

**Gestão e Organização de Laboratório de Fiabilidade
Bosch Termotecnologia, S.A.**

Eliézer Rodrigues Libânio

Projecto Final

Orientador na Bosch Termotecnologia, S.A.: Engenheiro Luís Sousa

Orientador na Feup: Professor José Faria



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Fevereiro 2009

Resumo

Este projecto corresponde à etapa final do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, e foi desenvolvido no âmbito da disciplina Projecto Final/Dissertação. O principal objectivo de um projecto deste carácter é o desenvolvimento de um trabalho prático fundamentado num ambiente industrial.

Desenvolvido num período de aproximadamente 5 meses (entre 25 de Agosto de 2008 e 30 de Janeiro de 2009), na empresa BOSCH TERMOTECNOLOGIA, S.A, este projecto assentou-se numa análise ao laboratório da secção de Fiabilidade desta empresa.

A principal função do laboratório de fiabilidade é o ensaio dos produtos comercializados pela empresa. Esses ensaios resumem-se a simulações de funcionamento dos produtos, para garantir a fiabilidade dos produtos no mercado.

O primeiro objectivo para este projecto consistiu na elaboração de um caderno de encargos de um sistema de informação, para apoio aos ensaios realizados no laboratório de fiabilidade.

Um segundo objectivo consistiu na reorganização do laboratório. No momento da chegada à empresa, o laboratório encontrava-se numa fase de mudança. Inicialmente o laboratório estava destinado apenas a uma pequena área do edifício, e junto a este, estava o laboratório da Durabilidade. Recentemente o laboratório da Durabilidade foi transferido para o novo edifício do Desenvolvimento, libertando espaço para aumentar ao laboratório da Fiabilidade.

Com este novo espaço tornou-se então necessário definir uma nova disposição para as bancas de ensaio e equipamentos de teste.

Também se pretendia com esta reorganização, criar condições para a instalação de um armazém de peças. O projecto deste armazém consistiu no terceiro objectivo deste trabalho.

O caderno de encargos foi então elaborado sob a forma de um protótipo que consistiu numa aplicação funcional para introdução de dados, e numa apresentação do esquema de navegação pretendido para os menus do programa.

Foi elaborado um estudo para a melhor forma de distribuir as bancas e equipamentos de ensaio no laboratório. Com este estudo procedeu-se ao desenho de alterações à planta original do laboratório, permitindo que este fosse submetido a avaliação por parte da direcção.

Depois de estudar qual seria a melhor forma para armazenar as peças do laboratório, optou-se por criar um armazém Kanban. Para este armazém procedeu-se ao levantamento de um inventário das peças, assim como se estimou quais as quantidades e tempos de reaprovisionamento a aplicar para cada tipo de peça. Finalmente, o seu processo de gestão organização do material, por meio de cartões Kanban, foi criado com êxito.

Chegado o tempo final do projecto, concluiu-se que este obteve um saldo positivo, pois todos os objectivos a atingir inicialmente foram cumpridos e ultrapassados. Porém, um dos objectivos deste trabalho era a organização do laboratório. Este é um tema muito abrangente, e sobre o mesmo poderiam ter-se implementado outras medidas adicionais. Estas não foram concretizadas devido ao curto tempo do projecto, mas algumas dessas medidas adicionais que poderiam ter sido implementadas estão descritas mais à frente neste documento.

Management and Organization of Laboratory Reliability

Abstract

This project is the final step in the Integrated Master in Mechanical Engineering (MIEM) Faculty of Engineering of University of Porto, and was developed within the discipline Final Project / Dissertation. The main objective of a project of this nature is to develop a work based on a practical industrial environment.

Developed over a period of approximately 5 months (from 25 August 2008 and 30 January 2009), in the company BOSCH TERMOTECNOLOGIA SA, this project is based on a Reliability laboratory analysis.

The main function of the laboratory test is the reliability of the products marketed by the company. These tests are summarized in simulations of running products to ensure the reliability of products.

The first objective for this project was to design a specification for an information system to support testing in the laboratory of reliability.

A second objective was to reorganize the lab. Upon arrival to the company, the laboratory was in a stage of change. Initially the laboratory was intended only for a small area of the building, next to this was the laboratory of durability. Recently the Durability laboratory was transferred to the Development new building, freeing up space to increase the reliability of the laboratory.

With this new space it is then necessary to define a new provision for the month of testing and test equipment.

Also with this reorganization, we were trying to create conditions for the installation of a warehouse of parts. The design of this warehouse was the third objective of this work.

The specification was developed as a prototype that has a working application for data input, and a presentation of the desired layout of navigation menus for the program.

A study for the best way to distribute the bunkers and test equipment in the laboratory. This study was made to the design changes in original layout of the laboratory, allowing it to be submitted for evaluation by the management.

After studying what was the best way to make the warehouse, we chose to create a warehouse Kanban. For this stock were used to survey an inventory of parts, and which are estimated quantities and timing of replenishment to apply for each type of piece. Finally, the process of management organization of the material by means of Kanban cards, was successfully created.

Reached the final time the project concluded that it earned a surplus, all the goals were initially met and exceeded. However, one of the objectives of this work was the organization of the laboratory. This is a very comprehensive subject, in which we might have implemented other additional measures. These were not implemented due to the short duration of the project, but some additional measures that could have been implemented are described later in this document.

Agradecimentos

À Bosch Termotecnologia S.A. pela disponibilidade oferecida para a realização deste projecto.

A todas as pessoas da empresa com quem tive a oportunidade de trabalhar, que se demonstraram sempre disponíveis para me ajudar e atender a qualquer dúvida, em particular ao meu orientador, Eng.º Luís Miguel Sousa, e a todos os colaboradores do laboratório da Fiabilidade, Dra. Sandra Fernandes, Reginaldo Ferreira, e Pedro Oliveira.

Ao meu orientador na FEUP, Professor Eng.º José António Faria pelo seu incentivo, apoio, motivação e disponibilidade, que generosamente me ofereceu ao longo deste projecto.

A todos aqueles que fazem parte da minha vida e que me acompanham em todos os momentos.

A todos, obrigada pela disponibilidade e dedicação, a vocês dedico esta tese.

Índice de Conteúdos

Lista de Figuras	vi
Lista de Tabelas	viii
Lista de Abreviaturas e acrónimos	ix
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Plano de Trabalhos	2
1.3 Organização da Tese.....	2
2 Apresentação do Laboratório	4
2.1 Significado de Fiabilidade	4
2.2 Âmbito da Actividade do Laboratório	6
2.3 Actividade do Laboratório	7
2.3.1 Produtos.....	7
2.3.1.1 Aparelhos	8
2.3.1.2 Componentes	11
2.3.1.3 Produtos em Fase de Desenvolvimento	12
2.3.2 Gestão de Ensaios.....	15
2.3.2.1 Ensaios Standard	16
2.3.2.2 Ensaios Não Standard.....	17
2.3.2.3 Procedimento de Ensaio.....	18
2.3.3 Clientes	21
2.3.4 Normas	22
2.3.5 Equipamentos de Ensaio	24
3 Sistema de Informação.....	28
3.1 Importância do Sistema de Informação.....	28
3.2 Especificação.....	29
3.3 Implementação do Sistema.....	31
3.3.1 Protótipo.....	31
3.3.1.1 Esquema de Navegação	32
3.3.1.2 Interface Para Introdução de Dados.....	37
4 Reorganização do Laboratório	44
4.1 Aspectos a Abordar.....	44
4.2 Layout	45

4.2.1	Proposta de Implementação.....	47
4.3	Infra-estrutura	50
4.3.1	Acessos	51
4.3.1.1	Soluções projectadas	51
4.3.2	Sistema de Abastecimento de Água.....	52
4.3.2.1	Estruturas implementadas.....	52
4.3.3	Linha Eléctrica Especial.....	53
4.3.3.1	Soluções apresentadas para a linha especial	54
4.3.4	Estruturas de Suporte.....	54
4.3.5	Sistema de Aquecimento de Água.....	55
4.3.6	Outros.....	55
4.4	Armazém	56
4.4.1	Solução Encontrada Para Implementação	57
5	Conclusões.....	61
5.1	Resultados Obtidos Durante o Projecto.....	61
5.1.1	Integração e Conhecimento do Funcionamento do Laboratório	61
5.1.2	Sistema de Informação.....	61
5.1.3	Definição do Layout.....	62
5.1.4	Projecto de Armazém Kanban.....	62
5.2	Considerações Finais	62
5.3	Sugestões de Trabalhos Futuros.....	63
5.3.1	Banca de HDG's,	63
5.3.2	Banca de cilindros,	64
5.3.3	Aparelhos Solares	64
5.3.4	Consola de Controlo das Bancas de Esquentadores	65
6	Bibliografia e Fontes consultadas	66
	ANEXO A: Fluxograma dos Procedimentos de Ensaio	67
	ANEXO B: Determinação da secção de cabos de baixa tensão	68
	ANEXO C: Memória descritiva para o novo espaço da Fiabilidade.....	69
	ANEXO D: Planta do laboratório, antes e depois.....	72

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Representação da área de falha entre distribuições de carga e força	4
Figura 2.2 – Principais passos de uma análise de risco	5
Figura 2.3 – Esquema da estrutura do laboratório	7
Figura 2.4 – Classificação dos produtos ensaiados no laboratório.....	8
Figura 2.5 – Esquentador Compact (11L-18L).....	9
Figura 2.6 – Esquentador World2 (24L - 27L).....	9
Figura 2.7 – Caldeira em teste	10
Figura 2.8 – Cilindro eléctrico em teste	10
Figura 2.9 – Da esq. para a dir. e de cima para baixo, válvula de água, HDG, tampa de válvula de gás com válvula piloto (a vermelho) e válvula principal (a verde), PCB, sensor de Hall.....	11
Figura 2.10 – Diagrama do processo TTM.....	13
Figura 2.11 – Diagrama representativo dos tipos de amostras e testes associados.....	14
Figura 2.12 – Tipos de ensaios	16
Figura 2.13 – Resumo do procedimento de ensaio	18
Figura 2.14 – 1ª secção do fluxograma, caracterização dos ensaios	19
Figura 2.15 – 2ª secção do fluxograma, funcionamento do ensaio	20
Figura 2.16 – 3ª secção do fluxograma, conclusão	21
Figura 2.17– Bancas de esquentadores e caldeiras, dir., vista das tubagens e válvulas funcionais ...	25
Figura 2.18 – Câmara climática, dir., interior da câmara com alguns componentes em teste	25
Figura 2.19 – Banca de auditoria, dir., Caudalímetro electromagnético	26
Figura 2.20 – Banca de automáticos de água.....	26
Figura 2.21 – Esq., banca móvel com registador de dados, dir., bancas móveis com funcionamento aliado devido ao multimetro digital da banca da direita	27
Figura 2.22 – Esq., fonte de alimentação, dir., automato Logo.....	27
Figura 3.1 – Caso de uso, planeamento	29
Figura 3.2 – Caso de uso, execução.....	30
Figura 3.3 – Caso de uso, controlo	30
Figura 3.4 – Mapa de ligações gerais do Sistema de Informação	32
Figura 3.5 – Menu inicial.....	33
Figura 3.6 – Pagina de entrada para os ensaios	33
Figura 3.7 – Indicadores do laboratório.....	34
Figura 3.8 – Página de novos pedidos	34

Figura 3.9 – Página de acesso ao histórico	34
Figura 3.10 – Plano anual de esquentadores e caldeiras.....	35
Figura 3.11 – Gráfico anual de ensaios	35
Figura 3.12 – Layout das bancas	35
Figura 3.13 – Estado global das bancas em funcionamento	36
Figura 3.14 – Janela de edição de ensaio	36
Figura 3.15 – Zona de registo de falhas	36
Figura 3.16 – Mapa das ligações entre os dados dos ensaios.....	37
Figura 3.17 – Página de rosto.....	38
Figura 3.18 – Página de Teste.....	38
Figura 3.19 – Registos e ocorrências	39
Figura 3.20 – Checklist.....	39
Figura 3.21 – Lista de tarefas.....	40
Figura 3.22 – Folha de Gráficos.....	40
Figura 3.23 – Plano de ensaio	41
Figura 3.24 – Folha em branco para inserir vários tipos de documentos	41
Figura 3.25 – Fotografias e comentários	42
Figura 3.26 – Custos	42
Figura 3.27 – 1ª secção do relatório	43
Figura 3.28 – 2ª secção do relatório	43
Figura 3.29 – 3ª secção do relatório	43
Figura 4.1 – Estrutura do Laboratório	44
Figura 4.2 – Actual disposição do Laboratório.....	45
Figura 4.3 – Gabinete da Fiabilidade	46
Figura 4.4 – Alterações ao layout.....	48
Figura 4.5 – Implementações à infra-estrutura	50
Figura 4.6 – Vista tridimensional do sistema de abastecimento de água.....	53
Figura 4.7 – Sistema de armazenamento actual	56
Figura 4.8 – Localização do Armazém.....	58
Figura 4.9 – Representação tridimensional do armazém de peças.....	58
Figura 4.10 – Preenchimento das prateleiras	59
Figura 4.11 – Exemplo de um cartão kanban	60

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 – Método de trabalho.....	2
Tabela 2.1 – Famílias de esquentadores	9
Tabela 2.2 – Famílias de caldeiras.....	10
Tabela 2.3 – Principais componentes ensaiados.....	12

Lista de Abreviaturas e acrónimos

AGU - Termóstato Bimetálico

BPS - Bosch Production System

ECR - Engineering Change Request

FMEA - Failure Mode and Effect Analysis

HDG - Hidrogerador

MIP - Market Introduction Process

MOS - Material Order Specification

MTBF - Mean Time Between Failures

MTTF - Mean Time To Failure

NTC - Negative Temperature Coefficient

PCB - Printed Circuit Base

PCP - Production Creation Process

PDCA - Plan Do Check Act

PPM - Partes Por Milhão

PUQ - Purchasing Quality

QMM - Quality Management & Methods

QMM1-Q - Secção de Auditoria ao Produto

QMM1-Z - Secção de Fiabilidade

QMM1-ZQ - Secção Teste de Produto

QRA - Quantitative Risk Analysis

SOP - Start Of Production

TTM - Time To Market

1 Introdução

No actual mundo industrial existe uma preocupação permanente por parte das empresas na conquista “nome” entre o mercado. Há muitos anos que Grupo Bosch conseguiu que o seu nome estivesse entre os melhores produtores mundiais. Desta forma, qualquer comprador sabe, que ao adquirir um produto Bosch, está a adquirir qualidade, segurança e fiabilidade.

Para manter intacto este estatuto, o Grupo Bosch exige elevados padrões de controlo às empresas que o constituem, aplicando o know-how do grupo a cada uma das suas fábricas, ao mesmo tempo que espera que estas contribuam para o conhecimento do grupo.

Uma das empresas deste grande grupo industrial é a BOSCH TERMOTECNOLOGIA, S.A., sediada em Cacia, Aveiro, Portugal. Esta empresa é líder europeia na produção de esquentadores a gás, e ainda de outros sistemas de aquecimento de águas, como caldeiras a gás, equipamentos solares e eléctricos. Foi no Laboratório de Fiabilidade (QMM1-Z), Secção de Teste ao Produto (QMM1-ZQ) do Departamento de Qualidade (QMM) que se desenvolveu este trabalho.

1.1 Enquadramento

A principal função do laboratório de fiabilidade é o ensaio dos produtos comercializados pela fábrica. Estes ensaios resumem-se a simulações da realidade, ou situações extremas de funcionamento dos produtos, garantindo a fiabilidade dos produtos no mercado.

Todas as medidas e ensaios contemplados no laboratório procuram uma resposta do que acontece no mercado. Optando por reproduzir as condições encontradas nas casas dos clientes, reproduzindo a sua realidade, é a forma que o laboratório utiliza para conseguir detectar falhas e impedir que estas cheguem ao cliente.

A maioria dos ensaios realizados no laboratório tem como produto alvo, esquentadores e caldeiras alimentadas por gás. Directamente associados a estes aparelhos existe uma ampla gama de componentes mecânicos e electrónicos, que os constituem. Estes componentes, individualmente, também são alvo dos ensaios do laboratório.

O primeiro objectivo para o trabalho consistiu na elaboração de um caderno de encargos de um sistema de informação, para apoio aos ensaios realizados no laboratório de fiabilidade.

Um segundo objectivo consistiu na reorganização do laboratório. No momento da chegada à empresa, o laboratório encontrava-se numa fase de mudança. Inicialmente o laboratório estava destinado apenas a uma pequena área do edifício, e junto a este, estava o laboratório da Durabilidade. Recentemente o laboratório da Durabilidade foi transferido para o novo edifício do Desenvolvimento, libertando espaço para aumentar ao laboratório da Fiabilidade.

Com este novo espaço tornou-se então necessário definir uma nova disposição para as bancas de ensaio e equipamentos de teste.

Também se pretendia com esta reorganização, criar condições para a instalação de um armazém de peças. O projecto deste armazém consistiu no terceiro objectivo deste trabalho.

1.2 Plano de Trabalhos

Perante os objectivos apresentados para este projecto, foi necessário um período inicial de integração e conhecimento do funcionamento do laboratório, especialmente no que tocava ao sistema de informação. Só depois de adquirido este conhecimento seria possível começar o trabalho para atingir os objectivos pedidos pela empresa.

Pode observar-se na Tabela 1.1 o plano de trabalhos seguido durante o projecto, bem como o tempo dedicado a cada uma das tarefas a desempenhar.

Tabela 1.1 – Método de trabalho

Tema	Período	Descrição
Formação inicial	1º dia, 25 de Agosto de 2008,	Apresentação da fábrica e formação em Segurança e Qualidade.
Apresentação do laboratório	1ª semana, 26 a 29 de Agosto de 2008	Apresentação do Laboratório, conhecimento do mesmo e das normas de trabalho. Levantamento de Inventário.
Integração e conhecimento do funcionamento do laboratório	1 a 26 de Setembro de 2008	Realização de ensaios e testes, principalmente de componentes electrónicos para compreender o funcionamento dos mesmos e do laboratório.
Análise e especificação do Sistema de informação	29 de Setembro a 19 de Novembro de 2008	Elaboração do caderno de encargos para o Sistema de Informação. Construção de um protótipo funcional do Sistema de Informação.
Análise e definição do Layout	20 de Novembro a 17 de Dezembro de 2008	Projecto, desenho e dimensionamento do novo Layout para o Laboratório
Projecto do novo armazém Kanban	18 de Dezembro de 2008 a 8 de Janeiro de 2009	Levantamento de inventário de peças, desenho da disposição do armazém e criação dos cartões identificativos para o sistema Kanban.
Validação das soluções implementadas.	9 a 30 de Janeiro de 2009	Depois das soluções serem testadas pelos colaboradores, foi necessário proceder a pequenos acertos, para que todas funcionassem da melhor maneira.

1.3 Organização da Tese

Capítulo 1 - Introdução. Apresentação da empresa, objectivos e enquadramento do trabalho realizado no âmbito do projecto final de curso.

Capítulo 2 - Apresentação do Laboratório. Sua função na fábrica, produtos, clientes, métodos de trabalho, normas e equipamentos.

Capítulo 3 - Sistema de Informação. Desenvolvimento do estudo realizado à volta do sistema de informação. Este estudo aborda a análise de importância, necessidades e dificuldades

encontradas para o sistema. Assim como as soluções encontradas, métodos construtivos, e implementação do mesmo.

Capítulo 4 – Reorganização do Laboratório. Focaliza-se a definição do Layout e criação do armazém Kanban.

Capítulo 5 – Conclusões. Comparação entre os objectivos do projecto e as soluções implementadas. Ainda contempla uma breve referência a trabalhos para implementar no futuro.

Capítulo 6 – Bibliografia e Fontes consultadas.

2 Apresentação do Laboratório

Para se poder compreender o funcionamento interno do laboratório, e o contexto onde este está integrado, é necessário ter presente o conceito de fiabilidade. Por isso, antes de passar à apresentação do funcionamento do laboratório fez-se uma breve referência ao conceito de fiabilidade, conforme se discute no ponto seguinte.

2.1 Significado de Fiabilidade

“Definição de Fiabilidade – Probabilidade de que um dispositivo ou componente de um sistema funcione dentro dos parâmetros de qualidade definidos durante um determinado período de tempo, sob as condições de funcionamento pré estabelecidas. O funcionamento de um dispositivo é satisfatório se cumpre os requisitos fixados; a cessação deste funcionamento satisfatório denomina-se falha.”

Pode então fazer-se a seguinte comparação entre Qualidade e Fiabilidade:

“Qualidade: conformidade com os requisitos definidos, no início do período de utilização.

Fiabilidade: conceito de Qualidade, ao longo do tempo, isto é, a manutenção do dispositivo dentro dos requisitos definidos, ao longo de um período de utilização.” (citações encontradas em <http://docentes.esa.ipcb.pt/armando/sht/fiabilidade.pdf>).

Robert Lusser, deduziu a lei da probabilidade do produto de componentes em série, *product probability law of series components*. Este teorema considera que os sistemas funcionam apenas se todos os componentes estão funcionarem, e é válido sob considerações especiais. A fiabilidade de um sistema é igual ao produto das fiabilidades dos componentes individuais que o constituem. Se o sistema compreender um grande número de componentes, a fiabilidade do sistema pode então ser consequentemente baixa, mesmo que individualmente os componentes tenham uma fiabilidade alta.

Em qualquer sistema onde estão presentes distribuições de força e de carga, originam-se áreas de falha. É sobre estas áreas que a fiabilidade se ocupa. Através de estudos de fiabilidade pretende-se identificar as áreas de falha, e impedir que essas áreas ponham em causa o correcto funcionamento dos produtos.



Figura 2.1 – Representação da área de falha entre distribuições de carga e força

Assim, fazendo a força S e a carga L , ambas variáveis aleatórias, e considerando o caso de uma falha ocorrer assim que a carga for mais elevada do que a força. A fiabilidade R é então definida como a probabilidade P com que a força é maior que a carga.

$$R = P(S > L)$$

Partindo deste princípio são várias as áreas onde se podem aplicar os conhecimentos de fiabilidade, para obter análises seguras do comportamento dos sistemas. De seguida estão descritas algumas dessas áreas.

– Análise de Risco, QRA (quantitative risk analysis), facilmente representada pela Figura 2.2.

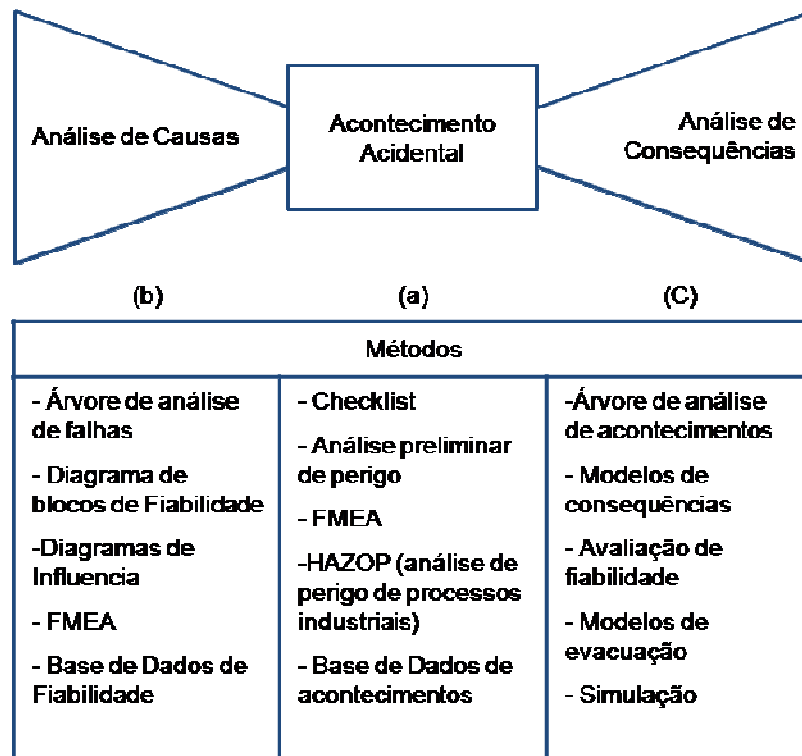


Figura 2.2 – Principais passos de uma análise de risco

- (a) – Identificação e descrição de potenciais acontecimentos acidentais
- (b) – Potenciais causas de cada acontecimento acidental
- (c) – Medidas importantes a tomar para promover a segurança e reduzir as consequências de perigo no caso de um acontecimento acidental

– Protecção ambiental. Cabe aos estudos de fiabilidade promover projectos a implementar nos sistemas operacionais para regularizar os sistemas antipoluição. Exemplos desses projectos são os sistemas de limpeza de gases e água. A análise de risco ambiental é realizada de acordo com o mesmo procedimento que se utiliza para a análise dos riscos, assim como possui as mesmas interfaces que as análises de fiabilidade.

– Qualidade. A gestão da qualidade e segurança está cada vez mais implementada em todo o mundo industrial. Isto deve-se ao estímulo causado pela quase obrigatoriedade de aplicação das normas da série ISO 9000. Como os conceitos da fiabilidade e qualidade andam sempre lado a lado, a fiabilidade é por vezes considerada como uma característica da qualidade.

– Manutenção e optimização da operação. A manutenção é realizada de modo a evitar falhas, assim como para restaurar as funções do sistema quando uma falha ocorre. O objectivo

primordial da manutenção é manter, ou melhorar a fiabilidade do sistema de produção/operação com regularidade.

– Desenho de engenharia, ou desenho industrial. A fiabilidade é considerada uma das mais importantes características da qualidade dos produtos técnicos. Esta garantia deve ser um tema importante durante o processo de concepção de qualquer produto a desenvolver.

– Verificação de qualidade/fiabilidade. Uma série de organismos oficiais exigem que o produtor e/ou o utilizador dos sistemas tecnológicos, sejam capazes de verificar que o equipamento satisfaz os seus requisitos mínimos. Esses requisitos têm geralmente uma base de segurança e/ou protecção ambiental regularizada por entidades certificadas.

Por fim, existem vários campos de aplicação para a análise de fiabilidade, entre estes, os principais são:

- Fiabilidade de Hardware
- Fiabilidade de Software
- Fiabilidade Humana

Estas podem ainda combinar-se entre si, uma vez que é sempre a “mão humana” que está na base do projecto, operação e manutenção do software e hardware.

2.2 Âmbito da Actividade do Laboratório

Após compreender o conceito de fiabilidade e os seus domínios, torna-se mais fácil compreender a finalidade do laboratório de fiabilidade na Bosch Termotecnologia, S.A..

Assim, pode afirmar-se que o laboratório tem como missão garantir que os produtos comercializados pela empresa mantêm, ao longo do tempo, a qualidade que esta confere a cada produto que comercializa.

A responsabilidade do laboratório inicia-se nos produtos ainda em fase de desenvolvimento, e passa por praticamente todas as etapas produtivas, até mesmo depois do produto estar lançado no mercado. É necessário garantir que a qualidade dos produtos está dentro das normas, especificações e protocolos definidos pela fábrica, pelo Grupo Bosch e entidades externas que regulamentam a qualidade e segurança.

Todos estes protocolos contemplam medidas de segurança, não só para o utilizador final, mas também para os trabalhadores da fábrica. Por essa mesma razão é muito importante garantir que são cumpridas as medidas de segurança nos aparelhos, pois dentro do laboratório são ensaiados vários produtos em simultâneo.

Assim, a segurança ambiental, nomeadamente, a expulsão de gases, está directamente ligada à segurança pessoal. Na eventualidade de acidente, a fiabilidade tem a responsabilidade de proporcionar a informação correcta das medidas a tomar. A análise de risco é então, um factor indispensável para qualquer produto a ensaiar, e posteriormente comercializar.

A melhor forma que existe para saber qual o comportamento de um produto durante o seu funcionamento, é testa-lo. Testes de funcionamento dos produtos, devidamente controlados, permitem um conhecimento completo das características do mesmo. Assim, esta será a melhor forma de detectar a origem de erros e falhas, impedindo que cheguem ao consumidor final.

Porém, controlar o funcionamento de um aparelho a trabalhar regularmente, seria insustentável para qualquer laboratório deste tipo. Isto deve-se especialmente ao elevado tempo de obtenção de respostas, principalmente nos aparelhos (esquentadores e caldeiras) produzidos pela fábrica, que apresentam uma longevidade esperada de 15 anos.

A solução passa por substituir o tempo real por um mais curto, em condições de trabalho especiais. Estas condições permitem uma simulação do funcionamento real num período de tempo muito menor. Para se conseguir proceder desta forma, é necessário estabelecer novos tempos, frequências dos ciclos de funcionamento, e estabelecer condições de trabalho no limite do material. Alguns exemplos destas condições são as maximizações e minimizações das potências de trabalho, alterações aos estados dimensionais, e a simulação de diferentes estados meteorológicos.

Estas simulações são previamente calculadas recorrendo a diversas funções, baseadas em probabilidades de acontecimentos de falha ou fim de vida: como distribuições de Weibull; cálculos de MTBF (mean time between failures); MTTF (mean time to failure); e outras. Depois de calculados todos os factores intervenientes, pode então dar-se início ao processo de ensaio.

2.3 Actividade do Laboratório

Conhecido o objectivo do laboratório de fiabilidade para a empresa, torna-se necessário saber como este funciona, em que produtos se fundamenta, e quem são os seus clientes. É ainda importante referir que o laboratório se regulamenta por uma série de regras, protocolos e normas, que sem os quais, os resultados dos ensaios nunca seriam credíveis.

Como se pode ver na figura seguinte, estão representados os principais factores que levam à correcta compreensão da actividade no laboratório.

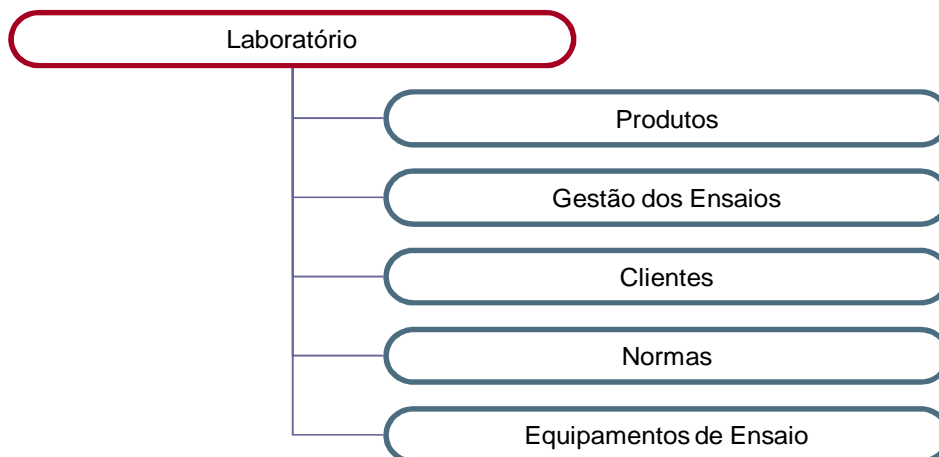


Figura 2.3 – Esquema da estrutura do laboratório

2.3.1 Produtos

Embora na sua maioria, os ensaios realizados no laboratório incidam sobre aparelhos e componentes presentes na linha de produção e montagem, existem outros produtos que

poderão ser submetidos a ensaios. Trata-se de produtos também comercializados pela empresa, mas não são produzidos internamente, em vez disso chegam já como produtos acabados dos fornecedores e são vendidos directamente aos clientes da Bosch.

Estes produtos podem ainda encontrar-se em duas fases distintas do seu ciclo de vida, conforme se pode ver no próximo esquema: a fase de comercialização, onde são ensaiados produtos completamente integrados no mercado; e a fase de desenvolvimento, com produtos que ainda necessitam de aprovação para se estabelecerem posteriormente no mercado.

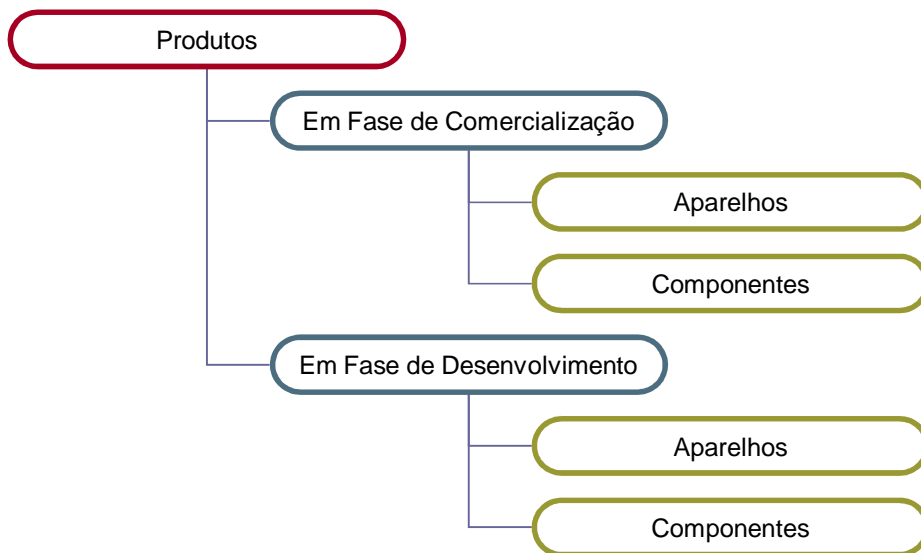


Figura 2.4 – Classificação dos produtos ensaiados no laboratório

Como se pode na Figura 2.4, quer na fase de comercialização, quer na fase de desenvolvimento, existem aparelhos e componentes. De certa forma, pode afirmar-se que estes são os mesmos, ou seja, os produtos de desenvolvimento são produtos que num futuro próximo serão incluídos na produção e posterior comercialização da fábrica. Estes podem ser aparelhos completamente novos, ou apenas componentes para substituir na actual produção de aparelhos, sem que para isso se tenha de alterar a estrutura dos mesmos.

2.3.1.1 _Aparelhos

Actualmente apenas são testados no laboratório aparelhos produzidos na fábrica. Estes dividem-se em três grandes grupos: esquentadores; caldeiras; e, painéis solares. No entanto, no que se refere aos painéis solares, e apesar de já se produzirem na fábrica, ainda não são testados no laboratório de fiabilidade interno. A responsabilidade dos ensaios dos aparelhos solares está a cargo do laboratório da fabrica de Wetrtingen na Alemanha.

Representando o maior bolo da produção interna da Bosch Termotecnologia, S.A., estão os esquentadores. Estes são divididos em famílias, caracterizadas essencialmente pelo tipo de exaustão, sistemas de segurança e mais algumas características especiais. A capacidade destes esquentadores varia entre os 5l até aos 27l.

Nas figuras seguintes estão representados dois diferentes tipos de esquentadores, enquanto que na Tabela 2.1, se pode observar quais as principais características de cada família:



Figura 2.5 – Esquentador Compact (11L-18L)



Figura 2.6 – Esquentador World2 (24L - 27L)

Tabela 2.1 – Famílias de esquentadores

Esquentadores	Termoeléctrico		Baterias			Estanque c/ ventoinha
Sistema de segurança	Termopar / válvula Magnética		Ionização / válvula de membrana			Válvula de gás no queimador / Controlo electrónico
Tipo de exaustão	Chaminé	Equilíbrio no fluxo de gases	Chaminé			Assistido por ventoinha
Características especiais			Bateria	HDG	Ventoinha na chaminé	
Família						
A		X				
AM						X
AM Célsius						X
AM NAM						X
AM World 2						X
AM World 3						X
KM					X	
HDG				X		
HDG Compact				X		
KB			X			
KB Comapct			X			
KE	X					
KE Compact	X					
KP	X					
KP Compact	X					

De seguida, em segundo lugar na produção, surgem as caldeiras. À semelhança do que acontece com os esquentadores, estas também estão divididas por famílias, embora não se encontre uma diferença tão acentuada a nível construtivo, como acontece com os esquentadores. Poderá então dizer-se que o grande factor de divisão para as famílias de caldeiras é a potência associada a cada uma delas.

Na Figura 2.7 está representada uma caldeira em ensaio no laboratório, e na Tabela 2.2, assim como foi mostrado para os esquentadores, estão representadas as diferentes famílias de caldeiras, onde se podem verificar as principais diferenças entre estas.

Tabela 2.2 – Famílias de caldeiras

Caldeiras	Ignição electrónica	Estanque c/ ventoinha
Sistema de segurança	Ionização / válvula de membrana	Válvula de gás no queimador / Controlo electrónico
Tipo de exaustão	Chaminé	Assistido por ventoinha
Família		
12kW	X	X
HRD AE		X
HRD KE	X	
24kW AE		X
24kW KE	X	
30kW AE		X
28kW KE	X	
24kW Buderus		X



Figura 2.7 – Caldeira em teste



Figura 2.8 – Cilindro eléctrico em teste

Por fim, existem os aparelhos vendidos, mas não produzidos pela fábrica, os cilindros eléctricos, como mostra a Figura 2.8. Apesar de não serem produzidos na fábrica, estes já são

ensaiados no laboratório, esperando-se num futuro próximo uma completa integração dos ensaios a estes produtos no laboratório.

Procedendo assim, a Bosch Termotecnologia, S.A. pode assegurar que o fornecedor entrega os produtos dentro das suas exigências, e comercializar esses produtos com a mesma garantia de fiabilidade que confere aos produtos que produz.

2.3.1.2 Componentes

Actualmente, a maioria dos aparelhos produzidos pela Bosch possuem cada vez mais componentes electrónicos. Estes permitem um maior conforto ao cliente final, uma vez que proporcionam uma maior facilidade de funcionamento, melhor gestão nos consumos energéticos e ainda tornam os aparelhos mais seguros.

Assim sendo é fácil prever que a maioria dos componentes testados, são os electrónicos, especialmente porque são responsáveis pela gestão do funcionamento dos aparelhos. Componentes electromecânicos, mecânicos, ou apenas elementos de ligação, também são testados no laboratório.

Assim, na próxima figura estão representados alguns exemplos de componentes testados no laboratório, enquanto que a Tabela 2.3 descreve quais os componentes mais ensaiados, suas funções e principais características.

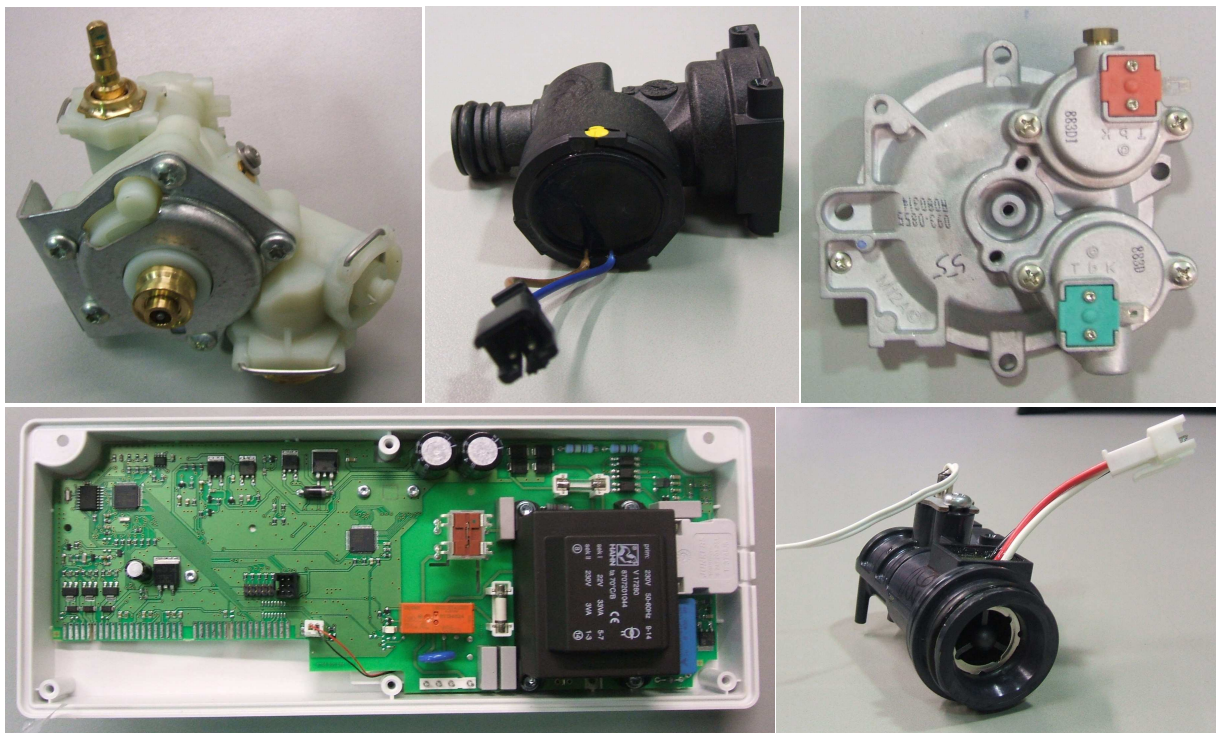


Figura 2.9 – Da esq. para a dir. e de cima para baixo, válvula de água, HDG, tampa de válvula de gás com válvula piloto (a vermelho) e válvula principal (a verde), PCB, sensor de Hall

Tabela 2.3 – Principais componentes ensaiados

Componente	Descrição	Função
AGU	Termóstato Bimetálico	Segurança. Informa o PCB para fechar a válvula de gás no caso de excesso de temperatura dos gases de exaustão.
HDG	Hidrogerador	Energia. Gerar energia para a ignição e funcionamento do aparelho.
NTC	Negative Temperature Coefficient	Segurança. Controlar a temperatura da água e diminuir a potência do sistema para minimizar o excesso de temperatura.
PCB	Printed Circuit Board Placa electrónica	Controlo. Gestão do funcionamento do aparelho. Controla os inputs e define os outputs.
Sensor Hall	Turbina geradora de frequência	Controlo. Garantir que existe o caudal mínimo de água para dar início ao funcionamento.
Micro-valve	Válvula piloto ou principal	Funcionamento e Segurança. Abrir ou fechar a passagem de gás para a ignição (piloto), ou para o queimador (principal).
Gas Valve	Válvula de gás	Funcionamento. Permitir a passagem de gás para o queimador.
Ignition Unit	Unidade de Ignição	Funcionamento. Faísca eléctrica para iniciar chama.
Water Valve	Válvula de água	Funcionamento. Permite a regulação do caudal e da temperatura da água.
Micro-switch	Interruptor por passagem de caudal	Funcionamento. Detecta a passagem de água para dar início ao funcionamento.
Motor 3 Way	Motor com válvula de 3 vias	Funcionamento. Transição entre aquecimento de águas sanitárias e de aquecimento central.
Pressure Swicth	Pressostato	Segurança. Informa se o ventilador arranca, e se funciona correctamente. Se isto não se verificar informa o PCB para fechar a válvula de gás.
Temperature Limiter	Limitador de temperatura	Segurança. Controlo da temperatura da água de saída do aparelho. Em caso de excesso de temperatura (entre os 80°C e 100°C) informa o PCB para fechar a válvula de gás.

2.3.1.3_ Produtos em Fase de Desenvolvimento

Para que os produtos que se encontram em desenvolvimento se unam aos existentes no mercado, é necessário, em primeiro lugar, a sua validação. Essa validação contém critérios como a segurança, o preço, a qualidade, e a funcionalidade do produto. Estes têm ainda de estar dentro das especificações das normas e protocolos que os regulamentam.

Cabe ao Departamento de Desenvolvimento, não só a responsabilidade por criar novos produtos, mas também a implementação de melhorias aos produtos já existentes. Essas melhorias podem partir de ideias internas, ou então de pedidos/sugestões de qualquer outro

departamento que repare na necessidade de implementar alguma alteração aos produtos existentes.

Estas melhorias podem ser solicitações para aumentar a qualidade do produto, ou pedidos de rácio (substituição de componentes, ou parte destes por outros equivalentes mas com menor custo, mantendo os mesmos critérios de qualidade e segurança).

Fazendo uso do know-how que possui, o Departamento de Desenvolvimento, ao iniciar um novo projecto, segue o processo TTM (time to market) para a criação dos produtos. Este define as diferentes etapas a seguir ao longo do percurso de desenvolvimento do produto. Desta forma, pode ver-se na figura seguinte quais as principais etapas que formam um processo TTM.

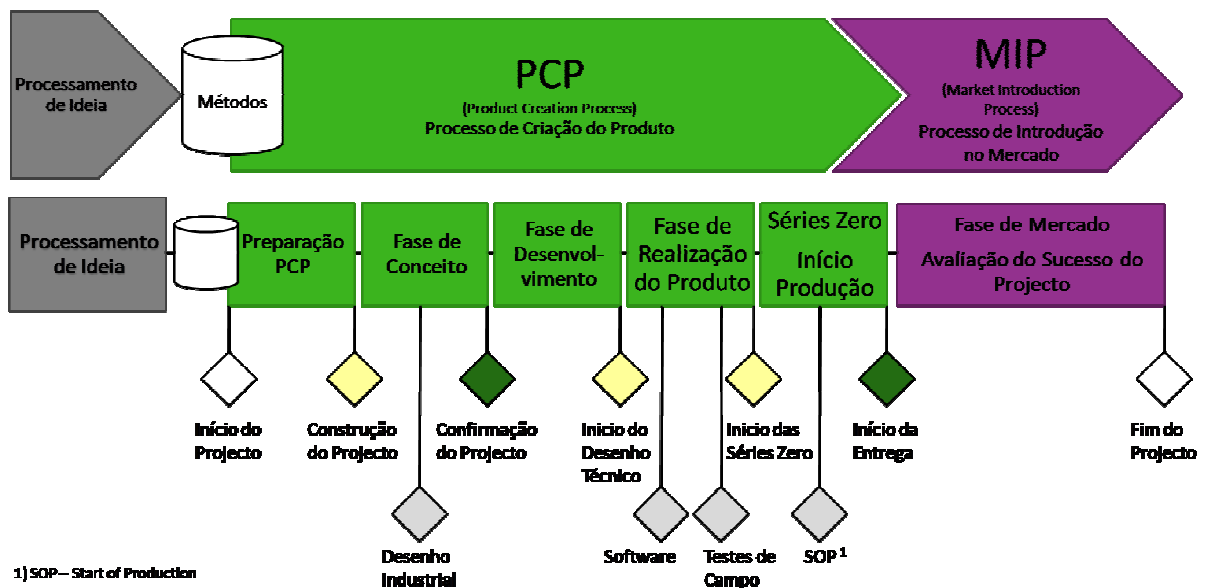


Figura 2.10 – Diagrama do processo TTM

Chegada a fase funcional do projecto, torna-se necessário a construção de protótipos, para melhor visualizar o aspecto e funcionamento do produto final. Estes protótipos permitem ainda que estes produtos sejam testados nas mais variadas solicitações.

Assim, no grupo Bosch, e para este tipo de processo, existem vários tipos de protótipos ou amostras funcionais. Estas, ao longo do processo evolutivo vão sendo alvo de diferentes classificações. Este tipo de amostragem permite um encaminhamento mais rápido e seguro até que se chegue ao estado final pretendido.

Estas amostras funcionais também estão directamente relacionadas com as etapas de desenvolvimento do produto. Desta forma, pode ver-se nos seguintes parágrafos onde se insere cada tipo de amostra, incluindo-as também nas diferentes etapas do processo evolutivo.

Amostra A – Primeira fase de amostras, fase de conceito. Criada a partir do desenho industrial, serve para definir procedimentos de teste e critérios de introdução no mercado. Será testada para aprovar o desenho e passar à fase seguinte, a revisão e desenvolvimento.

Amostra B – Fase de desenvolvimento. Permite corrigir partes e características dos documentos, definir peças de risco e escolher os fornecedores. O desenvolvimento técnico progride ao mesmo tempo que se prepara a logística do mercado e consecutivo planeamento de marketing. A avaliação desta amostra dá origem à fase de realização do produto.

Amostra C – Fase de realização do produto. O objectivo desta fase é preparar toda a organização para o novo produto. As acções de correcção a serem tomadas para a Amostra B, já devem estar implementadas nesta amostra. Também já se pode realizar testes de campo (testes onde se colocam alguns produtos em funcionamento em casas de clientes especiais, proporcionando um feedback do funcionamento dos produtos à fábrica) sobre estas amostras.

Durante este tempo deve planear-se os novos processos de produção e analisar os investimentos necessários. Da análise destas amostras chega-se a um ajuste dos preços e posteriores divulgações de informação sobre o produto no mercado, dando início à produção pelas “séries zero”.

Séries Zero ou Amostra D – Início de produção, são as primeiras peças da produção em série. Servem para formações e apresentações a instaladores e clientes. Dá-se a conclusão da documentação técnica do produto e finalização de stocks dos produtos antigos. Se a avaliação destas séries for aprovada, então pode iniciar-se a produção, SOP (Start of Production). É necessário garantir que todos os materiais estarão disponíveis, concluindo assim a escolha de fornecedores.

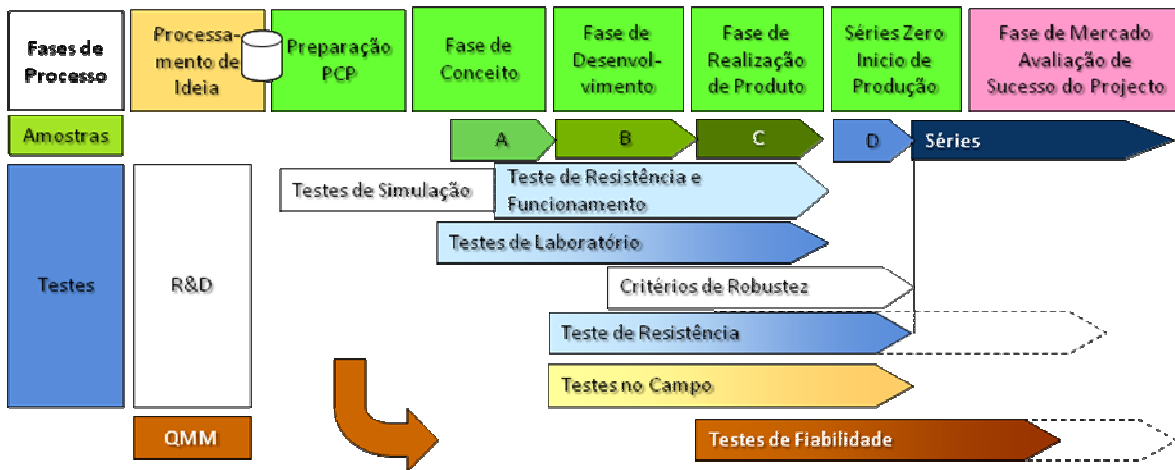


Figura 2.11 – Diagrama representativo dos tipos de amostras e testes associados

Como se pode verificar pelo que foi dito, e pela Figura 2.11, existem várias fases de teste e avaliação que o Departamento de Desenvolvimento necessita de aprovar até que os produtos cheguem ao início da produção. Estes tipos de ensaios, além de terem que garantir um funcionamento perfeito na primeira vez que o produto é posto a trabalhar, também precisam de garantir o mesmo perfeito funcionamento durante a vida útil esperada para o produto.

É nesta altura que o laboratório de fiabilidade entra em acção, facultando apoio ao desenvolvimento com a prestação dos seus serviços. Realizando ensaios de fiabilidade no período de desenvolvimento dos produtos. Identificando possíveis erros e evitando que estes cheguem à fase de produção.

Assim, o laboratório de fiabilidade testa estas amostras da mesma forma que o faz com os produtos em comercialização. Pois este é o destino destes produtos, então antes de atingir esse estado, o laboratório tem a responsabilidade de garantir o bom funcionamento destes produtos. Só assim se consegue uma evolução do produto e da empresa no mercado industrial.

2.3.2 Gestão de Ensaios

Antes de falar sobre como se processa a gestão dos ensaios no laboratório, é importante referir seis princípios básicos que regulamentam o seu trabalho. Estes princípios servem para facilitar o trabalho no laboratório, impedindo a existência de erros na análise aos produtos ensaiados. Assim, no início de cada ensaio, faz-se uma avaliação aos requisitos do ensaio, e verifica-se especialmente se este contempla os seguintes princípios:

1º Princípio – Todos as variáveis de entrada e saída devem ser asseguradas por um membro da Qualidade durante a fase de projecto. Para definir estas variáveis é necessário preencher os alguns requisitos mínimos, sobre os quais é necessária a existência e conhecimento dos seguintes aspectos:

- Qual o motivo do ensaio? Pode ser sobre um projecto TTM, melhoria de qualidade, rácio, ou ensaio do plano anual.

- FMEA (failure modes and effects analysis), análise de modos e efeitos de falha. Este é um conceito muito utilizado pelas indústrias, resumidamente, define-se como um processo de identificação de uma possível falha. Esta falha poderá surgir no desenho, construção, montagem, produto final, ou mesmo na prestação de serviços. A função deste método de análise é estudar as consequências e efeitos de uma falha antes que esta surja, descobrir de que modo poderá ocorrer, e ainda qual será a sua localização.

Posteriormente organizam-se as falhas por prioridades, dependendo da sua gravidade, frequência de aparecimento, e facilidade na sua detecção. O principal objectivo deste estudo é promover acções de eliminação da falha. Se isso não for possível, tenta-se reduzir significativamente a possibilidade de esta acontecer.

Finalmente, toda esta análise tem de ser documentada, para que o conhecimento dos riscos e acções a seguir permitam um melhoramento contínuo. Desta forma, deve-se aplicar a ferramenta FMEA na fase de inicial do projecto, para impedir que as falhas cheguem à fase operacional do produto. Deverá ainda utilizar-se esta ferramenta como controlo do processo, após passar a fase de projecto, antes e depois da fase operacional.

Se bem utilizada, permite uma atenção redobrada aos pontos fracos, e promove o conhecimento da solução, no caso de algum problema surgir.

- ECR (engineering change request), ferramenta Bosch, utilizada sempre que se faz alguma alteração a um constituinte ou produto. O conhecimento da existência de uma ECR no produto a ensaiar, conduz a uma focalização às mudanças efectuadas, autenticando a alteração como válida ou não para a qualidade e segurança do produto.

- MOS (material order specification), ferramenta Bosch, nesta são especificadas as características do material. Esta ferramenta pode ser um documento para reunir as recomendações do fornecedor, ou então, um documento criado com base no estudo dos materiais constituintes do produto. Normalmente, nesta ferramenta, descrevem-se os limites físicos do material;

- Desenhos descritivos sobre o produto a ensaiar;

- Certificados sobre o produto, ou constituintes do produto em questão;

- Tipo e número de amostras a testar;
- Definição completa do ensaio, incluindo os todos critérios de aceitação, referindo todos os parâmetros importantes a verificar;
- Planeamento das actividades do ensaio, das quais fazem parte: o plano de teste; especificações e procedimentos; lista de parâmetros a verificar; equipamentos de teste; outros testes e análises iniciais, intermédias e finais; e, finalmente, o relatório do ensaio.

2º Princípio – Caracterização inicial de acordo com o que foi estabelecido no 1º princípio.

3º Princípio – Funcionamento do ensaio durante o tempo de vida estabelecido no 1º princípio.

4º Princípio – Testes e relatórios intermédios seguidos por um membro da Qualidade.

5º Princípio – Caracterização final, inclui uma análise aprofundada de todos os componentes, seja esta visual, mecânica ou eléctrica.

6º Princípio – Relatório final, comentado por um membro da Qualidade. Este deve conter um indicador sobre Custos/Benefícios do ensaio.

Depois de preenchidos os requisitos destes princípios, e sabendo que a actividade do laboratório se resume a ensaios de qualidade ao longo do tempo, procede-se à especificação de um ensaio para cada tipo de aparelho ou componente. Desta forma, e como representado no esquema seguinte, pode observar-se que os ensaios classificam-se em dois grupos distintos: os ensaios standard; e, os ensaios não standard.

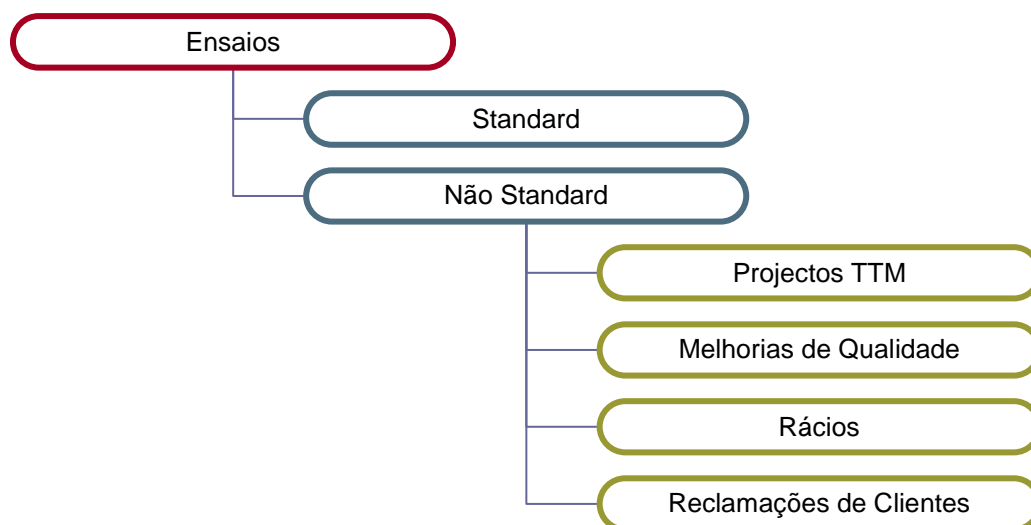


Figura 2.12 – Tipos de ensaios

2.3.2.1 _Ensaio Standard

Os ensaios Standard constituem o plano de ensaios que o laboratório tem de cumprir anualmente. Resumidamente, pode afirmar-se que estes planos anuais são compostos por ensaios de cem partes por milhão de cada aparelho produzido na fábrica. Verificando-se o mesmo no caso dos componentes mais importantes. PCBs, sensores de Hall e HDG's são alguns dos exemplos desses componentes.

Estes planos anuais são definidos no início de cada ano, e dependem da estimativa de produção para o mesmo ano, podendo, no entanto, sofrer pequenos ajustes ao longo do ano. O seu cálculo é feito sobre 100PPM da produção, mas esse valor pode variar um pouco, devido a arredondamentos, ou necessidades de focalização em algum dos produtos em especial.

Como se tratam de produtos já em comercialização, as suas definições e características de ensaio já foram definidas anteriormente, quando estes pertenciam a projectos de desenvolvimento. Desta forma só é necessário fazer alguma mudança no método de ensaio se o produto sofrer alguma alteração. Por esta razão lhes é dado o nome de ensaios standard, pois qualquer produto que faça parte dos planos anuais já possui um procedimento de ensaio associado.

Estes ensaios standard são realizados para garantir que o produto, depois de algum tempo de produção, continua com as mesmas características que possuía inicialmente. Pois os aparelhos comercializados pela Bosch Termotecnologia, S.A. são compostos por vários componentes, muitos deles derivados de vários fornecedores, factores que podem mudar facilmente a fiabilidade do produto.

Assim, se em algum destes testes de fiabilidade for detectada uma falha, facilmente se detecta a fonte da mesma, podendo esta ser do fornecedor ou da linha de montagem.

2.3.2.2 Ensaio Não Standard

Como se pode ver na Figura 2.12, além dos ensaios standard, o laboratório realiza outro tipo de ensaios, preenchendo assim toda a actividade do laboratório. Estes ensaios não são planeados no início do ano, mas aparecem durante o mesmo.

Dependendo da prioridade que possuem, estes ensaios podem ser inseridos de imediato nas bancas de trabalho, ou então, se lhes for atribuída uma baixa prioridade, podem ficar em lista de espera até que surja a disponibilidade de tempo e equipamentos necessários.

Estes ensaios, não estandardizados, não possuem especificações predefinidas. A responsabilidade de definir as características e pontos a ensaiar é da parte do cliente que solicitou o ensaio.

No entanto, sempre que se realiza uma reunião para definir procedimentos de ensaio, deverá estar presente um membro da Qualidade, ou mesmo da Fiabilidade. Desta forma, no momento em que se projecta o ensaio o cliente fica logo a conhecer se é possível a realização do mesmo, pois estes dependem da infra-estrutura e equipamentos existentes no laboratório. Por outro lado, se for necessária a compra de novos equipamentos ou preparações adicionais para um ensaio especial, a Fiabilidade fica logo ao corrente do mesmo, ganhando tempo para tomar as medidas necessárias antes de dar início ao ensaio.

Os ensaios não standard podem ser classificados em quatro grupos:

- Projectos TTM - De acordo com o processo de desenvolvimento de novos produtos. Este tipo de ensaios serve para dar apoio ao departamento do Desenvolvimento, de forma a poder validar e assegurar a fiabilidade e os requisitos do cliente dos novos produtos a inserir no mercado;
- Melhorias de Qualidade – Sempre que um produto, já implementado no mercado, sofre uma alteração, de forma a proporcionar uma melhoria na sua qualidade. Antes de ser introduzida

essa alteração à linha de montagem, o produto tem de ser testado pela fiabilidade, pois esta é uma importante forma de poder confirmar se essa melhoria é realmente significativa e funcional.

- Rácios - À semelhança do que acontece nas melhorias de qualidade, os produtos alvo de rácio necessitam de ser testados. Desta forma obtém-se a confirmação que a sua performance, segurança e qualidade se mantêm inalteradas.

- Reclamações de Clientes – Sempre que aparece uma falha no campo é necessário comprovar a sua origem. No caso de falhas graves é importante simular o que aconteceu na casa do cliente. Este método permite determinar a causa e origem da falha, esta pode ser da linha de montagem, do fornecedor, ou do cliente. Posteriormente implementam-se as medidas necessárias para corrigir a situação, e se necessário fazer modificações à produção, ou mesmo fazer o recall dos produtos similares, para garantir a segurança dos clientes e manter a qualidade e imagem da marca.

2.3.2.3_Procedimento de Ensaio

Após compreender a necessidade, e onde se inserem os ensaios de fiabilidade, torna-se importante referir quais os procedimentos de ensaio dentro do laboratório. Para tornar a sua visualização mais prática, os procedimentos de funcionamento dos ensaios no laboratório estão representados sob a forma de fluxogramas. Como o fluxograma global da actividade, devido à sua dimensão, fica demasiado apertado para uma correcta visualização entre o texto (este poderá ser visto completo no anexo A), procedeu-se a uma divisão em três secções, como representado na Figura 2.13. Depois, cada uma das partes será analisada pormenorizadamente por meio dos restantes fluxogramas.

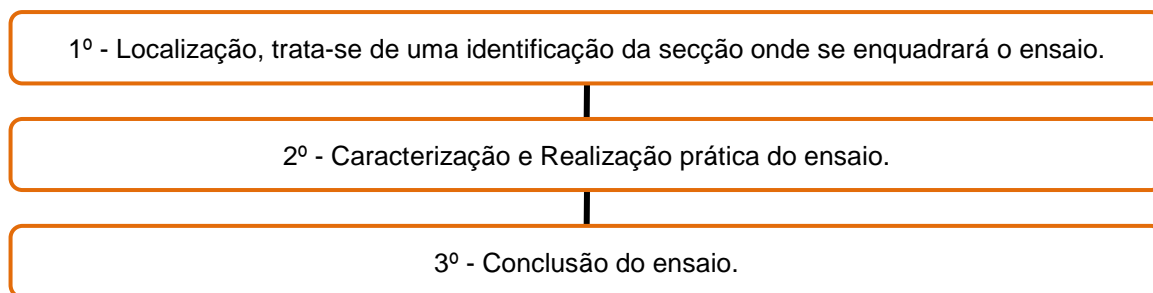


Figura 2.13 – Resumo do procedimento de ensaio

Como se pode ver na Figura 2.14, existem bancas específicas para cada tipo de aparelho ou componente, portanto, o local de ensaio depende do produto a ensaiar.

Ultrapassada a sua localização, dá-se início à medição dos parâmetros iniciais do produto, como se pode ver na segunda secção, Figura 2.15. Para os produtos standard, especialmente no caso dos aparelhos, a sua caracterização é realizada no laboratório da Auditoria ao Produto (QMM1-Q). Este laboratório tem a seu cargo garantir a qualidade inicial dos aparelhos. Essa garantia é feita pela análise de valores como: pressões de funcionamento; emissões de gases; potência registada; entre outros.

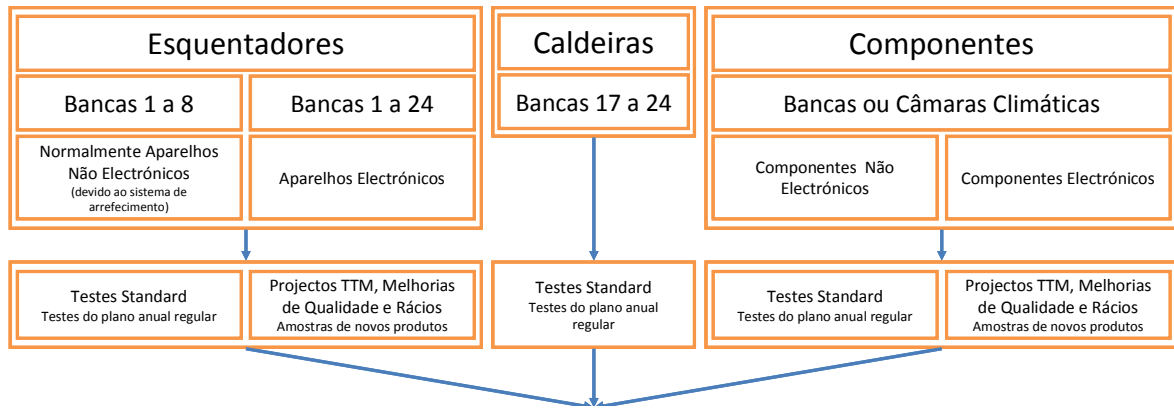


Figura 2.14 – 1ª secção do fluxograma, caracterização dos ensaios

Uma percentagem da produção diária é ensaiada pela auditoria para garantir que a qualidade da linha, e dos produtos permanece inalterada desde o início de produção. Como a caracterização inicial dos aparelhos standard na Fiabilidade é equivalente aos testes realizados na Auditoria, pode simplesmente utilizar-se aparelhos que já foram caracterizados na Auditoria. Esta medida permite minimizar o tempo de execução do ensaio de fiabilidade.

Poderá suceder que cheguem amostras já caracterizadas vindas do Desenvolvimento. Isto acontece quando este departamento pretende que a Fiabilidade realize apenas testes de comparação com outros idênticos, realizados em simultâneo no laboratório do Desenvolvimento.

Dependentemente das configurações impostas ao ensaio dá-se início a este, que irá ter um determinado número de ciclos a atingir. Esse número de ciclos, em simultâneo com os tempos de funcionamento dos mesmos, permite a simulação do tempo de vida real desejado. Sobre os ciclos é ainda importante referir que estes contemplam diferentes acções a cumprir enquanto estão em funcionamento, como por exemplo: a temperatura de funcionamento; abertura e fecho de água; sinais de ionização; sinais de alta ou baixa carga; e, outras variadas acções.

O principal objectivo destes ensaios é esperar que estes cheguem ao fim do tempo de vida planeado, sem a ocorrência de qualquer tipo de falha. Mantendo assim as caracterizações iniciais, ou mesmo outras, desde que estas estejam contempladas por valores de referência aceitáveis.

Contudo nem sempre que se obtém os valores ideais, a possibilidade de falha não se pode simplesmente excluir. Mesmo que remota esta poderá surgir, devido a motivos imprevisíveis, podendo ser mesmo indetectáveis durante o funcionamento normal do ensaio. Neste ultimo caso, só se conhecerá a falha no final, no momento destinado a uma nova uma leitura completa dos parâmetros inicialmente registados.

Se estes ultrapassarem os limites e tolerâncias previamente definidos para cada caso específico, ou surgirem falhas facilmente detectáveis durante o período do ensaio, então é necessária uma verificação da sua origem.

Como se pode ver na Figura 2.15, se o problema for do equipamento de ensaio, deve reportar-se o sucedido, substituir ou reparar o equipamento e continuar com o teste.

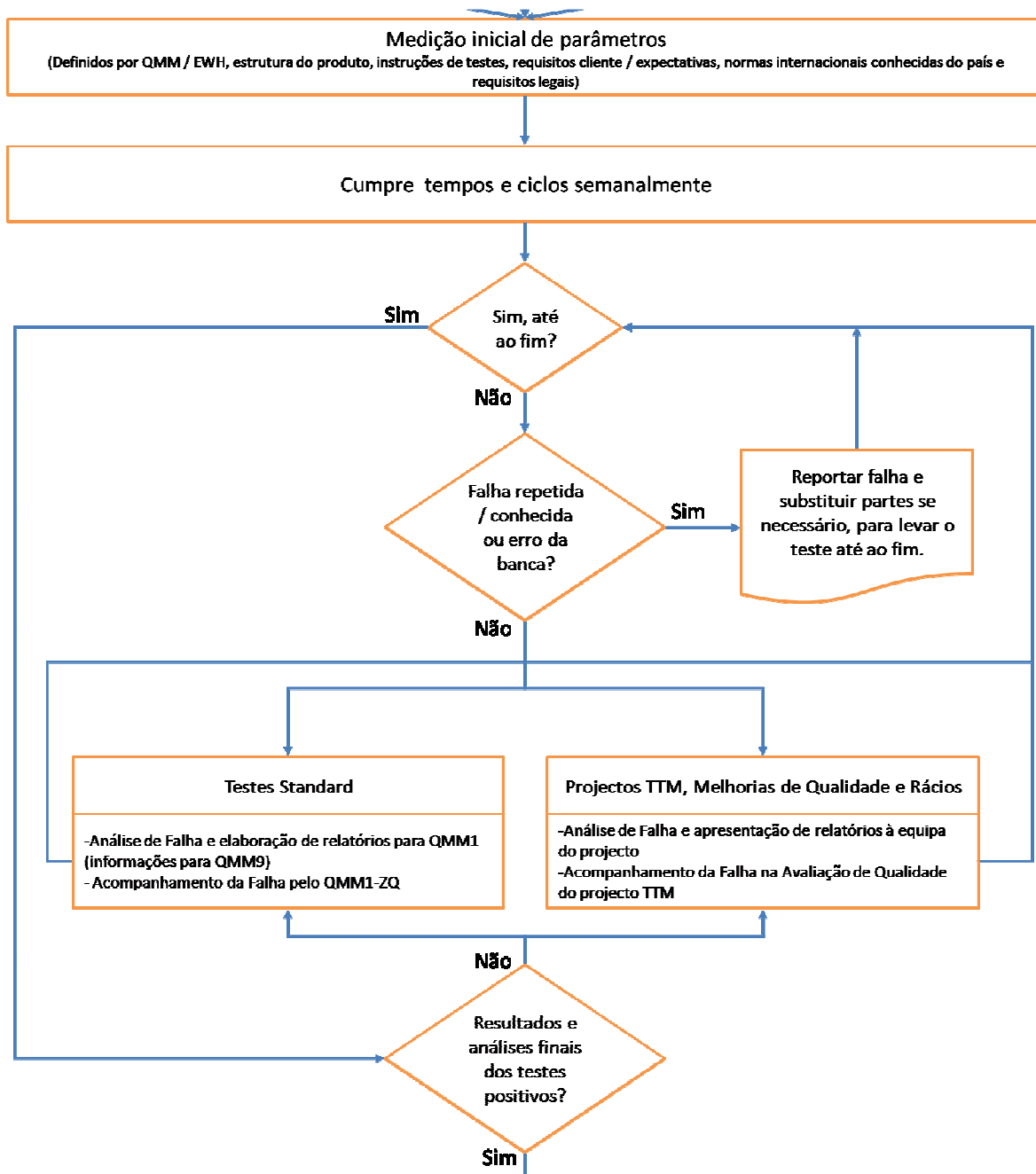


Figura 2.15 – 2ª secção do fluxograma, funcionamento do ensaio

Se a falha encontrada durante o período de ensaio, for do objecto em teste é necessário, em primeiro lugar detectar se a falha já é conhecida. No caso afirmativo, após registo do sucedido poderá reparar ou substituir-se a área afectada pela falha e continuar com o teste até ao fim. No caso de não ser possível a substituição ou reparação das partes afectadas do produto, este poderá ser substituído por outro semelhante.

Finalmente se a falha encontrada for completamente desconhecida, ou nova naquele produto, deverá, da mesma forma, proceder-se ao relatório do acontecimento. Mas, o acompanhamento da falha será mais exigente, esta deverá ser analisada e acompanhada pelo departamento da Qualidade, nomeadamente a Fiabilidade, e/ou pelo departamento que pediu a execução do ensaio em causa. Se se tratar de uma falha relevante deverá ser incluída na lista de falhas típicas, para permitir um conhecimento futuro da mesma.

Procedendo desta forma, catalogando e arquivando as falhas, promove-se o aumento do know-how da empresa e por consequente um melhoramento futuro sobre os produtos a desenvolver, evitando o aparecimento dos erros passados.

Terminando todas as medidas contempladas para a sequência de trabalho durante o ensaio, é necessário proceder a uma nova leitura dos parâmetros avaliados inicialmente. Esta análise final dos resultados do teste marca o fim do ensaio. Tal qual está representado no último ponto da segunda secção.

Finalmente, é chegada a terceira secção do fluxograma, como se pode ver pela Figura 2.16. Esta é definida pela desmontagem e desmantelamento dos produtos ensaiados, e no final, é necessário concluir o ensaio com um relatório que deverá conter toda a informação recolhida durante o período do ensaio, assim como comentários aos valores obtidos.

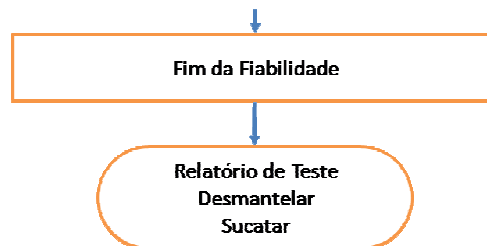


Figura 2.16 – 3ª secção do fluxograma, conclusão

Embora não se verifique sempre para o sentido literal da palavra, os ensaios realizados no laboratório de fiabilidade são classificados como destrutivos, daí a necessidade de desmantelamento e sucatagem. Devido ao carácter destrutivo destes ensaios, os produtos não deverão ser utilizados por mais ninguém, pois poder-se-ia comprometer a segurança do utilizador, devido a estes testes sofrerem normalmente condições extremas.

Porém, em alguns casos pontuais, não se procede ao desmantelamento e sucatagem dos produtos. Isto verifica-se quando o produto tem como destino outros testes ou análises posteriores, realizados noutros departamentos, ou mesmo, por outras empresas e entidades.

2.3.3 Clientes

Estando o laboratório de fiabilidade dedicado à actividade da Bosch Termotecnologia, S.A., facilmente se percebe que os seus clientes se tratam apenas de clientes internos.

O laboratório de fiabilidade, como se sabe, pertence ao Departamento da Qualidade, este tem a responsabilidade de garantir que os produtos comercializados saem da fábrica para o mercado com a garantia de qualidade Bosch. Isto quer dizer que, além do produto ter de estar dentro das normas e especificações nacionais e internacionais, tem de preencher os critérios de qualidade e segurança da Bosch.

A melhor forma de conseguir garantir a qualidade de um produto é acompanhá-lo desde a fase de projecto até que este esteja a ser utilizado pelo comprador final. Para que o Departamento de Qualidade consiga essa garantia, necessita de várias secções e laboratórios para controlar o estado dos produtos. Entre estas secções e laboratórios está a Fiabilidade, esta permite uma resposta sobre o estado dos produtos no mercado, ao longo do tempo.

Apesar do laboratório ser parte integrante do Departamento de Qualidade, pode considerar-se que este é o principal cliente da Fiabilidade. Pois todos os ensaios que constituem o plano anual, são pedidos da Qualidade, que necessita de garantir a qualidade de 100PPM da produção da fábrica.

Em segundo lugar na lista dos clientes do laboratório, está então o Departamento de Desenvolvimento, pois este departamento necessita de validar os seus produtos antes de os entregar para produção.

Entre os produtos alvo a ensaio pedidos pelo Desenvolvimento, estão os novos projectos (TTM), rácios e melhorias de qualidade. Estas alterações podem surgir de diversos departamentos, mas a sua implementação passa sempre pelo Desenvolvimento, e posteriormente pela Fiabilidade.

Em terceiro lugar, está o PUQ, Purchasing Quality, Secção de Qualidade das Compras, pertencente ao Departamento de Compras. Esta secção é responsável pela qualidade dos produtos oriundos dos fornecedores. Normalmente este departamento realiza os testes de qualidade no seu próprio laboratório, que na maioria são apenas verificações de qualidade visual e do funcionamento inicial.

Este departamento necessita dos serviços do laboratório da Fiabilidade para alguns casos de testes excepcionais, como por exemplo: a falta de equipamentos adequados para as análises pretendidas; a necessidade de realizar ensaios de maior duração; ou mesmo para apoio aos seus ensaios, realizando o mesmo tipo de ensaio nos dois laboratórios, e posterior comparação.

Finalmente, com menos pedidos, mas ainda assim, relevantes para os referir, estão os produtos do campo, as reclamações de clientes. Quando surge alguma reclamação, vários departamentos envolvidos directamente ao produto, juntam-se para averiguar a origem do problema. Depois de análise visual dos produtos poderá ser necessário a realização de testes adicionais para comprovar se a origem do problema teve a ver com o fornecedor da Bosch, a montagem, ou negligência do utilizador.

É nesta fase que entra o laboratório de fiabilidade, para reproduzir as condições em que ocorreu a falha, de forma a comprovar exactamente como e quem foi o responsável. Nestes ensaios, normalmente utiliza-se a peça envolvida na falha. Só em caso de esta já não se encontrar operacional, é que se procede à sua substituição por uma idêntica, especialmente fabricada com as mesmas características, e na mesma altura. Depois do produto ser submetido a funcionamento, nas mesmas condições que as existentes na altura da falha, faz-se a averiguação e tira-se as conclusões da verdadeira origem do problema.

2.3.4 Normas

Todos os produtos, serviços e espaços da Bosch Termotecnologia estão ao abrigo de normas. Estas normas regulamentam o funcionamento da fábrica e a forma como esta tem de actuar sobre os produtos que comercializa. Desta forma pode afirmar-se que existem normas para o funcionamento do laboratório, assim como normas que regulamentam o funcionamento dos produtos.

Estas normas podem ser mundiais, ou pelo menos, abrangentes a vários países. Podem ser nacionais, onde cada país estabelece leis, padrões e regulamentos para os produtos

comercializados no seu interior. E ainda, podem ser normas internas, estas são aquelas que a própria fábrica estabelece para os seus produtos, onde os seus requisitos são mais restritos que os descritos nas normas nacionais. Desta forma, a fábrica garante um funcionamento correcto e melhorado aos seus produtos.

De seguida pode ver-se algumas das normas que a empresa tem de seguir, sobre as quais o laboratório tem de garantir que estão a ser devidamente cumpridas.

– Norma NP EN437 – Norma Europeia

- Especifica qual deverá ser a utilização correcta dos gases de trabalho, pressões de ensaio e categorias dos aparelhos, no que diz respeito à utilização dos gases combustíveis.
- Documento de referência das normas específicas dos aparelhos que se inserem dentro do campo de aplicação da Directiva do Concelho na aproximação das leis dos Estados Membros, no que diz respeito aos aparelhos a gás.

– Norma EN 26 – Norma Europeia

- Elaborada pelo Comité Técnico CEN/TC48.
- Refere-se a esquentadores a gás, equipados com queimadores atmosféricos, para uso sanitário.
- Inclui requisitos relativamente ao uso de materiais metálicos e não metálicos que interagem com a água potável.
- Serve para assegurar que o produto está perfeitamente desenvolvido em condições de aplicação para o uso doméstico e industrial.

– Norma prEN 13611 – Norma Europeia

- Define a segurança, construção e desempenho de aparelhos queimadores, usando combustíveis gasosos.
- Esta norma é usada em conjunto com o controlo padrão específico.

– Norma EN 437 – Norma Europeia

- Elaborada pelo Comité Técnico CEN/TC238.
- Aplica-se nos testes de gás e testes de pressão para diferentes categorias de aparelhos.
- Recomenda o melhor uso dos gases e pressões a serem aplicados nos testes.

– Norma NP 1037 – Norma Portuguesa

- Define as regras a que devem obedecer os sistemas de ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás.

- Considera situações de: habitações com ventilações normais; instalações e ventilações em cozinhas profissionais; e, qual o melhor posicionamento dos aparelhos a gás, dependendo do volume do espaço. Estas considerações servem para que estes sistemas cumpram a sua função com eficácia.
- Resulta da necessidade de ensinar os vários agentes (arquitectos, construtores, projectistas, técnicos de gás, etc) envolvidos na concepção das condições e locais para a montagem de aparelhos a gás em edifícios habitados.

– Norma EN 483 – Norma Europeia

- Elaborada pelo Comité Técnico CEN/TC109.
- Refere-se a aparelhos de aquecimento central que usam combustíveis gasosos.
- Abrange aspectos de segurança, uso racional de energia e adequação à finalidade do uso do aparelho.

2.3.5 Equipamentos de Ensaio

Para garantir a fiabilidade dos produtos da Bosch Termotecnologia, S.A., o laboratório necessita de uma panóplia de equipamentos que permitam o ensaio dos mesmos. O laboratório é responsável pela certificação da segurança e qualidade durante o tempo de vida útil dos produtos, onde não pode haver espaço para erros. O rigor exigido aos ensaios dos produtos começa pelos equipamentos que os testam.

Para manter o rigor das ferramentas de trabalho, os equipamentos existentes têm de estar certificados e devidamente calibrados. Na altura da compra de qualquer equipamento, só serão escolhidos os fabricantes que estiverem devidamente certificados, enquanto que, as calibrações devem ser periódicas e garantidas pelo fornecedor, ou por empresas externas devidamente especializadas e certificadas para o fazerem. Um exemplo destas empresas de calibrações é o CATIM (Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica).

Este laboratório é dedicado ao ensaio dos produtos da fábrica, portanto, qualquer tipo de equipamento ou banca de ensaio, deverá estar sempre disponível para qualquer que seja a solicitação.

De seguida estão representados alguns dos equipamentos mais importantes e utilizados pelo laboratório, especialmente aqueles que, devido às suas dimensões, fazem parte do layout do laboratório.

– Bancas de esquentadores ou caldeiras, são bancas funcionais onde é possível instalar esquentadores (24) ou caldeiras (8). Estas bancas estão completamente automatizadas, e como se pode ver pelos comandos na parte inferior da figura esquerda. A automação destas, consiste em permitir a regulação de abertura e fecho de válvulas, accionadas pneumáticamente, para os circuitos de água e gás permitindo simular a utilização destes aparelhos no mercado.

Estas bancas possuem ainda vários sensores de segurança, que em caso de fuga de gás, incêndio, emissões elevadas de gases (CO e CO₂) param automaticamente o ensaio e cortam a alimentação de gás e água. Normalmente os ensaios realizados nestas bancas são os ensaios standard.

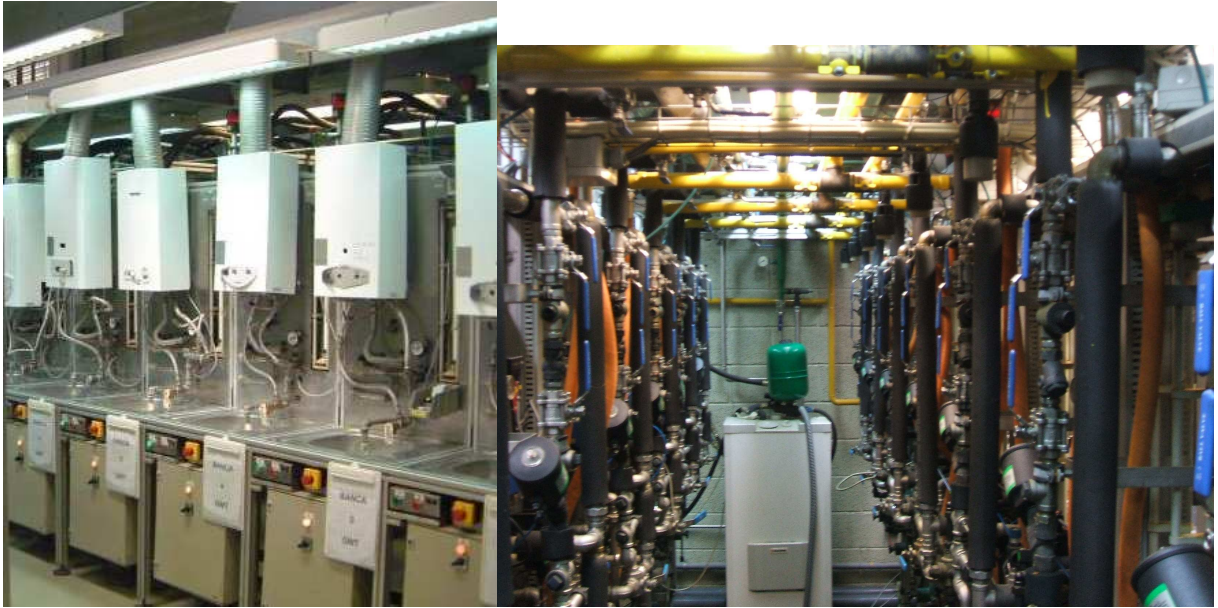


Figura 2.17– Bancas de esquentadores e caldeiras, dir., vista das tubagens e válvulas funcionais

– Câmaras climáticas, equipamentos de simulação de atmosfera. No seu interior é possível regular a temperatura e humidade em função do tempo. Desta forma, os ensaios realizados nestas câmaras, são ensaios que permitem conhecer o que acontece aos componentes, na maioria electrónicos, nas diferentes condições atmosféricas. Muitas vezes estes ensaios são levados ao extremo das condições favoráveis ao funcionamento dos produtos. Pode ainda submeter-se os componentes a constantes variações de clima para estudar qual o seu comportamento.

Estas câmaras são completamente programáveis, podendo definir-se inúmeras combinações de ciclos de trabalho ao longo do tempo em que o ensaio está a decorrer. No presente existem duas destas câmaras, mas está previsto para um futuro próximo a existência de outra, mais potente, para conseguir variações entre temperaturas máximas e mínimas mais rápidas, assim como a capacidade de atingir temperaturas mais baixas.



Figura 2.18 – Câmara climática, dir., interior da câmara com alguns componentes em teste

– Banca de auditoria, A função desta banca é realizar uma análise completa aos parâmetros iniciais e finais dos aparelhos. Possui leitores de pressões e caudais, quer de água, quer de gás, e ainda um caudalímetro electromagnético. Esta, tem capacidade para vários tipos de gás, pressões de água e sistemas de exaustão. Actualmente, devido a se utilizarem os aparelhos vindos da Auditoria ao Produto, esta banca é apenas utilizada para alguns ensaios pontuais. No final dos ensaios poderá ser preciso caracterizar os aparelhos de novo, estes podem voltar para a Auditoria ao Produto, ou podem mesmo ser verificados nesta banca.



Figura 2.19 – Banca de auditoria, dir., Caudalímetro electromagnético

– Banca de automáticos de água, dedicada ao ensaio de válvulas de água (6). Simula a fixação e funcionamento destas nos aparelhos. O objectivo desta é conseguir reproduzir um funcionamento em tempo acelerado, para simular o tempo de vida esperado destas válvulas, permitindo a observação do comportamento delas ao longo do tempo.



Figura 2.20 – Banca de automáticos de água

– Bancas móveis e equipamentos de aquisição. Actualmente usada como a banca de HDG's, pois possui um caudalímetro electromagnético, que permite registar o caudal em circulação. Aliada a esta normalmente utiliza-se um equipamento registador de dados da National Instruments, como se pode ver na Figura 2.21, à esquerda, ou então, em paralelo a esta, no lado direito da imagem, outra banca móvel que possui um multímetro digital da Keithley Instruments Inc. Estas bancas podem trabalhar separadas, ou em conjunto. Este multímetro digital permite um grande número de entradas para aquisição de dados, e devido a possuir cartas de conversão AD/DA, pode facilmente ligar-se ao computador para registar vários sinais em simultâneo.

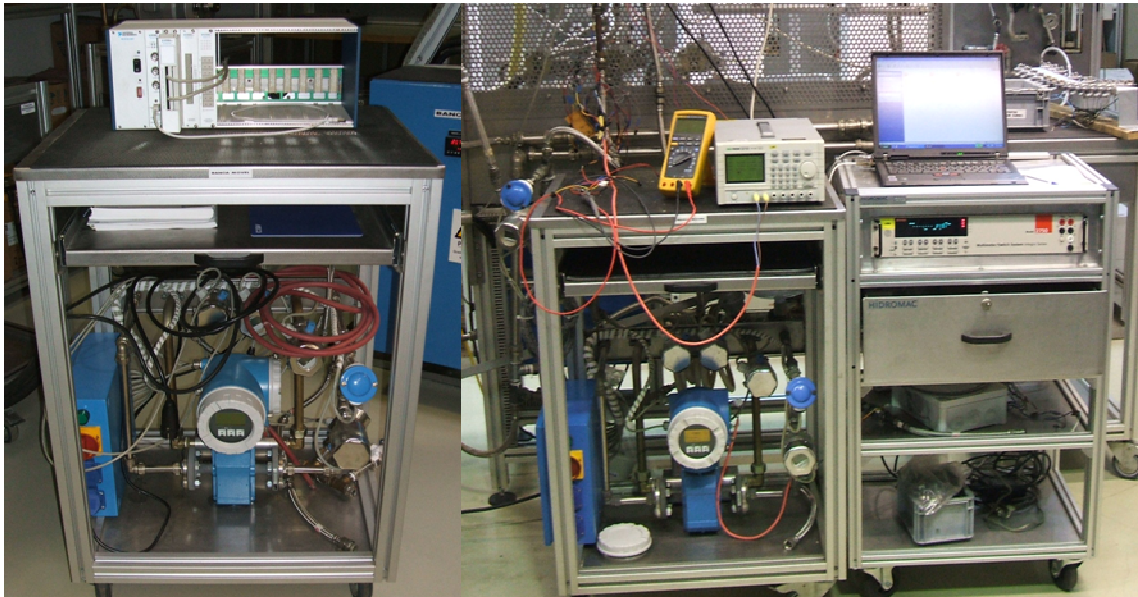


Figura 2.21 – Esq., banca móvel com registador de dados, dir., bancas móveis com funcionamento aliado devido ao multímetro digital da banca da direita

– Fontes de alimentação e Logos. Têm como principal função criar as condições de alimentação e funcionamento ideais para os componentes electrónicos. Estas são usadas especialmente junto das câmaras climáticas, pois é onde a maioria dos ensaios a produtos electrónicos são efectuados.



Figura 2.22 – Esq., fonte de alimentação, dir., automato Logo

3 Sistema de Informação

3.1 Importância do Sistema de Informação

Apesar de não existir um sistema de informação para apoio à gestão dos ensaios, toda a documentação do laboratório encontra-se inserida no sistema informático da empresa. Sempre que é necessário consultar algum tipo de documento, este encontra-se disponível numa pasta dedicada à Fiabilidade.

Esta pasta possui acesso restrito, onde só os colaboradores directamente implicados ao funcionamento do laboratório têm permissão de acesso. Esta medida permite a protecção contra terceiros ao seu conteúdo interno.

Como se pode concluir, existe um sistema seguro onde está guardada a informação do laboratório. No entanto este sistema é pouco funcional pelas razões enunciadas de seguida.

Dentro da pasta da Fiabilidade existem várias subpastas, estas ao longo dos tempos tendem a aumentar, e inclusive levam à desorganização do sistema. Assim, esta foi uma das razões pelas quais se apostou no desenvolvimento de um sistema de informação para gerir e organizar o trabalho do laboratório.

Outra razão pela qual se pretendeu desenvolver um sistema de informação, residiu na inexistência de um documento padrão para preenchimento com os dados dos ensaios. Embora nos ensaios standard, principalmente para os aparelhos, já exista um template para preencher com os dados relativos aos ensaios, este pode ser melhorado. Pretendia-se a existência de um método de preenchimento dos dados relativos aos ensaios, idêntico para aparelhos e componentes, sendo estes standards ou não.

Por fim, toda a restante documentação ao trabalho do laboratório deve estar contemplada no sistema de informação, alguns exemplos destes dados relevantes a incluir no sistema são: planos anuais de produção; resultados finais dos testes; falhas; alterações; duração e períodos de funcionamento; custos; e, gráficos de actividade.

Perante esta situação, a necessidade de um sistema de informação já se revelava fundamental e imprescindível para um bom funcionamento do laboratório. Cabe a este programa contemplar a gestão e organização dos documentos relativos aos ensaios, nomeadamente, compactar toda a informação relativa a um só ensaio, num só ficheiro. No final do ensaio o programa deve proporcionar um relatório completo, rápido e fácil de consolidar.

Outra função muito importante para este programa é o cálculo dos indicadores do laboratório, especialmente, a indicação precisa dos custos do ensaio, bem como, os custos mensais.

A BOSCH Termotecnologia, S.A., como a maioria das grandes empresas, possui um departamento informático. Este, entre outras actividades, está também responsável pela criação e gestão de programas informáticos específicos ao funcionamento das secções que compõem a fábrica.

Desta forma, a construção de um programa para o sistema de informação do laboratório, é da inteira responsabilidade do Departamento Informático. Ficando a cargo da Fiabilidade criar uma série de especificações e procedimentos para que o Departamento Informático consiga

projectar um programa completamente adaptado aos utilizadores do laboratório, bem como, facilmente consultável pelos directores da Qualidade.

Pretende-se então que seja elaborado um caderno de encargos capaz de representar todas as variáveis pretendidas para o sistema, suficientemente específico e claro para permitir aos colaboradores da informática entender o pretendido e conseguirem construir o programa como desejado, e no menor espaço de tempo possível.

Para criar um sistema de informação completamente funcional, simples e objectivo, foi necessária uma análise aprofundada do laboratório. Esta medida permitiu conhecer toda a informação a recolher, organizar e classificar.

Tratando-se de um sistema com extrema importância para o laboratório, este foi o primeiro a ser abordado no projecto. Assim, durante o tempo restante de trabalho foi possível obter o feedback dos utilizadores do sistema, procedendo, desta forma, a correcções e melhoramentos contínuo do sistema.

3.2 Especificação

As figuras seguintes representam a árvore de casos de uso do sistema, cada uma das figuras representa a acção dos utilizadores no mesmo.

Os casos de uso são então:

- Planeamento das actividades;
- Execução dos ensaios, registando-os no sistema de informação; e
- Controlo do laboratório.

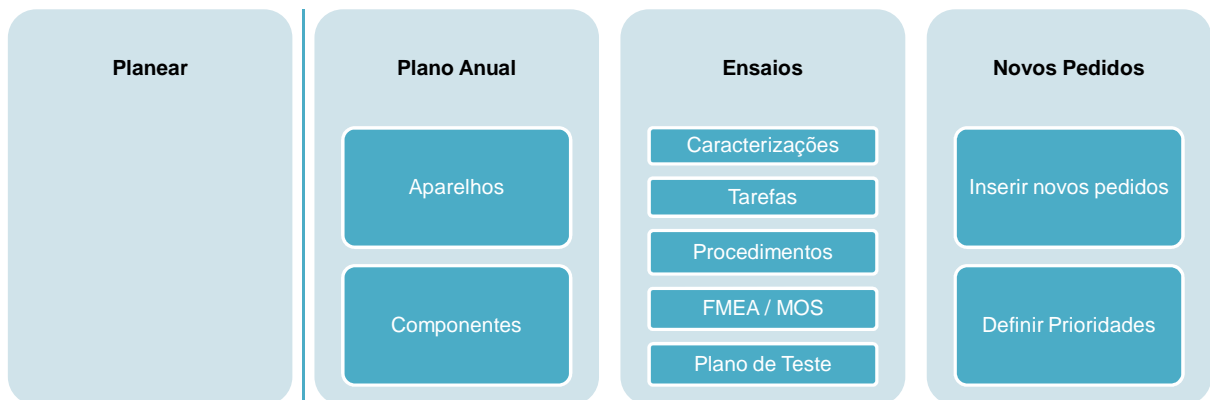


Figura 3.1 – Caso de uso, planeamento

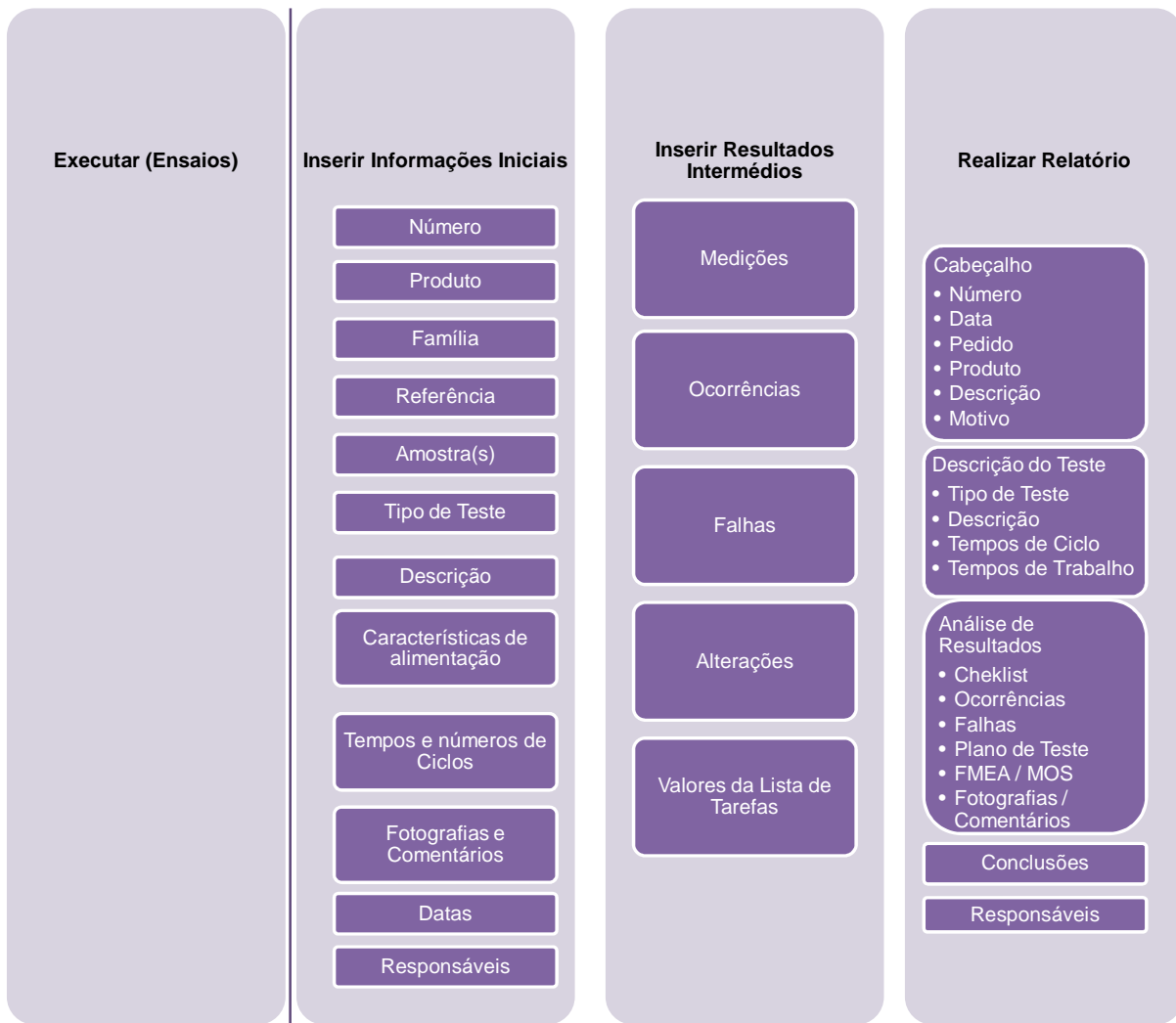


Figura 3.2 – Caso de uso, execução



Figura 3.3 – Caso de uso, controlo

3.3 Implementação do Sistema

Para este caso poderia ser elaborado um caderno de encargos baseado numa descrição do funcionamento intrínseco ao laboratório. Definir-se-ia todas as variáveis e tabelas a utilizar na introdução de dados, descrevendo como se pretendia a organização e disposição das interfaces com o utilizador. Finalmente, entregar-se-ia tudo isto sob a forma de um documento escrito ao Departamento Informático.

Esta solução iria requerer a presença do responsável pela construção do programa no local de trabalho. Pois só dessa forma este iria conseguir inteirar-se do funcionamento do Laboratório e escolher a melhor solução para implementar às interfaces com o utilizador.

Porém, existe um problema neste método, o Departamento Informático não dá apenas apoio à Fiabilidade, este está responsável por qualquer pedido dos vários departamentos da fábrica. Devido a esta situação, já existem vários projectos em desenvolvimento, assim como outros em espera. O Departamento Informático necessita então de estabelecer prioridades aos pedidos que tem em mão, um dos factores que levam à atribuição dessa prioridade é a relação entre o custo/benefício que o programa poderá proporcionar à fábrica.

Torna-se óbvio, que um programa para uma secção indirecta da produção não terá o mesmo impacto monetário como um pedido da Produção. Logo, foi necessário encontrar uma solução para acelerar o processo de implementação do sistema de informação.

3.3.1 Protótipo

Perante as necessidades e os problemas encontrados para a implementação do Sistema de Informação, optou-se por desenvolver um protótipo que oferecesse uma solução provisória deste. Este protótipo inclui uma interface para a introdução de dados, e ainda uma apresentação, que permite mostrar graficamente o esquema de navegação pretendido para o programa do sistema de informação. Desta forma os utilizadores puderam ficar com uma ideia de como será o funcionamento pretendido para o sistema de informação.

Assim, entregar este protótipo, juntamente com um documento descritivo do que foi implementado, ao Departamento Informático, foi a melhor forma encontrada para especificar o sistema de informação e o seu funcionamento pretendido.

Este protótipo permitiu conciliar a familiarização dos colaboradores que vão trabalhar com o sistema, com a detecção de possíveis erros de construção, levando a um aperfeiçoamento contínuo do sistema. Por sua vez, levou ao encontro da melhor interface com o utilizador, e ainda à simplificação do trabalho informático, permitindo minimizar o tempo de construção do programa.

Na base deste protótipo foi desenvolvida uma aplicação Excel, onde é possível a total introdução dos dados relativos aos ensaios. Nesta podem inserir-se as características do material, criar tabelas, gráficos, e ainda relacionar toda a informação relevante num relatório final de ensaio. Esta aplicação proporciona ainda informação sobre custos, tempos de trabalho, e permite a exportação das falhas encontradas para um ficheiro de registo dedicado às mesmas. Embora ainda não seja de forma automática, esta aplicação permite a cedência das informações importantes para os indicadores de laboratório.

Paralelamente a esta aplicação, foi ainda criada uma apresentação em PowerPoint, que simula o funcionamento e navegação desejada entre os menus do programa.

Com a utilização destes ficheiros, o trabalho do Departamento Informático, resume-se a copiar os formulários e ligações internas já existentes, e apenas trabalhar na construção de tabelas para a organização sequencial dos dados e ficheiros. Assim, torna-se possível a construção de pesquisas de dados, resultados e indicadores do laboratório.

3.3.1.1 _Esquema de Navegação

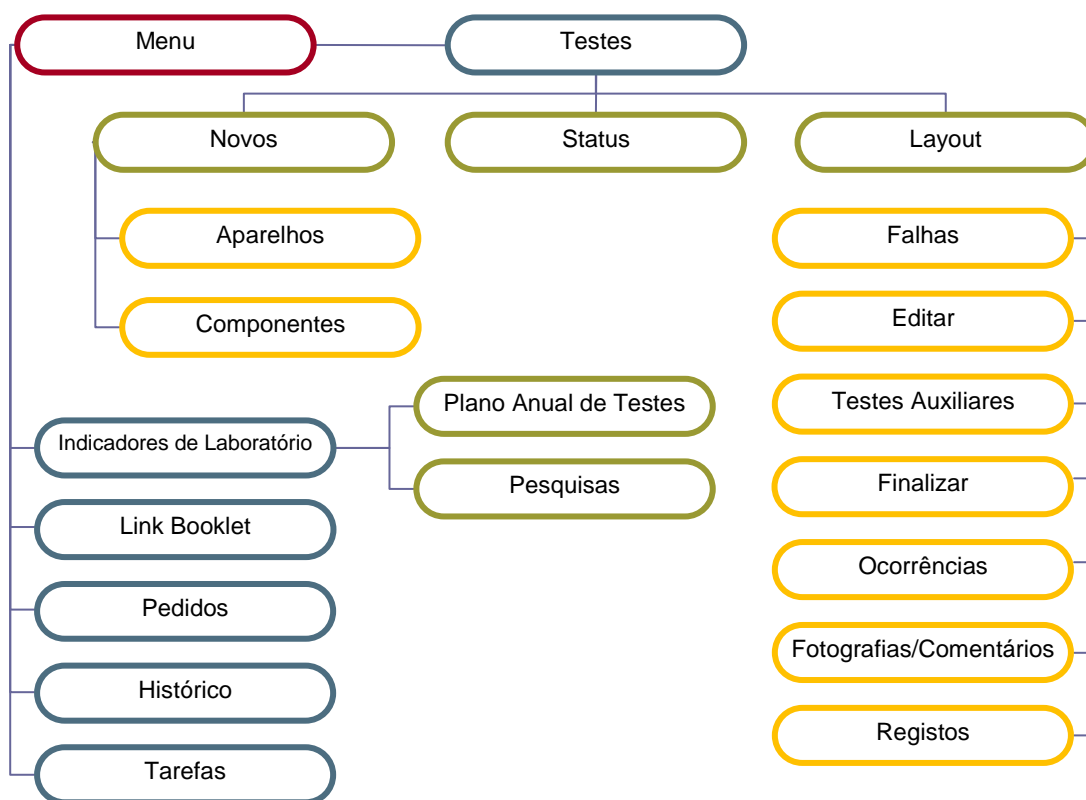


Figura 3.4 – Mapa de ligações gerais do Sistema de Informação

Na figura acima, pode perceber-se como se pretende que sejam as ligações entre os diferentes menus a implementar no sistema de informação.

Para melhor se compreender o funcionamento pretendido ao novo sistema de informação da Fiabilidade, nas paginas seguintes está exemplificado o aspecto dos menus de navegação, bem como o seu funcionamento. Pode então ver-se essa exemplificação por meio das seguintes figuras, retiradas dos principais slides da apresentação elaborada em PowerPoint.

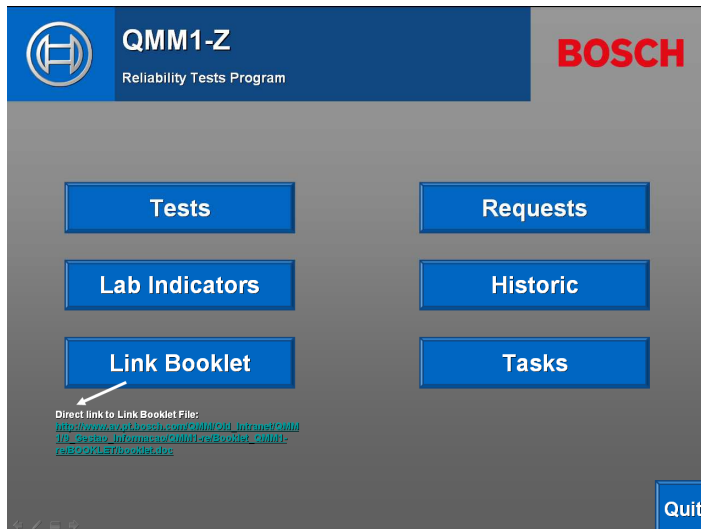


Figura 3.5 – Menu inicial

Menu inicial – 1ª janela que aparece ao abrir o programa. Neste ponto é possível escolher que tipo de acção visualizar, criar ou editar. Estão disponíveis botões para: ensaios; indicadores de laboratório; abrir o link booklet; novos pedidos de ensaio; histórico; e tarefas.

Link Booklet – Ficheiro onde estão disponíveis as mais diversas informações sobre o laboratório, entre as quais: plantas do laboratório; disposição e características dos equipamentos de ensaio; circuitos de água; normas; definições da infra-estrutura; equipamentos de teste; especificações para os diversos países; e histórico das actividades do laboratório. Estas informações estão descritas sumariamente neste ficheiro, e no caso de se pretender uma informação mais detalhada estão disponíveis hiperligações deste para os ficheiros que contêm os dados pretendidos.

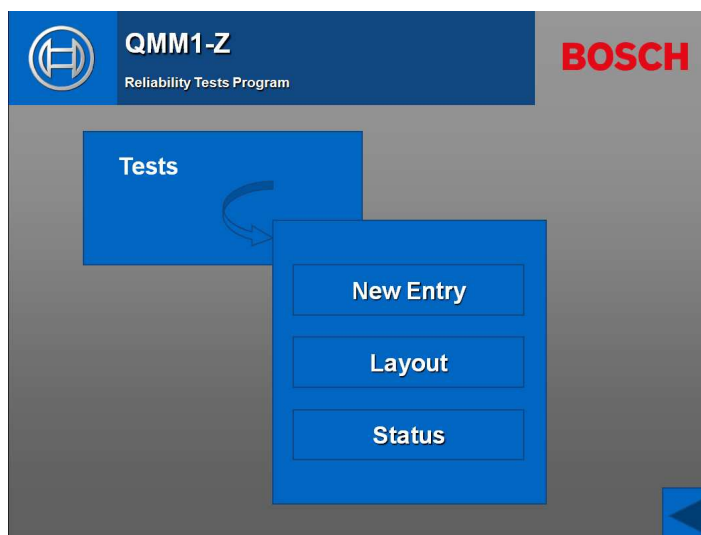


Figura 3.6 – Pagina de entrada para os ensaios

Ensaaios – Janela que permite o acesso a novas entradas de ensaios. Permite também consultar o layout (espaço onde é possível visualizar e seleccionar os locais onde decorrem os ensaios, assim como os dados mais relevantes sobre os mesmos). Finalmente dá acesso a uma página que permite ver o estado total das condições de trabalho em utilização no presente espaço de trabalho.

Novas Entradas de Ensaio – Local que permite a adição de um ficheiro de registo de ensaio. Este pode ser sobre componentes, ou aparelhos. Esta adição de um novo ensaio leva à sequência de registo do mesmo, que será explicada no ponto seguinte, 3.3.1.2 Interface Para Introdução de Dados.

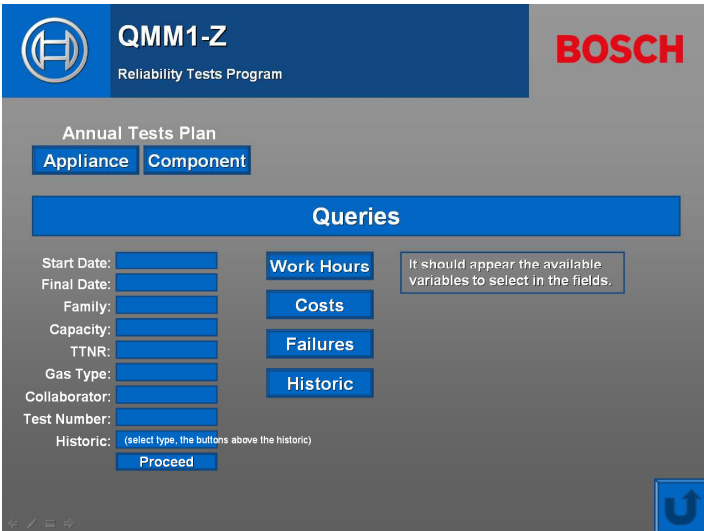


Figura 3.7 – Indicadores do laboratório

Indicadores do laboratório – Espaço onde é possível consultar os planos anuais de trabalho, para ensaios de aparelhos, ou componentes. Ainda permite a pesquisa de vários outros indicadores, associando os dados dos testes decorridos nas datas seleccionadas, tais como: horas de trabalho; custos; falhas decorridas; e, o próprio histórico dos indicadores em meses ou anos anteriores.

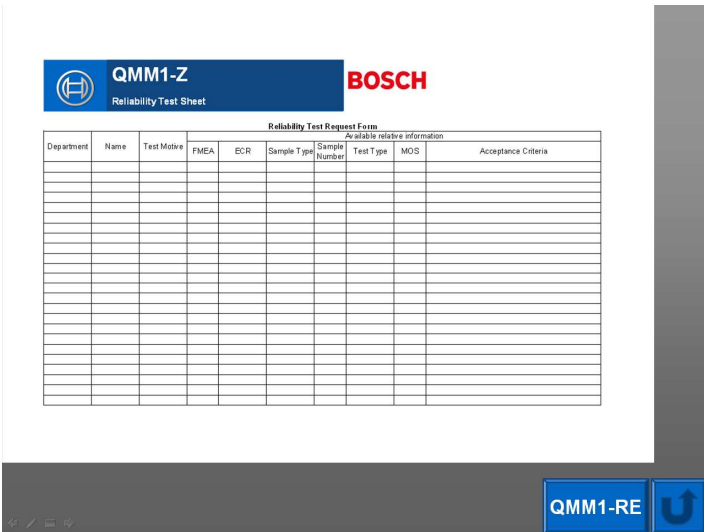


Figura 3.8 – Página de novos pedidos

Pedidos – Local onde utilizadores exteriores ao laboratório, nomeadamente os clientes do mesmo, podem inserir a informação necessária para que se dê abertura de um novo processo de ensaio. Ainda neste espaço existe uma zona oculta e protegida dos clientes, onde com identificação positiva, o utilizador interno do laboratório possa definir prioridades, ordens e datas de início aos ensaios pedidos.

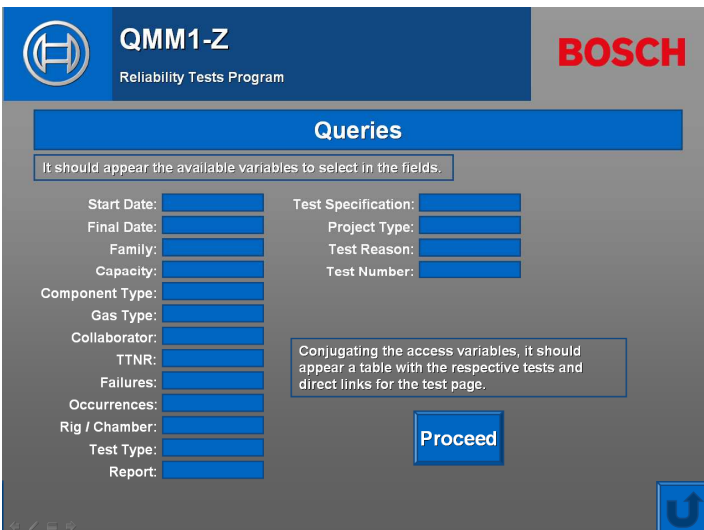


Figura 3.9 – Página de acesso ao histórico

Histórico – Janela onde é possível efectuar pesquisas sobre resultados de ensaios anteriores. Apresenta múltiplas variáveis de entrada, para tornar possível a especificação de uma pesquisa limitada ao assunto pretendido, de maneira a oferecer uma resposta rápida e directa.

Tarefas – Um ponto muito importante a nível da gestão dos ensaios, pois permite ao utilizador saber quais os seguintes passos a fazer nos ensaios a decorrer. Esta função tem como objectivo advertir em tempo real para a necessidade de uma medição, verificação ou alteração no produto em teste. Para que estes importantes passos sejam cumpridos no devido tempo, pretende-se que no programa final, esta função envie um aviso, com antecedência, para a conta de e-mail do utilizador, de forma a reforçar e relembrar a importância de tal tarefa.

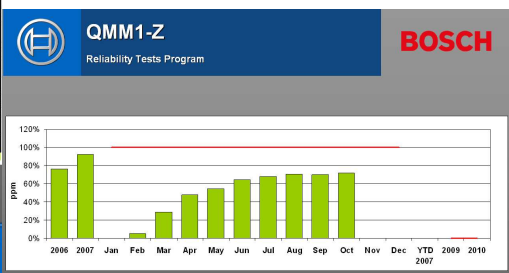
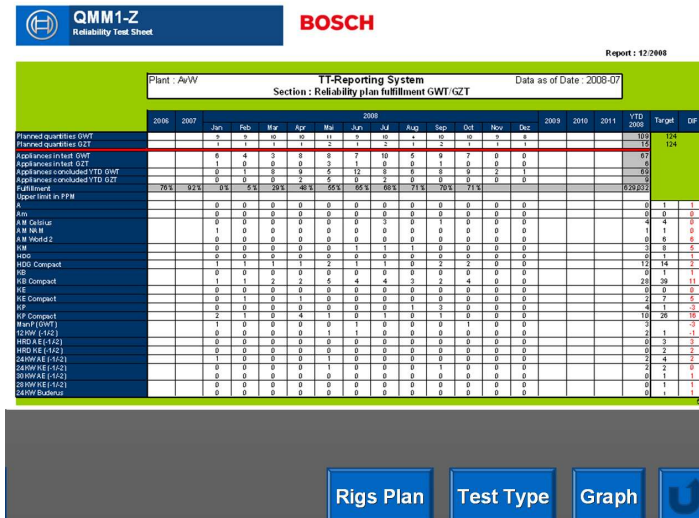


Figura 3.10 – Plano anual de esquentadores e caldeiras

Figura 3.11 – Gráfico anual de ensaios

Planos anuais de Teste – Secção com tabelas e gráficos onde se pode definir o próximo plano anual. Ainda é possível fazer marcações nos trabalhos já realizados, e visualizar uma comparação entre o que está feito e o nível anual a atingir. Estes planos podem ser relativos a aparelhos, ou componentes.

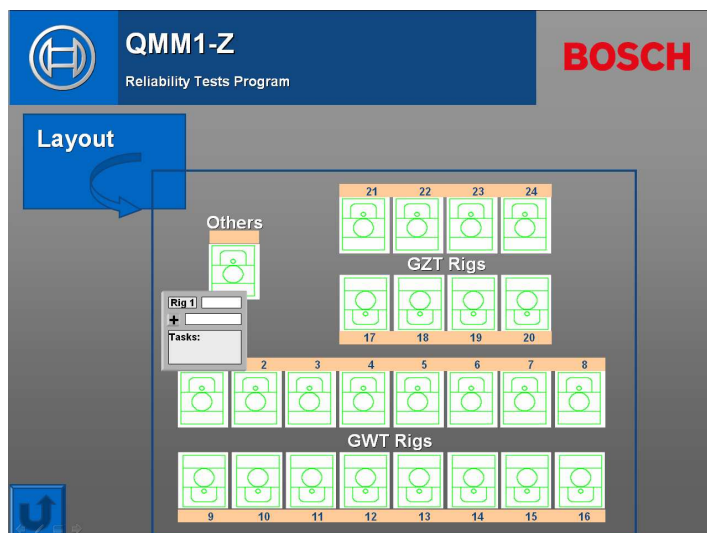


Figura 3.12 – Layout das bancas

Layout – Janela com um esquema exemplificativo das localizações das bancas de ensaio. Ao seleccionar cada uma destas bancas aparecerá um resumo dos dados mais relevantes do ensaio a decorrer na mesma, e posteriormente é dado o acesso a outra janela dedicada à análise e edição do ensaio a decorrer naquele espaço.

The screenshot shows the 'QMM1-Z Reliability Tests Program' interface. At the top, there is a header with the program logo and the Bosch logo. Below the header, there are three tables representing different rigs, numbered 1 through 24. Each table has columns for 'Rig n°', 'Test', 'Designation', 'Family', 'Start Date', 'End Date', 'Cycle On / Off Cycles', and 'Occurrences'. The 'Occurrences' column for rig 24 is labeled 'Last Occurrence'. At the bottom right, there is a 'Components' button and a refresh icon.

Figura 3.13 – Estado global das bancas em funcionamento

The screenshot shows the 'QMM1-Z Reliability Tests Program' interface in the 'Banca de ensaio' (test edit) window. It features a 'Rig (n.)' field and a 'Finish' button. Below these, there are several buttons: 'Changes', 'Records', 'Failures', 'Audit Tests', 'Photos / Comments', and 'Edit'. A blue arrow points from the 'Rig (n.)' field to the 'Information about appliance and test type' text.

Figura 3.14 – Janela de edição de ensaio

The screenshot shows the 'QMM1-Z Reliability Tests Program' interface in the 'Zona de registo de falhas' (failure record) window. It features a table with the following columns: 'Article n°', 'Date', 'Family / Product', 'Apparatus', 'Ready', 'Capacity', 'T1 n°', 'Failure', 'Observations', 'Type', 'Part Cost', 'Cause', 'Observations', 'Photo', 'Photo n°', 'Article Type', 'Article Date', 'Corrective Action', 'Observation Date', and 'Photo'. Below the table, there are two text boxes: 'It should be possible to see the failures inserted already, as well as it should be possible to insert new failures.' and 'Please make a different table for each year.' At the bottom right, there is a 'Save' button.

Figura 3.15 – Zona de registo de falhas

Status – Local onde é possível uma visualização geral dos postos de ensaio, deverá disponibilizar informações importantes como: tipo de teste; designação do material; datas de início e fim de ensaio; ciclos a efectuar; e a ultima ocorrência visualizada.

Banca de ensaio – Janela onde é possível escolher várias acções sobre o ensaio que está a decorrer em determinada banca. Aqui é possível abrir, para edição, todo o ficheiro de registo do ensaio a decorrer, assim como poderá adicionar-se apenas novas ocorrências, falhas, fotografias, comentários, inserir registos, e ainda ter acesso outros ficheiros sobre a caracterização dos parâmetros dos aparelhos. É neste ponto que se pode finalizar o ensaio, para que este saia do sistema e dê lugar a um novo ensaio.

Falhas – Deverá ser criada uma tabela que reúna as informações importantes das falhas ocorridas. Deve registar: a data; motivo e tipo de falha; severidade; componente que falhou; soluções encontradas; e outras informações relevantes para a falha ocorrida. Desta forma é possível uma posterior pesquisa especificamente para a falha pretendida.

3.3.1.2 Interface Para Introdução de Dados

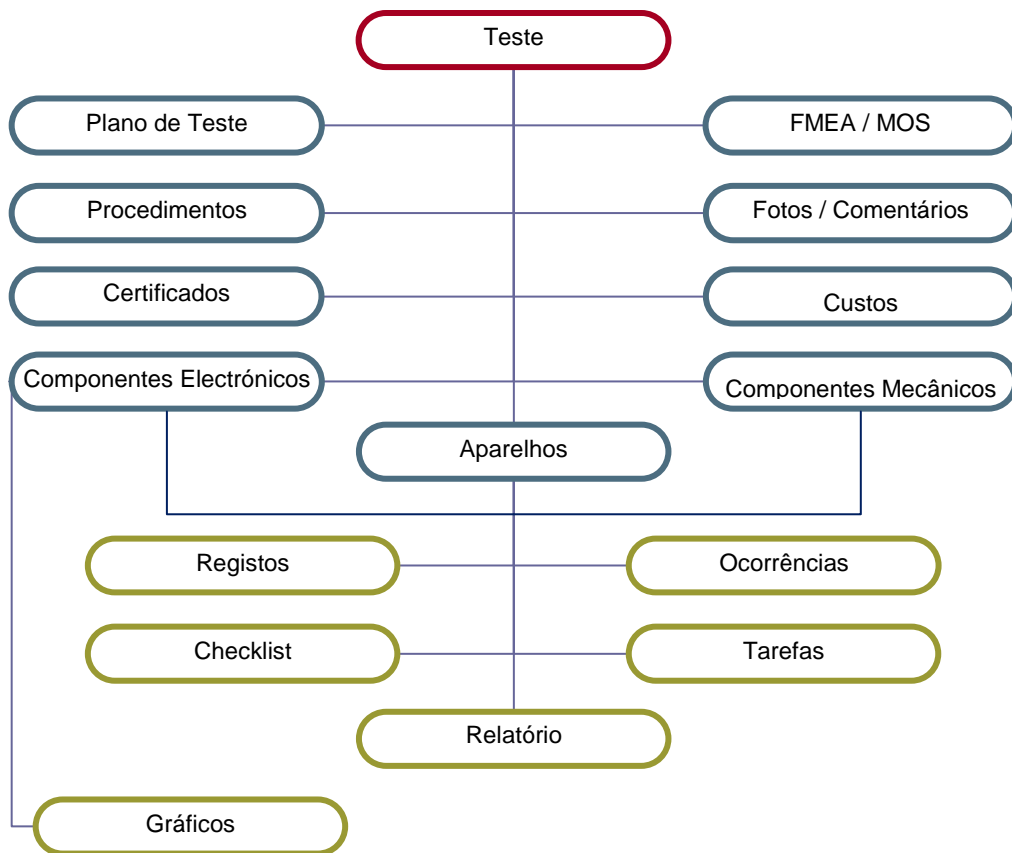
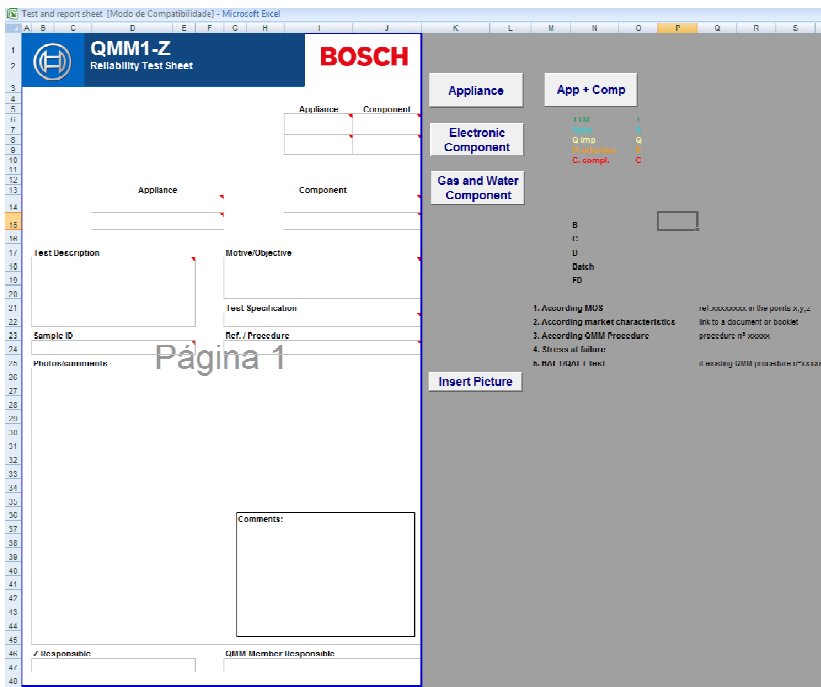


Figura 3.16 – Mapa das ligações entre os dados dos ensaios

Como se pode verificar pela figura acima, os ensaios seguem uma determinada sequência. Esta permite uma organização clara da documentação adjacente aos ensaios e consequentemente pode-se depois calcular e reportar os valores pretendidos ao estudo sobre o estado e comportamento dos produtos. Apenas cumprindo esta sequência correctamente, se consegue garantir que não são comercializados produtos defeituosos no mercado. E, seguindo ainda estes procedimentos, é possível obter informações sobre o actual estado de funcionamento do laboratório, considerando para isso, os seus objectivos, custos e recursos necessários para o futuro.

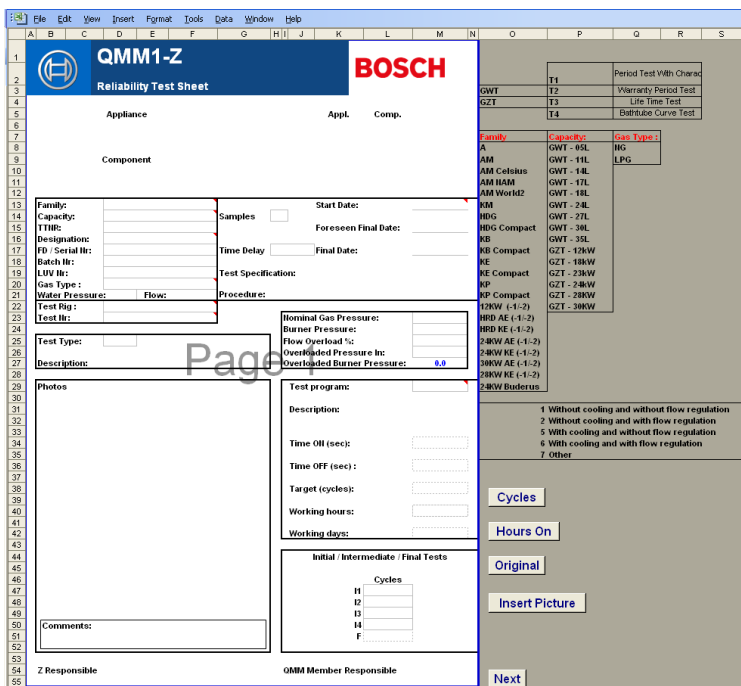
Analisando o procedimento de preenchimento dos dados relativos ao ensaio, pode facilmente notar-se que existe um fio condutor idêntico para qualquer tipo de produto. Mas, mesmo assim, torna-se necessário separá-los e distingui-los. Só desta forma se consegue a melhor interacção com o utilizador, aliando-o a um preenchimento simplificado e objectivo dos dados do ensaio. Estas medidas permitem uma organização do documento mais clara, e um relatório adequado para cada tipo de produto ensaiado.

No entanto, a informação contida nos procedimentos de ensaio é demasiado detalhada e específica. Os seus parâmetros são apenas relevantes para quem efectua e consulta os ensaios. Assim, esta informação não será muito importante nem enriquecedora para o desenvolvimento deste documento, e por consequente, não estão aqui referidos todos os detalhes na sua integridade.



Página de Rosto – Funciona como um cabeçalho do ensaio, é importante conter aqui informação sobre: produto a ser ensaiado; qual o projecto em que se insere; descrição do ensaio; motivos e objectivos do ensaio; especificações a seguir; fotografias e comentários; e ainda as quem são os responsáveis pelo ensaio.

Figura 3.17 – Página de rosto



Página de Teste – Local para descrever o ensaio e inserir toda a informação sobre o produto. Aqui pode inserir-se informações como: referencias; designação do produto; designação do teste; nº de lote; tipo de amostra; datas iniciais e finais; descrição do ensaio; tempos e número de ciclos a efectuar; condições e localização do ensaio; fotografias e comentários. No caso dos aparelhos esta folha será impressa e usada para afixar como folha informativa na banca. No caso de ensaios a componentes, poderão aparecer gráficos exemplificativos sobre as condições definidas para as variáveis de entrada.

Figura 3.18 – Página de Teste

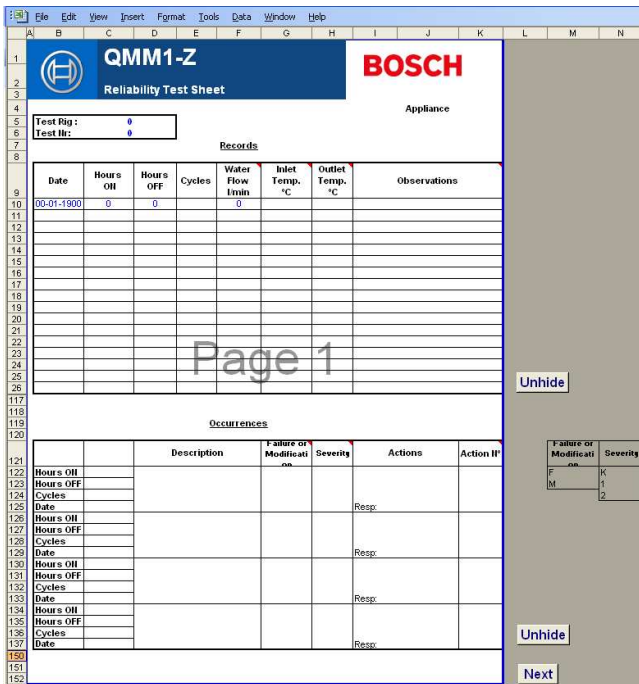


Figura 3.19 – Registos e ocorrências

registado o tempo e ciclos de vida a que sucedeu a ocorrência. O nome do colaborador que a detectou também fica registado, e se for um caso de falha, é gerado um número sequencial e reportado para o registo externo de falhas. O colaborador tem ainda espaço para inserir quais as medidas que tomou.

Registos – No caso dos aparelhos, está definida uma tabela, onde se regista: data; tempos e número de ciclos de funcionamento; caudais e temperaturas de funcionamento; e eventuais observações. Pois trata-se de um processo periódico comum a todos os aparelhos. No caso dos componentes, como estes podem ser muito variados, existe uma página em branco disponível para adicionar qualquer tipo de registo ou verificação efectuada durante a vida do ensaio.

Ocorrências – Local destinado para descrever algum fenómeno inesperado que possa decorrer durante o período de ensaio. Este pode ser uma falha, uma alteração à estrutura ou mesmo uma modificação a um componente. É

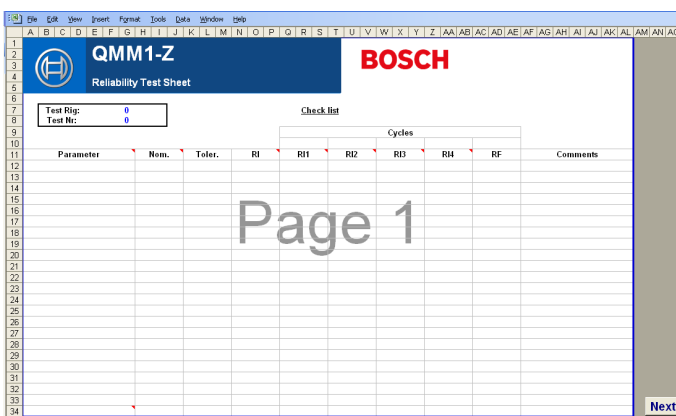


Figura 3.20 – Checklist

Checklist – Tabela destinada para inserir verificações, periódicas ou não. Aqui define-se os parâmetros a medir, posição no tempo de vida do ensaio, tolerâncias, e se necessário insere-se comentários. Estas verificações, no caso dos aparelhos, não fazem parte das medições periódicas inseridas nos registos, mas serve para anotar outros parâmetros especiais, ao atingir determinado número de ciclos de funcionamento.

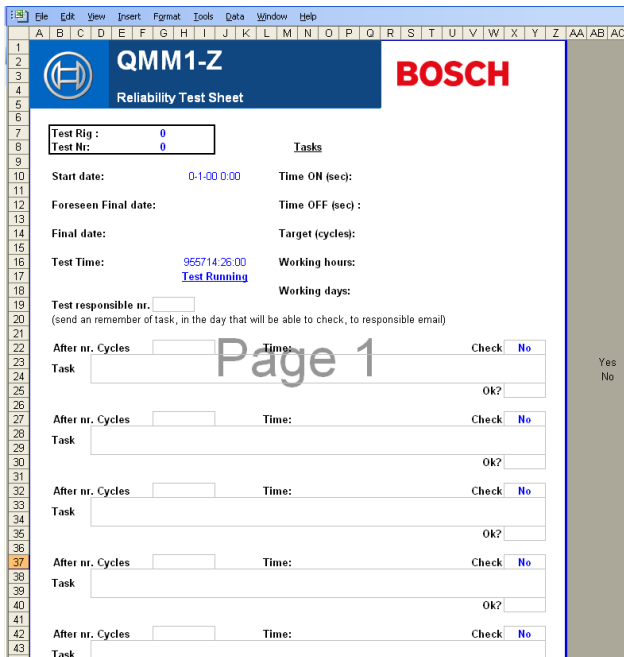


Figura 3.21 – Lista de tarefas

Tarefas – Janela directamente ligada à Checklist, pois os parâmetros a definir na Checklist são os tópicos das tarefas a cumprir. Aqui converte-se o número de ciclos, onde devem decorrer as tarefas, em datas. É ainda possível marcar como completas ou não as acções previamente definidas. No funcionamento posterior, no programa final, as datas das tarefas devem ser exportadas para a tabela de tarefas geral, para assim permitir avisos prévios na altura de cumprir a tarefa.

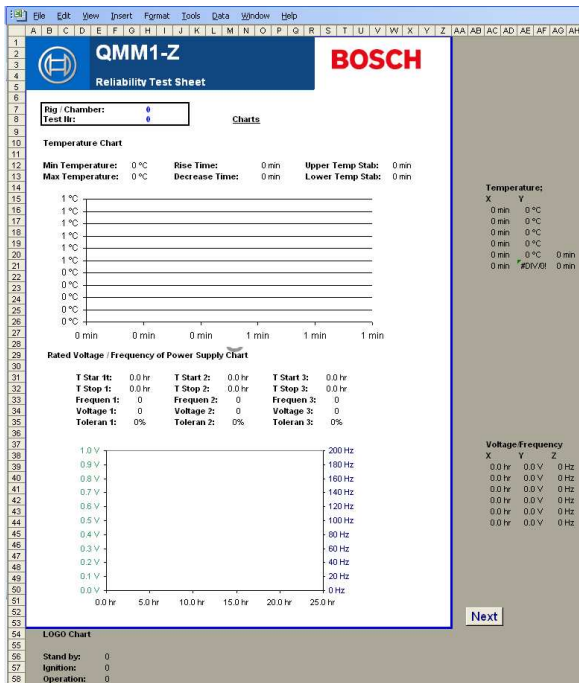


Figura 3.22 – Folha de Gráficos

Gráficos – Página exclusiva dos componentes electrónicos para gerar gráficos de trabalho dos mesmos. Nesta já estão predefinidos os gráficos mais utilizados onde basta inserir os dados de entrada para gerar o gráfico. Existe ainda espaço para inserir outros tipos de gráficos.

Figura 3.23 – Plano de ensaio

Plano de Ensaio – Tabela que contém o plano pelo qual se vai regular o ensaio. Aqui registam-se todas as datas: intermédias, nos quais ocorrem os vários passos do ensaio; planeamento do teste e suas especificações; iniciais e finais. Contém ainda o número de horas utilizadas por utilizador para cumprir cada parte do plano. E é também possível definir prioridades, tempos para conclusão das etapas, e definir PDCA's.

Figura 3.24 – Folha em branco para inserir vários tipos de documentos

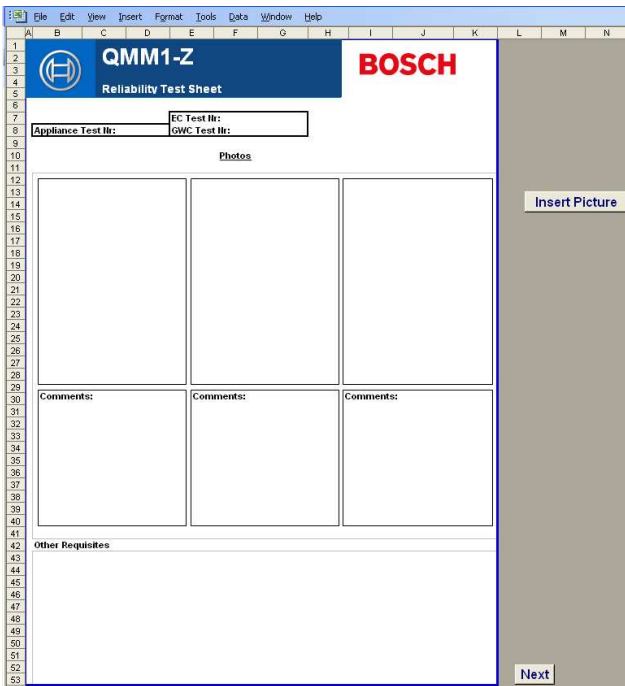
As próximas folhas podem ser exemplificadas por uma só, pois consistem em folhas praticamente em branco para preencher com os seguintes documentos:

FMEA – Espaço reservado para inserir a análise de modos e efeitos de falha, no caso de existirem.

MOS – Espaço para inserir as ordens especificativas do material.

Procedimentos – Local livre para introduzir, caso existam, os procedimentos a seguir para realizar o ensaio.

Certificados – Espaço reservado para a introdução de possíveis certificados relativos ao produto a ensaiar.



Fotografias e Comentários – Local para inserir fotografias dos produtos em teste, assim como comentar aos mesmos. Esta é uma página muito importante para a gestão visual dos resultados dos ensaios, focalizando zonas de rotura, falha, mudança de componentes e outras situações.

Figura 3.25 – Fotografias e comentários

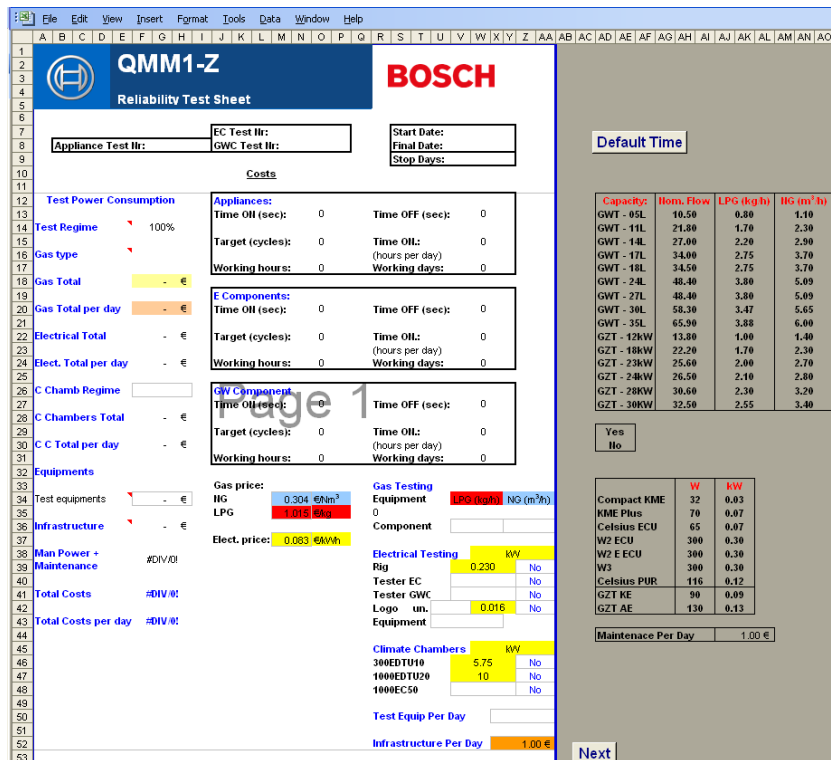


Figura 3.26 – Custos

Custos – Janela que permite, a partir de vários valores de entrada recolhidos ao longo do anterior processo de preenchimento, calcular os gastos induzidos no ensaio. Estes podem vir de diversas categorias como: preço do gás, electricidade, calculados pelas potências utilizadas; custos de utilização dos equipamentos, directos ou indirectos; custos da própria infra-estrutura; manutenção; e ainda custos da mão-de-obra utilizada.

BOSCH
Termotecnologia SA

Test Report

Nr.: _____ Date: _____ Description: _____
 From: _____
 Requested by: _____
 Product: _____ TMM: _____ Design: _____ Motive: _____

Test Description – Technical Data Involved

Test Type: _____ Description: _____
 Test Program: _____ Description: _____
 Time ON (sec): _____ Time OFF (sec): _____ Target (cycles): _____
 Working hours: _____ Working days: _____

Analysis Results

Maximum values in records:

Date	Hours ON	Hours OFF	Cycles	Water Flow l/min	Inlet Temp. °C	Outlet Temp. °C
00-01-1900	0	0	0	0	0	0

Checklist:

Parameter	Nominal:	Tolerance:	Comments
Cycles	Inicial	Final	

(if there are more parameters, please unhide next tables)

Occurrences:

Description	Failure or Modification	Severity	Action IP	Actions
Hours ON				
Hours OFF				
Cycles				
Date				Resp:

Figura 3.27 – 1ª secção do relatório

Testing Plan:

No.	Non Defined	Project / Key Word	Job / Description / Task	Comment / Info / Status / Results	Responsible	Due Date
1			Test Plan			
2			Test Specification			
3			MOS			
4			Test Procedure			
5			Check list (parameters)			
6			Execution of the test			
7			Test Start			
8			Intermediate Test 1			
9			Intermediate Test N			
10			Final test and Analysis Report			
11						

Occurrences:

No.	Status	PDCA	Expected date	Complete date	Info To	Task Source	Severity
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

FMEA

MOS

Figura 3.28 – 2ª secção do relatório

Photos

Comments:	Comments:	Comments:

Conclusions - Comments

Performed by: _____ Checked by: _____

Atachements

Figura 3.29 – 3ª secção do relatório

Relatório – No fim do ensaio, depois de obtidas e inseridas todas as leituras, observações e conclusões, é gerado um relatório pré-formatado. Existe um específico para aparelhos e outro para componentes. Desta forma apenas é necessário editar alguns dados ou formatações, e inserir os valores que não podem ser globalizados.

Nota: No documento em formato digital, estão disponíveis em anexo os ficheiros Excel e PowerPoint, que representam as folhas para introdução de dados e a apresentação do esquema de navegação do programa respectivamente.

4 Reorganização do Laboratório

Conforme foi referido na introdução, o espaço do laboratório da Fiabilidade aumentou devido à ocupação do antigo laboratório da Durabilidade. Tornou-se então necessário estudar qual seria a melhor forma de utilizar o novo espaço. Sem colocar em causa o layout existente, que até à data do início do projecto, se tinha mostrado bastante funcional, existiram alguns aspectos que puderam ser melhorados de forma a tirar um maior proveito dos recursos do laboratório.

Desta forma, foi feita uma análise a fim de concluir sobre as medidas a adoptar para obter um melhoramento significativo no laboratório. Essa análise não se limitou a incidir sobre a utilização do espaço, nas também se estendeu aos recursos (equipamentos, bancas e infra-estruturas) e ao armazém.

4.1 Aspectos a Abordar

O esquema seguinte apresenta os aspectos que foram abordados na análise que conduziu à proposta de reorganização do laboratório, dos quais se incidiu o estudo nos seguintes:

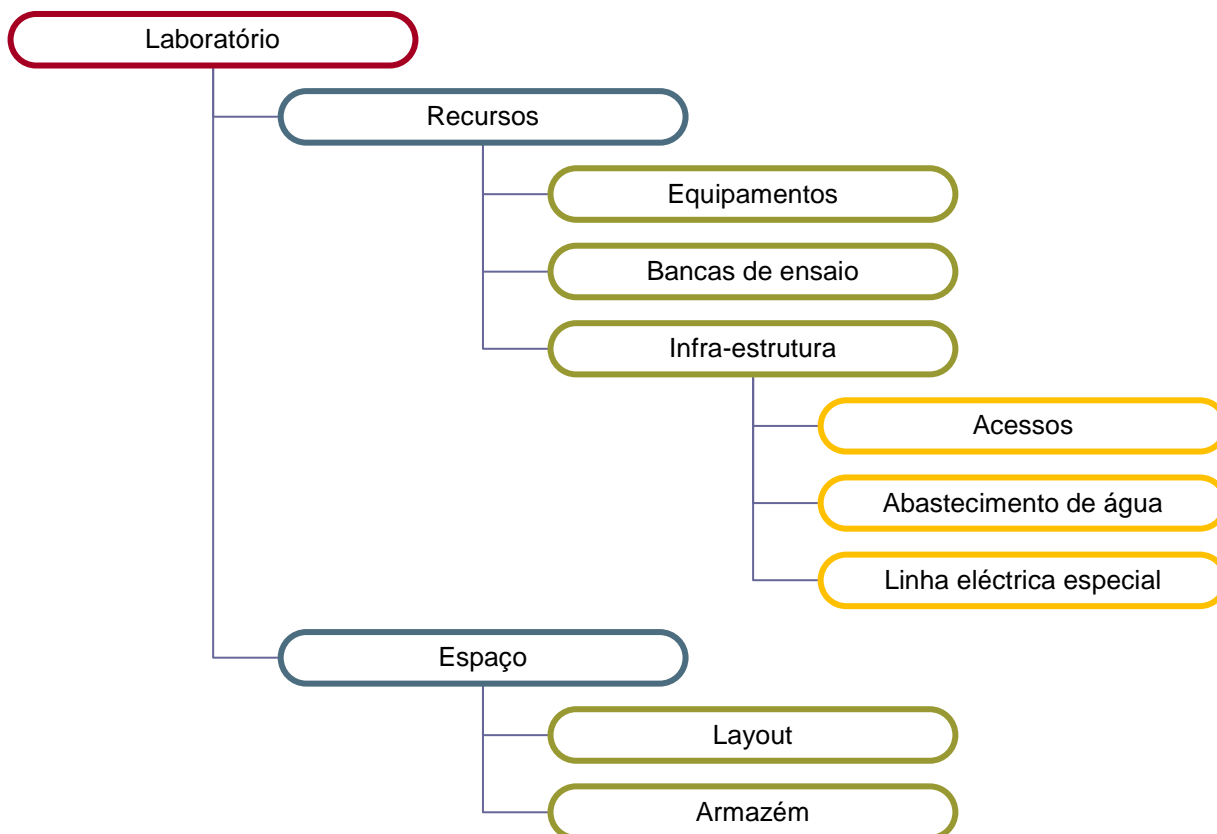


Figura 4.1 – Estrutura do Laboratório

A abordagem utilizada na reorganização do laboratório foi global, implementando mudanças para cada uma das secções representadas acima. Estas mudanças possuíam diferentes níveis de exigência e prioridade, razão pela qual foram estudadas e são apresentadas por ordem decrescente de prioridade para o laboratório.

4.2 Layout

Definir um novo layout foi a primeira questão a ser analisada, pois em função desta seriam analisadas as restantes medidas a implementar.

Na Figura 4.2 está representado o layout inicial do laboratório. Nesta, foram incluídos números para identificar mais facilmente os pontos que precisavam de ser melhorados.

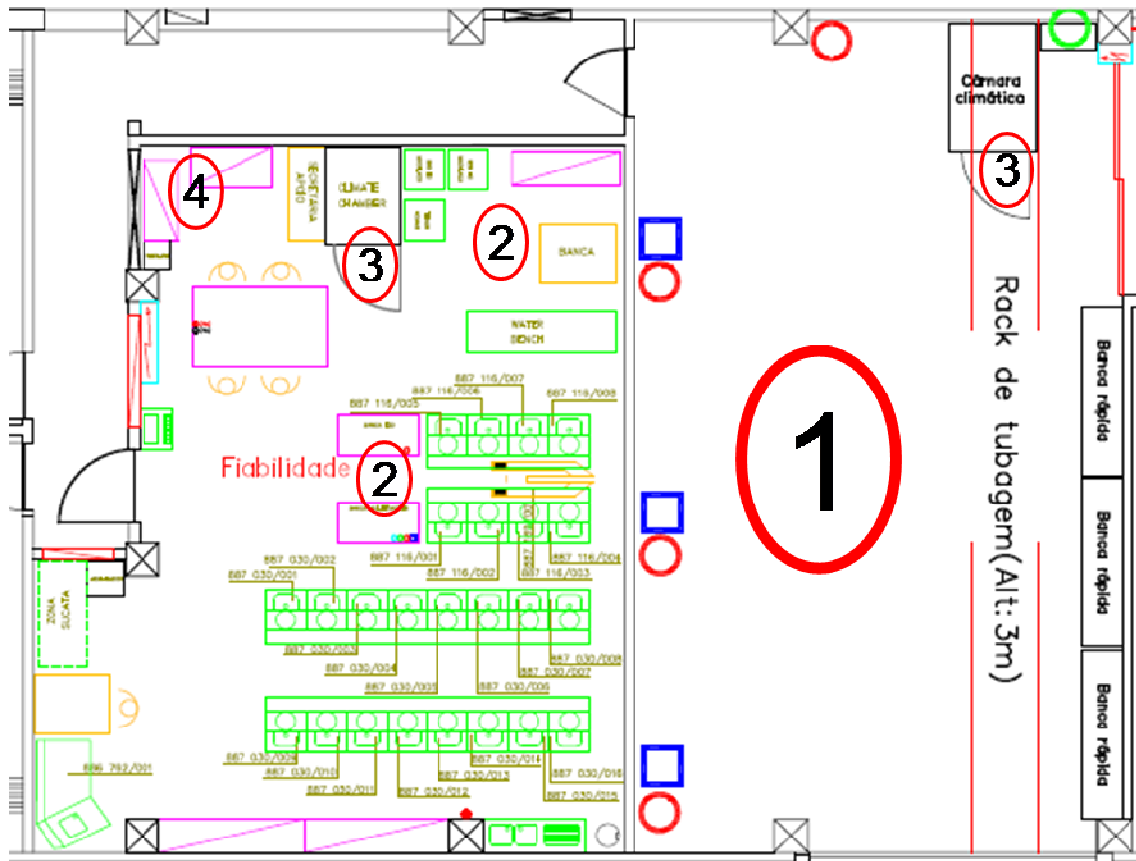


Figura 4.2 – Actual disposição do Laboratório

Antes de se implementarem as mudanças ao layout, o laboratório estava praticamente limitado ao lado esquerdo da figura, consignado praticamente ao espaço interior das paredes que o delimitam, e como se pode constatar, encontra-se bastante cheio. Do lado direito está representado o antigo laboratório da Durabilidade, onde, por falta de espaço, se encontra uma câmara climática (número 3 da direita) pertencente à Fiabilidade. Foi então neste espaço vazio que se implementaram as mudanças ao layout.

Facilmente se percebe que o lado esquerdo está muito preenchido, logo uma redistribuição de bancas de ensaio e equipamentos poderá facilitar o acesso aos postos de trabalho, bem como ajudar na circulação dentro do laboratório, especialmente quando se transporta objectos pesados.

As bancas de esquentadores e caldeiras, ocupam a maior parte da actual área da Fiabilidade e possuem um complexo sistema motorizado de extracção de gases. Estas trabalham bem e já possuem uma ampla gama de opções e configurações para realizar vários ensaios. Desloca-las para outro local iria representar elevados custos. Então, optou-se por não efectuar qualquer alteração na posição destas bancas.

Na zona correspondente ao número 2 estão instaladas bancas que ensaiam essencialmente componentes que podem ser facilmente deslocadas. O número 3 corresponde a duas câmaras climáticas, também usadas para ensaios de componentes, e necessitam de água previamente tratada.

Esse tratamento passa por uma máquina de purificação de água, já existente, dedicada exclusivamente às câmaras. Actualmente estas estão separadas, mas são alimentadas pelo mesmo tubo de água filtrada, que atravessa os dois lados do laboratório. Num futuro próximo existirá mais uma câmara climática, desta forma, uma boa solução seria juntar as três câmaras num só espaço, para simplificar esta alimentação.

Existem ainda mais dois motivos pelos quais se deve manter as câmaras climáticas juntas. O primeiro é sua a alimentação eléctrica. Trata-se de uma alimentação especial, pois as câmaras requerem uma corrente bastante elevada, sendo necessário dedicar uma linha específica para estas. Se as bancas estiverem perto umas das outras, a sua alimentação eléctrica também será facilitada, passando a ser apenas necessário criar um ramal eléctrico para esta linha especial.

A outra razão é a sua alimentação interior, pois os componentes ensaiados no interior das câmaras são, na sua maioria, componentes electrónicos. Como na realização dos ensaios estes se encontram em funcionamento dentro das câmaras, logo é necessária uma estrutura que possibilite a alimentação eléctrica dentro das câmaras.

Devido aos ensaios destes componentes consistirem na simulação de sinais eléctricos particulares, como por exemplo pilhas em fim de vida, ou hidrogeradores (que possuem ondas com amplitudes e frequências irregulares), é necessária a existência de equipamentos que permitam a geração destes sinais adequados junto das câmaras. Estes equipamentos podem ser fontes de alimentação, geradores de sinais, ou autómatos.

Se o número de amostras a ensaiar for elevado, torna-se necessário dividi-los por mais do que uma câmara, logo, se estas estiverem próximas não é necessário ajustar um sinal para cada câmara, pode apenas duplicar-se o mesmo, e atribuí-lo para as câmaras ocupadas.

Finalmente, os armários representados pelo número 4 também devem ser deslocados, especialmente devido à recente implementação do gabinete da Fiabilidade no piso superior do laboratório.

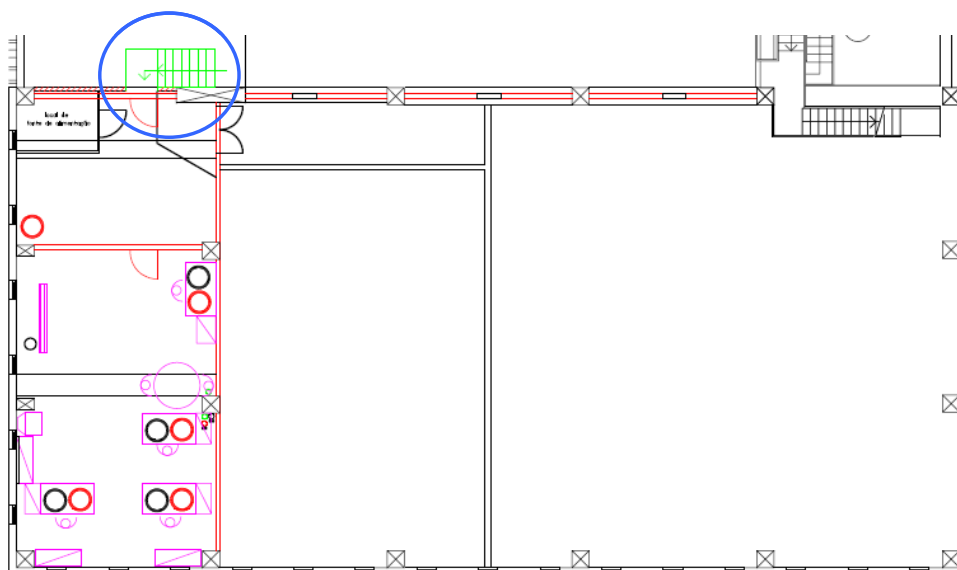


Figura 4.3 – Gabinete da Fiabilidade

Actualmente o seu acesso é feito por uma escadaria exterior ao laboratório, como se pode ver assinalado na Figura 4.3. Este acesso não é muito prático, e torna-se mesmo inseguro, uma vez que, para cada vez que se circula entre o gabinete e o laboratório é necessário sair para o exterior destes. Esta situação verifica-se várias vezes durante o dia, e facilmente leva a que se deixem as portas abertas, comprometendo a segurança de dados e informação confidencial, assim como a segurança dos próprios equipamentos de ensaio do laboratório.

Esta área 4 está posicionada mesmo por baixo da entrada para o gabinete, tornando-a no local preferencial para implementar uma escadaria de ligação entre o gabinete e o laboratório.

4.2.1 Proposta de Implementação

Foi feito um estudo para definir as melhores localizações das bancas e postos de trabalho do novo layout, tendo em conta conceitos como 5S, e outras normas de segurança, para proteger os utilizadores do laboratório. Assim, garantiu-se a segurança, e melhoramento do conforto de trabalho, permitindo ainda uma boa acessibilidade a qualquer ponto do laboratório. Após vários esboços em papel e mesmo alguns no local (colando fita de papel no chão para simular os espaços a ocupar), chegou-se à forma ideal, esta foi desenhada em computador, usando para o efeito o programa de desenho AutoCAD.

Na Figura 4.4, pode ver-se um dos primeiros esboços, onde estão representadas as principais alterações sobre os espaços a ocupar. Pode ainda ver-se, representado a vermelho, as deslocações das bancas e equipamentos do antigo para o novo layout, e a verde, os novos equipamentos, bancas e armários a instalar.

Antes de passar a explicar as medidas tomadas, é importante referir que o novo espaço contém uma limitação, representada pela área rasurada a vermelho, nesta área estão instaladas algumas bancas de esquentadores pertencentes à Durabilidade. Por sua vez, esta área da Durabilidade necessita do espaço envolvente, representado a amarelo, para servir de corredor de acesso às bancas existentes. Este corredor foi dimensionado para permitir o acesso de um carrinho de ferramentas, ou de uma banca móvel com consola de análise.

Por uma questão de logística de funcionamento, assim como redução de custos, existe uma clara separação no tipo de ensaios realizados para cada lado do laboratório, ficando o lado antigo dedicado ao ensaio de aparelhos alimentados a gás, e o lado novo dedicado a ensaios eléctricos e mecânicos.

Desta forma pode dizer-se que no lado antigo apenas serão testados aparelhos produzidos internamente (esquentadores e caldeiras a gás), embora em pequena escala se possa testar pequenos componentes, como os queimadores. E do lado novo serão testados os restantes aparelhos (cilindros e esquentadores eléctricos) e componentes.

Esta separação permite uma melhor gestão visual nas localizações dos ensaios a decorrer, e ainda evita a necessidade de instalar novos de sistemas de extracção de gases provenientes da queima. Esta medida teve em conta também a segurança do laboratório, uma vez que no caso de pequenos fogos, especialmente no lado onde se trabalha com gás, este não se propagará tão facilmente para os restantes equipamentos devido à existência de uma parede física entre os dois lados. Da mesma forma, verifica-se essa segurança para as situações de fuga de gases, estes não serão sentidos com tanta intensidade do outro lado, embora a parede não seja até ao tecto, esta assegura a separação ao nível da altura de trabalho.

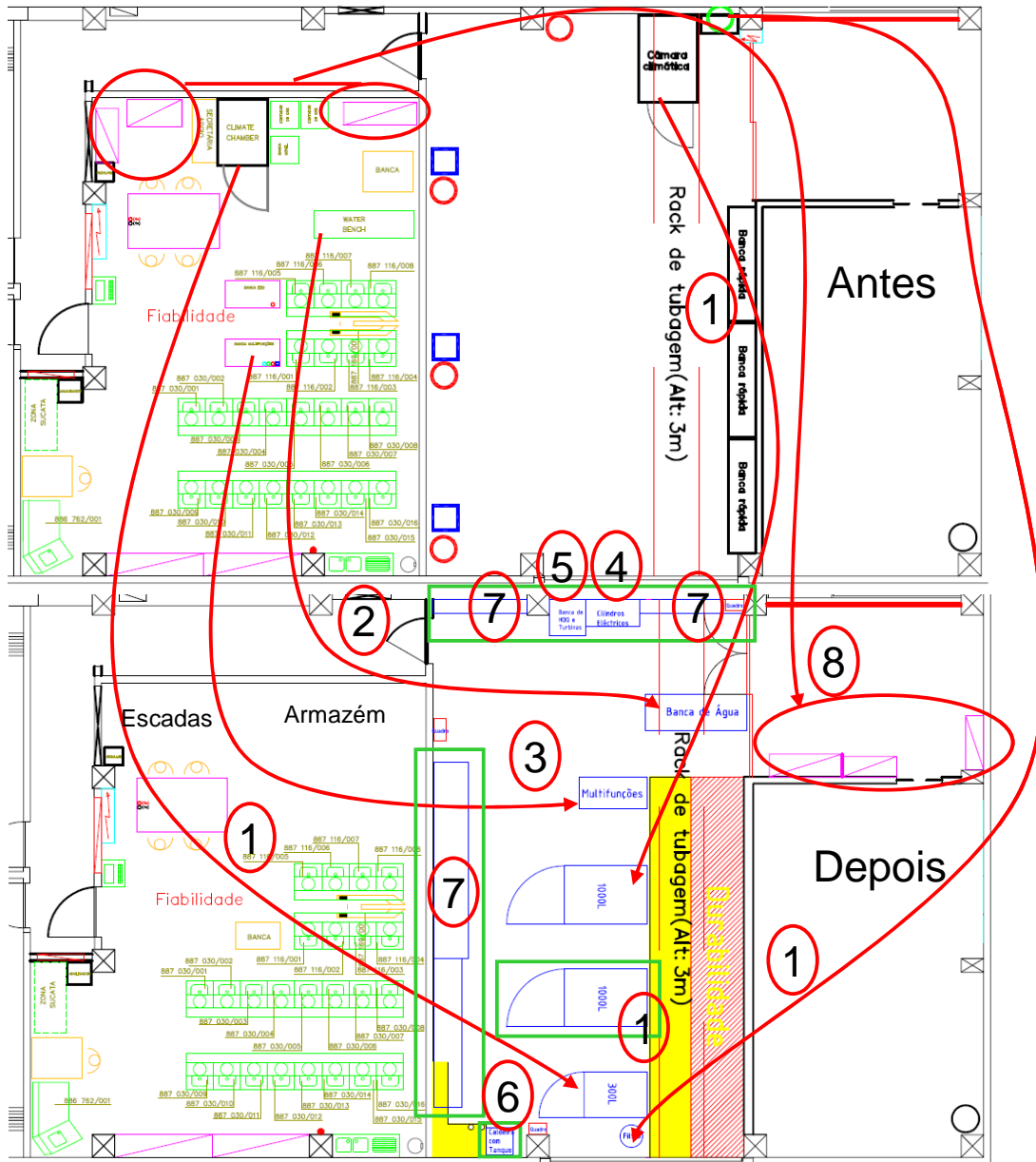


Figura 4.4 – Alterações ao layout

Qualquer uma destas medidas não inviabiliza a existência de detectores e alarmes de segurança para cortar as alimentações das zonas afectadas e alertar as entidades responsáveis pela segurança. O que não é problema para o laboratório, pois este está completamente preparado e equipado com todo o tipo de dispositivos de segurança.

Fazendo a legenda da Figura 4.4, pode então compreender-se quais as modificações que foram projectadas;

- 1 – Recolocação e adição de câmaras climáticas com instalação de filtro de água. Optou-se por uma disposição em linha, pois simplifica a instalação da tubagem para a sua alimentação de água tratada e eléctrica, assim como simplifica também a implementação de um esgoto por gravidade de águas não reaproveitáveis.

Esta configuração compreende também as dimensões das câmaras com as portas abertas, que as impossibilitava de serem colocadas frente a frente. Como se trata de equipamentos

de grandes dimensões, foi ainda levada em consideração a melhor localização das mesmas para facilitar o acesso em caso de manutenção, escolhendo para tal o lado Este, e não encostadas à parede Oeste, aproveitando o corredor existente para a Durabilidade para permitir o acesso às costas das câmaras, para a manutenção das mesmas. Foi ainda deixado um espaço entre as câmaras para colocar todos os equipamentos necessários à geração dos sinais para a alimentação dos produtos em teste no interior das câmaras. As fontes de alimentação ficam fixas, sobrando ainda espaço para mesas móveis com os demais equipamentos necessários.

- 2 – Recolocação da banca de automáticos de água. Esta banca necessita de alimentação trifásica, logo, a sua nova localização dá-lhe acesso facilitado à mesma linha eléctrica que tem de ser criada para as câmaras climáticas. Esta banca contempla ainda uma toma de água à temperatura ambiente, água fria, alimentação de ar comprimido, esgoto por gravidade não reaproveitado, e retorno de águas limpas para o circuito. Por fim, o seu antigo espaço foi aproveitado para a implementação do armazém.
- 3 – Recolocação da banca multifunções. Esta banca, devido à multiplicidade de ensaios que permite, necessita de um caudal em circulação estável, para que desta forma consiga responder com exactidão a qualquer tipo de ensaio solicitado. Devido à sua múltipla acção, necessita da maior gama de temperaturas de água possível, que está disponível apenas no novo lado do laboratório, contempla ainda ar comprimido e esgoto por gravidade de águas limpas para o circuito.
- 4 – Criação de uma zona para teste de aparelhos eléctricos. Apesar de não se produzir este tipo de aparelhos na fábrica, estes são comercializados pela mesma, e recentemente começaram-se a efectuar-se já alguns ensaios a este tipo de aparelhos. Porém, ainda não existe qualquer tipo de banca dedicada especificamente a estes produtos. Esta medida irá dar início ao ensaio regular destes aparelhos, e dessa forma acabar com os ensaios encomendados externamente, minimizando os custos implicados na prestação de serviços. Este espaço pode também ser utilizado para testar projectos em desenvolvimento. Contempla alimentação eléctrica, água na máxima gama de temperaturas possíveis e retorno pressurizado de águas limpas para o circuito.
- 5 – Recolocação da Banca de HDG's. Apesar desta banca ser móvel, no futuro, esta será a sua localização preferencial, pois aqui a banca tem disponível água a temperaturas quentes. Esta banca será alvo de modificações, e um dos principais motivos é conseguir estabilizar o caudal em circulação, logo, toda a ajuda que se conseguir para minimizar este facto é necessária, razão pela qual esta banca foi colocada no novo lado, pois não existe tantas solicitações de entrada e saída de águas a montante dela como se continuasse no lado antigo. Esta banca contempla alimentação eléctrica e ainda ligação a um retorno de águas reutilizáveis e pressurizado para o circuito.
- 6 – Caldeira e depósito. Esta será a localização ideal para instalar o sistema de suporte para o aquecimento da água do laboratório em circulação, pois pretende-se que este sistema esteja sempre acima de uma certa temperatura, e a caldeira tem a função de manter essa temperatura, compensando as diferenças quando o circuito é aberto para fornecer água quente às bancas de ensaio. Este funcionamento permite uma poupança energética e económica. Este sistema será dimensionado posteriormente, mas já contempla alimentação eléctrica, e entrada de água.

- 7 – Instalação de balcões para testes diversos, ou mesmo para servir como mesas de suporte. Na zona inferior dos mesmos existem blocos de gavetas e prateleiras para diversas arrumações. Por cima, na parede está também projectada uma estrutura em metal para afixação de componentes e pequenos aparelhos. Por esta razão, estas zonas estão munidas de alimentação eléctrica, ar comprimido e ainda água na totalidade das temperaturas permitidas, assim como ligação para a rede de retorno pressurizado de águas reutilizáveis.
- 8 – Recolocação dos armários com reorganização do seu interior para uma zona morta do laboratório. Estes não poderão conter informação confidencial nem equipamentos de valor no seu interior pois serão colocados numa zona de acesso comum, no entanto, se for necessário colocar material deste tipo, os armários dispõem fecho com chave para garantir a segurança do seu interior.

Finalmente, como se pode verificar pelo desenho do novo layout, existe uma zona que foi propositadamente deixada em branco, este espaço está dedicado à implementação das escadas para o gabinete no piso superior, e ainda para a criação de um novo armazém.

4.3 Infra-estrutura

Directamente relacionado com o layout estão as mudanças que foram projectadas para a infra-estrutura, pois esta serve de suporte necessário para implementar a maioria das mudanças ao layout.

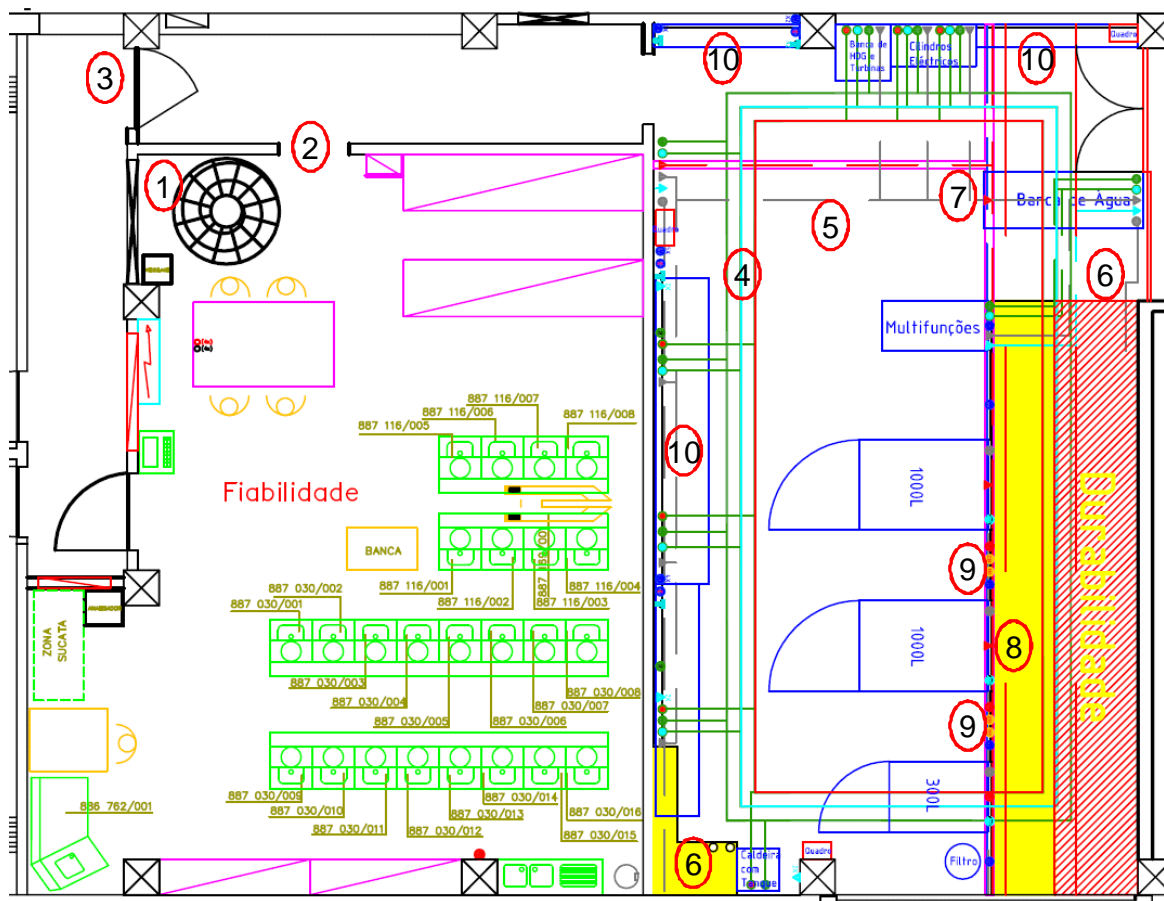


Figura 4.5 – Implementações à infra-estrutura

Na imagem anterior pode ver-se já uma versão final do pretendido para o novo layout. Esta já contempla também as mudanças projectadas para a infra-estrutura do laboratório.

Nesta figura pode facilmente agrupar-se as diferentes medidas de intervenção a implementar no laboratório. Desta forma, pode agrupar-se os itens numerados pelos temas de abordagem que foram utilizados no projecto de alterações à infra-estrutura, estes foram surgindo em conjunto com o projecto do layout e estão representados da seguinte forma:

- Números 1, 2 e 3 – Acessos;
- Números 4, 5 e 6 – Sistema de abastecimento de água;
- Números 7 e 8 – Linha eléctrica especial;
- Números 9 e 10 – Estruturas de suporte.

4.3.1 Acessos

Existem algumas alterações que são necessárias apesar de não estarem directamente ligadas aos ensaios, estas permitem um melhor funcionamento ao laboratório. Uma destas mudanças a ter em atenção é a instalação de umas escadas de acesso ao gabinete da Fiabilidade.

Assim sendo, o laboratório e o gabinete podem ficar inseridos num mesmo espaço fisicamente fechado, permitindo que se fechem todas as portas exteriores, que são utilizadas actualmente. Esta intervenção visa melhorar a segurança dos dados e equipamentos no interior do laboratório, assim como permite a facilidade de acesso às duas secções, ficando estas inseridas num único espaço, e utilizando para tal apenas uma entrada principal, devidamente fechada pelo sistema de leitura de cartões implementado na Bosch.

Outra mudança necessária aos acessos do laboratório, é uma nova passagem entre as duas áreas de ensaio do laboratório. Actualmente estas estão separadas fisicamente, e assim foi referido para o caso do gabinete, o trânsito entre as duas zonas de ensaio do laboratório também está condicionado a saídas da zona segura para uma zona que ainda não está devidamente encerrada pelos sistemas de leitura de cartões (no caso da nova área de trabalho). Pretende-se que esta nova zona seja devidamente fechada por meio dos sistemas automáticos, e que o seu acesso passe também a ser feito pelo interior do laboratório.

4.3.1.1 Soluções projectadas

Em resposta aos pedidos de análise para os acessos do laboratório, e utilizando a mesma numeração que está representada na Figura 4.5, estão de seguida descritas as soluções que foram projectadas:

- 1 – Escadas de aceso ao gabinete, esta é a melhor localização para instalar umas escadas para o piso superior, permitindo o acesso ao gabinete da Fiabilidade, pois como já foi referido antes, fica exactamente por baixo da entrada para o gabinete. Como o espaço é curto, a melhor opção encontrada foi uma configuração em caracol, pois é a que oferece a melhor relação segurança / menor espaço ocupado;

- 2 – Passagem interna entre secções do laboratório, devido ao layout escolhido, que impossibilita a abertura de uma porta na parede Este do lado antigo, a melhor localização para a passagem é esta. Possibilita o espaço desejado para o armazém e fica num local de fácil acesso. Outro motivo pelo qual é fácil implementar esta abertura nesta localização é altura da parede, que mede apenas 2,13m, sendo apenas preciso abrir um simples rasgo de alto a baixo para completar a sua implementação. Para que esta passagem se torne numa passagem interna, é então necessária a implementação da medida seguinte (3);
- 3 – Mudança de localização da porta de acesso à Fiabilidade. Esta porta no passado estava dedicada apenas à entrada do laboratório da Durabilidade, estando já equipada com um leitor de cartões (sistema utilizado pela empresa para abertura de portas, disponibilizando o acesso, magneticamente, apenas a pessoas autorizadas). Desta forma, passando a porta para o início do corredor, além de permitir uma passagem interna sem a necessidade de abrir portas, ainda permite um aumento à área do laboratório, área esta que pode ser aproveitada para colocar pequenos armários ou placares com informações.

Além destas mudanças, existem ainda algumas mais pequenas, não menos importantes, mas mais simples de implementar. Estas são uma campainha na entrada do laboratório e a abertura da porta eléctrica por comando a instalar no primeiro andar junto ao gabinete da Fiabilidade. Pois poderá ocorrer que todos os colaboradores se encontrem no piso superior, e não ouvir se está alguém em baixo à porta.

4.3.2 Sistema de Abastecimento de Água.

Das mudanças que terão de ser feitas para apoio directo aos postos de ensaio, organizando-as por decrescente grau de importância, aparece em primeiro lugar a necessidade de criar um sistema de alimentação de água para todas as bancas e equipamentos que irão transitar para o novo lado do laboratório.

É importante referir que existem bancas de ensaio que necessitam de um caudal em circulação o mais estabilizado possível, com uma carga que deverá ser mantida sem variações. Um destes exemplos é a banca de HDG's e sensores de Hall, que tem como principal função a leitura dos sinais eléctricos fornecidos por estes componentes, onde as características e valores padrão para cada tipo de componente estão definidos para patamares de caudais.

Este sistema deverá então contemplar uma solução que permita uma menor variação do caudal em circulação. Seria também interessante que a nova solução permitisse várias temperaturas de trabalho. Actualmente existem dois circuitos, um à temperatura normal, e outro a uma temperatura mais fria, proveniente de uma instalação de chillers já existente. Pretende-se assim que seja criado um circuito para água quente, permitindo uma maior variedade nas condições de simulação dos testes. Com esta medida pretende-se que as temperaturas de trabalho variem entre os 5°C e 80°C, conseguindo os valores intermédios a estes da mesma forma que já se consegue para o sistema actual, entre os 5°C e a temperatura ambiente, por meio de válvulas termoestáticas.

4.3.2.1 _ Estruturas implementadas

Da mesma forma que se procedeu para as soluções apresentadas aos acessos, as soluções para o sistema de alimentação de água seguem a numeração da Figura 4.5 e são:

- 2 Câmaras Climáticas 1000L, trifásica com 3 x 25A cada;
- 1 Câmara Climática 300 L, monofásica com 25A;
- 2 Fontes de Alimentação, de 5kVA cada;
- 3 Fontes de Alimentação de 10kVA cada.

Sobre a alimentação eléctrica, mas relativamente à parte interna das câmaras, onde é necessário alimentar os componentes em ensaio no interior. É importante que seja criada uma linha comum a todas as câmaras de forma a permitir uma alimentação simultânea para o interior destas com entrada e saída do sinal pretendido em qualquer ponto entre as câmaras.

4.3.3.1 _ Soluções apresentadas para a linha especial

Ainda na Figura 4.5 estão representados os pontos que se referem às medidas projectadas para a instalação da alimentação eléctrica especial no laboratório. Assim, pode ver-se de seguida, quais as considerações que foram feitas:

7 – Criação de ramal eléctrico, para apoio à instalação das câmaras climáticas. Como se pode ver na figura, este passa exactamente por cima das câmaras para facilitar o acesso a estas. A solução passa por inserir uma calha técnica que suportará a nova linha eléctrica, como representado pelo desenho. Quanto à linha, considerando os valores solicitados, para garantir a corrente mínima desejada, terá de possuir a seguinte secção:

$$I_t = (3 \times 25) + (2 \times (5000/230)) + (3 \times (10000/230)) = 249,22A$$

$$I_t \approx 250A$$

Considerando um cabo com 3 condutores mais 1 neutro, 250A e 25°C. A secção do cabo, de acordo com o ANEXO B. Fica:

$$\text{Alumínio} = 150\text{mm}^2 \quad \text{Cobre} = 95\text{mm}^2$$

Ainda nesta calha será introduzida uma linha eléctrica normal para qualquer tipo pequena solicitação necessária.

8 – Criação de uma linha para alimentação interna nas câmaras climáticas. Esta linha é alimentada pelas fontes de alimentação entre as câmaras, e possui saídas para qualquer uma das câmaras, possui também duas cablagens diferentes (pode-se então dizer que se trata de duas linhas), preparadas para 130V e 230V. Assim, estas linhas estão preparadas para receber as características especiais à saída das fontes e necessárias à alimentação de qualquer tipo de componente em teste no interior das câmaras. Esta linha usa como suporte a calha referida no ponto 7.

4.3.4 Estruturas de Suporte

Mesmo sem ser pedido, a partir da análise do layout, chegou-se à conclusão que seria importante instalar as seguintes estruturas:

9 – Instalação de estrutura em grelha metálica entre as câmaras climáticas para suporte e apoio de instrumentação para os testes a decorrer nas câmaras;

10 – Implementação de estrutura em grelha metálica nas paredes onde estão encostados os balcões para suporte de ensaios a componentes e pequenos aparelhos. Estas estruturas contemplam uma instalação com portas funcionais, ou seja, possuem dobradiças para permitir o acesso à tubagem, tanto eléctrica como de ar ou água, que estará nas costas da mesma, de modo a para facilitar as ligações entre estas tubagens e os produtos que estarão nela afixados.

4.3.5 Sistema de Aquecimento de Água

O aquecimento de água passa por instalar uma caldeira para manter quente a água em circulação acima da temperatura mínima necessária.

No entanto pensou-se em mais algumas soluções, como por exemplo, as bancas de esquentadores e caldeiras na fase de funcionamento dos seus ciclos fornecem água quente para o sistema. Como na actualidade não existe circuito de água quente, esta água é direccionada para um tanque, que por sua vez bombeia a água para as torres de arrefecimento existentes no telhado, voltando a água a entrar no sistema já à temperatura ambiente.

O aproveitando desta água quente na saída dos esquentadores e caldeiras, minimizaria o processo de aquecimento, no entanto muitas vezes estão a ser ensaiados produtos que possuem, no seu ciclo de funcionamento, uma fase de passagem directa de água fria, para fazer o arrefecimento do aparelho na sua saída. Desta forma será sempre necessária a caldeira para compensar estas diferenças e assegurar a mínima temperatura desejada.

Uma outra solução seria instalar um sistema solar no telhado para o aquecimento da água. Esta solução também não dispensa uma caldeira, pois dependendo da quantidade de água quente utilizada pelas bancas em funcionamento, e considerando que esta sairá completamente do circuito fechado, é necessário repor esse volume de água, que entrará a uma temperatura bastante inferior. Acontecendo isto, a caldeira servirá para dar apoio quando o depósito do sistema solar não for suficiente para garantir que se obtêm a temperatura mínima de trabalho.

Qualquer uma destas medidas ainda não foi completamente estudada, podendo neste momento qualquer uma destas ser válida para a instalação no laboratório.

4.3.6 Outros

Finalmente são sugeridas outras implementações para melhorar o funcionamento do laboratório:

- Implementação de toda a rede eléctrica disponível para a Fiabilidade num quadro próprio, obtendo-se assim uma independência eléctrica do resto da ETARI, que está sobre a responsabilidade de empresas externas à Bosch Termotecnologia, S.A.. Esta medida permite também a fácil obtenção da relação de potências utilizadas, e posteriormente facilitar o calculo dos custos reais de funcionamento do laboratório;

- Fechar a porta de acesso aos quadros eléctricos que está localizada no corredor, entre as duas zonas do laboratório, com instalação de barra antipânico. Esta medida garante que o laboratório fique completamente fechado, e só os colaboradores autorizados poderão ter acesso;
- Possibilidade de monitorização da entrada de pessoas na Fiabilidade. Pois devido à existência de uma zona dedicada à Durabilidade, não se pode impedir o trânsito dos colaboradores deste departamento, tendo assim que se dar acesso à Fiabilidade a estes colaboradores. Devido à passagem interna entre as diferentes zonas do laboratório e gabinete, esta medida protegeria os interesses da Fiabilidade no caso de alguma anormalidade acontecer.

4.4 Armazém

Para que se consiga a fluidez desejada no funcionamento do laboratório é necessária a existência de um armazém de peças, pois na montagem dos produtos a ensaiar são necessários vários tipos de acessórios para dar apoio ao ensaio.

Estas peças e acessórios podem ser aplicados a aparelhos, ou a componentes, e alguns exemplos destes são: mangueiras de ligação; curvas; vedantes; baterias para os aparelhos; cablagens eléctricas; tomadas; resistências para os componentes; e ainda podem existir alguns componentes de substituição rápida para dar apoio nos ensaios dos aparelhos, como é o caso dos HDG's, sensores de Hall e unidades de controlo.

Todo este tipo de material de suporte para os ensaios é geralmente gasto em curtos espaços de tempo, razão pela qual, é necessário um stock mínimo destas peças para garantir que no momento necessário, não será necessário ficar a aguardar que a peça chegue.

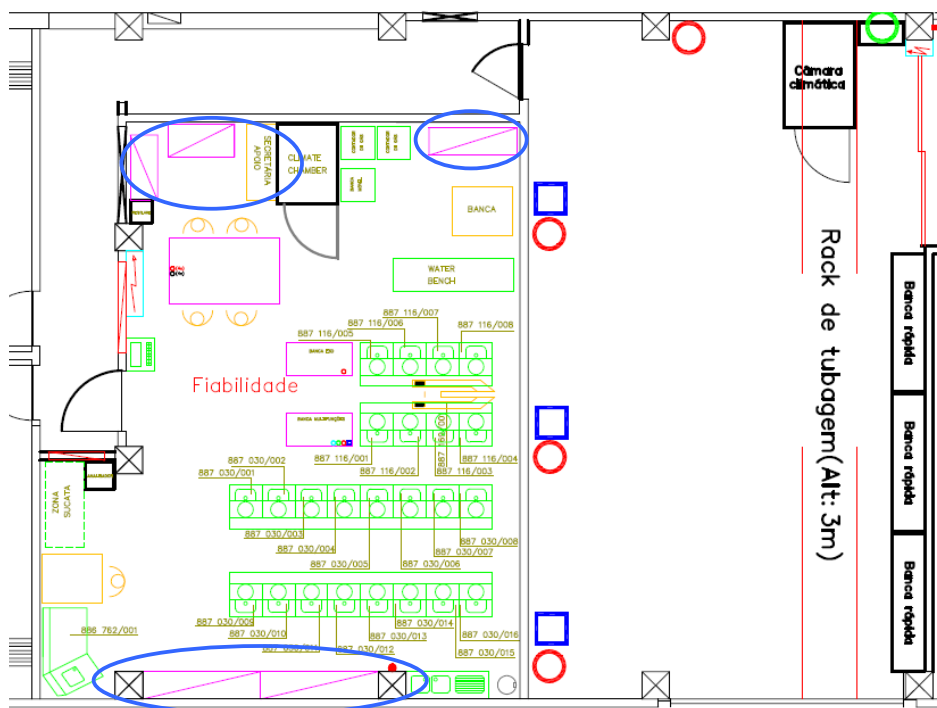


Figura 4.7 – Sistema de armazenamento actual

Actualmente já existe um pequeno armazém com diversos acessórios, como assinalado na Figura 4.7, no entanto, este precisa de ser melhorado, o seu espaço é reduzido, está incompleto, espalhado por várias zonas e ainda não possui qualquer tipo de informação ou gestão das quantidades dos elementos que o compõem.

Pretende-se então que seja implementado um armazém num só espaço, que contemple todos os acessórios necessários, que este esteja organizado e com um planeamento adequado às quantidades e frequências de utilização para cada tipo de acessório. Pretende-se ainda que este armazém possua um sistema para informação prática e visual sobre as quantidades em stock, assim como se estas quantidades estão prestes a acabar, ou mesmo já necessitam de reposição.

Além do armazém de peças, é necessária uma zona dedicada à entrada e saída de produtos de ensaio, especialmente para os aparelhos devido às suas dimensões. Desta forma pode facilmente encontrar-se os produtos que esperam lugar para dar início aos novos ensaios. Para a finalização do ensaio, deverá existir também uma zona específica para guardar os produtos enquanto esperam o seu próximo destino, que pode ser avaliações posteriores por outros departamentos, ou desmantelamento e sucatagem.

4.4.1 Solução Encontrada Para Implementação

O melhor método encontrado para a construção do armazém do laboratório foi o sistema Kanban, à semelhança dos outros tipos de armazéns já existentes na empresa. Um bom exemplo disso é a sua utilização nas linhas de produção. No entanto, para o laboratório, o seu funcionamento não será exactamente igual ao das linhas de produção, pois a rotação do material é muito mais baixa, e não existe a necessidade de associar a sua reposição ao sistema de logística interna, Milkrun (conceito utilizado pelo Departamento de Logística da Bosch Termotecnologia, S.A., desde a sua logística interna até à externa).

Como o funcionamento do laboratório não será alterado, isto é, os planos anuais de trabalho serão calculados como sempre foram, e os produtos a ensaiar continuarão a ser os mesmos, salvo pequenas excepções, não relevantes para o levantamento do armazém, a estimativa das quantidades necessárias, e o tempo de duração do stock para cada peça, é conhecida pelos dados do passado.

Fundamentada num inventario levantado aos produtos já existentes, e adicionando-lhe mais alguns necessários a integrar no futuro armazém, foi criada uma lista com 120 tipos de peças diferentes.

Para aproveitar recursos já existentes no departamento, e minimizar os custos, foi pedido a utilização de umas estantes antigas. Esta medida limitou um pouco a escolha das dimensões para o armazém, mas após análise do espaço necessário para acolher todas as peças, comparando-o com o espaço que as estantes disponibilizavam, chegou-se à conclusão que estas estantes seriam suficientes para a construção do novo armazém.

Focalizando-nos agora no ponto 1 da Figura 4.8, onde está representada a zona de armazém de peças, segundo as dimensões das estantes existentes, esta é a área ocupada pelas mesmas. Cada um dos lados representados possui dois blocos de estantes, com 1,20m de altura distribuídos por cinco prateleiras, como representado na Figura 4.9.

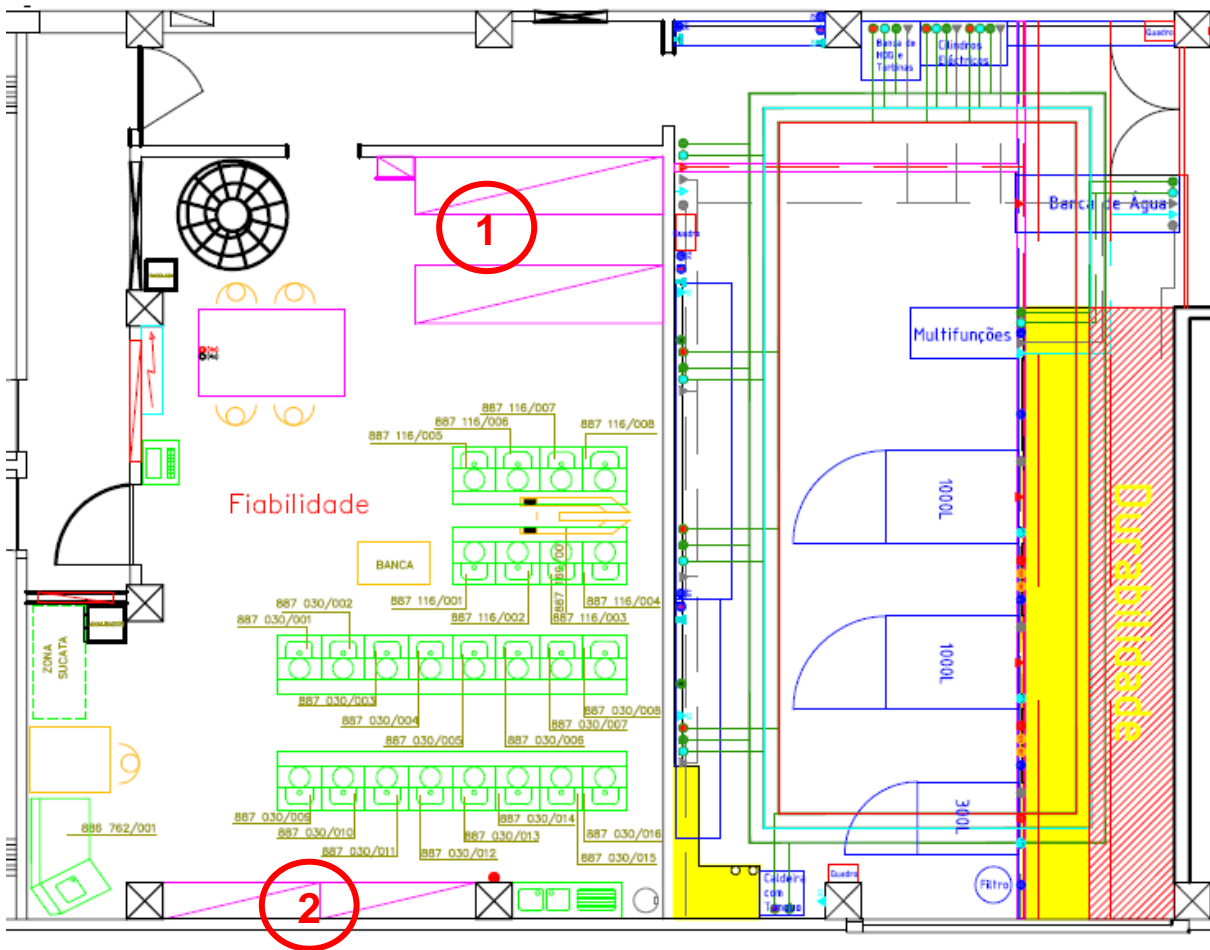


Figura 4.8 – Localização do Armazém

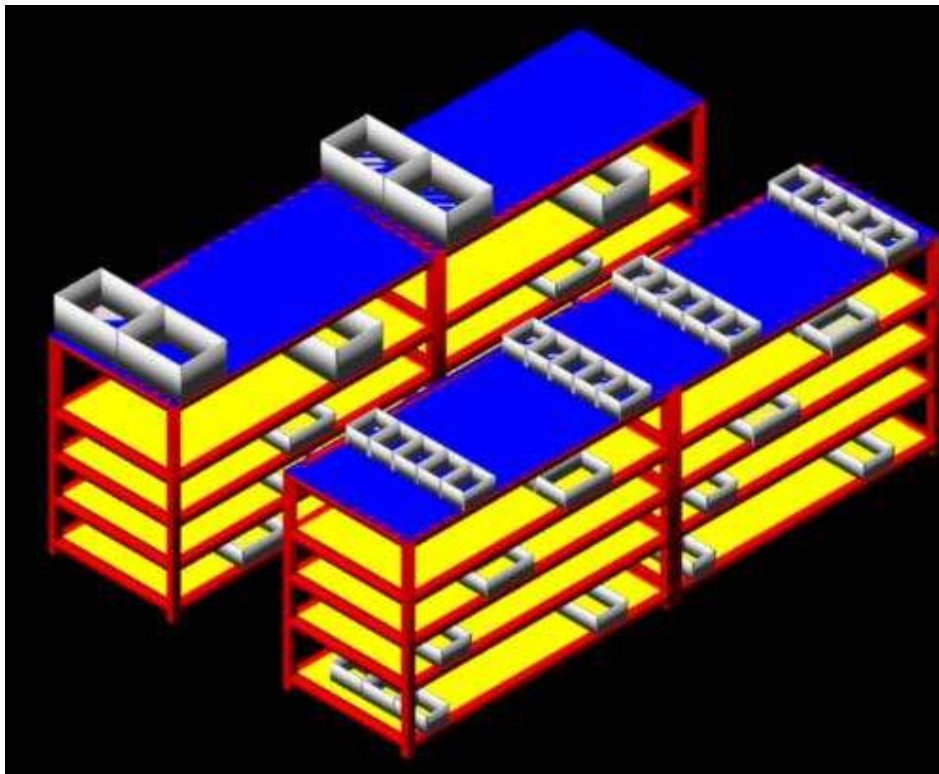


Figura 4.9 – Representação tridimensional do armazém de peças

Após análise da distribuição de espaço e dimensões das peças a inserir no laboratório, decidiu-se então qual seria a dimensão e quantidade de caixas a utilizar para organizar o material no armazém. Mais uma vez foram usados recursos existentes na fábrica, estas caixas possuem um método de arrumação semelhante ao existente nas dimensões das folhas de papel (A3, A4, A5), em que duas folhas da dimensão mais pequena juntas perfazem uma da dimensão superior a seguir. Isto facilita muito o processo de empilhamento entre as várias dimensões destas.

Como se pretende utilizar um sistema Kanban, é necessário, no mínimo duas caixas para cada tipo de peça a armazenar. A solicitação de material no laboratório não tem uma frequência elevada, então as duas caixas para cada elemento são suficientes, onde finalizando uma, se colocará o cartão Kanban no quadro informativo, e a segunda caixa terá quantidade suficiente para o tempo de espera de reposição da primeira caixa vazia.

A maioria dos elementos presentes na lista de material é de pequenas dimensões, e como as quantidades também não necessitam de ser elevadas, uma simples caixa de 15 x 20cm é suficiente. Para as peças de maior dimensão, ou com maiores quantidades de reaprovisionamento foram escolhidas as caixas de 20 x 30cm.

Considerando então que cada bloco de estantes possui cinco prateleiras, e que existem quatro blocos, então existem vinte prateleiras de 170 x 76cm, na figura seguinte, pode então compreender-se qual será a disposição das caixas utilizadas nas prateleiras.

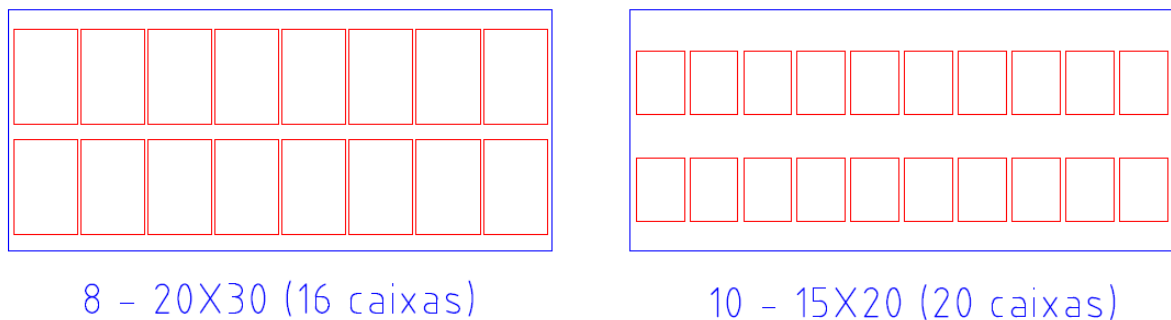


Figura 4.10 – Preenchimento das prateleiras

A necessidade de utilizar as caixas de dimensões maiores é muito inferior à das caixas mais pequenas, reservando-se apenas uma prateleira por bloco para estas de maiores dimensões, e calculando o espaço disponível para as caixas, obtemos:

$$1 \times 4 \times 8 C_g = 32 C_g = 32 \text{Elementos}$$

$$4 \times 4 \times 10 C_p = 160 C_p = 160 \text{Elementos}$$

Onde C_g são as caixas grandes, e C_p as caixas pequenas.

Como se pode ver, desta forma é possível armazenar 192 elementos diferentes, sendo que neste momento apenas são necessários 120.

Quanto ao sistema de organização das entradas e saídas de material, como já foi referido será feito por cartões de identificação Kanban. Estes devem incluir a referência do material, descrição do mesmo, quantidade, tipo de caixa e localização. Como estes cartões são especializados para o armazém da Fiabilidade, pode então criar-se um sistema de organização próprio, onde se poderá atribuir nomenclatura particular aos tipos de caixa e localização da mesma no armazém, como demonstrado na Figura 4.11.



Legenda:

Caixa: C_p = Caixa pequena

C_g = Caixa grande

X XXX XXX XXX é a referência

Localização: B = Bloco (de 1 a 4)

P = Prateleira (de 1 a 5)

Figura 4.11 – Exemplo de um cartão kanban

Finalmente, ainda para o armazém será necessária uma zona para a entrada e saída dos aparelhos a ensaiar, pois estes são de grandes dimensões e não devem estar espalhados pelo laboratório.

Desta forma, foi aproveitada a zona 2 da Figura 4.8, que é composta por uma prateleira a 1,50m de altura a todo o comprimento. Assim os aparelhos que esperam pela sua vez para serem montados nas bancas de ensaio deverão ser guardados na parte inferior da prateleira. A parte superior desta, servirá para guardar as caixas dos aparelhos que estão a ser ensaiados no momento, para que estas acompanhem o aparelho no final, seja o seu destino a reciclagem, ou encaminhamento para outros ensaios.

5 Conclusões

5.1 Resultados Obtidos Durante o Projecto

Efectuando uma análise final ao projecto realizado na empresa, pode concluir-se que os quatro principais temas de abordagem, definidos inicialmente, foram cumpridos com sucesso.

De seguida está exemplificado, por ordem cronológica, as conclusões obtidas para estes temas:

5.1.1 Integração e Conhecimento do Funcionamento do Laboratório

Para permitir um trabalho correcto dentro da empresa, e especificamente no laboratório de Fiabilidade, foi necessária uma completa integração no mesmo que, por sua vez, levou a um bom conhecimento do seu funcionamento.

A melhor forma de provar que este tema foi bem abordado é o sucesso obtido na finalização temas seguintes. Todos os restantes projectos dependiam directamente do conhecimento do laboratório. Devido ao aprofundado nível de integração no funcionamento do laboratório que estes possuíam, levaram, por sua vez, à obrigação de uma pesquisa acentuada, promovendo estes também, um melhor conhecimento do laboratório.

Pode assim dizer-se que existia uma relação mútua entre este tema e os seguintes, pois este permitiu o início do desenvolvimento dos projectos realizados na empresa. E, por outro lado, os restantes projectos, que envolviam a gestão e reorganização do laboratório, obrigaram a um aprofundamento do conhecimento do laboratório, para que se conseguisse concluir na integridade os pedidos solicitados.

5.1.2 Sistema de Informação

O sistema de informação foi o pedido mais urgente para implementar no laboratório. Existia uma grande necessidade e dependência de um sistema que permitisse a gestão dos ensaios realizados realizado no laboratório. Pretendia-se que cada ensaio realizado fosse incluído numa num sistema que os organizasse, especialmente para permitisse a consulta ao mesmo mais tarde.

A função pedida para este projecto, foi a preparação um caderno de encargos que permitisse ao Departamento Informático conhecer todos os pontos importantes a inserir no programa de interface ao sistema de informação. Apesar da parte informática não ser da responsabilidade dos utilizadores da Fiabilidade, mas sim do Departamento Informático foi desenvolvido um protótipo funcional do mesmo. Este protótipo já se encontra em utilização pelos colaboradores da Fiabilidade, e funcionará até que o programa informático seja formado.

O caderno de encargos foi então elaborado sob a forma deste protótipo que consistiu numa aplicação funcional para introdução de dados, e numa apresentação do esquema de navegação para os menus do programa. Este protótipo foi entregue à Informática, juntamente com um

formulário de pedido de aplicação informática devidamente preenchido, e está em actualmente em espera para ser construído.

5.1.3 Definição do Layout

Devido ao aumento do espaço que surgiu no laboratório foi necessário projectar um novo layout para este, especialmente sobre a nova área.

Foi elaborado um estudo para a melhor forma de distribuir as bancas e equipamentos de ensaio no laboratório. Com este estudo procedeu-se ao desenho de alterações à planta original do laboratório, permitindo que este fosse submetido a avaliação por parte da direcção.

Este projecto contemplou mudanças à disposição das bancas e equipamentos do laboratório, e para que essas mudanças fossem implementadas correctamente, foi também necessário projectar também alterações à infra-estrutura base do laboratório. Estas alterações à infra-estrutura, além de permitirem o funcionamento dos novos postos de trabalho, ainda contemplaram algumas mudanças importantes para melhorar a segurança e conforto de trabalho no laboratório.

Finalmente, o desenho descritivo elaborado foi entregue à direcção juntamente com uma memória descritiva das alterações a serem implementadas ao laboratório, sendo posteriormente aprovado.

Nos anexos C e D pode ver-se memória descritiva entregue e uma planta do laboratório antes e depois das implementações.

5.1.4 Projecto de Armazém Kanban

Como se implementaram mudanças à estrutura do laboratório, aproveitou-se também para projectar um armazém dedicado à Fiabilidade, devido à recente existência de espaço para o implementar.

Depois de estudar qual seria a melhor forma para armazenar as peças do laboratório, optou-se por criar um armazém Kanban, à semelhança de outros já existentes na fábrica. Para este armazém procedeu-se ao levantamento de um inventário das peças, assim como se estimou quais as quantidades e tempos de reaprovisionamento a aplicar para cada tipo de peça.

Mesmo com limitações sobre qual seria o tipo de estantes utilizadas, e as caixas para a separação do material, conseguiu-se projectar um armazém funcional, onde todas as peças têm o seu próprio local dedicado. Finalmente, o seu processo de gestão organização do material, por meio de cartões Kanban, foi criado com êxito.

5.2 Considerações Finais

Embora tudo o que se aprende na instituição de ensino seja fundamental e importante para a preparação de um aluno como engenheiro, este nunca poderá realmente entender o seu verdadeiro significado, sem nunca ter experimentado a sua função.

Concluir o período de estudo sob a forma de um projecto de trabalho, num ambiente empresarial, é uma das melhores formas de permitir ao aluno uma visualização do que poderá encontrar na sua vida profissional futura.

Desta forma, após ter concluído este projecto, importantes considerações ficaram retidas. A compreensão da realidade de trabalho numa empresa multinacional ajudou a entender que existe toda uma hierarquia a ser respeitada para que a uma empresa, desde calibre, funcione de forma perfeita e exemplar.

Qualquer trabalhador na empresa é importante e necessário, pois cada um tem uma função a desempenhar que normalmente está ligada à função de outro, ou outros trabalhadores, criando uma dependência entre todos, e distribuindo responsabilidades. No caso específico deste projecto, o papel que foi proposto consistia numa avaliação do funcionamento do laboratório de fiabilidade.

Os principais objectivos deste trabalho foram então, a criação de um sistema de gestão para os ensaios realizados no laboratório, e a organização da estrutura do mesmo. Com estes dois grandes temas em análise foi possível aplicar conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico, nomeadamente, sistemas de informação, gestão e logística. Permitindo a compreensão da importância de aplicação destes conceitos na prática.

Chegado o tempo final do projecto, concluiu-se que este obteve um saldo positivo, pois todos os objectivos a atingir inicialmente foram cumpridos e ultrapassados. Porém, um dos objectivos deste trabalho era a organização do laboratório. Este é um tema muito abrangente, e sobre o mesmo poderiam ter-se implementado outras medidas adicionais. Estas não foram concretizadas devido ao curto tempo do projecto. Algumas dessas medidas adicionais que poderiam ter sido implementadas estão descritas mais à frente neste documento.

Apesar de se tratar de um laboratório de Fiabilidade, o tema Fiabilidade não foi muito abordado neste projecto. Pois a análise efectuada durante o tempo de trabalho foi baseada na gestão do laboratório e não na própria definição do conceito de Fiabilidade.

Talvez com algum mais algum tempo de trabalho, este conceito poderia ser abordado. Onde se poderia aplicar os conhecimentos académicos sobre este conceito. Um exemplo dessa aplicação seria uma integração nas equipas de planeamento dos ensaios, definindo para determinados produtos as características de ensaio. Essas características seriam baseadas em cálculos e métodos estatísticos sobre o comportamento dos materiais aplicados aos componentes e aparelhos.

5.3 Sugestões de Trabalhos Futuros

5.3.1 Banca de HDG's,

Esta é uma banca móvel já existente, e tem-se utilizado para proceder às leituras dos sinais eléctricos dos HDG's e Sensor Hall's. Esta banca está equipada actualmente com um caudalímetro, uma válvula reguladora de pressão, uma válvula reguladora de caudal, válvula anti-retorno e válvulas de fecho, possui ainda um vaso de expansão para compensar as diferenças de volume.

Para se proceder à leitura dos sinais pretendidos, normalmente podem utilizar-se simples multímetros, ou então, equipamentos mais complexos que permitem conversão AD/DA para o computador e desta forma registar múltiplos valores. Estes equipamentos de medida são exteriores à banca, e portanto, o funcionamento desta banca depende da disponibilidade destes equipamentos externos.

Como pode ser observado no novo layout do laboratório, existe um local específico para uma banca deste tipo, pois esta necessita de algumas alterações. Pretende-se que esta banca seja completamente independente, isto é, para se efectuar qualquer medição não deverá ser necessário utilizar mais nenhum aparelho exterior. A banca deverá contemplar um sistema que permita simplesmente exportar os resultados da leitura já no formato informático. Ou seja, os equipamentos de leitura e registo de sinais devem estar incluídos na banca e fornecer estes dados directamente para um computador.

Pretende-se ainda que a banca esteja completamente preparada para os diferentes tipos de HDG's e Sensor Hall's, criando para tal uma estrutura base para estes, considerando também uma montagem e ensaio dos dois componentes em simultâneo. Pois estes trabalham associados em alguns dos aparelhos produzidos pela fábrica.

Esta é uma implementação extremamente importante, pois possibilita uma redução significativa de tempo a cada vez que seja necessário fazer a leitura e caracterização destes componentes. Pois, estando a banca preparada como solicitado, deixa de ser necessário montar todo o sistema de equipamentos paralelo, assim como reduz o tempo de tratamentos de dados para estes saíam já em formato informático. Pretende assim, que todo o trabalho de registo seja efectuado automaticamente pelo sistema já incluído na banca. Desta forma, garante-se também a disponibilidade dos equipamentos auxiliares para poderem ser utilizados noutros ensaios a decorrer em simultâneo.

5.3.2 Banca de cilindros,

Á semelhança da banca de HDG's, esta também já possui o seu espaço reservado no layout. Devido a já se ter iniciado o processo de ensaio destes equipamentos no laboratório, seria importante implementar uma banca que estivesse completamente dedicada a estes. Deverá contemplar uma montagem simplificada para os aparelhos, assim como deverá estar munida de cablagem necessária aos diversos tipos de leitura e registos eléctricos.

A montagem simplificada para estas bancas deverá ter como exemplo as bancas existentes no laboratório da Auditoria para os esquentadores. Estas permitem alterar facilmente a estrutura de suporte, e ajusta-la para os diferentes tamanhos e localizações dos pontos de afixação.

5.3.3 Aparelhos Solares

A criação de infra-estruturas para iniciar o processo de ensaio a aparelhos solares revela-se bastante importante, pois a sua produção tem vindo a aumentar, e em perspectivas de crescimento exponencial. Apesar de uma implementação deste tipo ser bastante dispendiosa, por outro lado reduziria significativamente o custo de realização dos ensaios. Pois actualmente estes ensaios são realizados numa fábrica na Alemanha, que apesar de pertencer ao mesmo grupo, factura este serviço à Bosch Termotecnologia, S.A.

5.3.4 Consola de Controlo das Bancas de Esquentadores

Este equipamento já existe, porém, não está correctamente operacional. Seria interessante que se conseguisse reunir toda a informação de trabalho das bancas de esquentadores e caldeiras numa só consola. Esta deverá reunir as informações necessárias ao resumo contemplado no Sistema de Informação, e por sua vez, associar essa informação automaticamente ao novo programa para o sistema de informação, permitindo uma actualização e informação constante.

6 Bibliografia e Fontes consultadas

Tague, Nancy R. – The Quality Toolbox, 2nd ed, Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press, cop 2005

Enrick, Norbert Lloyd - Quality Control and Reliability. 6th ed . New York : Industrial Press, cop. 1972

Palady, Paul - Failure Modes & Effects Analysis : Risk Analysis and Risk Management. 2nd ed . [S.l.] : PAL Publications, cop. 1998. ISBN 0-9663160-0-2

Andrews, J. D. - Reliability and Risk Assessment. 2nd ed . London : Professional Engineering Publishing, 2002. ISBN 1-86058-290-7

Dhillon, B. S. - Reliability, Quality, and Safety for Engineers. Boca Raton [etc.] : CRC Press, cop. 2005. ISBN 0-8493-3068-8

Rausand, Marvin - System Reliability Theory : Models, Statistical Methods, and Applications. 2nd ed . New Jersey : John Wiley & Sons, cop. 2004. (Wiley Series in Probability and Statistics). ISBN 0-471-47133-X

Sites Consultados:

Fiabilidade:

<http://docentes.esa.ipcb.pt/armando/sht/fiabilidade.pdf>

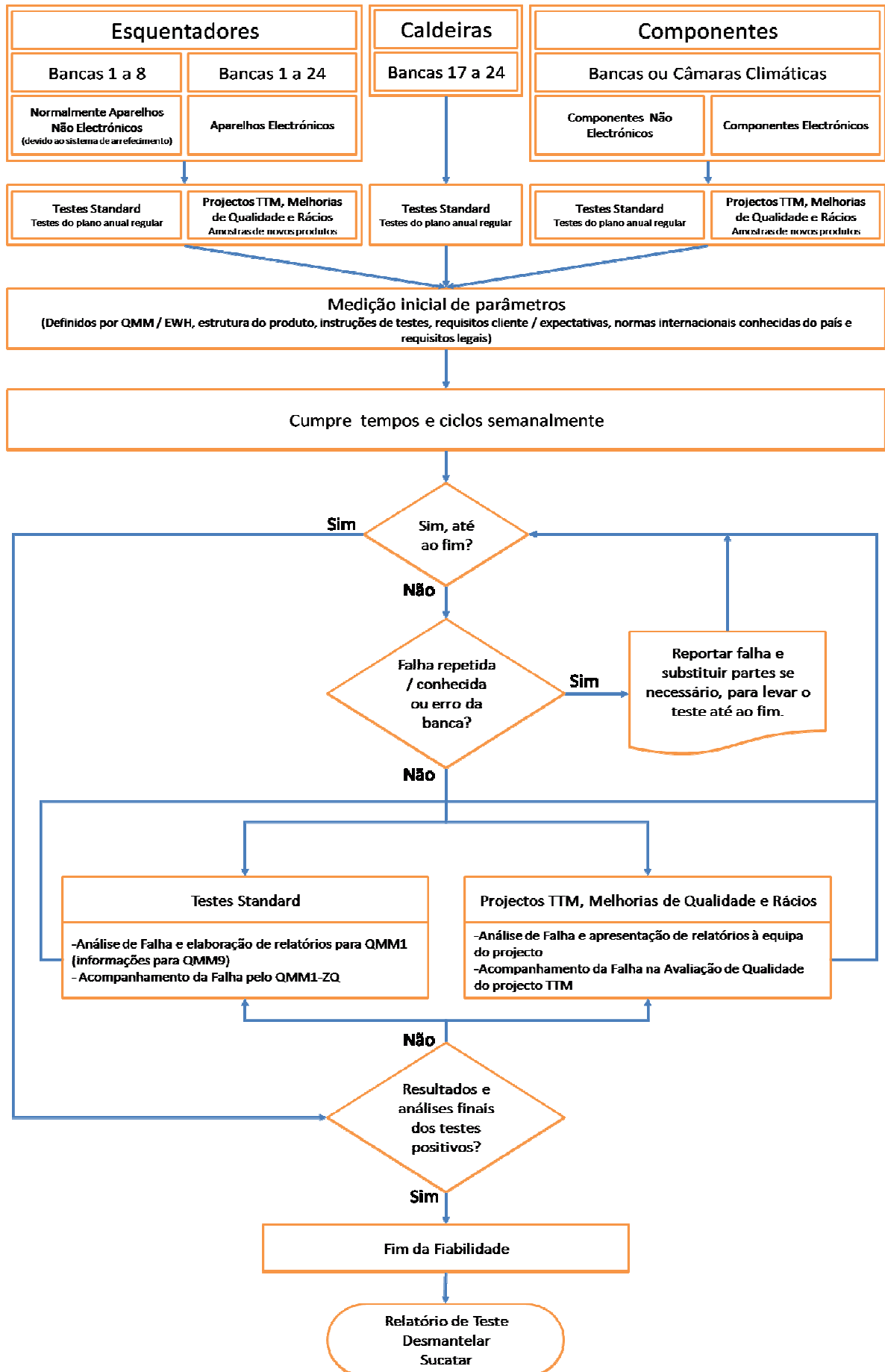
Casos de Uso:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Caso_de_uso

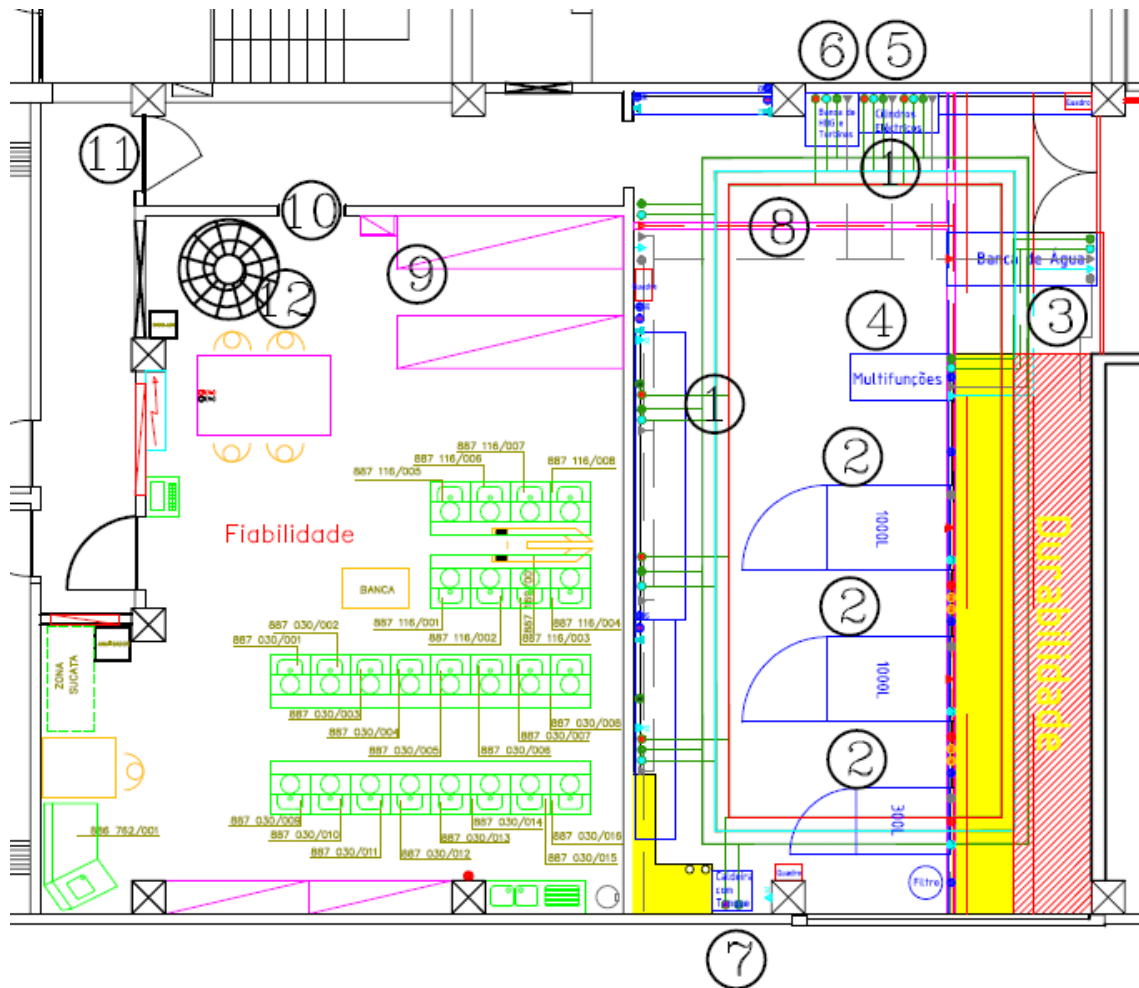
<http://www.estig.ipbeja.pt/~issb/es/casosdeuso.pdf>

Todos os conceitos utilizados no laboratório foram também pesquisados na intranet da Bosch Termotecnologia S.A.

ANEXO A: Fluxograma dos Procedimentos de Ensaio



ANEXO C: Memória descritiva para o novo espaço da Fiabilidade



1 – Reestruturação da tubagem de água, fazendo um circuito fechado aéreo envolvente a toda a área a fim de minimizar as perdas de carga e estabilização do caudal em circulação. Esta tubagem engloba três circuitos de água, nomeadamente, água à temperatura ambiente, fria e quente.

2 – Recolocação das Câmaras Climáticas com implementação de filtro de água para a sua alimentação e esgoto por gravidade não reaproveitado. A sua alimentação eléctrica está contemplada no próximo ponto 8.

3 – Recolocação da banca de automáticos de água, com toma de água à temperatura ambiente e fria, alimentação de ar comprimido, esgoto por gravidade não reaproveitado, e retorno de águas limpas para o circuito.

4 – Recolocação da banca multifunções com implementação dos três circuitos de água referenciados no item 1, ar comprimido, esgoto por gravidade de águas limpas para o circuito.

5 – Implementação de uma zona preparada para teste de equipamentos eléctricos, nomeadamente, cilindros eléctricos. Com alimentação eléctrica, os três tipos de água vindos do circuito e retorno pressurizado de águas limpas para o circuito.

6 – Banca de HDG's, com alimentação eléctrica, os três circuitos de água e retorno pressurizado para o circuito.

7 – Implementação de uma caldeira com permutador exterior para apoio ao aquecimento do circuito de água quente, com aproveitamento da água saída das bancas de esquentadores e caldeiras. Com alimentação eléctrica e entrada de água à temperatura ambiente. Sistema a dimensionar.

8 – Criação de ramal eléctrico para apoio às câmaras climáticas, com aplicação de uma linha de potência para alimentação dos seguintes equipamentos:

- 2 Câmaras Climáticas 1000L, trifásica com 3 x 25A cada;
- 1 Câmara Climática 300 L, monofásica com 25A;
- 2 Fontes de Alimentação, de 5kVA cada.
- 3 Fontes de Alimentação de 10kVA cada.

Criação de uma linha vinda das fontes de alimentação com saídas preparadas para 130V e 230V com características especiais para alimentação dos componentes em teste no interior das câmaras. E ainda instalação de tomadas de corrente normal.

9 – Criação de um armazém Kanban.

10 – Abertura de passagem em muro para o corredor, para facilitar o acesso entre os dois espaços do laboratório.

11 – Mudança de localização da porta de acesso à Fiabilidade com implementação de leitor de cartões, campainha e abertura da porta eléctrica por comando a instalar no primeiro andar junto ao gabinete da Fiabilidade.

12 – Implementação de uma escada em caracol de acesso entre o novo gabinete e a zona de testes da Fiabilidade.

13 – Implementação de estrutura metálica perfurada do lado do novo espaço, na parede divisória entre este e a zona de ensaio de esquentadores e caldeiras, para suporte de testes de pequenos componentes e equipamentos, assim como na parede norte do mesmo espaço.

14 – Instalação de estrutura metálica perfurada entre as câmaras climáticas para suporte e apoio de instrumentação para os testes a decorrer nas câmaras.

15 – Instalação de esgoto de gravidade não reaproveitado para apoio das câmaras climáticas com ligação ao existente na parede Oeste.

16 – Instalação dos armários vindos do laboratório químico na zona aprovada do layout.

17 – Fechar a porta de acesso aos quadros eléctricos com instalação de barra antipânico.

18 – Possibilidade de monitorização das entradas das pessoas na Fiabilidade, pois devido a existir ainda uma zona dedicada ao Desenvolvimento tem de ser dado o acesso aos colaboradores desse departamento.

19 – Implementação de toda a rede eléctrica disponível para a Fiabilidade num quadro próprio.