

SISTEMA DE INFORMAÇÃO BASEADO EM RFID APLICAÇÃO EM MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS *RFID based IT systems for building maintenance*



Rui Calejo Rodrigues
Professor Auxiliar DEC/FEUP
GEQUALTEC/CEC
calejo@fe.up.pt



Armando Miranda de Sousa
Professor Auxiliar DEEC/FEUP
INESC-Porto
asousa@fe.up.pt



Luis Veiga Martins
MIEC
ec05115@fe.up.pt

Resumo

Com a evolução da complexidade e tamanho dos edifícios a tarefa de catalogar e aceder a informações de projecto, construção e utilização de todos os elementos e componentes presentes num edifício torna-se difícil.

Este trabalho tem como objectivo criar um sistema que permita o acesso fácil e directo a informações importantes à manutenção dos elementos e componentes de um edifício, permitindo a alteração e registo de ocorrências, dando conhecimento do histórico dos elementos e componentes, facilitando assim a sua manutenção e portanto melhorando o seu desempenho.

Estudou-se o uso da tecnologia RFID (Radio-Frequency IDentification) para a utilização neste sistema, identificando vantagens e desvantagens das várias características desta.

Desenvolveu-se um software que, aliado à tecnologia RFID permitisse a comunicação dos EFM (Elementos Fonte de Manutenção) com o operador de manutenção e que também demonstrasse algumas das vantagens que este sistema pode trazer à área da manutenção de edifícios.

Palavras-chave: Manutenção de Edifícios, RFID, EFM, Sistemas de Informação.

Abstract

With the evolution of the complexity and size of buildings the task of cataloguing and access information for design, construction and use of all elements and components present in a building becomes difficult.

This work aims to create a system that allows easy and direct access to important information to the maintenance of elements and components of a building, allowing the change and hit record, giving knowledge of the history of elements and components, thus facilitating their maintenance and thus improving their performance.

It was developed a software which, combined with the RFID technology allows the communication of the ESM (Elements Source of Maintenance) with the operator that also showed some of the advantages that this system can bring to the area of maintenance of buildings

Keywords: Building Maintenance, RFID, ESM, Information Systems

1. Introdução

Para catalogar, de uma forma não computadorizada, todos os Elementos Fonte de Manutenção (EFM) de um edifício gastar-se-iam muitos recursos (tempo, papel, arquivos, etc.). Estando esta informação disponível apenas em papel, torna-se difícil o seu acesso no dia-a-dia, pois tal facto dificulta a sua pesquisa e consulta, o que limita algumas vantagens que essas informações possam oferecer. Por outro lado, muitos edifícios, com equipas de manutenção profissionais, já têm bastante informação computadorizada, mas geralmente dispersa em vários ficheiros, divididos por tipos de componentes, de informação não normalizada e sem correlação entre eles.

O trabalho desenvolvido procurou que as funções de comunicação com o edifício sejam as mais básicas, tendo-se desenvolvido uma prova de conceito sobre uma tecnologia que, mais tarde após optimização, poderá ser implementada em edifícios para uso real.

Para tal, ir-se-á estudar o uso de RFID em componentes passíveis de manutenção, conferindo-lhes a propriedade de comunicação com a pessoa responsável pela manutenção.

O principal objectivo é provar que é possível de facto comunicar com o edifício, em que um elemento terá uma identificação única numa base de dados, e que, quando o responsável pela manutenção quiser informações sobre um elemento, pode-as obter em tempo real. Mais tarde poderá normalizar-se a informação, dando assim a possibilidade de um software ajudar nos planos de manutenção do edifício. Estuda-se também a hipótese de implementar esta tecnologia não só na construção do edifício como também na sua fase de utilização, e até nas indústrias de componentes da construção.

Pode-se sintetizar este trabalho nas seguintes “questões de investigação”:

- É possível encontrar uma forma de comunicação entre um edifício e um sistema de manutenção?
- Qual a informação que um Elemento Fonte de Manutenção deve ter associado?
- Quais as vantagens que esta forma de comunicação pode trazer ao plano actual da manutenção de edifícios?
- Actualmente será um sistema viável técnica e economicamente?
- Quantos e quais os elementos de um edifício que deveriam gozar desta propriedade?
- Quais serão os pontos-chave para uma adopção generalizada deste sistema ser possível?

2. Dados de manutenção a implementar na base de dados

Existem várias informações ligadas a Elementos Fontes de Manutenção importantes para uma boa manutenção do mesmo.

Um edifício é um conjunto de elementos ou componentes que, seguindo o projecto, se materializam sistemas construtivos. Nesse conjunto de elementos, todos estão sujeitos a uma deterioração diferente e, por isso, na análise de cada elemento ao nível da manutenção, destinam-se acções de manutenção diferentes pois cada um tem o seu comportamento. Por esses motivos, todos eles são elementos que necessitam de manutenção e as intervenções feitas são diferentes para todos eles.

A informação básica, que estará presente em praticamente todos os elementos, é a empresa fornecedora do material e as garantias associadas a eles. Dentro da informação da empresa importa referir que é impreterível ter acesso aos contactos da empresa, condições de montagem, empresa que montou, no caso de a empresa fornecedora e montadora serem diferentes.

Há também que salientar que é importante o acesso a informações tais como o projecto inicial, as build, data de instalação, entre outras. Todos estes dados são fixos, que poderão constar nos livros de obra e do projecto inicial da obra.

A partir do momento de utilização do edifício, é fundamental ter acesso a dados como alterações posteriores, manutenções efectuadas, observações e todo um registo que contenha as alterações efectuadas num dado elemento. Esta informação é útil para que não se percam nem caiam no

esquecimento alterações ou manutenções a certos elementos. Com base nestes dados propõe-se uma estrutura do que podem ser as informações presentes numa base de dados para apoio à manutenção, ainda que de um modo bastante superficial.

Componentes de projecto:

- Fabricante;
- Fornecedor;
- Equipa de montagem;
- Garantias;
- Elementos de projecto (desenhos simples ou ficheiros CAD).

Manutenção:

- Manual de inspecções;
- Manual de limpeza;
- Substituições;
- Manual de utilização;
- Emergências.

Comportamento:

- Registo de ocorrências.

3. Sistema RFID

A concepção do sistema informático que suporta este projecto não visa a sua aplicação imediata tratando-se apenas de uma prova de conceito. Depois de detalhadas as visões óptimas do sistema RFID e do software a ele associado, ir-se-á criar um sistema de teste. Para isso houve a necessidade de adquirir um leitor RFID, criar uma base de dados e uma aplicação.



Fig. 1 - Esquema de funcionamento do sistema.

O leitor usado para este projecto foi cedido no período de desenvolvimento deste trabalho pela empresa Telex - Telecomunicações e Electrónica, Lda. É um leitor direccionado para tags de cartões de plástico. A sua frequência de operação é 12,5kHz, é suficiente para a prova de conceito que se desenvolveu.

Com este leitor é possível ler tags através de alguns materiais, mas a sua distância de leitura máxima é extremamente reduzida, menos de dez centímetros, devido à sua frequência de operação, facto que não acontece utilizando um leitor diferente, que pode ler tags a cerca de sete metros de distância.

Os tags compatíveis com este leitor podem ter vários formatos, entre eles; cartões plásticos, forma de moeda autocolante, porta-chaves, etc.



Fig. 2- NEXUS ref.BMU-01 Leitor usado neste projeto.

4. Software desenvolvido – RFID MainTech



Fig. 3- Logotipo do software RFID MainTech.

Ao software desenvolvido foi atribuído o nome de **RFID MainTech**. Este software está conectado à base de dados gerido pelo software PostgreSQL. Este programa é constituído por um ecrã principal que possui uma barra de menus superior (TMainMenu). Este ecrã principal está dividido em duas partes: a superior com informação fixa sobre o elemento lido e a inferior com informação variável (TPageControl).

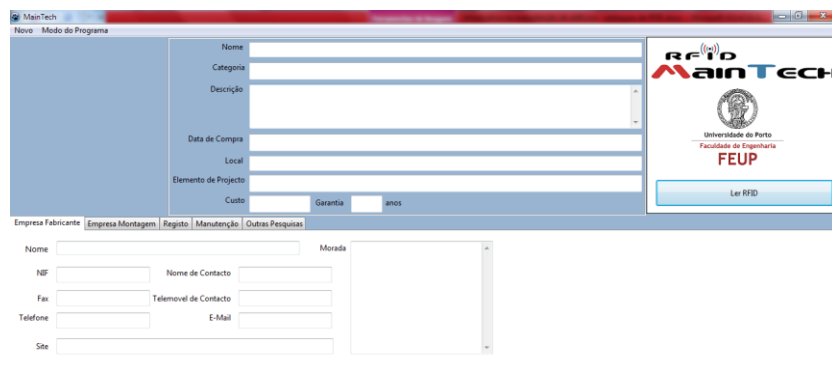


Fig. 4- Ecrã principal do programa MainTech.

De referir que o código fonte do programa consta com mais de 2300 linhas, inviabilizando a sua disponibilidade em papel. Desta forma, apresentam-se apenas algumas partes importantes do código para a compreensão do funcionamento do programa assim como algumas das suas interações com a base de dados.

Na barra de superior existem cinco menus: **Adicionar, Editar, Novo, Avançado e Modo do Programa**. Dentro deles existem submenus. O menu Adicionar tem quatro submenus: Empresa, Elemento, LIPS e Categoria. O menu Editar tem dois submenus: Empresa e Categoria. O menu Novo tem apenas o submenu Registo. O menu Avançado tem quatro submenus: Verificar Elementos, Consulta Base de Dados, Relatório de actividades e Verificar Garantias. O menu Modo do Programa tem dois submenus: Operador e Gestor.

Na parte inferior do programa, encontram-se as pastas: **Empresa Fabricante, Empresa Montagem, Registo, Manutenção e Outras Pesquisas** respectivamente.

4.1. Modo do Programa

O menu superior depende do **Modo do Programa** seleccionado. O modo do programa, quando o software é iniciado encontra-se em **Modo Operador**. Quando se abre o programa todos os campos do ecrã principal estão em branco, sendo preenchidos quando o leitor encontrar algum elemento.

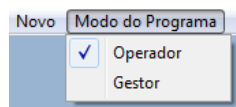


Fig. 5 - Menu superior em modo Operador do programa MainTech.

O **Modo Programa** define o *layout* e as opções visíveis no software, tendo-se duas hipóteses. **Modo Operador** é um modo direccionado para o operador de manutenção e o **Modo Gestor** é um modo direccionado para o gestor de manutenção. Este último possui todas as características do **Modo Operador** mas com a adição de funções específicas ao gestor. Posto isto, apresenta-se o *software* MainTech apenas no **Modo Gestor**.

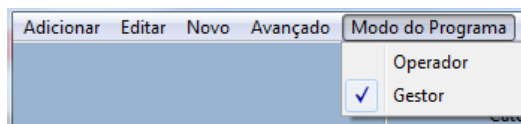


Fig. 6 - Menu superior em modo Gestor do programa MainTech.

4.2. Leitura de Elemento através de RFID

Para ler um elemento, o operador terá de clicar no botão **Ler RFID**, aproximando depois o leitor do elemento a ler. Depois de lido, a antena emite um aviso sonoro e o programa fornecerá todos os dados lidos nesse elemento.

Este processo é feito através de 4 *queries* à base de dados: uma em que se obtêm as informações presentes na entidade **Elemento**, outra onde se obtém a imagem e a designação da categoria e as últimas duas para se obterem os dados relativos às informações da empresa fabricante e de montagem. O software grava uma variável global (uma variável que pode ser utilizada em qualquer procedimento) com o número do *tag* lido, com o nome *rfid_codigo_leitura*, para que possa ser utilizado noutros procedimentos. A primeira verificação feita é se o elemento lido está presente na base de dados, caso não esteja, uma mensagem de erro aparece. Após esta verificação são feitas então as 4 consultas, preenchendo então cada campo com a informação da respectiva consulta.

Na figura 7 representa-se o fluxograma simplificado do funcionamento desta função:

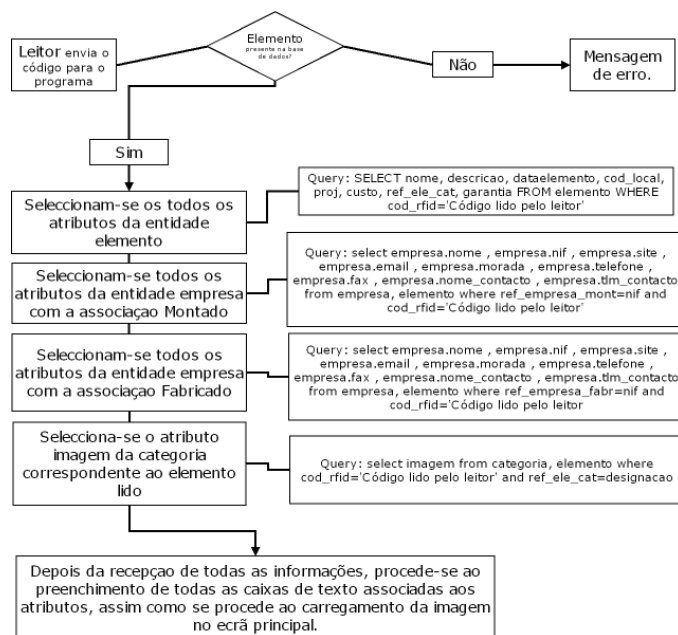


Fig. 7- Esquema de funcionamento da Leitura por RFID.

Na sequência deste procedimento, na primeira página estão então os dados do elemento tais como o nome, a categoria que pertence, descrição, data de compra, local, elemento de projecto, custo, garantia e uma fotografia, como se mostra na figura 8.

Na pasta **Empresa Fabricante** e **Empresa Montagem** encontram-se as informações relativas a essas empresas. Essas informações são o nome, nif, fax, telefone, site, morada, nome de contacto e telemóvel de contacto.

De salientar que todas as *queries* executadas neste procedimento são de resultado único, isto é, para cada uma apenas obtemos uma linha com as colunas especificadas, dado não existirem dois elementos com o mesmo numero RFID, nem algum elemento pertencente a duas categorias.

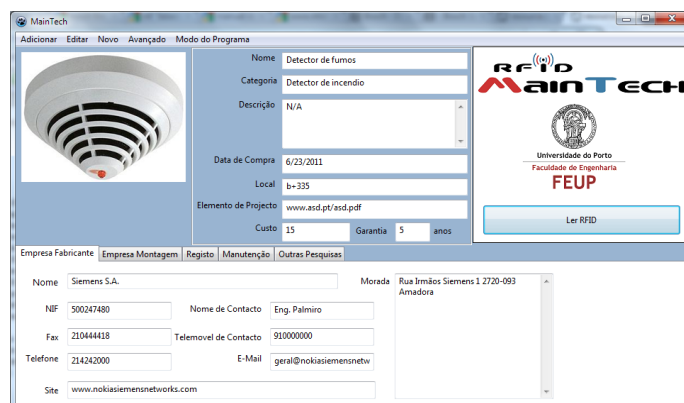


Fig. 8- Ecrã principal após elemento lido (pasta Empresa Fabricante) do programa MainTech.

4.3. LIPS

LIPS é a abreviatura de Limpeza Inspeção Pró-Ação e Substituição que tipificam os actos principais de Manutenção

Para adicionar processos de manutenção, clica-se no menu **Adicionar** e no submenu **LIPS**. Aparece então uma nova pasta com o nome **Adicionar LIPS**.

Em primeiro lugar, selecciona-se o tipo de tarefa a adicionar, podendo ela ser uma limpeza, inspecção, pró-acção, substituição ou correcção. Esta selecção é feita através de uma *combobox* como se pode ver pela figura 9. Depois existem três campos de texto onde se define a tarefa, o procedimento, custo previsto e o responsável por ela. Existe também um campo de periodicidade que só está apto a ser alterado no caso de se ter escolhido uma acção com periodicidade, quando seleccionado **Correcções** o campo fica inactivo com o valor zero.

Dada a contagem definida para a *primary key* (cof_lips) da entidade LIPS o software terá de proceder a um ciclo para determinar qual o novo código. Para isto, em primeiro lugar o software irá verificar qual o tipo de manutenção a adicionar. Depois o software irá executar uma *query* para verificar qual o número do último processo de manutenção desse tipo.

Fig. 9 - Pasta Adicionar LIPS do programa MainTech..

De salientar que se adicionam processos de manutenção sem estarem ligados a nenhuma categoria. Deste modo, pode utilizar-se um processo para várias categorias. Para ligar uma categoria aos processos de manutenção, clica-se no menu **Editar** e de seguida em **Categoria**. Uma nova pasta com o nome **Editar Categoria** surge.

Empresa Fabricante Empresa Montagem Registo Manutenção Outras Pesquisas Adicionar LIPS Editar Categoria					
Categoria: Detector de incendio					Concluido
Codigo	Tarefa	Periodicidade	Procedimento	Responsavel	Custo(€)
p1	apertar dobras	3	parafuso X	si julio	0
p2	apertar fechadura	2	parafuso Z	proprio	27
il	barulho	2	verificar se chia	proprio	0
c3	Correcção 1	0	N/A	N/A	0
c2	Corrigir barulho	0	afa adgas dal qevir q23r	MOTA ENGL	20
c1	Corrigir empenho	0	blalbalbalbalalbalalbal	nenhum	10
ib	Data de validade do Extintor.	2	n/a	Tecnico especializado	153
l7	fazer tudo	10	AAA	nnem	2
s2	fechadura	10	substituir fechadura	serralheiro	30
l9	humeridade	2	condicao e hta humidade.com sensor	sensor	15

Adicionar 1					
Codigo	Tarefa	Periodicidade	Procedimento	Responsavel	Custo(€)
H4	funcionamento	1	detecção fumo?	ida	20
l7	Limpeza da grelha do detector de fumos.	5	Escovar ligeiramente a grelha.	operario	2
c5	Problema: Detector sempre em alarme.	0	desligar detector, abri, limpar por dentro com uma escova e voltar a testar.	operario	2
s1	substituir pilhas	2	substituir pilha do detector	duracel	5

Fig. 10- Pasta Editar Categoria do programa MainTech.

Dentro dessa pasta de início aparece a lista em formato de *combobox* de todas as categorias presentes na base de dados. O processo de preenchimento de uma *combobox* com dados da base de dados é feito através de dois processos: primeiro através de uma *querie* à base de dados requisitam-se os valores necessários; em segundo lugar cria-se um ciclo que preencha os campos dessa *combobox*.

Após seleccionada a categoria pretendida, irão aparecer então duas listas de processos de manutenção. A lista superior contém todos os processos de manutenção que não estão ligados à categoria e a lista inferior contém uma lista de todos os processos de manutenção associados à categoria.

Para adicionar ou remover processos de manutenção, basta optar pelo processo numa das tabelas e clicar em **Adicionar** ou **Remover** conforme se pode ver na figura 10.

4.4. Plano de trabalhos / Orçamento

Quando clicado no submenu Verificar Elementos surge uma nova pasta com o nome Verificação de Elementos. O objectivo desta pasta é a de verificar se cada elemento já sofreu as acções necessárias relativamente à periodicidade definida para cada acção, num determinado período de tempo determinado pelo utilizador. Se um elemento tem uma acção com periodicidade de três anos, o programa irá fazer a verificação de qual a data do último registo desse elemento que corresponda à acção de manutenção e verificar se no período de tempo seleccionado este elemento terá que receber, ou não, esse processo de manutenção. No caso de o elemento não ter ainda sofrido nenhuma acção dessa manutenção, o software irá compará-la com a data de compra do elemento.

Esta verificação é bastante importante pois, além de ser um processo bastante moroso de um modo não informatizado, dá a possibilidade ao gestor de criar um plano de trabalhos de um mês ou de um ano. Associado a esta verificação, o software também prevê os custos associados a estas manutenções (orçamento), dando assim uma estimativa da quantia que irá ser gasta no período de tempo escolhido.

A verificação pode ser feita para todas as categorias ou pode escolher-se uma categoria específica, existindo para isso uma lista no formato *combobox* contendo todas as categorias. Para seleccionar o intervalo de tempo pretendido existe também uma *combobox* com intervalos desde um mês até a doze meses após a presente data. Depois de seleccionadas as opções pretendidas clica-se no botão Verificar Manutenções.

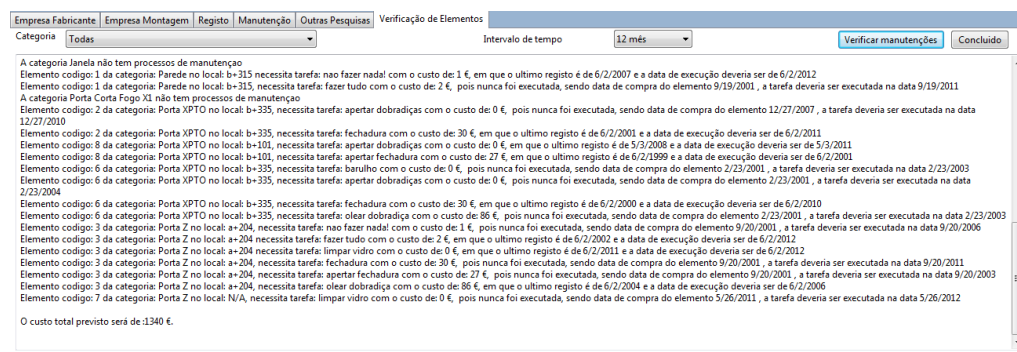


Fig. 11 – Pasta Verificar Elementos do programa MainTech.

4.5. Relatório de actividades

Um gestor de manutenção tem a necessidade de elaborar um relatório de actividades relativo a um intervalo de tempo, vulgarmente um ano. Para isso, o software tem a capacidade de efectuar uma listagem

de todas as manutenções efectuadas num período de tempo. Para isso, clica-se no menu Avançado e, de seguida, Relatório de Actividades que quando clicado surge uma nova pasta com o nome Registo de Manutenções, onde se selecciona a data de início e de fim do relatório pretendido, como se mostra na Fig. 12.

Fig. 12 - Pasta Registo de Manutenções do programa MainTech (selecção da data).

Depois de seleccionadas as datas, o software produz um output em forma de tabela com as informações de todas as acções de manutenção nesse intervalo de tempo.

Empresa Fabricante Empresa Montagem Registo Manutenção Outras Pesquisas Registo de Manutenções					
Desde 2010/06/24		Até 2011/06/24		Verificar manutenções	Concluído
Tipo	Relatório	Data	Observações	Código RFID	Custo
Limpeza	limpar vidro	6/2/2011	Sem Observações.asdsadas	2	0
Substituição	asd	6/2/2011	das	2	123
Inspecção	humidades	6/2/2011	Sem Observações.	1	15
Limpeza	limpar vidro	6/2/2011	Sem Observações.	3	0
Inspecção	barulho	6/2/2011	Sem Observações.	3	0
Inspecção	Data de validade do Extintor.	6/2/2011	Sem Observações.	4	150000
Pró-Acção	apertar fechadura	6/2/2011	Sem Observações.	6	0
Limpeza	Limpar o estore	6/2/2011	Sem Observações.	1212	0
Inspecção	barulho	6/2/2011	Sem Observações.	8	0
Inspecção	verificação geral	6/3/2011	Sem Observações.	16	10
Pró-Acção	apertar fechadura	6/14/2011	foi a anita que fez	2	27
Pró-Acção	olear dobradiça	6/20/2011	Sem Observações.	2	86
Numero total de acções : 17		Custo total (€): 150267			

Fig. 13 - Pasta Registo de Manutenções resultados do programa MainTech.

Neste output tem-se uma tabela onde se encontram as informações Tipo, Relatório, Data, Observações, Código RFID e Custo de todas as manutenções efectuadas no período de tempo seleccionado. Informações como número total de acções e o custo total destas também estão presentes no final da tabela.

5. Conclusões

Conclui-se neste trabalho que um sistema de identificação por RFID tem grandes capacidades quer em termos de características quer no que diz respeito à relação custo/benefício. A identificação por RFID pode vir a colmatar uma lacuna na optimização de custos no âmbito da manutenção de edifícios, até agora

não preenchida devido à falta de tecnologia. Sem a tecnologia RFID todos os outros sistemas de identificação automáticos, tais como código de barras ou QR Code, seriam obsoletos pois ter-se-ia a necessidade destes identificadores estarem no exterior do elemento. O que possibilitaria que estas identificações fossem facilmente danificadas pois estariam expostos a diversos factores de deterioração, sendo mesmo susceptíveis de ser removidos ou danificados devido a actos de vandalismo.

O uso desta tecnologia na área de manutenção de edifícios é ainda uma possibilidade, sendo que, para poder funcionar de um modo que os autores consideram perfeito, necessita de uma normalização por parte da Organização Internacional de Normalização.

Esta normalização permitiria que os elementos fossem fabricados com um *tag* embutido. Este *tag* seria de uma frequência de operação normalizada, assim como o formato normalizado para cada elemento possível. Cada elemento continha informações fixas próprias, como o lote do fabrico, data, local onde esteve armazenado, detalhes do transporte etc., assim como continha informações gerais sobre os produtos iguais a ele, como manuais utilização, manuais de manutenção, preço, garantia, referência, etc. Para estas normalizações seriam necessário efectuar vários estudos para otimizar o sistema utilizado para a identificação de cada elemento:

Em primeiro lugar, seria necessário um estudo sobre as informações relevantes a estarem presentes na memória interna da *tag*, assim como a organização de tal informação. Assim, os softwares executados para esta utilização poderiam introduzir directamente o elemento para a base de dados apenas lendo o seu *tag*.

Outro estudo seria testar que tipo de *tag* teria uma melhor performance num dado elemento. Cada elemento é constituído por diferentes materiais, logo o *tag* necessitaria de diferentes tipos de antenas de modo a que a distância de leitura fosse idêntica entre os vários elementos.

Bibliografia

- Calejo, R., Gestão de edifícios – Modelo de Simulação Técnico-económica. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2001.
- Torres, J., Manutenção Técnica de Edifícios – Vãos Exteriores: Portas e Janelas. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.
- Cordeiro, C. Análise Comportamental de Edifícios – Observação de custos em serviço. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.
- Seideman, T. Barcodes Sweep the World, 1993, http://www.barcoding.com/information/barcode_history.shtml Acesso a 2 de Abril de 2011.
- Bonsor, K., Keener, C. “How RFID Works”. 2007. Disponível em <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/rfid.htm> Acesso em 5 de Abril de 2011.
- Turner, C. “EPC and ISO 18000-6” Disponível em <http://www.rfidjournal.com/article/view/325> Acesso a 2 de Junho de 2011.