e Ocorrências

✓
✗
✚

INSTRUMENTO DIGITAL MEDIDOR / REGISTRADO

CRPq: 🔍

Tarefa:

Periodicidade: Programado Mes/Ano: /

Realização: Técnico:

Situação:

Numero Certificado: Empresa:

Retornar a
tela anterior

Data	OCORRENCIA	OBSERVAÇÃO	TECNICO
▶			
Incluir ações referentes aos problemas ou soluções ocorridos durante o processo de calibração			

Figura 52 - Incluir ou alterar uma programação de calibração.

5.3.1.2 - Cadastro de medidor

O Cadastro de medidor ou instrumento segue os mesmos procedimentos do módulo de Manutenção Preventiva para equipamento.

5.3.1.3 - Histórico

O Histórico gera o registro de calibrações de cada instrumento ou medidor que contém o histórico de cada calibração realizada identificando o instrumento ou medidor através do seu número de identificação *Tag*, os parâmetros de calibração e a incerteza da medição, número do certificado, quando foi feita a calibração, qual o laboratório, a previsão da próxima

calibração e o responsável pelo instrumento ou medidor. A Figura 53 apresenta a tela do histórico de calibração a ser elaborado e impresso.

Centro do Reator de Pesquisas					
REGISTRO DE CALIBRAÇÃO/VALIDAÇÃO DE EQUIPAMENTOS					
Setor / Área : CRO Área de Operação e Manutenção				Número de Controle: IC-TDP-01	
Equipamento: TRANSMISSOR DE PRESSÃO DIFERENCIAL DO CIRCUITO PRIMÁRIO				Nr. Patrimônio 24431	Localização FORÃO
Fabricante: SMAR		Nr.Série: 31830		Modelo: LD301	
Parâmetros: FAIXA DE OPERAÇÃO: 0 a 200 Psi H ₂ O PONTOS CALIBRADOS: 10; 30; 50; 70; 90 UNIDADE: PORCENTAGEM (%) ERRO ADMISSÍVEL NA CALIBRAÇÃO: 1%					
Calibração					
Data	Relatório / Nome do Certificado	Organismo de Calibração	Data da Próxima Calibração		Responsável
6/9/2002	9388/02	CONT EMP- INDÚSTRIA COMÉRCIO E SERVIÇOS	9	2004	PATRÍCIO
11/11/2004	14603/04	CONT EMP- INDÚSTRIA COMÉRCIO E SERVIÇOS	11	2006	LOYOLA
15/9/2006	17153/06	CONT EMP- INDÚSTRIA COMÉRCIO E SERVIÇOS	9	2008	LOYOLA
21/8/2008	14466-08	CONT EMP- INDÚSTRIA COMÉRCIO E SERVIÇOS	8	2010	LOYOLA
20/8/2010	12398-10	CONT EMP- INDÚSTRIA COMÉRCIO E SERVIÇOS	8	2012	LOYOLA
21/9/2012	15160-12	CONT EMP- INDÚSTRIA COMÉRCIO E SERVIÇOS	9	2014	LOYOLA
22/8/2014	8525-14	CONT EMP- INDÚSTRIA COMÉRCIO E SERVIÇOS	8	2016	LOYOLA
Identificação do Formulário no Sistema da Garantia da Qualidade					
Observação:					

FM-CRPq-1101-01 V3
Folha 1 de 1

Figura 53 – Histórico de calibração do instrumento ou medidor.

5.3.2 - Consulta

A consulta gera e imprime o Plano de Calibração da instalação, para controle ou simples conferência. O módulo possibilita vários filtros para a elaboração dos relatórios durante a execução das tarefas como a situação (concluído ou não concluído), separação por área, aplicação e o período (anual ou mensal ou até um determinado mês). As Figuras 54, 55 e 56 apresentam as telas descritas acima e os relatórios impressos.

The screenshot shows the 'Relatório de Equipamentos' interface. At the top, it says 'Relatório ordenado por Numero CRPq'. Below this, there are input fields for 'Mes/Ano Referencia:' with values '12' and '2015', and a dropdown for 'Area:' with 'CRO' selected. On the left, there are radio button options for 'Geral' (including concluded and pending, or only concluded) and 'Pendentes' (only not concluded). On the right, there is a 'Filtro de Dados' section with radio buttons for 'somente PENDENTES' and 'TODOS', and a list of filters: 'Não Requer Calibração', 'Arquivo Morto', 'Fora de Uso', and 'Todos MENOS Não Requer Calibração E Arquivo Morto'. At the bottom, there are three buttons: 'Relatorio' (with a green checkmark), 'Arquivo' (with a lightbulb icon), and 'Sair' (with a door icon). Annotations with arrows point to various elements: 'Relatório ordenado por' points to the top title; 'Relatório ordenado por' points to the 'Area:' dropdown; 'Relatório ordenado por' points to the 'Filtro de Dados' section; 'Relatório ordenado por' points to the 'Relatorio' button; 'Criar relatório e Imprimir' points to the 'Relatorio' button; 'Criar relatório em arquivo digital' points to the 'Arquivo' button; and 'Retornar a tela anterior' points to the 'Sair' button.

Figura 54 - Relatório de calibração a ser definido pelo usuário.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - SP

PLANO DE CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Emissão: 20/10/2014

Pagina: 1

Centro do Reator de Pesquisas

Area: CRO

EQUIPAMENTO/MARCA/MODELO	Localização Patrimônio	CRP q	PERIODICIDADE	CALIBRAÇÃO			OBS/VISTO
				Programado	Executado	Proximo	
FONTE DE TENSÃO/CORRENTE (POWER SUPPLY) 0-60 V, 0.5 A / 0-3.0 V, 1.0 A	LABORAT.ELET 11070	IC-FTC-02	Bi-Anual	8 2014	8/8/2014	8 2016	
INDICADOR DE PORCENTAGEM DO N16	SALA DE S/N	IC-IND-01	Bi-Anual	9 2014	21/8/2014	8 2016	
MULTÍMETRO DIGITAL	LABORAT.ELET S/N	IC-MDM-02	Bi-Anual	8 2014	25/8/2014	8 2016	
INSTRUMENTO DIGITAL MEDIDOR / REGISTRADOR DE TEMPERATURA (PADRÃO INDUSTRIAL) DE 24 CANAIS	SALA DE 24811	IC-MDR-01	Anual	8 2014	15/8/2014	8 2015	
INSTRUMENTO DIGITAL MEDIDOR / REGISTRADOR DE VAZÃO (PADRÃO INDUSTRIAL) DE 6 CANAIS	SALA DE S/N	IC-MDR-02	Anual	8 2014	15/8/2014	8 2015	
INSTRUMENTO DIGITAL MEDIDOR / REGISTRADOR DE SINAIS ANALÓGICOS (PADRÃO INDUSTRIAL) DE 4 CANAIS	SALA DE 32223	IC-MDR-03	Anual	8 2014	21/8/2014	8 2015	
TRANSMISSOR DE PRESSÃO DIFERENCIAL DO CIRCUITO PRIMÁRIO	PORÃO 24431	IC-TDP-01	Bi-Anual	9 2014	22/8/2014	8 2016	
TRANSMISSOR DE PRESSÃO DIFERENCIAL DO CIRCUITO SECUNDÁRIO	PORÃO S/N	IC-TDP-02	Bi-Anual	9 2014	22/8/2014	8 2016	
TRANSMISSOR DE PRESSÃO DIFERENCIAL DO CIRCUITO SECUNDÁRIO	PORÃO S/N	IC-TDP-03	Bi-Anual	9 2014	22/8/2014	8 2016	

Figura 55 - Plano de calibração executado por período.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - SP

PLANO DE CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Emissão: 20/10/2014

Pagina: 1

Centro do Reator de Pesquisas

Area: CRO

EQUIPAMENTO/MARCA/MODELO	Localização Patrimônio	CRPq	PERIODICIDADE	CALIBRAÇÃO			OBS/VISTO
				Programado	Executado	Proximo	
ELETRÔMETRO DIGITAL PROGRAMÁVEL	LABORAT.ELET 26829	IC-ELM-01	Bi-Anual	6 2015		0 0	
ELETRÔMETRO DIGITAL PROGRAMÁVEL	LABORAT.ELET 24539	IC-ELM-02	Bi-Anual	6 2015		0 0	
MULTÍMETRO DIGITAL 6 1/2 DÍGITOS	LABORAT.ELET 27931	IC-MDM-01	Bi-Anual	6 2015		0 0	
INSTRUMENTO DIGITAL MEDIDOR / REGISTRADOR DE TEMPERATURA (PADRÃO INDUSTRIAL) DE 24 CANAIS	SALA DE 24811	IC-MDR-01	Anual	8 2015		0 0	
INSTRUMENTO DIGITAL MEDIDOR / REGISTRADOR DE VAZÃO (PADRÃO INDUSTRIAL) DE 6 CANAIS	SALA DE S/N	IC-MDR-02	Anual	8 2015		0 0	
INSTRUMENTO DIGITAL MEDIDOR / REGISTRADOR DE SINAIS ANALÓGICOS (PADRÃO INDUSTRIAL) DE 4 CANAIS	SALA DE 32223	IC-MDR-03	Anual	8 2015		0 0	
TERMO-HIGRÔMETRO DIGITAL PORTÁTIL	LAB. S/N	IC-MTD-01	Bi-Anual	5 2015		0 0	
SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS	SALA DE C-58579	IC-SAD-01	Bi-Anual	8 2015		0 0	
SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS	SALA DE C-58579	IC-SAD-01	Bi-Anual	8 2015		0 0	

Figura 56 - Plano de calibração a ser executado por período.

A Consulta gera e imprime uma lista de equipamentos para controle ou simples conferência. A Figura 57 mostra uma lista de equipamento impressa.

Emissão: 27/11/2014 17:34:56
 Pagina: 1

Relação de Equipamento - CRPq

Nr.CRPq	Descrição	Area	Modelo	Série	Local/Nºpatrim
AC-CPA-01	COMPRESSOR DE AR	CRO	242	S/N	PORÃO 272224
AC-CPA-02	COMPRESSOR DE AR	CRO	HBB-25-125	A-04678	SALA DOS 11597
AC-CPA-03	COMPRESSOR DE AR desloc. 1696 l/min; Pres max : 175 lb/pol2; pot 15 cv; cili 2401 cm3	CRO	ON 60W	7774 10/2013	SALA DOS 129525
AC-CTD-01	CONTADOR DE PULSO DO COMPRESSOR DE AR AC-CPA-02	CRO	F518-64	18052003	SALA DOS S/N
AC-HOR-01	HORÍMETRO DO COMPRESSOR DE AR AC-CPA-02	CRO	DH	S/N	SALA DOS S/N
AC-MDP-01	MEDIDOR DE PRESSÃO DA LINHA DE AR COMPRIMIDO	CRO	S/N	S/N	SALA DE S/N
AC-MOT-01	MOTOR DO COMPRESSOR	CRO	25-1064-405	CK93-461	PORÃO S/N
AC-MOT-02	MOTOR DO COMPRESSOR	CRO	26-4034-205A	GP-85416	SALA DOS S/N
AC-MOT-03	MOTO-BOMBA DA ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO COMPRESSOR	CRO	D-52	BX-158-267	SALA DOS 13720
AC-PSN-01	PAINEL DE SINALIZAÇÃO DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO	CRO	S/N	S/N	SALA DE S/N
AC-SEC-01	SECADOR DE AR DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO	CRO	SAC-15	1911	SALA DOS S/N
AC-SEC-02	SECADOR DE AR DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO	CRO	THL0090	24467	SALA DOS 44171

Figura 57 - Lista de equipamento por código de identificação: Tag.

5.4 - Indicadores e Índices de manutenção

O grupo de manutenção do Reator, em qualquer nível, tem como finalidade prestar serviços de manutenção e zelar para que os equipamentos estejam sempre nas melhores condições de funcionamento para que o Reator tenha a maior produtividade possível.

Uma dificuldade da equipe é saber como estão os equipamentos de cada sistema, comparar uns equipamentos com outros e saber como a equipe está realizando a tarefa, comparar o que foi feito com o que foi preestabelecido. Outra dificuldade é fazer com que os serviços sejam realizados no momento mais adequado, de uma forma ordenada e planejada para a máxima eficiência, medir o que foi feito e comparar com o que foi preestabelecido.

Para resolver essas dificuldades é necessário o conhecimento do que poderá acontecer e estar preparado para as tarefas com sobressalentes, materiais e mão de obra treinada e especializada.

Para ter o processo de manutenção sob controle é necessário ter o domínio sobre o que poderá ocorrer sobre o que está acontecendo e ter condição de interferir para corrigir desvios eventuais.

Só é possível manter o processo de manutenção de forma controlada, devido ao domínio tecnológico que o grupo de manutenção possui sobre os processos de manutenção.

5.4.1 - Indicadores

Itens de controle são características mensuráveis do produto ou serviço, cuja verificação ou constatação de que estão de acordo com o esperado, deverá garantir a satisfação do cliente ou tomador de serviços em relação ao produto acabado ou serviço prestado. Apesar de inicialmente haver sido concebido para medir apenas o produto acabado em processos industriais, este conceito teve que ser ampliado para serviços e para todos os itens do Sistema de Gestão da Qualidade e para o atendimento ao cliente. Os itens de controle deverão ser definidos em função da expectativa do cliente [24].

Itens de verificação são valores usados durante as tarefas de execução dos serviços e nos trabalhos de manutenção. É um conjunto de parâmetro do processo de trabalho, de fabricação ou de prestação de serviços,

pelos quais se podem avaliar e influenciar de um modo direto ou indireto os valores em curso para atingir os valores adequados dos itens de controle [24].

5.4.2 - Índices

O sistema computacional foi desenvolvido de forma a armazenar e indicar de maneira simples e direta índices de execução de tarefas, mão de obra e dos *RMP*, *RMC* e calibração dos equipamentos ou medidores.

No *RMC* é feita uma avaliação do serviço prestado pela equipe de manutenção e o tempo previsto e executado para a realização da tarefa. A Figura 58 apresenta quais são os itens avaliados.

Avaliação do Solicitante					
	Otimo	Bom	Regular	Ruim	Pessimo
Qualidade do Serviço	☐	☐	☐	☐	☐
Prazo de Entrega	☐	☐	☐	☐	☐
Atendimento ao Cliente	☐	☐	☐	☐	☐
Executado por Nome e Assinatura					Horas Homem Previsto: hs Horas Homem Executado: hs
Executado por Nome e Assinatura					Funcionário do setor responsável pelo Parecer Nome e Assinatura

FM-CRPq-1101-07 V3

Itens de controle

Itens de verificação

Figura 58 - Avaliação do serviço prestado pelo solicitante no RMC.

No *RMP* é solicitado o tempo previsto e o tempo executado, como mostra a Figura 59, para a realização da tarefa.

Na tela principal do módulo de manutenção preventiva existem dois ícones que são dedicados a índices e indicadores de manutenção, como mostra a Figura 60, que são usados para medir e quantificar as variáveis: os itens de controle e verificação.

Descrição dos Componentes e Atividades executadas		Parecer Técnico
VENTILADORES INSPEÇÃO VISUAL DOS ROTORES E PÂS VERIFICAR O NÍVEL DE ÓLEO DO REDUTOR		
Horas Homem Previsto	Horas Homem Executado:	
Ocorrências Verificadas:	Itens de verificação	

Figura 59 - Horas homem previsto e horas homem executado no RMP.

Figura 60- Tela de Índices de manutenção.

O sistema permite o levantamento anual, dividido pelos meses, de todas as manutenções preventivas criadas, executadas em andamento ou pendentes, como também por tipo de manutenção, incluindo as corretivas realizadas no período desejado. As Figuras 61 e 62 apresentam as telas de estatísticas elaboradas.

Figura 61 - Tela de estatística anual da manutenção preventiva.

Figura 62 - Tela de estatística por tipo de manutenção.

5.4.3 - Relatórios gerenciais

Estes índices são utilizados pela gerência da instalação para medir a produção do Reator, o desempenho do grupo de operação e do grupo de manutenção. São utilizados no Relatório Mensal de Atividades do Reator, para atender as exigências dos órgãos reguladores, como a *CNEN*, *ABNT* e *AIEA*.

5.4.3.1 - Produção e disponibilidade

A produção é calculada na Planilha de Índices Manutenção e Operação Mensal. A Figura 63 apresenta cálculo destes índices.

PLANILHA DE ÍNDICES DE MANUTENÇÃO DO REATOR IEA-R1			
	MÊS: SETEMBRO /2014		
PRODUÇÃO			
<u>PRODUÇÃO PLANEJADA</u>			
PRODUÇÃO PLANEJADA=	OPER_PLANEJADA	+	MANUT_PLANEJADA
PRODUÇÃO PLANEJADA =	220	+	64
PRODUÇÃO PLANEJADA =	284 horas		
onde:			
OPER_PLANEJADA =	OPERAÇÃO PLANEJADA		
MANUT_PLANEJADA =	MANUTENÇÃO PLANEJADA		
<u>PRODUÇÃO REALIZADA</u>			
MANUT_REALIZADA=	MANUT_PREV_REALIZADA	+	MANUT_CORR_REALIZADA
MANUT_REALIZADA=	70	+	13
MANUT_REALIZADA=	83 horas		
PRODUÇÃO REALIZADA=	OPER_REALIZADA	+	MANUT_REALIZADA
PRODUÇÃO REALIZADA =	212,46	+	83
PRODUÇÃO REALIZADA =	295,46 horas		
onde:			
OPER_REALIZADA =	OPERAÇÃO REALIZADA		
MANUT_REALIZADA =	MANUTENÇÃO REALIZADA		
MANUT_PREV_REALIZADA=	MANUTENÇÃO PREVENTIVA REALIZADA		
MANUT_CORR_REALIZADA =	MANUTENÇÃO CORRETIVA REALIZADA		

Figura 63 - Cálculo da produção realizada no período.

Com esse valor podemos calcular a disponibilidade [5] do Reator durante o período desejado. A Figura 64 apresenta este índice calculado.

PLANILHA DE ÍNDICES DE MANUTENÇÃO DO REATOR IEA-R1				
MÊS: SETEMBRO /2014				
DISPONIBILIDADE				
DISPONIBILIDADE				
Definição: DISPONIBILIDADE É A PROBABILIDADE DE UMA INSTALAÇÃO / EQUIPAMENTO ESTAR PRODUZINDO OU EM CONDIÇÕES DE PRODUZIR				
DISPONIBILIDADE PLANEJADA				
DISP_PLANEJADA =				
DISPONIBILIDADE PLANEJADA =		$\text{OPER\_PLANEJADA} / (\text{OPER\_PLANEJADA} + \text{MANUT\_PLANEJADA}) \times 100$		
		77,5 %		
DISPONIBILIDADE REALIZADA				
DISP_REALIZADA =				
DISPONIBILIDADE REALIZADA =		$\text{OPER\_REALIZADA} / (\text{OPER\_REALIZADA} + \text{MANUT\_REALIZADA}) \times 100$		
		71,9 %		

Figura 64 - Cálculo da disponibilidade no período.

5.4.3.2 - Grupo de manutenção - GM

Os índices do grupo de manutenção são divididos em preventiva e corretiva. A Figura 65 apresenta os tipos, a quantidade e o tempo de execução dos *RMP*.

PLANILHA DE ÍNDICES DE MANUTENÇÃO DO REATOR IEA-R1				
MÊS: SETEMBRO /2014				
PREVENTIVA				
<u>TIPOS DE MANUTENÇÃO</u>				
RMP=REGISTRO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA				
RMP ELÉTRICA	=	18	11,5 %	
RMP MECÂNICA	=	104	66,2 %	
RMP ELETROMECAÂNICA	=	15	9,6 %	
RMP QUÍMICO	=	1	0,6 %	
RMP INSTRUMENTAÇÃO	=	5	3,2 %	
RMP ELETRÔNICA	=	14	8,9 %	
RMP TOTAL	=	157	100,0 %	
MANUT_PREV_PLANEJADA	=	70 horas		
MANUT_PREV_REALIZADA	=	70 horas		

Figura 65 – Índices de manutenção preventiva.

A Figura 66 apresenta a porcentagem de utilização em trabalhos, a capacidade de absorção e a eficiência da equipe que realizou os *RMP*.

PLANILHA DE ÍNDICES DE MANUTENÇÃO DO REATOR IEA-R1					
MÊS: SETEMBRO /2014					
PREVENTIVA					
<u>PORCENTAGEM DE UTILIZAÇÃO EM TRABALHOS</u>					
MANUT_PREV_REALIZADA =		MANUT_PREV_REALIZADA /(MANUT_PREV_REALIZADA+MANUT_CORR_REALIZADA) x100			
MANUT_PREV_REALIZADA =		84,3 %			
<u>CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE TRABALHOS</u>					
CAP_MANUT_PREVENTIVA =		RMP_PREV_REALIZADA /(RMP_PREV_PLANEJADA) x100			
RMP_PREV_REALIZADA =		157 RMP			
RMP_PREV_PLANEJADA =		157 RMP			
CAP_MANUT_PREVENTIVA =		100,0 %			
onde:					
CAP_MANUT_PREV =		CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE TRABALHOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA			
RMP_PREV_PLANEJADA =		REGISTRO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PLANEJADA			
RMP_PREV_REALIZADA =		REGISTRO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA REALIZADA			
<u>EFICIÊNCIA DA EQUIPE</u>					
EFIC_MANUT_PREVENTIVA =		MANUT_PREV_REALIZADA / MANUT_PREV_PLANEJADA x100			
EFIC_MANUT_PREVENTIVA =		100,0 %			

Figura 66 – Índices de manutenção preventiva: porcentagem, capacidade e eficiência da equipe.

A planilha de índices de manutenção corretiva apresenta:

- Tipos de *RMC*,
- Quantidade o tempo de execução dos *RMC*,
- Índice de satisfação junto ao cliente pela execução da tarefa.

Existe uma categoria que não se enquadra como manutenção, apesar do acesso ser através do módulo de manutenção corretiva, essa categoria foi definido no sistema computacional como serviço. Fazem parte desta categoria:

- Montagem ou instalação de equipamentos ou medidores novos;
- Serviço predial como: pintura, limpeza, rede elétrica e hidráulica;
- Serviços prestados pela oficina mecânica em geral;
- Qualquer tarefa que necessite de acompanhamento do GM.

A Figura 67 apresenta a planilha com os valores dos índices calculados e impresso.

PLANILHA DE ÍNDICES DE MANUTENÇÃO DO REATOR IEA-R1						
		MÊS: SETEMBRO /2014				
CORRETIVA						
TIPOS DE MANUTENÇÃO						
RMC=REGISTRO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA / EXECUÇÃO DE SERVIÇO						
RMC ELÉTRICA	=	0	0,0 %			
RMC MECÂNICA	=	0	0,0 %			
RMC HIDRÁULICA	=	0	0,0 %			
RMC INSTRUMENTAÇÃO	=	1	14,3 %			
RMC ELETRÔNICA	=	6	85,7 %			
RMC QUÍMICA	=	0	0,0 %			
RMC TOTAL	=	7	100,0 %			
MANUT_CORR_PLANEJADA=		13 horas				
MANUT_CORR_REALIZADA =		13 horas				
SERVIÇOS EXECUTADOS						
TIPOS DE MANUTENÇÃO						
RMC=REGISTRO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA / EXECUÇÃO DE SERVIÇO						
RMC ELÉTRICA	=	0	0,0 %			
RMC MECÂNICA	=	1	100,0 %			
RMC HIDRÁULICA	=	0	0,0 %			
RMC INSTRUMENTAÇÃO	=	0	0,0 %			
RMC ELETRÔNICA	=	0	0,0 %			
RMC QUÍMICA	=	0	0,0 %			
RMC PREDIAL	=	0	0,0 %			
RMC TOTAL	=	1	100,0 %			
SERVIÇO_PLANEJADO =		40 horas				
SERVIÇO_REALIZADO =		40 horas				
ÍNDICE DE SATISFAÇÃO JUNTO AO CLIENTE						
		OTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO
QUALIDADE DO SERVIÇO	=	4	3	0	0	0
PRAZO DE ENTREGA	=	2	5	0	0	0
ATENDIMENTO AO CLIENTE	=	5	2	0	0	0
				ÍNDICE DE		
		OBTIDO	IDEAL	SATISFAÇÃO		
QUALIDADE DO SERVIÇO	=	32	35	91	%	
PRAZO DE ENTREGA	=	30	35	86	%	
ATENDIMENTO AO CLIENTE	=	33	35	94	%	

Figura 67 – Índices de manutenção corretiva, serviço e satisfação junto ao cliente.

A Figura 68 apresenta a porcentagem de utilização em trabalhos, a capacidade de absorção e a eficiência da equipe de manutenção que realizou os RMC. A Figura 69 apresenta a eficiência dos grupos GO e GM.

PLANILHA DE ÍNDICES DE MANUTENÇÃO DO REATOR IEA-R1	
MÊS: SETEMBRO /2014	
CORRETIVA	
<u>PORCENTAGEM DE UTILIZAÇÃO EM TRABALHOS</u>	
MANUT_CORR_REALIZADA =	$\text{MANUT\_CORR\_REALIZADA} / (\text{MANUT\_PREV\_REALIZADA} + \text{MANUT\_CORR\_REALIZADA}) \times 100$
MANUT_CORR_REALIZADA =	15,7 %
<u>CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE TRABALHOS</u>	
CAP_MANUT_CORRETIVA =	$\text{RMC\_CORR\_REALIZADA} / (\text{RMC\_CORRETIVA}) \times 100$
RMC_CORR_REALIZADA =	6 RMC
RMC_CORRETIVA =	7 RMC
CAP_MANUT_CORRETIVA=	85,7 %
onde:	
CAP_MANUT_CORRETIVA =	CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE TRABALHOS DE MANUTENÇÃO CORRETIVA
RMC_CORRETIVA =	REGISTRO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA
RMC_CORR_REALIZADA =	REGISTRO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA REALIZADA
<u>EFICIÊNCIA DA EQUIPE</u>	
EFIC_MANUT_CORRETIVA =	$\text{MANUT\_CORR\_REALIZADA} / \text{MANUT\_CORR\_PLANEJADA} \times 100$
EFIC_MANUT_CORRETIVA =	100,0 %

Figura 68 - Cálculo da porcentagem, capacidade e eficiência da equipe.

PLANILHA DE ÍNDICES DE MANUTENÇÃO DO REATOR IEA-R1	
MÊS: SETEMBRO /2014	
EFICIÊNCIA	
<u>EFICIÊNCIA DA EQUIPE DE MANUTENÇÃO</u>	
EFIC_MANUTENÇÃO=	$\text{MANUT\_REALIZADA} / \text{MANUT\_PLANEJADA} \times 100$
EFIC_MANUTENÇÃO=	129,7 %
<u>EFICIÊNCIA DA EQUIPE DE OPERAÇÃO</u>	
EFIC_OPERAÇÃO=	$\text{OPER\_REALIZADA} / \text{OPER\_PLANEJADA} \times 100$
EFIC_OPERAÇÃO=	96,6 %
<u>EFICIÊNCIA DO GRUPO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO</u>	
EFIC_PRODUÇÃO=	$(\text{OPER\_REALIZADA} + \text{MANUT\_REALIZADA}) / (\text{OPER\_PLANEJADA} + \text{MANUT\_PLANEJADA}) \times 100$
EFIC_PRODUÇÃO=	104,0 %
FONTES :	
MANUTENÇÃO =	GRUPO DE MANUTENÇÃO E APOIO AO REATOR
OPERAÇÃO =	GRUPO DE OPERAÇÃO

Figura 69 - Cálculo da eficiência do GM, GO e da produção (GM+GO) do Reator.

5.4.3.3 - Relatório mensal de atividades

O Relatório Mensal de Atividades do Reator IEA-R1, é um documento gerencial que faz parte do Sistema da Gestão da Qualidade, na categoria de relatório técnico, é constantemente utilizado durante as auditorias dos órgãos reguladores *CNEN*, *ABNT* e *AIEA*. O objetivo principal do documento é mostrar as principais atividades desenvolvidas no Reator IEA-R1 e fornecer informações consideradas importantes para a operação segura e confiável da instalação.

Os gráficos a seguir foram retirados do Relatório Mensal de Atividades do Reator IEA-R1 do mês de janeiro de 2013. As Figuras 70, 71, 72, 73 e 74 apresentam os gráficos elaborados e impressos.

Figura 70 - Número de manutenções preventivas: RMP.

Figura 71 - Número de manutenções corretivas: RMC.

Figura 72 - Relação entre a manutenção preventiva, corretiva e serviço.

Figura 73 - Total de horas de manutenção.

Figura 74 - Total de registros de manutenção.

O relatório mensal é dividido em capítulos, onde cada área do Reator como:

- Manutenção, operação, proteção radiológica;
- Irradiação de amostras, cálculo e simulação;
- Controle químico da água, garantia da qualidade entre outros.

Apresentam suas atividades no período. Neste caso somente os índices de manutenção serão apresentados. As Figuras 75, 76, e 77 apresentam os gráficos elaborados e impressos.

Figura 75 - Índice de satisfação de cliente.

Figura 76 – Disponibilidade do Reator.

Figura 77 - Eficiência dos grupos de manutenção e operação.

5.4.4 - Resultados operacionais

O sistema computacional do Reator *IEA-R1* com o seu banco de dados permite, que tenhamos acesso a variáveis importantes para o controle do processo de manutenção, bem como para as tomadas de decisões importantes sobre os equipamentos ou instrumentos utilizados na operação. A seguir são apresentados alguns resultados obtidos até janeiro de 2015.

5.4.4.1 - Manutenção preventiva

Total de equipamentos e medidores cadastrados: **1781**.

Total de planos de manutenção preventiva: **63**, sendo:

- Planos de equipamentos: **54**.
- Planos de instalação: **8**.
- Planos de “Ageing” (envelhecimento): **1**.

Total de registros de *RMP* emitidos: **13643**.

Mês com mais *RMP* emitidos no ano: dezembro - média de **210**.

Mês com menos *RMP* emitidos no ano: novembro - média de **100**.

5.4.4.2 - Manutenção corretiva

Total de *RMC* emitidos: **1174**

Equipamento que teve mais *RMC* emitido:

- IC-MS-01 (mesa de controle): **118**

RMC com maior tempo de execução:

- *RMC* 1079: **960 horas** (troca da tubulação do circuito primário).

RMC com o menor tempo de execução:

- *RMC* 999: **10 minutos** (troca de rele térmico).

5.4.4.3 - Calibração

Total de instrumentos ou medidores no plano de calibração: **200**.

Menor intervalo de calibração: **1 ano**.

Maior intervalo de calibração: **5 anos**.

Medidor com o maior tempo de execução da calibração:

- IC-SAD-01 (sistema de aquisição de dados) **12 horas**, são calibrados **199** sinais de entrada e saída.

Medidor que tem o maior número de calibrações:

- RA-CDO-01, RA-CDO-02 (medidor de condutividade): **13**.

Medidor que tem o menor número de calibrações:

- IC-SAD-02 (sistema de aquisição de dados- reserva): **1**.

Tipo de medidores com o maior número no plano de calibração:

- Medidores de temperatura: **40**.

6. - CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi alcançado uma vez que o sistema computacional desenvolvido no *CRPq* do *IPEN-CNEN/SP* para Planejamento e Controle da Manutenção do Reator de pesquisa *IEA-R1* está concluído e em operação.

Os relatórios, registros de manutenções preventivas e corretivas, planos, listas de equipamentos, históricos de manutenções preventivas e corretivas, históricos de calibrações gerados pelos módulos são periodicamente auditados pelos órgãos reguladores como a *CNEN*, *ABNT* e *AIEA* [20].

O Sistema Computacional para Planejamento e Controle da Manutenção implementado no Reator *IEA-R1* contempla a necessidade dos operadores e auditores que utilizam os seus registros para controlar, salvaguardar e manter integridade física do Reator, aumentando assim a vida útil dos equipamentos, contribuindo para que o Reator cumpra o seu papel na sociedade produzindo radioisótopos para medicina, pesquisa e desenvolvimento técnico e acadêmico.

Finalmente, o Sistema Computacional para Planejamento e Controle da Manutenção desenvolvido neste trabalho para o Reator pesquisa *IEA-R1* pode ser aplicado em reatores ou instalações semelhantes, tendo em vista sua flexibilidade de utilização. Com uma base de dados sólida e confiável, está sendo utilizado por pesquisadores de outros centros do *IPEN-CNEN/SP* para pesquisa e trabalhos em áreas como engenharia, segurança e controle de processos.

Trabalho futuros podem, ser incorporados ao Sistema para Planejamento e Controle da Manutenção. Neste sentido, destacamos:

- Manutenção Preditiva;
- Programa de “Ageing” (envelhecimento da instalação do Reator);
- Descomissionamento.

ANEXO 1

Tabela 1 - Código e descrição dos sistemas existentes no Reator, utilizados para classificar os equipamentos e medidores no programa computacional.

Código	Descrição do Sistema
AA	Laboratório de Análise por Ativação
AC	Ar Comprimido
CP	Circuito Primário de Refrigeração
CS	Circuito Secundário de Refrigeração
DR	Drenagem do Prédio do Reator
EE	Distribuição Elétrica Essencial
EN	Distribuição Elétrica Normal
EV	Distribuição Elétrica Vital
IA	Irradiação de Amostras
IC	Instrumentação e Controle
IE	Iluminação de Emergência
IN	Iluminação Normal
IR	Insuflamento e Recirculação
ME	Manuseio e Estocagem de Combustível
MN	Laboratórios de Metrologia Nuclear
OM	Oficina Mecânica e de Apoio a Operação e Manutenção
PI	Proteção e Combate a Incêndio
RA	Retratamento de Água
RE	Resfriamento de Emergência
SI	Sistema de informática
SC	Sistema de Movimentação de Carga
SM	Sustentação e Movimentação
SP	Sistema de Proteção Física
SV	Sistema de Vibração
TA	Tratamento de Água
TV	Sistema de Circuito Fechado de Televisão
XC	Exaustão das Capelas
XE	Exaustão de Emergência
XN	Exaustão Normal

Tabela 2 – Código e tipo de equipamentos e medidores usados para cadastramento no programa computacional.

Código	Tipo de Equipamento/Medidor
AAM	Auto Amostrador
ACC	Acelerômetro
ACD	Ar condicionado e Desumidificador
AGT	Agitador
AMC	Analizador Mono ou Multicanal
AMP	Amplificador
AME	Amperímetro
ANI	Trocador Aniônico
ASP	Aspirador de Pó
ATD	Abrigo do Tanque de Decaimento
BAL	Balança
BCG	Bloco de Grafite
BEM	Bomba de Engraxar Manual
BOM	Bomba
BRC	Barra de Controle
BRM	Barômetro de Mercúrio
BRS	Barra de Segurança
CAF	Câmara de Fissão
CAP	Coletor de Água do Prédio do Reator
CAT	Trocador Catiônico
CAQ	Chapa Aquecedora
CBT	Cabine de Alta Tensão
CCC	Centro de Comando de CLP
CCD	Célula do Condutivímetro
CCM	Centro de Comando de Motores
CCO	Centro de Comando Operacional
CDO	Condutivímetro
CDP	Condutivímetro Portátil
CET	Controlador Eletrônico de Temperatura
CFC	Condicionador 'Fan-Coil'
CFL	Cabine de Fluxo Laminar
CHA	Chaminé
CMN	Canal de Medida Nuclear
CMR	Câmera de TV
CNB	Conjunto No-Break
COL	Colorímetro
CPA	Compressor de Ar
CPE	Capela
CPL	Caixa Plenum
CRE	Condensador Remoto
CRM	Carro de Ferramenta
CSC	Condicionador Self-Contained
CTD	Contador

CTF	Centrífuga
CTR	Cortadeira
CVV	Chave de Vazão
CXJ	Caixa de Junção
DAE	Distribuidor de Água de Emergência
DBR	Dobradeira
DET	Detector /Medidor
DIG	Disjuntor de Amostra
DTA	Destilador de Água
DTO	Duto de Ar
EAA	Espectrômetro de Absorção Atômica
EIF	Elemento de Irradiação de Fios
EIG	Elemento de Irradiação com Grafite
EIR	Elemento de Irradiação de Amostra
EIS	Elemento de Irradiação de Silício
EIU	Elemento de Irradiação de Amostra Geociência
ELG	Eliminador de Gotas
ELM	Eletrômetro
ELV	Elevador
EMP	Empilhadeira
ESA	Estabilizador Analógico
ESC	Máquina de Escovação
ESM	Moto Esmeril
EST	Estabilizador
ETM	Estufa /Mufla
ETT	Estação Terminal
EXN	Extintor
EXT	Exaustor
FAA	Fonte de Corrente
FAB	Filtro Absoluto
FAC	Fac-Símile
FAT	Fonte de Alta Tensão
FBT	Bastidor com Fonte de Tensão
FCA	Filtro de Carvão Ativado
FAR	Filtro de Areia
FCN	Filtro Cuno
FFI	Filtro Fino
FGR	Filtro Grosso
FHE	Filtro HEPA
FIS	Sistema de Injeção em Fluxo
FNT	Fonte
FUR	Furadeira
GCR	Garra
GDG	Grupo Diesel Gerador
GFR	Geladeira, Freezer
GPA	Gerador de Porta e Atraso
GUH	Guincho Hidráulico
GVR	Gravador Elétrico

HDR	Hidrante
HOR	Horímetro
HUB	Hube (Roteador)
IMP	Impressora
IND	Indicador
INN	Indicador de Nível
INP	Indicador de Posição
INV	Indicador de Vazão
IRF	Intercomunicador de Radio Frequência
ITF	Interfone
LIO	Liofilizador
LRM	Leito Misto de Resina
LRS	Leito de Resina
LRT	Leito de Retratamento
MAB	Mecanismo de Acionamento de Barras
MCP	Microcomputador
MCV	Monitor Central de Vibração
MDA	Medidor de Vazão de Ar
MDD	Medidor de Depressão
MDM	Multímetro
MDN	Medidor do N16
MDP	Medidor de Pressão
MDS	Medidor de Nível
MDT	Monitor de Duto (Radiação)
MDV	Medidor de Vazão
MET	Metalizadora
MFR	Medidor Fixo de Radiação
MIC	Microscópio
MNV	Monitor de Vibração
MOT	Motor
MPH	Medidor de pH
MPI	Módulo de Potência Ininterrupta
MPR	Medidor Portátil de Radiação
MQS	Máquina de Solda
MRA	Monitor de Radiação
MSC	Mesa de Controle
MSI	Módulo Soma Invertido
MTA	Monitor de Área (Radiação)
MTB	Motor da bomba
MTD	Termômetro/Termohigrômetro
MTP	Monitor Portal
MTV	Motor do Ventilador
MVA	Medidor de Vácuo
OSC	Osciloscópio
PAL	Painel de Alarme
PAM	Pré-Amplificador
PCI	Painel de Controle de Incêndio
PCO	Painel de Comando

PCT	Porta de Coluna Térmica
PCV	Painel de Comando de Válvula
PFI	Pré-Filtro
PHC	Poço/Eletrodo de Mercúrio
PIP	Pipetador /Pipeta
PLO	Placa de Orifício
PLS	Painel Sinótico
POT	Potenciostato
PRO	Ponte Rolante
PRS	Prensa Hidráulica
PSI	Processador de Sinal Integrado
PSN	Painel de Sinalização
PTM	Plataforma Móvel
PTN	Plataforma do Núcleo
PUA	Purificador de Água, Destilador
PUL	Pulsador
QCA	Quadro
QDF	Quadro de Distribuição de Força
QDV	Quadro de Válvulas
QFF	Quadro de Força
QFL	Quadro de Força e Luz
RAQ	Resistência de Aquecimento
RAU	Registro Automático
RCF	Registro Corta Fogo
RCO	Registro de Controle
RDD	Registrador de Pena Dupla
RDT	Registrador de Temperatura
RDV	Registrador de Vazão
REP	Registro Estanque com Pistão
RGM	Registro de Vazão Manual
RMO	Registro Modulante
RMT	Registro Motorizado
ROT	Rotâmetro
RPP	Registro Estanque com Pistão Pneumático
RSI	Resistor
RSP	Registro de Sobrepressão
RVA	Reservatório de Água
RVO	Registro de Volume
SAR	Controle do Secador de Ar
SEC	Secador de Ar Comprimido
SEL	Seladora
SEM	Secador Manual de Cabelo
SET	Serra Elétrica
SHT	Sistema Hidráulico para Movimentar a Coluna Térmica
SLS	Skimmer
SSC	Sensor de Calor
SST	Sensor de Temperatura
SUN	Separador de Névoa

TAC	Conversor de Tempo em Altura de Pulso
TBC	Tubo Colimador
TBU	Tubulação
TCA	Trocador de Calor
TDP	Transmissor Diferencial de Pressão
TEL	Talha Elétrica
TER	Termopar
TLF	Telefone
TMA	Talha Manual
TMP	Timer, Temporizador
TMS	Termostato
TOM	Torno Mecânico
TQD	Tanque de Decaimento
TQA	Tanque de Ácido
TQR	Tanque de Retenção
TQS	Tanque de Salmoura
TRE	Torre de Refrigeração
TRF	Transformador Elétrico
TRP	Transmissor de Pressão
TRV	Transformador de Voltagem
TVM	Monitor de TV
UAB	Unidade de Abrandamento
UCD	Unidade de Coincidência
URE	Unidade de Retratamento
URH	Unidade Recuperadora de Gás Hélio
VAF	Válvula Sistema de Filtro
VAL	Válvula
VAP	Vaso de Pressão
VAR	Válvula Sistema de Resina
VBB	Válvula Tipo Borboleta
VBO	Válvula do Tipo Bóia
VDG	Acelerador Van Der Graaf
VES	Válvula Esfera
VEP	Válvula Eletropneumática
VGC	Ventilador Centrífugo
VGM	Válvula Gaveta Motorizada
VGW	Válvula Gaveta Manual
VIS	Válvula de Isolamento
VOG	Válvula Globo
VTL	Ventilador
VOL	Voltímetro (Medidor de Tensão)
VTR	Válvula de Retenção

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]Tung-Ming Wu and Sheue-Ling Hwang; Maintenance error reduction strategies in nuclear power plants, using root cause analysis, Applied Ergonomics 1989,20.2,115-121.

[2]Celso M. F. Lapa, Cláudio M. N. A. Pereira, Antônio Carlos de A. Mol, Maximization of a nuclear system availability through maintenance scheduling optimization using a genetic algorithm, Nuclear Engineering and Design 196 (2000) 219–231.

[3]Kardex & Nascif, Manutenção, Função Estratégica – Qualitymark Editora Ltda, RJ, 1999, 287p.

[4]Lourival A.Tavares, Controle de Manutenção por Computador. JR Editora Técnica, 1987, 214p.

[5]Gil Branco Filho, Planejamento e Controle de Manutenção curso ministrado pela Associação Brasileira de Manutenção, São Paulo, 2003, 62p.

[6]Norma CNEN NN – 1.04 “Licenciamentos de Instalações Nucleares”, Resolução CNEN R 16/01-29.11.2001, D.O.U.: 05.01.2002, disponível no site da Comissão Nacional Energia Nuclear (CNEN).

[7]Norma CNEN NN – 1.16 “Garantia da Qualidade para Usinas Nucleoelétricas”, Resolução CNEN R 15/99-21.09.1999, D.O.U.: 03.04.2000 disponível no site da Comissão Nacional Energia Nuclear (CNEN).

[8]Norma CNEN NN – 1.21 “Manutenções de Usinas Nucleoelétricas”, Resolução CNEN R 03/91, D.O.U.: 28.08.1991, disponível no site da Comissão Nacional Energia Nuclear (CNEN).

[9]IAEA Safety Standards – Safety Guide No. NS-G-4.2 “Maintenance, Periodic Testing and Inspection of Research Reactors”, Vienna, November 2006.

[10]Norma ABNT NBR ISO 9001:2008 – “Sistema de Gestão da Qualidade”, 28.12.2008, disponível na intranet do Instituto de Pesquisas Energética e Nucleares, ou na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

[11]Pressman, Roger. Software Engineering: A Practitioner's Approach, 6ªedição, Mc Graw Hill, 2005.

[12]Somera, Guilherme.(2007); Treinamento Profissional em Delphi. Digerati Books, São Paulo, 2007.

[13]De Medeiros, Luciano Frontino.(2006); Redes Neurais em Delphi - 2ª Edição. Visual Books, São Paulo, 2006.

[14]Pauli, Guinther. (2004); Delphi - Programação para Banco de Dados e Web. Neoficio, Rio de Janeiro, 2004

[15]Ramalho, José Antonio (2001); Delphi 5 Teoria e Prática, Série Ramalho, Editora Berkeley, 2a. Edição

[16]Marcelo Medeiros/Pablo Gonçalves, Criando uma Aplicação Comercial Completa em Delphi 5, Advanced Books

[17]Rogério Magela, “Engenharia de Software Aplicada: Princípios vol.1,“Editora Alta Books, 2006, 246p.

[18]Rogério Magela, “Engenharia de Software Aplicada: Princípios vol.2, “Editora Alta Books, 2006, 294p.

[19]Leonardo Molinari, “Gerência de Configuração – Técnicas e Práticas no Desenvolvimento de Software“, Editora Visual Books, 2007, 85-7502-210-5.

[20]IAEA, “Quality Assurance for Software Important to Safety”, Vienna, 2000. 161 p. (Technical Reports - Series, 397).

[21]The Babcock & Wilcox Co., Open-Pool Research Reactor – Instruction Book,1957.

[22]Instituto De Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), Relatório de Análise de Segurança do Reator *IEA-R1*.

[23]Falconi Campos, Vicente – Gerência da Qualidade Total Estratégia para Aumentar a Competitividade da Empresa Brasileira, Bloch Editores, Rio de Janeiro, 1990, 187p.

[24]IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T 5.4 “Optimization of Research Reactor Availability and Reliability: Recommend Pratices”, Vienna, November 2008.

[25]INMETRO – “Vocabulário Internacional de Metrologia: Conceitos Fundamentais e Gerais e Termos Associados”, Rio de Janeiro, 2012, 94p.

[26]INMETRO – “Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia”, Portaria INMETRO Nº 029/95, INMETRO,SENAI – Departamento Nacional, 5ª. Edição, Rio de Janeiro, 2007, 72p.

[27]ABNT, INMETRO, SBM, - “Guia Para a Expressão da Incerteza de Medição”, Rio de Janeiro, 1998, 121p.

[28]INMETRO – “Sobre Acreditação de Laboratórios”, <http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/sobre_lab.asp> Acesso em: 14.mar.2014.

[29]Antonio Neris, ASP.NET Aplicações Rápidas e Práticas para Iniciantes” Editora Book Express, 2005,120p.

[30]Robin Dewson, “Microsoft, SQL Server 2008 para Desenvolvedores: Do Iniciante ao Profissional“, Editora Alta Books, 2009, 376p.