

TIC NA REABILITAÇÃO EM PMEs

NUNO TIAGO PEREIRA BRUÇÓ

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS

Orientador: Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira Soeiro

JUNHO DE 2009

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2008/2009

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2008/2009 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

AGRADECIMENTOS

Expresso o meu sincero agradecimento a todos aqueles que contribuíram para a concretização deste documento.

Destaco a confiança depositada em mim nos momentos mais difíceis deste percurso, por parte da Marlene. A sua compreensão, ajudou-me a finalizar o trabalho para que as horas dispendidas fossem vistas como um investimento futuro.

Ao Professor Doutor Alfredo Soeiro, pelos conhecimentos transmitidos e prontidão aos apelos de ajuda durante a elaboração do trabalho.

Aos meus amigos, pelo companheirismo e animo durante o trabalho. Pelos momentos proporcionados, incentivo e a amizade, em particular ao Ricardo Teixeira, Vasco Cunha e Gonçalo Guerra, agradecimento sincero.

Aos Professores que colaboraram na resolução deste trabalho, imprescindíveis para o seu desenvolvimento. Em particular ao Professor Rui Calejo Rodrigues, pela sua inexcedível disponibilidade, apoio, interesse e entusiasmo que sempre demonstrou.

Por fim, à minha mãe, ao meu pai e à minha irmã pelo apoio, estímulo e disponibilidade que sempre tiveram.

RESUMO

As obras de reabilitação têm vindo a aumentar em número e em complexidade, exigindo ferramentas que auxiliem o acesso e organização da informação. Em consequência, a utilização das tecnologias de informação e comunicação (TIC) neste domínio é muito mais valorizada, necessitando assim de ser desenvolvida.

Num contexto de pequenas e médias empresas (PMEs), a colaboração em termos de partilha de conhecimento é essencial de forma a serem adquiridas as competências necessárias para fazer frente às exigências contemporâneas.

Neste âmbito, o objectivo do trabalho consistiu em analisar as capacidades das tecnologias móveis na ajuda da organização, acesso e troca de conhecimento.

Descrevem-se as especificidades das obras de reabilitação para que os agentes informáticos, externos ao sector da construção e que integram as equipas multidisciplinares, as possam entender.

Dentro das TIC, as tecnologias móveis são realçadas como meio de comunicação no local de obra, de forma a ligar todos os intervenientes. Assim, faz-se um levantamento das tecnologias móveis que têm sido utilizadas na construção, com o objectivo de melhorar o sector.

Por fim é proposto um sistema de comunicação e armazenamento da informação, acessível e reutilizável a qualquer hora e em qualquer lugar, que está ainda em fase embrionária, necessitando do desenvolvimento da componente prática. Com a ajuda de um inquérito obteve-se uma análise crítica do sistema que deu fundamento às conclusões.

Os resultados revelaram que o estudo desta temática ainda se encontra em estado inicial, sendo diversas as possibilidades de pesquisas futuras. Concluiu-se porem, que o acesso à informação organizada a qualquer hora e em qualquer lugar com recurso a tecnologias móveis, é possível.

Palavras-Chave: TIC, tecnologias móveis, reabilitação, PMEs

ABSTRACT

The rehabilitation works have been increasing in number and complexity, requiring tools that help access and organization of information. Consequently, the use of information and communication technologies (ICT) in this area is most valued, thus needing to be developed.

In the context of small and medium enterprises (SME), collaboration in sharing of knowledge is essential, in order to acquire the necessary skills to address contemporary needs.

This way, the objective of the work consisted in examining how mobile technologies can help the organization, access and exchange of knowledge.

The specific works of rehabilitation are described, so that the technological agents, external to the construction industry and involved in multidisciplinary teams, can understand them.

Within ICT, mobile technologies are highlighted as a means of communication in the place of work, in order to connect all stakeholders. Thus, it is done a survey of mobile technologies that have been used in construction, with the aim of improving the sector.

Finally it is proposed a system of communication and storage of information, accessible and reusable anytime anywhere, which is still new, requiring the development of the practice. With the help of a survey it was obtained a critical analysis of the system which was based on the conclusions.

The results revealed that the study of this topic is still in the initial state, and that there are several possibilities for future research. It is concluded however, that it is possible to access information anytime anywhere using mobile technologies.

Keywords: ICT, mobile technologies, rehabilitation, SMEs

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE GERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABELAS.....	xiii
SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	xv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. OBJECTIVOS	1
1.3. ESTRUTURA	2
2. ESTUDOS SOBRE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	3
2.1. INTRODUÇÃO	3
2.2. GRUPOS DE TRABALHO	3
2.2.1. CIB W78.....	3
2.2.2. ROADCON.....	4
2.2.3. FIATECH.....	5
2.3. ESTUDOS SOBRE AS TIC	6
2.3.1. SIMULAÇÃO DIGITAL.....	6
2.3.2. GESTÃO DO CONHECIMENTO.....	9
2.3.1. GESTÃO DE PROJECTOS	9
3. AS OBRAS DE REABILITAÇÃO.....	13
3.1. INTRODUÇÃO	13
3.2. CRITÉRIOS GERAIS NA REABILITAÇÃO	14
3.3. NÍVEIS DE REABILITAÇÃO	15
3.3.1. NÍVEL 1 – REABILITAÇÃO LIGEIRA	15
3.3.2. NÍVEL 2 – REABILITAÇÃO MÉDIA	15

3.3.3. NÍVEL 3 – REABILITAÇÃO PROFUNDA.....	16
3.3.4. NÍVEL 1 – REABILITAÇÃO EXCEPCIONAL	16
3.4. AS FASES DE UMA OBRA DE REABILITAÇÃO	17
3.4.1. DETECÇÃO DA NECESSIDADE DE INTERVENÇÃO.....	18
3.4.2. EXAME PRELIMINAR.....	18
3.4.3. EXAME PORMENORIZADO E DIAGNÓSTICO	19
3.4.4. SELECÇÃO DA ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO	20
3.4.5. ELABORAÇÃO DO PROJECTO	20
3.4.6. REALIZAÇÃO DA INTERVENÇÃO	21
3.4.7. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS	21
3.4.8. EXECUÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO.....	22
4. AS TECNOLOGIAS MÓVEIS	25
4.1. O QUE SÃO AS TECNOLOGIAS MÓVEIS	25
4.1.1. A EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS MÓVEIS	26
4.1.2. HARDWARE.....	27
4.1.3. TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS A CURTO PRAZO	29
4.2. AS TECNOLOGIAS MÓVEIS NA CONSTRUÇÃO	30
4.2.1. REDUÇÃO DO CUSTO E DO TEMPO DE CONSTRUÇÃO.....	31
4.2.2. REDUÇÃO DE OPERAÇÕES E CUSTOS DE MANUTENÇÃO	31
4.2.3. REDUÇÃO DE DEFEITOS.....	33
4.2.4. REDUÇÃO DE ACIDENTES	33
4.2.5. REDUÇÃO DO LIXO DE CONSTRUÇÃO.....	35
4.2.6. AUMENTO DA PRODUTIVIDADE	37
4.2.6. AUMENTO DA PREVISIBILIDADE	38
4.3. AS DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO DE TIC EM PMES	38
4.3.1. O PROCESSO DE INOVAÇÃO.....	38
4.3.1. BARREIRAS NO SECTOR DA CONSTRUÇÃO.....	41
5. SISTEMA DE COMUNICAÇÃO UTILIZANDO AS TECNOLOGIAS MÓVEIS	43
5.1. O PROJECTO HKNOW.....	43
5.2. O CENÁRIO	44

5.3. FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO	46
5.3.1. FASE DE INSPECÇÃO.....	47
5.3.1. FASE DE EXECUÇÃO DE OBRA.....	50
5.4. BALANÇO DE CUSTO/BENEFÍCIO	58
5.4.1. CUSTOS.....	58
5.4.1. BENEFÍCIOS.....	59
6. OPINIÃO SOBRE O SISTEMA DE COMUNICAÇÃO	61
6.1. INTRODUÇÃO.....	61
6.2. RESPOSTAS.....	61
6.3. ANÁLISE DAS RESPOSTAS.....	64
6.4. INQUÉRITO NO ÂMBITO DO PROJECTO HKNOW.....	65
7. CONCLUSÕES	71
7.1. CONCLUSÕES GERAIS.....	71
7.2. ESTUDOS A DESENVOLVER.....	72
BIBLIOGRAFIA	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 – Os principais projectos tecnológicos.....	6
Fig. 2 - Dados de entrada e saída do sistema	8
Fig. 3 - Página inicial de acesso ao GviP.....	11
Fig. 4 - Página de verificação de projectos pelo coordenador de projectos.....	11
Fig. 5 - Apresentação do resumo do projecto com os marcos (prazos) e tarefas para acompanhamento.....	12
Fig. 6 - As etapas de uma obra de reabilitação	18
Fig. 7 - Fluxograma das fases de exame preliminar e diagnóstico.....	20
Fig. 8 - Fluxograma das etapas de uma obra de reabilitação.....	23
Fig. 9 - Pontos-chave na evolução das TI móveis	27
Fig. 10 - PDA.....	28
Fig. 11 - Table Pc.....	28
Fig. 12 - Modelo básico do funcionamento de um sistema RFID	29
Fig. 13 - RF tag passivo	29
Fig. 14 - Pirâmide dos acidentes.....	34
Fig. 15 - Modelo technology-push.....	39
Fig. 16 - Modelo market-pull.....	39
Fig. 17 - Modelo interactivo ou chain-link, simplificado.....	40
Fig. 18 - Modelo integrado	40
Fig. 19 - Sistema geral	47
Fig. 20 - Table Pc para visualização de plantas	48
Fig. 21 - Fotografias de patologias em edifícios	49
Fig. 22 - Ligações do Projectista em obra.....	50
Fig. 23 - Estruturas de informação hierárquica (esquerda) e em rede (direita).....	53
Fig. 24 - Esquema das ligações do servidor	54
Fig. 25 - Informação a que o encarregado tem acesso pelo PDA.....	56
Fig. 26 - Esquema de registo automático	56
Fig. 27 - Informação recebida e enviada pelo operário	57
Fig. 28 - Esquema do ciclo de materiais e equipamentos utilizando a tecnologia RFID.....	58

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Custos envolvidos na implementação do sistema	58
Tabela 2 – Custos por área.....	59
Tabela 3 – Potenciais benefícios do sistema.....	60
Tabela 4 – Respostas do Professor José Amorim Faria	62
Tabela 5 – Respostas do Professor Rui Calejo Rodrigues.....	63
Tabela 6 – Respostas da Engenheira Ana Váz Sá.....	64

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

PMEs – Pequenas e Médias Empresas

TIC – Tecnologias de informação e Comunicação

UE – União Europeia

UE – União Europeia

CIB – International Council for research and innovation in building and construction

ICCI – Innovation Coordination on Construction Industry

IST – Information Society Technology

ROADCON – Strategic Roadmap towards knowledge-driven sustainable construction

EUA – Estados Unidos da América

RV – Realidade Virtual

CAD – Computing assistant design

MOM – Morar de outras maneiras

GviP – Gerenciamento Virtual de Projectos de edificações

CC&OP – Construção Civil e Obras Públicas

SGC – Sistema de Gestão da Qualidade

PQ – Plano de Qualidade

TI – Tecnologias de informação

IR – Infra-Vermelhos

PDA – Personal Digital Assistant

LAN – Local Area Network

RFID – Radio Frequency Identification

GPS – Global Positioning System

UWB – Ultra Wide Band

HSPA – High Speed Packet Access

NFC – Near Field Communication

C&D – Construção e demolição

EPA – Environment Protection Agency

CPIC – Center for Performance Improvement in Construction

GIS – Geographic Information System

I&D – Investigação e Desenvolvimento

RCV – Redes Colaborativas Virtuais

ERP – Enterprise Resource Planning

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A crescente necessidade de intervenção no parque habitacional que se tem vindo a degradar ao longo dos anos, onde praticamente só se realizaram construções novas, exige uma resposta eficiente por parte da indústria da construção para que os erros passados não se repitam.

O conhecimento adquirido e agora necessário das tecnologias de construção utilizadas nos edifícios existentes têm vindo a perder-se com a introdução de novas técnicas, que por vezes não são as melhores. Existe portanto a necessidade de armazenar e tornar acessível o conhecimento adquirido para futuras intervenções, os meios informáticos existentes nos dias de hoje e que não existiam à data da realização das construções até aos anos 80, tornam o armazenamento e o acesso à informação sistemático e organizado sem grandes limitações em termos de capacidade de memória.

Sendo a natureza das obras de reabilitação mais complexa devido ao desconhecimento exacto das características do edifício em estudo e dos elementos que o constituem, implicam empresas competentes e flexíveis, ou seja, pequenas e médias empresas especializadas (PMEs). As PMEs existentes nesta área, de um modo geral não estão preparadas para enfrentar as exigências contemporâneas, e é necessário prepara-las tornando possível o acesso e a partilha do conhecimento adquirido [50]. A complexidade destas obras prende-se com os imprevistos resultantes da difícil caracterização dos edifícios existentes, surgindo a necessidade de contacto constante com pessoas capazes de resolver os problemas encontrados.

1.2. OBJECTIVOS

Na presente dissertação procura-se investigar de que forma as tecnologias de informação e comunicação (TIC) podem ajudar em obras de reabilitação, realizadas por pequenas e médias empresas (PMEs).

As obras de reabilitação envolvem equipas multidisciplinares, todos têm de perceber como o sector da construção funciona, mesmo não pertencendo a ele, como é o caso dos informáticos. Existe portanto a necessidade de clarificar quais as fases e critérios deste tipo de obras para dar a perceber o que é uma obra de reabilitação às pessoas fora do ramo que integram a equipa.

No âmbito das TIC, as tecnologias móveis sendo aquelas que despertam uma maior curiosidade, procura-se encontrar uma solução inovadora que utilize as capacidades dessas tecnologias, de forma que a informação esteja acessível a qualquer hora e em qualquer lugar. Conseguindo armazená-la, questão importante na fase de diagnóstico em reabilitação onde é necessário recolher muita informação de forma sistemática e organizada, e ter acesso na fase de execução após o tratamento dos projectistas.

A ligação entre o local de trabalho (obra) e os intervenientes no processo construtivo, em termos de troca de informação é de grande importância. As tecnologias móveis são um meio que pode tornar esta ligação mais fácil. O objectivo é perceber em que medida podem ser aplicadas estas tecnologias na troca de informação, acesso à informação e na reutilização do conhecimento.

1.3. ESTRUTURA

A presente dissertação está organizada em sete capítulos:

No capítulo 1 faz-se o enquadramento do tema, definem-se os objectivos e apresenta-se a organização do trabalho.

No capítulo 2 apresentam-se alguns estudos sobre as TIC desenvolvidos até ao momento por grupos de trabalho tais como os constituídos pelo CIB W78, os Programa-Quadro da UE e o FIATECH. Segue-se a apresentação de estudos mais específicos, onde foram utilizadas TIC, em áreas como a simulação digital, gestão do conhecimento e gestão de projectos.

No capítulo 3 descrevem-se, no âmbito das obras de reabilitação, quais os critérios a ter em conta e definem-se os níveis de reabilitação. Explica-se as fases pelas quais este tipo de obra passa, descrevendo-se uma a uma para que seja entendida que tipo de informações são trocadas entre os intervenientes.

No capítulo 4 define-se o que são as tecnologias móveis e apresentam-se estudos que utilizam este tipo de tecnologia no sector da construção de forma serem alcançados os objectivos traçados pelo sector. Numa segunda parte, analisam-se as dificuldades de implementação de TIC em PMEs na óptica de um processo de inovação.

No capítulo 5 é apresentado o sistema de comunicação utilizando as tecnologias móveis propostas, começando por dar um enquadramento explicativo do que consiste o projecto HKNOW, e é traçado o cenário que se pretende alcançar, seguindo-se a explanação do funcionamento do sistema. No final do capítulo é feito um balanço de custo/benefício em termos conceptuais do sistema.

No capítulo 6 são indicadas as opiniões de especialistas sobre o sistema proposto, através de um questionário.

No capítulo 7 são apresentadas as conclusões, e propostas de estudos futuros a desenvolver.

2

ESTUDOS SOBRE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

2.1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo destina-se a apresentar a revisão dos estudos desenvolvidos até ao momento no âmbito das tecnologias de informação e comunicação (TIC), no ciclo de vida de uma obra de construção. Mais adiante serão realçados os estudos relativos às tecnologias de informação móveis, uma vez que o início da pesquisa foi muito alargada, convergindo depois para estas tecnologias de informação.

É de realçar que nenhum caso apresentado é aplicado directamente à reabilitação de edifícios, mas sim à industrial da construção. Segue-se a apresentação de grupos de trabalho, que têm vindo a estudar as TIC na indústria da construção, e estudos de aplicação TIC mais específicos.

2.2. GRUPOS DE TRABALHO

2.2.1. CIB W78

As TIC tornaram-se um importante tema de investigação no sector da construção nos últimos 20 a 30 anos. Em 1983, o Conselho Internacional para a Investigação e Inovação na Construção, também conhecido como o CIB, formou a Comissão de Trabalho W78 focalizada inicialmente sobre design computacional, sendo agora alargada para as TIC na Construção. O programa de trabalho encomendado W78 tem três actividades conexas: uma revisão do trabalho realizado até à data pelo W78 [1], uma visão a curto e a médio prazo para as TIC na construção [2], e uma agenda de investigação a mais longo prazo para examinar o futuro apoio das TIC necessárias em projectos de construção [3].

Os três principais temas abordados nas conferências do W78 foram:

- Construção integrada em computador;
- Melhoria no processo de apoio à construção com TIC;
- Apoio à decisão e sistemas baseados no conhecimento e inteligência artificial.

Sarshar et al. [2] realizou uma revisão da literatura, complementada por seminários académicos e industriais, isso resultou na formulação de sete temas descrevendo a sua visão para as TIC na construção entre 2005-2010:

- Modelo orientado, em oposição ao documento orientado, para gestão da informação sobre os projectos;
- Ciclo de vida e pensamento harmonioso de transmissão de informações e processos entre as fases do ciclo de vida de uma obra;

- Usar o conhecimento do projecto passado (informação) em novos desenvolvimentos;
- Mudanças dramáticas nas filosofias de contractos, como resultado da internet;
- A melhoria das comunicações em todas as fases do ciclo de vida, através da visualização;
- Aumento de oportunidades para a simulação;
- Aumento da capacidade de mudança de gestão e melhoria do processo construtivo.

Estes temas foram então usados para moldar um cenário à volta das fases do ciclo de vida de uma construção; concepção de necessidade; concursos e selecção de equipas; concepção de informação, gestão de construção e instalações. Foram destacados os exemplos que utilizaram as tecnologias móveis:

- Os agentes de construção podem usar telemóveis de 3^a geração para visualização aumentando ou diminuindo o zoom em diferentes áreas de imóveis e verificar a forma de montar os componentes;
- O material necessário entregar e transportar, terá uma tecnologia de monitorização;
- Vigilância e programação de como a construção progride, o staff vai actualizando os elementos de informação.

Quaisquer problemas ou alterações são gravados no modelo. Isto irá permitir um acompanhamento virtual da construção; e caso o modelo de construção seja alterado, devido a considerações de última hora, o modelo envia imediatamente para o cliente essa informação.

Froese's, [3] da academia e da indústria realizou um inquérito onde concluiu que o principal papel da TI será fornecer o acesso rápido a todas as informações em todos os momentos, e apoiar de forma muito mais rica a forma de comunicar e partilhar a informação. Os inquiridos indicaram que o tipo de computadores, que estariam a utilizar em 2020 seria predominantemente sem fios e em rede. Haveria uma mudança definitiva para computadores de mão, e portáteis incorporados juntamente com computadores em ferramentas, veículos, etc., um aumento no uso da voz e sms era também esperado, com o desaparecimento do uso de papel imprimido.

2.2.2. ROADCON

A Comissão Europeia tem vindo a financiar várias actividades no âmbito da implementação de TIC na construção, através do seu quinto, sexto e agora sétimo programas-quadro. O ICCI (Inovação e coordenação, transferência através de rede e implantação de co-operação na Indústria da Construção) é um projecto que reuniu os resultados de seis projectos da IST (Information Society Technologies) para a indústria da construção. As necessidades futuras, para a construção foram identificadas a partir de uma revisão da literatura e de informação entre os parceiros ICCI [4], os temas foram resumidos como:

- Sustentabilidade;
- Organizações virtuais;
- Integração do ciclo de vida;
- Reutilização de informações e conhecimentos;
- Modelo baseado em TIC;
- Tecnologias avançadas de Internet (baseado em XML, SOAP etc);
- Aspectos legais e contratuais das TIC na construção;
- Aspectos humanos e organizativos das TIC na construção.

Um ambiente que utiliza as tecnologias de informação e comunicação permitindo o acesso e partilha, através de dispositivos móveis ao mesmo nível que dispositivos fixos, foi identificado como uma ferramenta TIC que facilita o alcance da visão feita para o futuro.

O objectivo do projecto ROADCON (Strategic Roadmap towards Knowledge-Driven Sustainable Construction) era o de desenvolver uma visão para, o modelo base do guia de conhecimento na construção e de preparar uma orientação para alcançar essa visão [5].

A visão para o futuro das TIC no sector da construção foi definida como: "*o sector da construção é impulsionado pelo desempenho do produto final e apoiada pela utilização intensiva de conhecimentos e de modelos baseados nas TIC, que permitam a integração e apoio da tomada de decisão nas várias fases de negócio e de todo o ciclo de vida do produto por todos os interessados.*"

2.2.3. FIATECH

FIATECH, é um consórcio sem fins lucrativos nos Estados Unidos da América (E.U.A.), tem desenvolvido um importante guia de Tecnologia de Projectos, que é um esforço cooperativo de associações, consórcios, agências governamentais e da indústria, trabalhando em conjunto para acelerar a implantação de novas tecnologias emergentes e que irá revolucionar as capacidades do capital de projectos industriais.

O caminho a seguir é ilustrado na fig.1, de particular interesse são os " Intelligent and Automated Construction Job Site" e o "Integrated Automated Procurement and Supply Network" que incorporam as seguintes visões para o futuro:

- Estado e localização de todos os materiais, equipamentos, pessoal e outros recursos que serão permanentemente monitorizados no site, possibilitando assim um ambiente em que os recursos são entregues onde são necessários;
- A construção de locais de emprego dotados de rede sem fios com sensores e tecnologias da comunicação, que permitem o conhecimento da tecnologia e da construção, permitirá aos trabalhadores executar o seu trabalho de forma rápida e correcta;
- Sistema de Informação activo "Lifecycle" irá monitorizar continuamente o trabalho local para o cumprimento do orçamento, cronograma, colocação e qualidade do material, desempenho técnico, e de segurança. Isto proporcionará facilidades a jusante das operações com muito melhor documentação sobre a história e o estado actual das instalações;
- O acompanhamento e monitorização do local de obra irá comparar os progressos da construção diária contra a planeada, e coordenar o fluxo contínuo de materiais e de montagem para o local onde são necessários; reduzindo a necessidade de armazenamento;
- O sistema activo de monitorização e de controlo permitirá aos trabalhadores instantaneamente localizar os recursos de que precisam obtê-los e entrega-los para uso imediato.

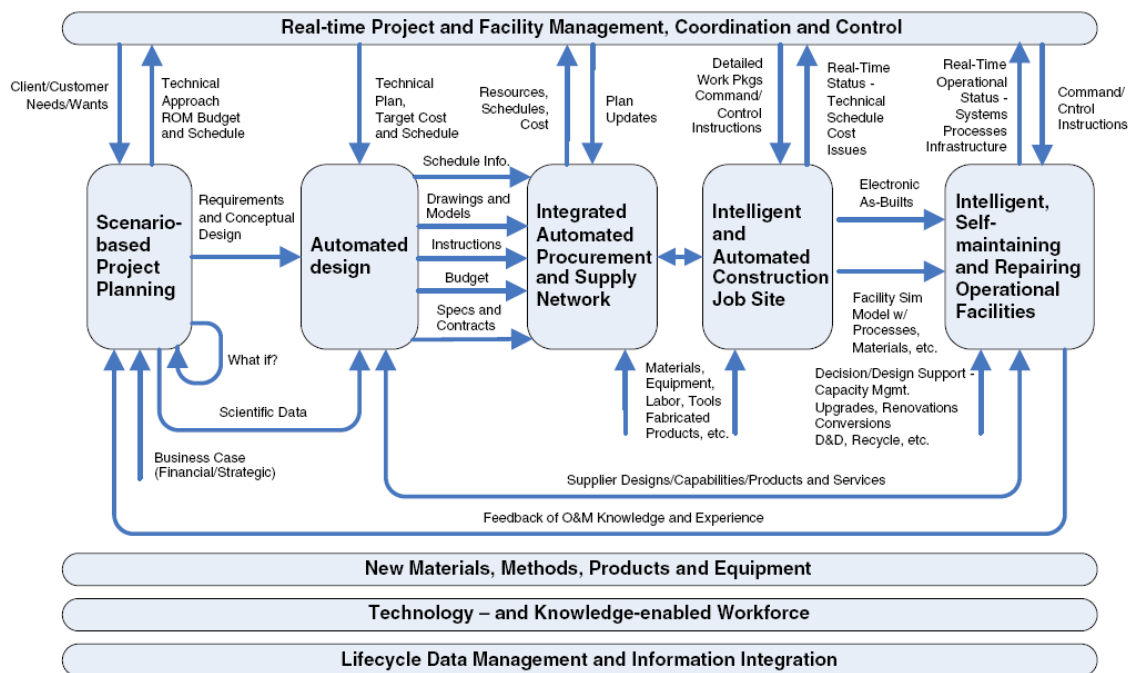


Fig.1 – Os principais projectos tecnológicos [6].

2.3. ESTUDOS SOBRE AS TIC

A secção que se segue apresenta estudos mais específicos elaborados em torno das TIC. Esta subsecção tem em conta as seguintes áreas de utilização TIC no mundo da construção:

- Visualização e coordenação digital usando modelos 3D e 4D;
- Reaproveitamento de conhecimento baseado na experiência;
- Gestão de projectos por parte dos escritórios em redes colaborativas.

2.3.1. SIMULAÇÃO DIGITAL

A simulação é uma das ferramentas mais utilizadas na análise do comportamento de processos de produção, sendo especialmente útil se o sistema ainda não existir, ou seja, é adequada para analisar processos de produção na fase de projecto.

Nos dias de hoje a simulação com recurso ao mundo digital é bastante recorrente, a indústria mecânica ligada aos transportes, é talvez aquela que recorre mais a estes meios. A complexidade e a quantidade de sistemas interligados, exigem a necessidade de compatibilização, através da simulação é possível representar a complexidade de um sistema de produção [7]. Um dos principais benefícios do uso da simulação, é esta permitir ao gestor ou engenheiro ter uma visão sistémica dos efeitos causados pelas mudanças nos locais de produção.

A representação em 2D através de suporte digital está já bastante enraizada na construção, o famoso programa autocad, foi o veículo impulsionador da passagem da tradicional mesa de desenho para o ecrã. A representação a 3D tem vindo a crescer nos últimos anos e é utilizada frequentemente na fase de apresentação e venda do produto. Os arquitectos, estão a deixar em parte as maquetas em detrimento da representação digital, pois esta tem tido uma evolução considerável, o próximo passo que já está a ser dado em fase experimental é o de utilizar modelos 4D, em fase de obra, onde para além das três dimensões espaciais é incorporado o tempo, facilitando a gestão do estaleiro.

A realidade virtual (RV) tornou-se um termo negativo, lembrando um produto que promete muito mas ainda o demonstrou, isto ocorre em parte devido às expectativas exageradas e pela falta de investigações cuidadosas sobre onde aplicar a RV para obter um benefício visível. Actualmente, a pesquisa em RV está direccionada a encontrar aplicações de qualidade onde os benefícios comprovados da RV em relação à sua capacidade superior de interacção e visualização pesem mais que as restrições desta tecnologia.

Existem no mercado ferramentas de realidade virtual de baixo custo, tais como NavisWork, Walkinside, Ceco Visual e Common Point, estas podem incorporar e visualizar várias simulações em modelos CAD (computing assistant design) 3D e 4D, em ambientes non-CAD integradas e de uso fácil. Algumas destas ferramentas já estão a ser utilizadas pelas empresas de construção e os seus benefícios têm-se verificado, nomeadamente:

- O processo de aquisição de um edifício tornou-se muito mais rápido, pois a visualização da concepção global melhora a comunicação e os esclarecimentos pelas partes envolvidas, resultando em menos queixas e incompreensões tanto por parte do cliente como dos seus vizinhos;
- Melhora o processo de venda nas fases iniciais do projecto, porque a escolha por parte do promotor, de preços mais competitivos, pode ser facilmente determinada e potenciais clientes podem obter uma impressão visual da disposição e da vista do apartamento, antes de assinar o contracto;
- O confronto entre o arquitecto e as várias especialidades é minimizado quando se recorre a modelação 3D, e conseqüentemente o trabalho de alterações no local de obra é diminuído e a coordenação do trabalho de diferentes equipas torna-se mais eficiente;
- Visualizar o processo de construção (4D), melhora o planeamento e implantação da construção no local de obra e facilita a comunicação das tarefas durante o processo construtivo;
- A combinação de tecnologia 4D com modelos de localização de quantidades de materiais retirados de um suporte 3D, é um instrumento eficaz para assegurar a continuidade do fluxo de trabalho no local de obra, tendo como resultado menos resíduos.

Neste âmbito, uma ferramenta de realidade virtual para o projecto do estaleiro de obras, foi criada por Santos [8], quando detectou as deficiências do tradicional layout em planta para representar uma entidade tridimensional e dinâmica como o estaleiro de obras, seleccionou algumas tecnologias de baixo custo ligadas à Realidade Virtual como base para o desenvolvimento de uma aplicação.

A interacção num ambiente 3D realístico propicia ao utilizador uma visualização privilegiada do espaço disponível para colocação de materiais, instalações, veículos e equipamentos no ambiente da obra.

O software é uma ferramenta de apoio ao processo de projecto de estaleiro, em vez de ser um sistema que oferece soluções predefinidas que são da competência do profissional implementar. Apresentando um ambiente tridimensional e dinâmico onde podem ser definidos os elementos, indicação dos itens que necessitam ser colocados e as suas quantidades ao longo do tempo de construção. Realiza também o calculo de áreas e volumes de materiais e equipamentos, bem como de distâncias e indicação de áreas de serviço de guias e as suas interferências, entre outros. Permitindo a visualização do estaleiro em qualquer momento, de acordo com o cronograma da obra, recepção e consumo de materiais, bem como a instalação e remoção de equipamentos.

A construção de um estaleiro no sistema é feita através de duas tarefas essenciais: instalação de objectos e o seu posicionamento no espaço e no tempo, um objecto pode ser desde um monte de areia até um escritório inteiro, passando por operários, equipamentos, veículos, o terreno e a própria edificação. Ao inserir um objecto, as suas propriedades devem ser configuradas (quantidades, área, volume, tipo, etc.).

O auxílio do planeamento também foi tido em conta, o sistema oferece um conjunto de recursos que vão desde a medição de distâncias até à verificação de obediência de determinadas normas regulamentares. Além dos objectos, o sistema regista uma lista de actividades, que têm um período delimitado e requerem recursos humanos, materiais e por vezes equipamentos. As actividades são ligadas a materiais e podem determinar o seu consumo, reduzindo a sua quantidade automaticamente. Desta forma, o sistema apoia o projectista do estaleiro indicando-lhe em cada momento quais as quantidades mínimas de materiais, equipamentos e pessoas que devem estar em obra, de acordo com o cronograma planeado.

Uma das actividades no sistema é a de movimentação, que está associada a materiais, equipamentos e locais, servindo para levar em conta o tempo e recursos necessários para a movimentação dos materiais no estaleiro, bem como planear as vias de acesso.

A comunicação a outras equipas de colaboração no projecto é bastante facilitada, permitindo a antecipação de interferências e outros problemas que podem surgir no momento de execução da obra. Também possibilita que o projectista não precise ser tão experiente para poder identificar potenciais problemas de layout, melhorando a construção do projecto.

Existe a possibilidade de armazenar múltiplas posições da câmara, permitindo a visualização do estaleiro de diversos pontos de vista (de dentro, simulando um passeio no terreno; panorâmica, para uma visão geral do alto; superior, simulando o layout 2D).

A zona fora dos limites do estaleiro pode ser representado com o nível de detalhe necessário (presença de edificações que podem interferir com a grua, por exemplo), ou simplesmente simulando visualmente através de uma foto panorâmica tirada ao local, permitindo inclusive a execução de estudos do estaleiro para fins de marketing. As fontes de luz também podem ser simuladas no sistema, ajudando ao projecto de iluminação do estaleiro, bem como a sinalização interna.

A figura 2 mostra os principais dados de entrada e saída do sistema. Os dados de entrada, deverão idealmente provir de outros softwares usados no projecto e gestão da obra. Assim, o cronograma físico (com indicação de consumo de recursos) pode ser importado do MS Project ou Primavera e a topografia do terreno, bem como a projecção da edificação ou andar tipo, de arquivos DWG (CAD).

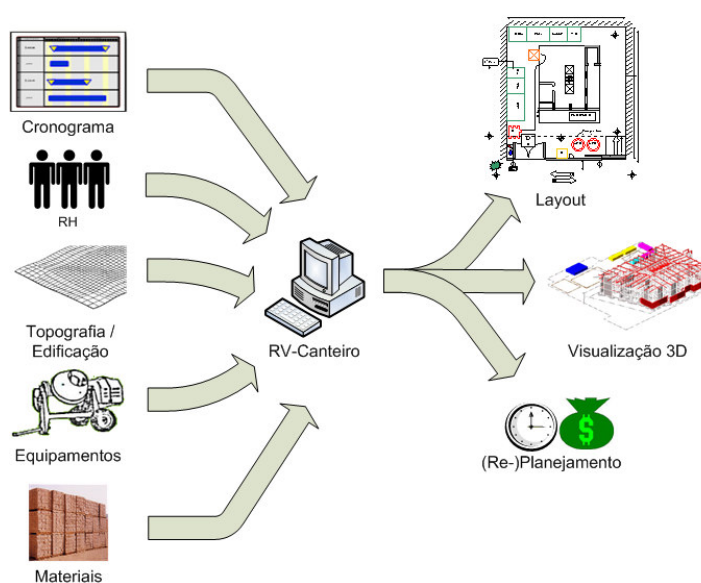


Fig.2 – Dados de entrada e saída do sistema [8]

2.3.2. GESTÃO DO CONHECIMENTO

É necessário reconhecer o mérito de pesquisadores da construção civil que, nas suas investigações, visam melhorar as práticas de gestão de informação nos processos de projecto e de execução das edificações. Entretanto, não se pode negar que as propostas ou têm focado o sistema ou o usuário, e não os aspectos colectivos e o contexto social no processamento e na transferência da informação. O sector ainda não superou a abordagem dualista acima delineada, e preocupa-se mais com o aperfeiçoamento do processo de comunicação da informação, do que com o valor que tem a informação ou o sentido que faz ao sujeito.

O sistema IDA é um instrumento digital interactivo e colaborativo, desenvolvido pelo grupo de pesquisa MOM (Morar de Outras Maneiras), disponibilizado via Web e ampliando sucessivamente pelos utilizadores. Constitui um banco de dados de componentes e processos construtivos, ligado a uma interface gráfica com diversos ambientes de interacção:

- Glossário de termos da construção;
- Mecanismos de procura de processos e componentes com opções de filtros (para localização geográfica, tamanho da obra, tipo de mão-de-obra a ser empregada, tipo de equipamento e tipo de material, etc.);
- Consultar fichas técnicas de processos, componentes, materiais, equipamentos e fornecedores;
- Mundo 3D para visualização e manipulação de componentes em modelos digitais;
- Listagem para armazenamento ou impressão das informações seleccionadas;
- Fórum;
- Ambientes de input no banco de dados.

O objectivo do sistema IDA é disponibilizar informações para auxiliar projectistas, construtores e outros interessados nas decisões de projecto e construção, especialmente aquelas inerentes à construção residencial de pequeno e médio porte. No horizonte da proposta está a ideia de democratização do acesso aos recursos técnicos e ao conhecimento a eles relacionado [9].

2.3.3. GESTÃO DE PROJECTOS

A fase de projecto, como toda a cadeia produtiva da construção, é constituída por diferentes agentes, estes têm diferentes características em termos de inovação tecnológica e financeira. O sector é composto por (inúmeros) pequenos escritórios e até mesmo por profissionais independentes, que cada vez mais actuam e necessitam actuar por força do uso de ferramentas computacionais, de forma colaborativa e integrada.

O sector da construção tem cada vez mais recorrido à colaboração em projectos, permitindo uma participação efectiva dos intervenientes na sua etapa de desenvolvimento, este facto tem como causa, entre outros factores, a crescente sofisticação da tecnologia de produção, a qual também exige cada vez mais a especialização do conhecimento e a divisão de tarefas, devido à crescente complexidade no domínio técnico.

As ferramentas colaborativas, a partir dos sistemas que a construção civil começou por chamar extranet (embora o termo cause discussão quanto à sua adequabilidade) têm vindo a incorporar o processo produtivo do projecto, principalmente em empresas médias e grandes, facultando esta tecnologia aos parceiros do projecto, desta forma os escritórios parceiros sentem a obrigatoriedade de adaptar os seus procedimentos a esta tecnologia.

A extranet pode ser definida como uma rede de computadores que usa a tecnologia da Internet para conectar as empresas com os seus fornecedores, clientes e outras empresas que participam com objetivos comuns, permitindo a partilha e o armazenamento de dados, numa tentativa de racionalização de processos e ganho em competitividade [10]. As vantagens oferecidas quando a extranet é usada são bem significativas comparativamente com os sistemas convencionais, sendo a principal delas a rapidez no fluxo de informações.

O trabalho colaborativo é uma meta que as empresas estão a procurar cada vez mais, existe a percepção de que o desenvolvimento de projectos estanques, individualizados, sem padronização irá cair em desuso. A procura de um projecto que seja compatível entre si, que comunique com a obra e esta por sua vez reflecta o produto vendido é o maior objectivo do contratante.

Utilizando um open source com base no projecto ‘‘activeCollab’’, adaptado para a realidade da construção civil, foi desenvolvida uma ferramenta designada GviP – Gestão Virtual de projectos. O projecto tem a missão de propiciar uma inclusão digital a grupos que se encontram fora dos grandes centros urbanos [11].

O projecto GviP (sistema de Gerenciamento Virtual de Projectos de edificações), nasceu da necessidade apresentada pelo sector da construção em ter um ambiente comum para a comunicação e troca de documentos durante o processo de elaboração dos projectos arquitectónicos e de engenharia. É desenvolvido pelo GRUA (Grupo de Pesquisa de Informática Aplicada à Engenharia e Arquitectura), que procura produzir ferramentas computacionais e novas tecnologias de informação e comunicação para a melhoria e aumento da qualidade dos processos produtivos na cadeia produtiva da construção civil.

O acesso ao projecto pode ser feito através do site <http://www.unochapeco.edu.br/gvip>, onde os utilizadores são divididos por status, controlado por um administrador do sistema, e outro status para os agentes envolvidos no projecto, que receberão permissões, tarefas, e prazos, através do controle realizado pelo administrador, ou coordenador de projecto.

O projecto foi inicialmente pensado para duas finalidades: uma para uso profissional e outra em uso académico. A primeira delas foi implementada oferecendo o sistema a pequenas e médias empresas, para uso profissional em escritórios ou individualmente por engenheiros e arquitectos, a segunda opção é o uso do GviP pelas disciplinas de projecto dos cursos de Engenharia Civil e Arquitectura e Urbanismo, para que os académicos possam a partir do uso da ferramenta actualizar os seus conhecimentos e desde já envolver-se em práticas actuais de gestão de projectos.

Para testar o projecto, dois grupos de alunos da disciplina de Projecto de Construção Civil do último ano de Engenharia Civil da Universidade, realizou de forma integrada um projecto completo de Engenharia. Cada equipa é composta por cinco membros onde cada um deles opera num projecto específico: Projecto de Estrutura de Betão Armado, Projecto Preventivo de Incêndios, Projecto Instalações Sanitárias, Projecto Eléctrico, e um orçamentista e gerente do projecto. Pode-se verificar com o teste que os alunos interagiram e resolveram os conflitos utilizando o ambiente Web, e os professores actuaram também à distância, acompanhando a realização das tarefas e o cumprimento dos prazos por eles definidos.



Fig.3 – Página inicial de acesso ao GViP [11]

Os utilizadores conectam-se à distância via Web, e recebem do administrador do sistema uma senha e um nome de utilizador, que serão solicitados para aceder os ambientes internos da ferramenta. Na figura 4, é possível verificar a existência dos dois projectos em andamento (neste caso o status do utilizador é de administrador), pelo que de imediato é possível ao utilizador aceder ao seu projecto, como pode ser visto por um resumo, ou então ir directamente às tarefas que lhe foram destinadas.

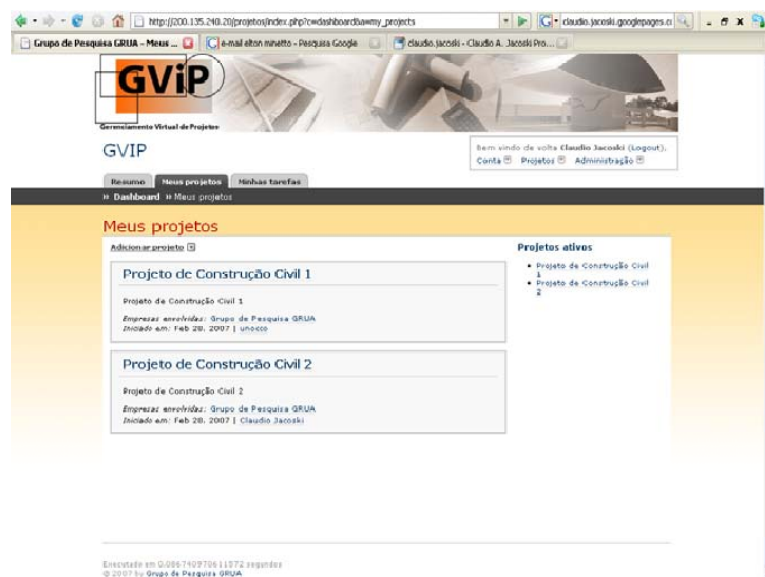


Fig.4 – Página de verificação de projectos pelo coordenador de projectos [11]

Ao aceder à “aba” Meus projectos, é possível aceder à área de adição de mensagens, na lista de tarefas, adicionar prazos, incluir um documento, ou visualizar as actividades, conforme pode ser verificado na figura 5.



Fig.5 - Apresentação do resumo do projecto com os marcos (prazos) e tarefas para acompanhamento [11]

O sistema é acessado por perfis, sendo que o perfil de “participante” do projecto é restrito a algumas funções, não sendo possível realizar, por exemplo, a exclusão de arquivos ou dar permissão de acesso a novos membros. No geral o perfil de “coordenador de projectos”, é composto pelos seguintes componentes: resumo, mensagens, tarefas, prazos, documentos, palavras-chave, formulários e pessoas.

3

AS OBRAS DE REABILITAÇÃO

3.1. INTRODUÇÃO

As infra-estruturas, estão já bastante desenvolvidas no país, tal como o parque habitacional, fruto do apogeu da construção registado nas últimas décadas [12]. As necessidades de construção têm vindo a deslocar-se da construção nova para acções de recuperação, renovação, revitalização, restauro, requalificação, reparação, reestruturação e principalmente a reabilitação. O conceito chave destas acções é a reabilitação, que tem por base as noções de utilidade, funcionalidade e adaptabilidade. Esta mudança tem enormes vantagens para o país em termos económicos, sociais, ambientais e culturais.

A reabilitação abrange fundamentalmente 2 âmbitos: a cidade e o edifício. O âmbito da cidade tem em vista a reabilitação urbana, que, segundo José Aguiar [13], se pode definir como o conjunto de “estratégias e acções destinadas a potenciar os valores socioeconómicos, ambientais e funcionais de determinadas áreas urbanas para elevar a qualidade de vida das populações residentes, melhorando as condições físicas do parque edificado, os níveis de habitabilidade e equipamentos comunitários, infra-estruturas, instalações e espaços livres”. A reabilitação no âmbito do edificado, por sua vez, é distinguida em duas vertentes: património cultural e edifícios correntes. A primeira é definida segundo o conceito americano *rehabilitation*, que segundo o *Secretary of Interior’s Standards for rehabilitation* [14], é o “acto ou processo de possibilitar um uso eficiente e compatível de uma propriedade através de reparações, alterações e aumentos, preservando, ao mesmo tempo, as partes ou características que transmitem o seu valor histórico, cultural e arquitectónico”. A segunda corresponde ao conceito britânico *refurbishment* que pode ser definido, segundo a *Royal Institution of Chartered Surveyors* [15], como a “reparação, renovação e modificação extensas de um edifício para o pôr de acordo com critérios económicos ou funcionais equivalentes aos exigidos a um edifício novo para o mesmo fim. Pode envolver a execução de instalações e sistemas de serviços, acessos, iluminação natural, equipamento e acabamentos aproveitando apenas os toscos do edifício antigo”.

A estrutura da actividade de construção civil e obras públicas (CC&OP) tem-se centrado maioritariamente na construção nova, este mercado está agora esgotado, pois a oferta é superior à procura. O parque habitacional “envelhecido” começa a ser relevante. Em Portugal a reabilitação tem uma importância que muitos apontam para 10% do total da CC&OP, enquanto noutros países europeus ela representa 40 a 50%. A tendência é portanto, o aumento desta fatia, tanto como resposta à diminuição da construção nova, como da necessidade de intervenção nos edifícios já existentes. Para além destes motivos, são apontados pelo Prof. Vasco Freitas [16]:

- Após 1974 foi feito o necessário enquadramento técnico do investimento público com algum “experimentalismo”, o que nem sempre conduziu às melhores soluções técnicas;

- A necessidade de canalizar recursos para a reabilitação dos edifícios existentes como consequência indirecta das limitações ao crescimento indiscriminado dos aglomerados urbanos previstas nos Planos Directores Municipais;
- A necessidade de contrariar o despovoamento dos núcleos urbanos antigos das cidades, como é exemplo a Baixa Pombalina de Lisboa e a Baixa do Porto, em favor do sector terciário e uma maior atenção na recuperação do património e dos centros históricos das nossas cidades;
- A existência de problemas de funcionamento e de anomalias precoces em edifícios recentes.

O Aumento da necessidade de actividades que diferem da construção nova, tem vindo a obrigar as empresas de construção a adaptarem-se a actividades que até aqui não estavam habituadas a executar. A intervenção em edifícios existentes, envolve um grau de complexidade maior que a construção nova. Enquanto numa obra de raiz conseguimos caracterizar bem o local, os componentes que vamos colocar, os materiais, as tecnologias utilizadas e ter o domínio quase completo do processo de construção; em obras de reabilitação existem várias características que saem do âmbito do conhecimento comum das empresas, muitas vezes não sabemos o passado do edifício, as causas para determinada patologia podem ser diversas e existe uma grande quantidade de materiais e técnicas já em desuso que é necessário conhecer.

3.2. CRITÉRIOS GERAIS NA REABILITAÇÃO

A grande dificuldade neste tipo de obras está em conseguir conciliar os vários critérios e exigências impostas, independentemente da intenção final da intervenção em edifícios habitacionais é necessário ter em conta vários critérios [17]:

- Qualquer intervenção deve respeitar e integrar-se dentro das características tipológicas e morfológicas que marcam a arquitectura do lugar onde incide;
- Todas as operações de reabilitação deverão assegurar as condições básicas de higiene e conforto, proporcionando a adequada qualidade ambiental imprescindível para o reuso actual dos diferentes tipos de edifícios como habitações, assim como garantir as imprescindíveis condições de segurança a nível estrutural, construtivo, aos incêndios e à intrusão;
- Quanto maior for o grau de profundidade de uma intervenção de reabilitação maior deverá ser o grau de conformidade com o previsto nos actuais regulamentos da construção, assim como maior será o grau de satisfação dos padrões qualitativos exigíveis para uma edificação destinada a usos habitacionais;
- Toda a intervenção destinada a reparar deficiências deverá contribuir para melhorar o desempenho da construção, dos espaços, equipamentos e instalações nos edifícios sobre os quais incide. Em caso algum se deverá permitir que os resultados destas intervenções sejam de qualidade arquitectónica, funcional e construtiva inferior às pré-existentes;
- Deve promover-se a máxima utilização possível dos diversos elementos e partes das construções antigas, antes de se prever a sua substituição por materiais e soluções técnicas mais modernas. Esta opção justifica-se sobretudo sob o ponto de vista de coerência construtiva, já que se verificam efectivas dificuldades de convivência entre as antigas e as novas práticas de construção. Por outro lado as antigas construções têm uma durabilidade comprovada por séculos de existência, enquanto certas soluções modernas possuem, muitas vezes, um comportamento ainda imprevisível e uma durabilidade muito menor;
- As evidências de carácter histórico detectadas no decorrer da intervenção não devem ser removidas ou alteradas, devendo garantir-se o respeito pelo seu valor cultural, assim como defender a sua integridade física e a possibilidade de acesso futuro (se não visíveis);

- As soluções técnicas de reparação e beneficiação deverão ser adequadas às características das construções e dos materiais pré-existentes (sobretudo quanto às suas características físicas, químicas e mecânicas), procurando assegurar a inteira compatibilidade, não só sob o ponto de vista tecnológico/construtivo mas também sob o ponto de vista formal, garantindo a clara identificação do que é novo e do que é antigo, evitando o mimetismo e o pastiche;
- Devem ser evitadas as soluções que resultem em transformações irreversíveis, ou seja, modificações de tal modo profundas, pesadas e rígidas, nas estruturas e elementos primários das construções, que impossibilitem ou tornem muito difícil operações futuras de beneficiação e/ou adaptação para objectivos diferentes dos agora estabelecidos. Nesse sentido deve assegurar-se o suficiente grau de reversibilidade, ou pelo menos não comprometer a possibilidade de futuras intervenções, devendo facilitar-se a possibilidade de regresso às soluções anteriores caso se verifiquem, posteriormente, perdas de qualidade fundamentais;
- Recomenda-se a preferência por soluções de reparação que utilizem tecnologias tradicionais e materiais correntes – certificados pelas entidades competentes e comprovadas pela longa utilização em obras – em vez da aplicação de técnicas e produtos muito sofisticados, mas recentes, sobre os quais ainda não existem suficientes garantias quanto ao seu desempenho futuro. Ou seja, preferir os materiais tradicionais, utilizando materiais que garantam a sua reconhecida compatibilidade com os existentes e assegurem as necessárias exigências de durabilidade e de reversibilidade;
- Todas as intervenções de análise e de projecto devem ser documentadas deixando claramente legível a realidade pré-existente antes da intervenção e a alterações realizadas.

3.3. NÍVEIS DE REABILITAÇÃO

3.3.1. NÍVEL 1 – REABILITAÇÃO LIGEIRA

A intervenção a este nível compreende basicamente pequenas reparações e melhoramentos das instalações e equipamentos já existentes, normalmente situados em casas de banho e cozinhas onde os problemas são mais frequentes em habitações, alguns exemplos são:

- a melhoria das condições interiores de iluminação, ventilação e exaustão;
- a limpeza e reparação geral das coberturas (apenas superficial);
- a reparação de pontuais anomalias nos rebocos;
- a reparação das caixilharias existentes;
- a beneficiação geral das instalações eléctricas e de iluminação artificial existente.

Nestas acções de reabilitação ligeira, actua-se sobre edifícios em que o estado geral de conservação pode ser considerado satisfatório ou razoável, geralmente não é preciso reparar elementos estruturais ou proceder a uma substituição/transformação de soluções construtivas espaciais existentes, não obrigando normalmente na fase de intervenção ao realojamento provisório dos residentes.

Em termos económicos é legítimo esperar que o custo final destas operações não ultrapasse, aproximadamente, 1/3 do custo de uma habitação nova de características semelhantes [17].

3.3.2. NÍVEL 2 – REABILITAÇÃO MÉDIA

Em geral é possível, na maior parte dos trabalhos envolvidos, a presença dos moradores nas suas habitações. Em caso de operações que impliquem maior grau de incomodidade, ou risco, deve-se assegurar o realojamento provisório dos residentes.

Em termos económicos, o custo final destas operações não deverão ultrapassar o limite de, aproximadamente, 50% do custo de uma habitação nova com área e características semelhantes.

Os trabalhos a este nível, para além dos apontados para a reabilitação ligeira podem incluir ainda a [17]:

- reparação ou substituição parcial de elementos de carpintaria (das caixilharias, dos elementos das escadas, ou de soalhos ou de tectos);
- reparação e eventual reforço de alguns elementos estruturais, geralmente das lajes dos pisos e das estruturas de cobertura;
- reparação generalizada dos revestimentos nos paramentos interiores e exteriores e na cobertura;
- introdução de uma nova instalação eléctrica;
- beneficiação das partes comuns do edifício (pequenas reparações);
- realização de ligeiras alterações nas formas existentes de organização do espaço;
- melhoria das condições funcionais e ambientais dos espaços em geral.

3.3.3. NÍVEL 3 – REABILITAÇÃO PROFUNDA

A profundidade dos trabalhos justifica a aplicação ponderada de novos materiais e soluções construtivas, assim como a satisfação de exigências funcionais mais profundas. Este tipo de intervenção obriga à desocupação do edifício, o que provoca a necessidade de realojar os moradores por períodos de tempo significativos.

Em termos económicos, estas intervenções poderão aproximar-se muito facilmente, do custo provável de uma edificação nova de características e áreas semelhantes.

Para além dos trabalhos descritos anteriormente este tipo de intervenção compreende ainda, de uma forma geral [17]:

- a necessidade de desenvolver profundas alterações na distribuição e organização interior dos espaços nos edifícios, podendo proceder-se ao aumento ou diminuição do número total de habitações através de alterações tipológicas;
- nos alojamentos poderá ser necessário a introdução ou adaptação de espaços para criar instalações e equipamentos em falta, como seja a introdução de instalações sanitárias, a reorganização funcional das cozinhas, etc.

Estes tipos de alterações implicam demolições e reconstruções significativas, que poderão obrigar:

- a uma substituição parcial, ou mesmo total, de lajes de pisos e paredes divisórias;
- à resolução de problemas estruturais;
- à beneficiação e reestruturação das partes comuns e do sistema de circulações verticais e horizontais;
- à substituição generalizada dos elementos de carpintaria;
- à execução de novos revestimentos.

3.3.4. NÍVEL 4 – REABILITAÇÃO EXCEPCIONAL

Este tipo de intervenção deve ser ponderada em função do uso potencial do edifício, do seu valor intrínseco enquanto património e objecto arquitectónico possuidor, ou não, de valores de acompanhamento e participação no conjunto edificado adjacente ou próximo. Se os factores anteriormente referidos não forem suficientemente importantes ou claros, será de ponderar seriamente a substituição da

construção antiga por uma nova edificação. Essa nova edificação será feita segundo o saber actual e com arquitectura contemporânea, atenta e cuidadosa face aos valores culturais do lugar e do seu contexto.

Em termos de custos, este tipo de intervenção aproxima-se, ou mesmo ultrapassa significativamente o custo de uma nova edificação com áreas semelhantes;

As operações de natureza muito excepcional, podem obrigar [17]:

- ao recurso pontual a técnicas de restauro para intervenções na envolvente do edifício, ou mesmo partes do seu interior, quando o valor patrimonial do imóvel o justifiquem;
- à total reconstrução do edifício, fundamentada pelo valor do seu contributo para a imagem urbana do lugar, podendo incluir a modernização parcial de algumas partes da construção, instalações e equipamentos;
- à reabilitação dos edifícios para standards elevados e muito superiores aos pré-existentes.

3.4. AS FASES DE UMA OBRA DE REABILITAÇÃO

Ao contrário da construção de um edifício novo, onde basta conhecer as características do terreno onde se vai edificar, as intervenções de manutenção e reabilitação pressupõem um conhecimento, mais ou menos profundo, das próprias construções existentes. O processo de uma obra de reabilitação começa onde uma obra normal acaba, no fundo inicia-se pelos ensaios finais (mais ou menos completos) de uma obra nova.

A necessidade de recolha de informação deu origem a um novo segmento de actividade, dentro do sector da construção, que se ocupa do levantamento, caracterização de edifícios e estruturas correntes, controlo de qualidade da sua construção ou das intervenções neles realizadas e diagnóstico das anomalias por eles apresentadas, obrigando a que equipas multidisciplinares trabalhem em conjunto.

O objectivo da construção é o de satisfazer as necessidades dos utentes, para chegar a esse objectivo, uma obra tem de passar por diversas fases, com diversos intervenientes, estas têm muitas variantes, mas normalmente uma obra de reabilitação passa pelas etapas descritas no fluxograma apresentado por Vítor Cóias [12]:

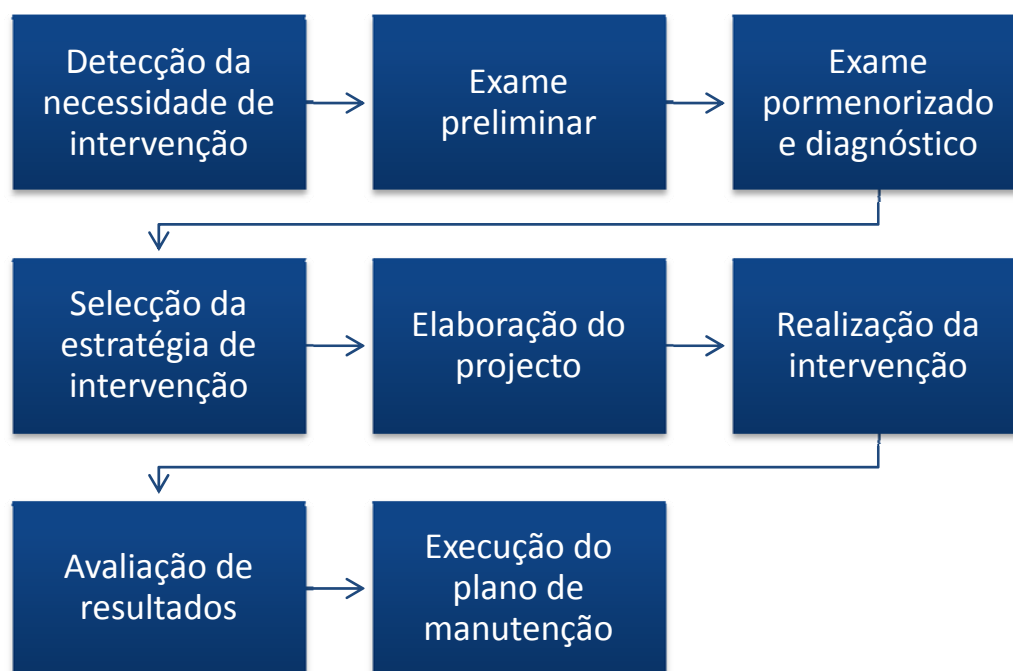


Fig.6 – As etapas de uma obra de reabilitação

3.4.1. DETECÇÃO DA NECESSIDADE DE INTERVENÇÃO

A necessidade de intervir numa obra, começa com a vontade do dono de obra, sendo ele privado ou o governo. Aquilo que normalmente leva à intervenção, é a necessidade de mudar as funções do edifício, obter um maior conforto ou corrigir anomalias detectadas.

O dono de obra é o responsável máximo desta fase, devendo em colaboração com os seus consultores ou o próprio, definir os objectivos da avaliação e os cenários a considerar quanto ao futuro do edifício.

3.4.2. EXAME PRELIMINAR

Um exame preliminar deverá incluir uma visita ao local, com o intuito de fazer um levantamento visual do estado do edifício, contactos com serviços que possam ter elementos do projecto original ou suas alterações, e reuniões com os donos ou responsáveis pelo edifício, que podem ter conhecimento directo do estado do edifício, sua construção e historial. De igual modo, no caso de ser possível localizar os responsáveis pelo projecto, ou pela construção, poderá ser encontrada informação adicional, como cálculos, desenhos de execução ou de preparação da obra e relatórios de ensaios.

O levantamento das patologias, a selecção de áreas para exames mais detalhados, as técnicas que serão necessárias e algumas medições são realizados na primeira visita. Do exame preliminar deverão resultar recomendações para um eventual exame pormenorizado posterior, e também, se aplicável quaisquer medidas de acautelamento ou acções imediatas que se considerem justificadas. O objectivo deste primeiro exame é o de dar a ideia do estado do edifício, quais os problemas que tem e caracterizar o espaço envolvente.

A maioria da informação que é necessária recolher sobre a construção, os seus elementos e os materiais é usando os sentidos, a nu ou reforçados com a utilização de instrumentos que ampliam as suas

capacidades. No caso concreto da recolha de informação geométrica utilizam-se os métodos e instrumentos procedentes das disciplinas subsidiárias da engenharia, como a topografia de precisão.

Nesta fase é aconselhável que o observador seja qualificado e com experiência superior a 10 anos na área, que já viu e resolveu vários tipos de problemas, evitando dar soluções imediatas, erro muito frequente que normalmente resulta em re-trabalho. Só um observador com estas características pode identificar e diagnosticar rapidamente os problemas mais elementares, tais como o mau funcionamento do sistema de drenagem das coberturas ou a existência de fissuras e deformações localizadas, os problemas mais complicados podem, no entanto, obrigar a uma investigação mais profunda e pormenorizada, que poderá incluir a realização de levantamentos, medições, observações ou ensaios *in situ* e a recolha de amostras para ensaio laboratorial. Em certos casos mais complicados as observações podem estender-se por um período mais ou menos longo, de forma a ter em conta os efeitos do meio ambiente sobre a construção ou uma visão integrada ao longo do tempo [12].

3.4.3. EXAME PORMENORIZADO E DIAGNÓSTICO

Segundo Lichtenstein (1985) [18], o diagnóstico da situação é o entendimento dos fenómenos em termos de identificação das múltiplas relações de causa e efeito que normalmente caracterizam um problema patológico.

O exame pormenorizado tem como objectivo uma avaliação profunda da construção, ditada pela verificação de defeitos e insuficiências, pela redução das secções ou das características dos materiais ou pelo aumento das acções a que a construção está sujeita.

A ISO 13822 define a constituição do exame pormenorizado para estruturas [19]:

1. Pesquisa e revisão da documentação disponível
2. Inspeção pormenorizada e ensaios de materiais
3. Determinação das acções
4. Determinação das propriedades da estrutura
5. Análise estrutural
6. Verificação da estrutura

No início do exame pormenorizado, o rigor e a pertinência dos elementos disponíveis deverão ser confirmados na obra, pois poderão ter sido ultrapassados por alterações feitas quer depois do exame preliminar, quer depois de a construção entrar em serviço, quer, muitas vezes, durante a própria obra. A recolha da informação necessária à avaliação do comportamento da construção segue uma via inversa da normalmente percorrida na concepção e construção: as peças que fariam parte do projecto são reconstituídas a partir da obra.

Todos os elementos recolhidos até ao diagnóstico devem ser interpretados no sentido de completar progressivamente um quadro de compreensão de como o edifício trabalha, como reage à acção dos agentes agressivos, porque surgiu e como se desenvolveu o problema patológico.

O processo de entendimento de um problema patológico pode ser descrito como o de geração de hipóteses, ou modelos e o seu respectivo teste. Lichtenstein (1985) [18] afirma que o processo de diagnóstico consiste na contínua redução da incerteza inicial pelo progressivo levantamento de dados. Esta progressiva redução da incerteza é acompanhada por uma redução do número possível de hipóteses, até que se chega a uma correlação satisfatória entre o problema observado e o diagnóstico para este problema.

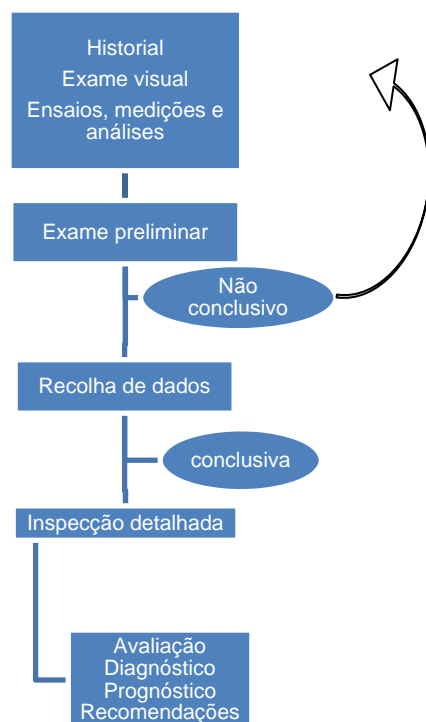


Fig.7 - Fluxograma das fases de exame preliminar e diagnóstico

3.4.4. SELECÇÃO DA ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO

A elaboração do exame pormenorizado vem, normalmente, confirmar a necessidade de intervenção, detectada em resultado do exame preliminar e, ao mesmo tempo, fornecer um conjunto de indicações quanto à estratégia para essa intervenção. A definição da estratégia é um processo complexo, iterativo, que determina o grau de conhecimento que é necessário ter da construção em causa e é determinado por ele. No caso mais corrente das construções recentes, ou de construções antigas sem grande valor enquanto património arquitectónico, esse processo é comandado por factores inerentes à construção em si (estado em que se encontra, maior ou menor facilidade com que ela se poderá adaptar às novas condições, vida útil remanescente, encargos futuros de manutenção), mas também por factores que lhe são externos (plano de negócios actual do dono de obra e sua evolução futura, prazo de amortização previsto, rendibilidade pretendida pela exploração da construção, valor fundiário actual, valorização futura).

No caso de edifícios com grande valor enquanto património arquitectónico, a estratégia a adoptar é comandada por factores de índole política ou cultural, passando para segundo plano os de natureza económica [12].

3.4.5. ELABORAÇÃO DO PROJECTO

Antes de se iniciar a elaboração do projecto de reabilitação devem ser claramente definidos os objectivos da intervenção, bem como identificadas quaisquer condicionantes que possam influenciar a escolha das soluções e da metodologia a adoptar, não sendo de excluir a eventual necessidade de obtenção de informação adicional nas fases iniciais do processo.

Em termos genéricos, a elaboração do projecto de reabilitação consiste na concepção, verificação e pormenorização de um conjunto de alterações a introduzir no edifício, que permitam corrigir as insuficiências que ele apresenta, face aos requisitos de referência. Tais medidas devem, frequentemente, actuar sobre as causas (eliminação dos agentes ou dos mecanismos), pois a simples eliminação das anomalias pode vir a revelar-se, mais tarde, ineficaz.

Esta fase em particular envolve um número significativo de pessoas multidisciplinares que em conjunto definem as soluções para o caso em estudo. A equipa tem de elaborar quatro documentos que são essenciais para a execução correcta da obra:

- Memória descritiva e justificativa;
- Caderno de encargos exigências – Condições técnicas específicas;
- Desenhos gerais;
- Desenhos de pormenor.

O sucesso da obra de reabilitação vai depender muito da qualidade e especificidade dos desenhos de pormenor, que são de elaboração difícil, tanto mais que nem sempre dispomos de desenhos de projecto adequados [12].

3.4.6. REALIZAÇÃO DA INTERVENÇÃO

Normalmente, após uma consulta de mercado a obra será adjudicada a um empreiteiro que fica responsável pela sua execução, bem como tudo o que está directamente relacionado, como seja a implantação do estaleiro e da obra, preparação e planeamento da mesma. É conveniente que exista um revisor de projecto independente e com experiência, desta forma a qualidade do projecto é aumentada e os erros mais facilmente detectados.

O acompanhamento por parte da fiscalização e dos projectistas durante a fase de obra é essencial para o cumprimento do projecto estabelecido. Estas duas entidades têm como objectivos nesta fase [12]:

- Verificar a adequabilidade dos trabalhos executados em relação ao especificado;
- Controlar os materiais aplicados;
- Controlar os desvios de quantidades, a mais e a menos, que sempre existem em reabilitação;
- Centralizar as preocupações dos utilizadores durante a obra.

3.4.7. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A avaliação dos resultados obtidos é feita com um rigoroso controlo de qualidade. Uma adequada política da qualidade é, actualmente, uma exigência das empresas e instituições, quer no relacionamento com os seus clientes, quer na melhoria da sua rentabilidade e competitividade. A resposta a esta exigência passa pela concepção e implementação pelas organizações de Sistemas de Gestão da Qualidade (SGC).

O Plano de Qualidade (PQ) é um dos requisitos essenciais do SGQ, tendo por objectivo localizar e descrever, no ciclo da realização do produto ou da prestação do serviço, as acções de inspecção e ensaio a efectuar pelo executante, de forma planeada e sistemática, e incidindo sobre todas as fases do ciclo de realização. O PQ descreve “como”, “quando”, “onde”, “o quê” e “quem”, no ciclo do produto ou do serviço, tem de comprovar a conformidade das diferentes operações com os requisitos aplicáveis.

No PQ são identificados o local da inspecção e ensaio, as actividades abrangidas, a dimensão da amostra a inspecionar ou ensaiar, as normas e especificações das inspecções e ensaios, os responsáveis pela execução do plano e o equipamento necessário. Com o PQ articula-se o Plano de Calibração e a identificação do estado de calibração dos equipamentos, bem como o controlo e o tratamento das não conformidades.

O PQ da obra acompanha todas as fases da sua realização, englobando as actividades de inspecção e ensaio:

- A recepção dos materiais a utilizar;
- As que decorrerão ao longo de todo o processo;
- As que serão efectuadas quando a obra ou intervenção for dada como concluída.

No âmbito do PQ, os métodos de controlo de qualidade utilizados permitem ao dono de obra ajuizar correctamente e em tempo oportuno quanto à conformidade com o especificado dos diversos produtos e serviços que lhe são fornecidos, garantindo o eficiente desempenho e a durabilidade da sua obra [12].

3.4.8. EXECUÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO

A última etapa do processo construtivo é a mais longa. A partir do momento que se inicia a utilização, os utentes passam também a ter responsabilidades, crescendo estas responsabilidades quando cessa o prazo de garantia. Embora sendo tradicionalmente uma etapa menos técnica, reconhece-se na actualidade que é indispensável que os intervenientes técnicos no processo construtivo acompanhem a obra que realizaram para processarem informação para intervenções futuras, bem como é também indiscutível a necessidade de apoio técnico qualificado à gestão, conservação e manutenção das construções.

O programa de manutenção será fundamentado nos procedimentos e rotinas de manutenção preventiva recomendados pelos manuais de manutenção dos fabricantes e fornecedores dos componentes e sistemas da edificação, assim como na experiência adquirida pelo Condomínio.

A contratação de serviços de terceiros será realizada em função da complexidade e especialidade dos serviços de manutenção, do pessoal, recursos disponíveis e directrizes do Condomínio.

Todos os procedimentos e rotinas de manutenção preventiva utilizados deverão ser continuamente avaliados, ajustados e complementados pelo Condomínio e seus consultores, de modo a permanecerem sempre actualizados ao longo da evolução tecnológica e consistentes com as necessidades e experiência adquirida na gestão do Sistema de Manutenção.

É necessário que a fiscalização esteja presente em todo o processo construtivo, com um bom sistema de controlo de qualidade [12].

Em jeito de conclusão, o fluxograma (Fig.8) que mostra a aplicação de inspecção e ensaios ao longo das várias fases de uma intervenção de reabilitação, sintetiza e transmite a ideia daquilo que é necessário numa obra de reabilitação.

4

AS TECNOLOGIAS MÓVEIS

4.1. O QUE SÃO AS TECNOLOGIAS MÓVEIS

A tecnologia móvel é toda a tecnologia possível utilizar quando o utilizador está em movimento. A tecnologia móvel não é apenas uma invenção, pode ser considerada uma revolução, pois foi capaz de atingir o quotidiano das pessoas e fazer parte da vida delas, alterando o seu dia-a-dia e a forma de tomar decisões. Esta evolução só foi possível através dos diversos dispositivos que estão disponíveis hoje em dia, exemplos destes são os telemóveis, redes wireless, Bluetooth, SmartPhones e computadores portáteis.

A mobilidade aplicada às comunicações é um meio que as facilita, mas hoje em dia, é uma necessidade. A evolução deste sector foi muito rápida, a não utilização do telemóvel ou da internet é hoje impensável, por uma razão muito simples, a utilização deste tipo de tecnologia dá acesso em qualquer lugar a qualquer hora a dados e informações.

As tecnologias móveis dentro das TIC são ainda assim, uma área algo dispersa que abrange vários tipos de tecnologias. A referência a estas tecnologias é abordada de uma forma pouco clara, integrando neste conceito tecnologias distintas mas que se complementam. Em seguida são apresentadas as definições destas tecnologias, propostas por Saccol [21].

Tecnologias de Informação Móveis (mobile): Mobilidade relaciona-se com portabilidade, isto é, a capacidade de levar, para qualquer lugar, um dispositivo de Tecnologia de Informação. Logo, um laptop ou um PDA (Personal digital assistant) comum (sem capacidade de acesso a redes sem fio) são tecnologias móveis. Indo mais além, uma tecnologia móvel é aquela que é criada para ser usada enquanto se está em movimento (por exemplo, um walkman). No entanto é de realçar que uma tecnologia móvel também é assim designada por possuir portabilidade, no entanto é de considerar que, muitas vezes, quando se utiliza o termo mobile os autores estão a referir-se ao uso de dispositivos de TI Móveis e Sem Fio, isto é, aparelhos como, por exemplo, telemóveis ou PDA que podem ser conectados a uma rede, mais especificamente à Internet.

Tecnologias de Informação Sem Fio (wireless): São Tecnologias de Informação que envolvem o uso de dispositivos conectados a uma rede ou a outro aparelho por links de comunicação sem fio, como, por exemplo, as redes de telemóveis ou a transmissão de dados via satélite, além das seguintes tecnologias: Infra-vermelho (infrared - IR), Bluetooth, Wireless LAN (Rede Local sem fio).

Em geral tende-se a associar o termo "sem fio" à mobilidade, mas isso nem sempre é verdade. Por exemplo: pode-se ter um computador de mesa ligado a uma rede sem fio, mas nem por isso ele é um dispositivo móvel; o acesso à Internet num "Hot Spot", envolve o uso de tecnologia sem fio, mas com mobilidade restrita àquele local; a troca de cartões-de-visita pela conexão via infravermelho entre dois

PDA também implica o uso de tecnologia sem fio, mas de mobilidade ainda mais restrita. Na verdade, a ideia de "wireless" é tão antiga quanto qualquer transmissão por rádio, porém agora estende-se rapidamente a usos computacionais.

Tecnologias de Informação Ubíquas (ubiquitous): O termo ubíquo tem como uma das suas principais origens a definição apresentada no artigo seminal de Weiser (1991) [20]. Segundo o autor, esta-se a caminhar para a era da tecnologia calma (*calm technology*), quando a computação passa a ser subjacente às nossas vidas. Os computadores passam a ser tão naturais, tão sob medida e tão embutidos em todos os locais e nos mais diferentes objectos; eles tendem a tornar-se praticamente invisíveis, isto é, utilizam-se quase sem pensar, tal como se utiliza a energia eléctrica actualmente (o que já se começa a verificar actualmente). Logo, a Computação Ubíqua envolve, em termos tecnológicos, a existência de diversos computadores interconectados por redes sem fios em cada ambiente, protocolos de comunicação que permitam o trânsito entre diferentes dispositivos e entre redes que se espalham pelos edifícios, ruas, carros, em todo o lado. Isso requer computadores de diferentes tamanhos, assim como sensores que os tornem conscientes de cada utilizador e de cada ambiente.

Weiser (1991, 1996) estabelece uma diferenciação entre a Computação Ubíqua e os dispositivos móveis, uma vez que, diferentemente de PDA, laptops ou telemóveis, ela é invisível e omnipresente, não existindo a necessidade de transportar dispositivos específicos, já que a informação poderá ser acedida em qualquer lugar e em qualquer momento, em diversos dispositivos de uso diário.

As tecnologias de redes sem fio, dispositivos de localização automática, sensores e dispositivos de RFID (Radio Frequency Identification), já existentes actualmente, são elementos chaves para a Computação Ubíqua. No entanto a Computação Ubíqua, tal qual definida originalmente por Weiser, começa a ser uma realidade, pois já existem avanços tecnológicos para a atingir.

Assim, aplicações de Computação Ubíqua compartilham três objectivos básicos: Interação natural com as pessoas, com objectos do dia-a-dia servindo de interfaces para ambientes computacionais; Tecnologias inteligentes, sensíveis a diferentes contextos e actividades humanas, capazes de reagir a elas; e Comunicação, tanto pessoa-objectos como objectos-a-objectos. [21]

4.1.1. A EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS MÓVEIS

Após a definição das várias tecnologias móveis, é necessário salientar que tudo começou com a tecnologia Wireless, pois é a chave da mobilidade.

A história da evolução da tecnologia Wireless começou em 1895, quando Guglielmo Marconi demonstrou que podia enviar sinais utilizando ondas electromagnéticas para ligar um transmissor e antena receptora. A primeira calculadora de bolso foi colocada à venda em 1971 e as capacidades da TI móveis têm vindo a desenvolver-se desde então (por exemplo, o Osborne, 1981; Husky, 1981; e da Apple Newton MessagePad, 1993). Três vias de desenvolvimento têm sido seguidas: a miniaturização dos computadores de mesa, o aumento da funcionalidade de calculadoras de bolso e a evolução do telemóvel, resultando em fabricantes de dispositivos móveis provenientes de uma diversa gama de empresas em diferentes sectores industriais (por exemplo, Microsoft, Casio e Nokia) [22].

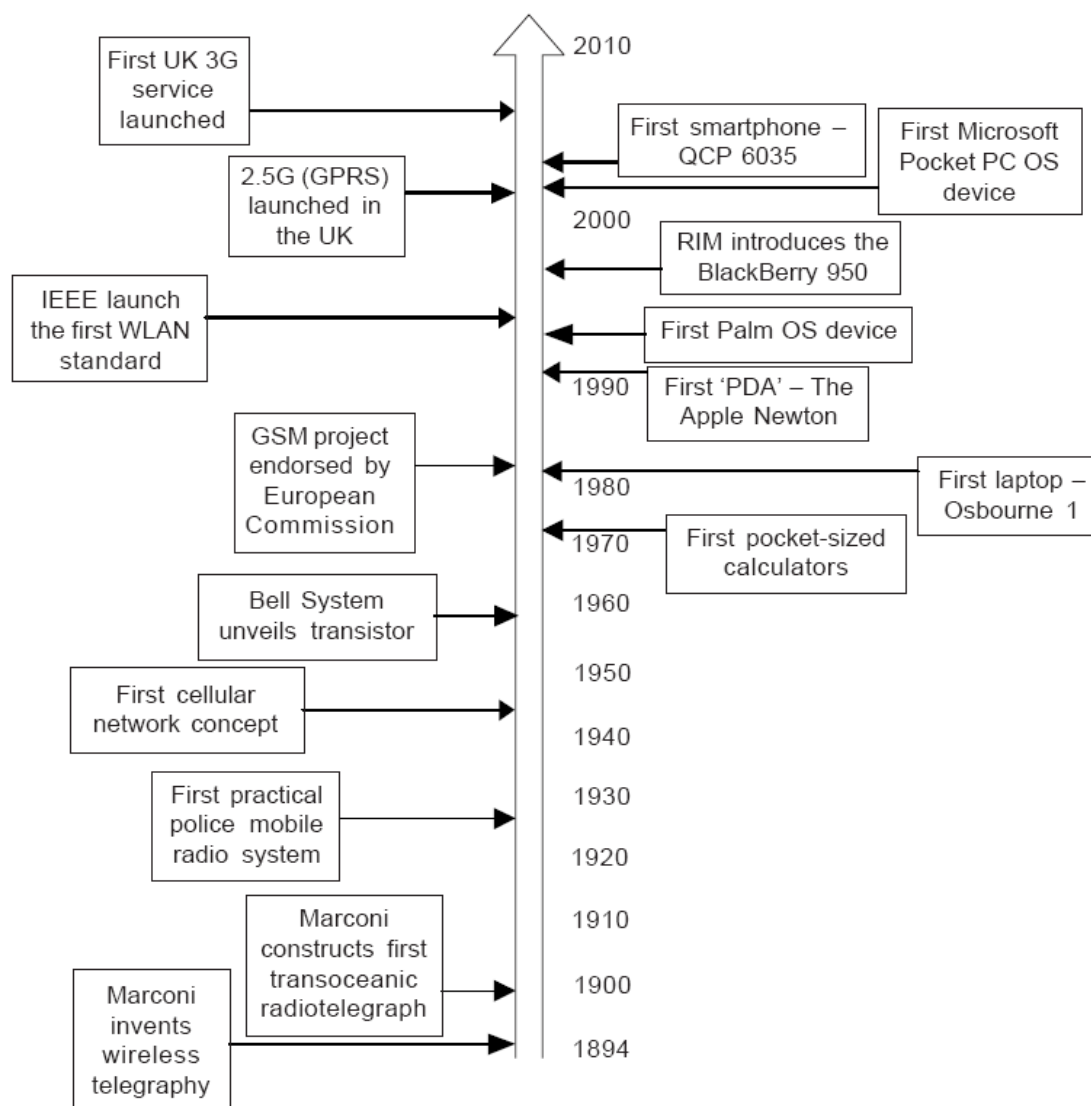


Fig.9 - Pontos-chave na evolução das TI móveis [22].

4.1.2. HARDWARE

PDA

Um PDA "Personal Digital Assistant" – Assistente digital pessoal, é um computador de bolso, ou de "mão". Tem a capacidade de armazenar números de telefone, endereços de e-mail acesso à internet, utilizar o Office, manter uma agenda digital actualizada e GPS (Global Positioning System) incorporado.

Actualmente, o PDA é pequeno em tamanho, possibilitando a sua colocação num bolso ou numa bolsa própria para o efeito, estando sempre acessível e sem ocupar as mãos quando não é necessário. Normalmente têm uma autonomia boa, podendo ser carregados através de uma ficha eléctrica, ou de um computador. Estes dispositivos têm um ecrã pequeno, mas maior que o de um telemóvel. Alguns são de touch screen, enquanto outros têm um pequeno teclado. A capacidade de armazenamento já é razoável, podendo ser acrescentada com cartões de memória que já têm grande capacidade [23].

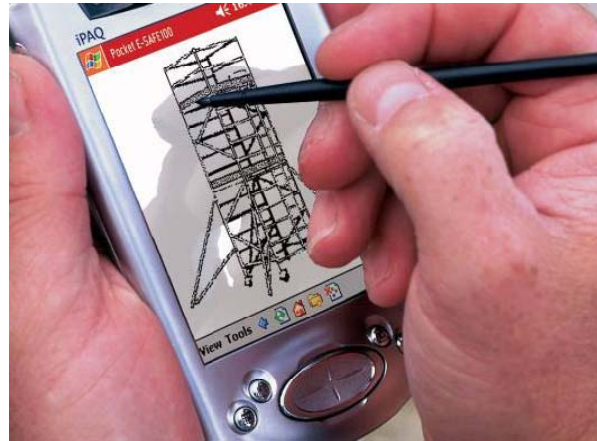


Fig.10 - PDA [23].

Table PC

Os computadores portáteis onde o modo de interacção computador/pessoa é realizado através de uma tela sensível ao toque, por meio de uma caneta ou dos dedos têm a designação de table PC.

Existem já empresas que comercializam este tipo de computadores para ambientes agressivos, são os chamados "rugged computing" [24]. São computadores desenhados por dentro e por fora de forma a resistir a múltiplos factores tais como:

- Choques e quedas;
- Vibrações fortes;
- Temperaturas extremas;
- Líquidos;
- Poeiras.



Fig.11 – Table Pc [24].

Código de barras

O código de barras é uma representação gráfica de dados que dependendo do tipo de código utilizado podem ser numéricos ou alfanuméricos. A leitura dos dados é feita por um equipamento do tipo scanner que emite um raio vermelho, este ao percorrer todas as barras vai sendo absorvido ou não, preta ou branca respectivamente. Assim os dados são descodificados, pelo computador, que os converte em letras ou números legíveis ao utilizador. [23]

Radio Frequency Identification (RFID)

A tecnologia de RFID é um termo genérico para as tecnologias que utilizam a frequência de rádio para captar dados. Por isso existem diversos métodos de identificação, o mais comum é o armazenamento de um número de série que identifique o objecto ou equipamento num micro-chip.

Esta tecnologia permite a captura automática de dados, para identificação de objectos com dispositivos electrónicos, conhecidos como etiquetas electrónicas, tags, RF (Radio Frequency) tags ou transponders, que emitem sinais de radiofrequência para leitores que acedam a estas informações. A tecnologia existe desde a década de 40 e veio para complementar a tecnologia de código de barras, bastante difundida no mundo.

A principal função desta tecnologia não é substituir o código de barras, pois é uma tecnologia de transformação que pode ajudar a reduzir o desperdício, limitar roubos, gerir inventários, simplificar a logística e aumentar a produtividade.

Uma das maiores vantagens dos sistemas baseados em RFID é o facto de permitir a codificação em ambientes agressivos e em produtos onde o uso de código de barras não é eficaz, como por exemplo na incorporação de um reboco. [25] e [26]

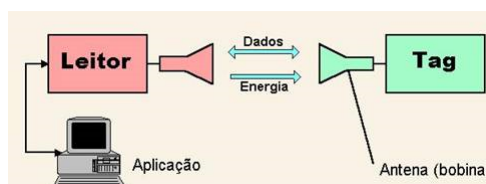


Fig.12 – Modelo básico do funcionamento de um sistema RFID [26].

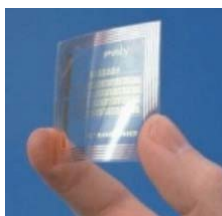


Fig.13 – RF tag passivo [26].

4.1.3. TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS A CURTO PRAZO

Foram destacadas pela GATNER, algumas das tecnologias que estão a ser melhoradas e que estarão disponíveis dentro de pouco tempo no mercado [27]:

Bluetooth 3.0: A nova geração do padrão de transmissão de dados deverá estar disponível este ano (2009) e os primeiros aparelhos com 3.0 devem surgir em 2010. Uma novidade será o suporte a aparelhos que operam no modo de potência ultra baixa, como sensores e novas aplicações. O Bluetooth 3.0 será o suporte para três tipos de sinais de transmissão: o próprio Bluetooth, Wi-Fi e ultra-wide band (UWB).

Interfaces móveis do utilizador: A disputa entre os fabricantes de telemóveis tem como consequência a oferta de diferentes interfaces e sistemas operacionais móveis, isso complica a estratégia de negócios das empresas na medida em que elas precisam escolher entre definir uma marca como padrão

dos seus sistemas B2B e B2C, ou criar várias interfaces que tenham em atenção todos os aparelhos. O desafio das empresas será construir aplicações com interfaces intuitivas e de acordo com a preferência dos utilizadores.

Detecção de localização: Com a maturidade dos sistemas de localização móvel e a disseminação das redes Wi-Fi, as empresas podem desenvolver mais aplicações contextuais, para detecção de presença e de redes sociais móveis. As empresas serão capazes de localizar potenciais clientes e consumidores em determinadas áreas, e comunicar directamente com eles, o que vai gerar novas questões de privacidade e problemas de segurança.

Wi-Fi 802.11n: É a nova geração do Wi-Fi, com velocidades de 100 Mbps a 300 Mbps, e deve ser o padrão que vai vigorar por vários anos nas redes sem fio de curto alcance. A transmissão móvel de média digital dará um salto de patamar, mas por outro lado causará dificuldades e despesas extras para as empresas. O padrão n é mais difícil de configurar, exige a compra de novos dispositivos de acesso e placas de rede, e até mesmo a ampliação da infra-estrutura da rede.

Tecnologias de tela: Novos formatos de telas terão impacto em 2009 e 2010, como os picoprojectores, displays passivos e displays com pixels activos. Os picoprojectores podem ser usados para pequenas apresentações visuais, por exemplo, numa reunião de vendas. Displays passivos são a base de novos aparelhos, como os leitores de e-books, que permitirão criar novas formas de distribuição e consumo de documentos.

Internet móvel e widgets: As empresas irão ter acesso aos widgets (componentes de interface gráfica) e conhecer os thin clients como meios mais baratos e práticos para distribuir informação a consumidores e funcionários, e irão incluir estes nas suas estratégias de negócios. A dificuldade actual está no facto de não haver padrões universais para browsers em dispositivos móveis. Ainda assim, o custo total de propriedade é menor.

Banda larga em telemóveis: A explosão que se verificou nos serviços 3G em 2008 teve ainda a queda de preços e as promoções das operadoras. A tecnologia HSPA (High Speed Packet Access) poderá substituir a tecnologia Wi-Fi em hot spots onde houver grande oferta de serviços e de cobertura. As empresas considerarão a compra de notebooks com chips embutidos para captar o sinal da internet 3G.

Comunicação em área próxima (NFC): Fazer pagamentos encostando o cartão de crédito ou o telemóvel numa estação de recolha electrónica de dados, mandar uma imagem de um telemóvel para um porta-retratos digital ou receber um cupão electrónico de desconto no smartphone, são aplicações de NFC que começam a despontar. Para o Gartner, essas aplicações serão mais disseminadas no começo em mercados emergentes, do que em países desenvolvidos.

4.2. AS TECNOLOGIAS MÓVEIS NA CONSTRUÇÃO

A concorrência económica global tem obrigado muitas organizações a explorar todas as opções possíveis para melhorar a prestação dos seus produtos e serviços. Esta tendência também se tornou evidente na indústria da construção, os clientes esperam um serviço melhor e projectos que dêem resposta às suas necessidades. Isso tem desafiado a indústria a tornar-se mais eficiente, integrada e atraente, tanto aos olhos da sociedade como para os seus potenciais trabalhadores. Em resposta, o governo, a indústria e a investigação, lideradas pela construção têm implementado iniciativas de mudança, na maioria dos países desenvolvidos [28].

Em paralelo com, e para servir, estas iniciativas tem existido um esforço, no âmbito da investigação e no sector académico, para explorar e implementar tecnologias de informação emergentes que facilitem as melhorias necessárias para modernizar a indústria da construção.

O desenvolvimento contínuo de tecnologias móveis, tais como os preços acessíveis dos computadores portáteis, smartphones e Tablet PCs, a par das infra-estruturas de comunicações de última geração (3G, WLAN e GPRS) pode encurtar distâncias; conectar com o local de actividade e, conseqüentemente, fornecer o elo que faltava para ajudar a resolver alguns dos problemas de eficiência do sector, impulsionando a melhoria e valorização da construção.

A questão que é pertinente colocar nesta altura é: O que é preciso mudar?

A construção tem deitado por terra todas as iniciativas que têm definido uma visão de onde a indústria se deve concentrar, embora existam muitas teorias sobre quais as alterações a ser realizadas, de uma forma geral, os objectivos são sempre a procura de alcançar a/o:

- redução do tempo de construção;
- redução no custo de construção;
- redução dos defeitos;
- redução dos acidentes;
- aumento da previsibilidade;
- redução dos resíduos de construção;
- aumento da produtividade;
- redução de operação e custos de manutenção;
- redução da energia gasta no processo.

As tecnologias móveis podem ajudar no alcance destes objectivos através de várias formas, integrando-se no sistema de gestão das empresas e entre empresas.

4.2.1. REDUÇÃO DO CUSTO E DO TEMPO DA CONSTRUÇÃO.

As tecnologias móveis podem facilitar uma redução do tempo e custo de construção, alguns benefícios em geral das tecnologias móveis utilizadas desde o local de actividade dos trabalhadores incluem:

- eliminação de reescrever / repetição;
- redução no tempo de viagem para obter informações;
- redução no tempo de viagem para ver a actividade.

A redução de tempo e de custo é notada em cada tarefa realizada com as tecnologias móveis, obtendo-se pouco benefício por tarefa, mas beneficiando no processo global. É trivial as vantagens que um telemóvel, em detrimento do telefone trouxe nas comunicações, em relação ao tempo e custo associado. A implementação no sector da construção teve o mesmo impacto, mas associando ao telemóvel outras funcionalidades, tais como acesso a vídeos e a documentos, este irá trazer um benefício ainda maior.

4.2.2. REDUÇÃO DE OPERAÇÕES E CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Existem duas áreas nas quais as tecnologias móveis podem facilitar uma redução na operação e custos de manutenção: aumentar a eficiência do pessoal na manutenção, e a recolha e disponibilização de informações ao longo do ciclo de vida de um edifício ou estrutura.

A rede Ferroviária de Londres, Nordeste e a região East Anglia está a usar um PDA, GPS e sistema GIS para realizar inspecções de terraplanagem; examinar a integridade dos seus taludes e estacas. Network Rail recebe agora os dados da equipa de exames semanalmente, em vez de ao final de uma inspecção de 4 meses. Isso permite que a Rede Ferroviária tenha um plano proactivo de trabalho e a sua manutenção em conformidade. Dados recolhidos no SIG podem facilmente classificar o estado, e permitir a identificação de todas as terraplanagens com problemas, incluindo a sua localização (automaticamente registados pelo GPS). A equipa de manutenção pode então ser instruída no sentido de rectificar grupos de falhas numa única visita ao local. A Network Rail prevê que a solução tenha um período de retorno de 1 ano. [29].

Rosser e Russell têm implementado um GPRS ligado ao PDA para uma solução de entrega de ordens de trabalho e recolher informações dos progressos dos engenheiros de manutenção. Houve uma redução substancial na administração necessária para gerir a sua operação de manutenção. O período de recuperação para esta solução é estimado em 10 meses. [30]

Biwater implementou um sistema de gestão da frota utilizando GPS. Isto permitiu-lhes acompanhar em tempo real a localização da sua tripulação e a manutenção necessária. O tempo de resposta à tripulação que tenha tido problemas, foi reduzido, podendo ser rapidamente localizada. A melhoria da logística tem reduzido os quilómetros feitos, consequentemente, reduzir o custo dos combustíveis e de manutenção da frota. Biwater estima o período de retorno em 7 meses. [31]

Existe também a possibilidade de aumentar ainda mais a informação fornecida às tripulações sobre manutenção, fornecendo serviços baseados na localização, tais como onde é o fornecedor certificado mais próximo para realizar a substituição parcial necessária.

A segunda área de ciclo de vida do fluxo de informação tem sido destacada na construção rodoviária com iniciativas TIC. Gallaher et al. [32] estimam o custo da falta de interoperabilidade nos U.S., nas instalações da indústria por ser conservadora, em \$ 15,8 bilhões por ano, a maioria destes (\$ 9,1 bilhões), é gasto em operações de manutenção. Uma enorme quantidade de tempo é gasto a localizar e verificar a instalação específica e a informação sobre os projectos e actividades anteriores. Por exemplo, como na construção de desenhos (tanto de construção como manutenção) não são fornecidos regularmente os correspondentes registos, os desenhos não são actualizados. O custo do tempo gasto garantindo que a informação representa com precisão o que está definido no local é estimado em \$ 4,8 bilhões.

As tecnologias móveis oferecem a oportunidade de criar e armazenar informações de como o projecto é construído e, em seguida, armazenar e fornecer informações para a manutenção permanente de actividades. Chapman [33] propõe a seguinte solução: Cada componente da estrutura é marcado, e indicado qual o método de construção utilizado para essa estrutura, a posição e a orientação de cada componente é enviado de para o modelo central do projecto. Quando o edifício é entregue ao dono, ele recebe também o acesso ao projecto no modelo central. Isto não só irá conter detalhes dos componentes, mas também quando e se algum deles tem de ser inspeccionado. A manutenção de rotina do edifício está prevista automaticamente e, em seguida, simplesmente tem que ir para o item a ser inspeccionado, seleccionar a etiqueta, e todas as informações que ele / ela exige serão entregues directamente no local da obra.

Embutindo as tecnologias móveis nos componentes podemos dar um passo mais além. Os sensores que detectam quando um pré-determinado estado tiver sido atingido (por exemplo, um esforço ou temperatura manométrica) podem enviar um alerta para o proprietário a informar-lhe sobre a manutenção exigida. Isso pode impedir os componentes atingirem a rotura e evitar assim a sua substituição e os

custos associados. Embora esta ideia seja boa, é necessário ter em atenção os custos, podendo implementar os dispositivos apenas em locais estritamente necessários.

4.2.3. REDUÇÃO DE DEFEITOS

Várias das iniciativas nacionais desafiam à mudança na indústria com vista a obter um produto sem defeitos. O novo código dos contratos públicos é um bom exemplo disso em Portugal. Em Inglaterra por exemplo, embora Egan [34] fixa-se a meta de construção do Reino Unido uma redução anual de 20% no número de defeitos na entrega, ele sugeriu que é evidente que a meta de zero defeitos é viável em toda a construção no prazo de 5 anos.

Ele também afirmou que algumas empresas no Reino Unido e U.S., já atingem zero defeitos na entrega da construção ao cliente.

O processo snagging é uma óbvia aplicação de tecnologias móveis, com ele os dados pode ser altamente repetitivos e é criada uma lista-base. Mace, usou uma solução PDA e Taylor Woodrow orientou como solução o uso de uma caneta digital, ambas as soluções têm a capacidade de recolher os dados electronicamente na fonte, num modelo uniforme, que é então armazenada num banco de dados central. O banco de dados pode ser pesquisado por tema; defeitos reincidentes, reclamar aos fornecedores e corrigir os defeitos. Esses temas podem ser abordados proactivamente. Um benefício adicional de ter um sistema central de gestão de defeitos é que os custos da rectificação dos problemas pode começar a ser compreendida e, por conseguinte, é adoptada uma abordagem mais pró-activa de gestão da qualidade em todo o processo de construção para evitar os custos associados [35].

Uma investigação na Austrália mostrou que 65% do re-trabalho do empreiteiro é atribuída à insuficiente, inadequada ou a informações conflituosas. Stent Foundations Ltd. desenvolveu um sistema de Tablet PC conectado a uma base de dados central através de uma LAN sem fios para facilitar o encaideamento da construção. Eles descobriram que os defeitos tinham sido reduzidos devido ao pessoal ter acesso a informação mais precisa e actualizada, e a sua compreensão do processo de construção foi melhor e mais consistente, garantindo a adesão aos procedimentos. Análises do projecto-piloto indicam uma redução em 75% do custo de trabalho de reparação [36].

Automatizando a construção através do uso do GPS que controla uma máquina, a qualidade pode ser ainda melhorada. Desta maneira são possíveis precisões de poucos milímetros. Os principais pedidos até à data têm sido em terraplenagem, pavimentação e equipamentos de medição. Usando o GPS elimina-se uma potencial falha humana, a imprecisão. Utilizadores regulares dizem que a produtividade e a qualidade são aumentadas, e o re-trabalho é reduzido [37].

4.2.4. REDUÇÃO DE ACIDENTES

A construção é reconhecida internacionalmente como uma das mais perigosas indústrias de trabalho. Em Portugal, os acidentes mortais em trabalho têm a sua origem essencialmente na construção, no ano de 2008 registaram-se 59 acidentes de trabalho mortais na construção contra os 11 na Indústria de produtos metálicos e material eléctrico que foi a segunda com maior número. Este facto evidencia bem os riscos a que os trabalhadores da construção estão expostos. No entanto, nos últimos anos, a saúde e a segurança tornaram-se mais amplamente reconhecidos, como um problema de desempenho empresarial, a par com a entrega a tempo, custo e qualidade [38].

Medir a frequência de acidentes é reconhecida como uma técnica bastante desactualizada, por supor que os acidentes são a medida do desempenho de segurança. A indústria da construção já está a caminhar para uma activa, e não reactiva abordagem, através da realização regular de auditorias e inspec-

ções de segurança e saúde. Existem vários exemplos de ferramentas TI móveis que foram desenvolvidas para realizar inspecções de segurança.

Skanska Tekra Oy, a divisão de engenharia civil da Skanska na Finlândia, está a usar um sistema baseado em SMS / WAP e MMM que permite que os dados sejam recolhidos via electrónica através do telefone do fiscal de obra. Em seguida, envia notificações do problema para os subcontratados que pode responder através de SMS quando o problema for corrigido. As acções correctivas, que antigamente tinham a duração de dias agora são feitas em poucas horas, e os acidentes têm diminuído desde a implementação do sistema.

Os dados recolhidos são armazenados numa base de dados central, permitindo a identificação das orientações a serem automatizadas. As não conformidades persistentes podem ser realçadas e uma abordagem mais pró-activa para a eliminação da sua existência pode ser posta em prática, tais como a formação, através das ferramentas de conversações, os novos métodos de construção ou de outras medidas preventivas, como por exemplo colocação de sinais gerais e barreiras em torno de cabos eléctricos. Além disso, os subcontratados que estão constantemente a causar problemas de segurança e / ou são lentos em resolvê-los, podem ser destacados e tratados em conformidade.

O sistema móvel MVR foi copiado para um método de segurança de engenharia civil desenvolvido pelo Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional, que foi aprovada pela maioria dos grandes empreiteiros, na Finlândia. Por terem uma única ferramenta, a comparação entre locais, e mesmo em toda a indústria torna possível melhorar e facilitar ainda mais uma redução do número de acidentes.

A “Pirâmide dos Acidentes” mostra que lesões fatais são apenas a ponta do iceberg (Fig.14). A teoria afirma que, se for reduzido o número de quase acidentes, este, por sua vez, irá reduzir o número de vítimas mortais. Os registos de quase acidentes são actualmente muito pobres. Isto pode ser devido ao grande número de ocorrências e, conseqüentemente, a quantidade de papelada envolvida na gravação destes.

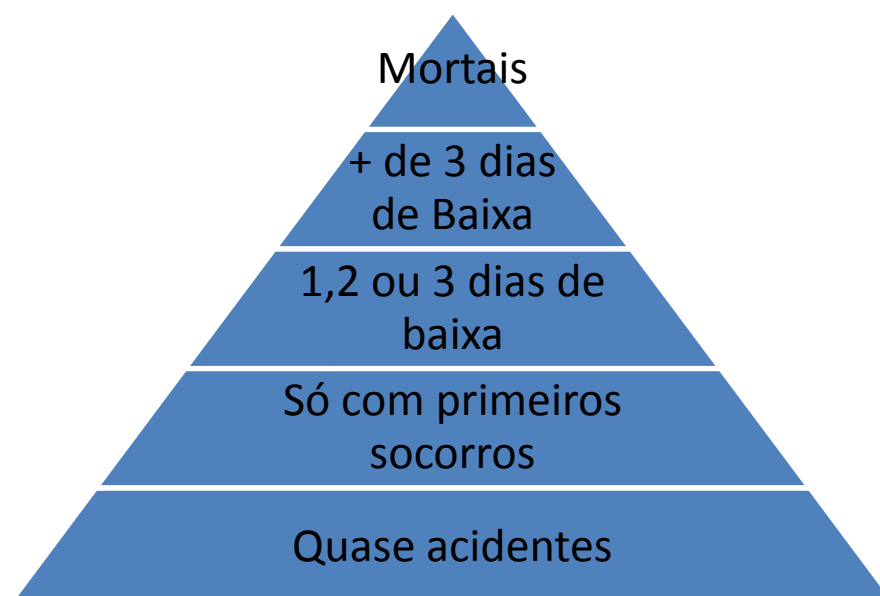


Fig.14 – Pirâmide dos acidentes [39].

Tecnologias móveis poderiam fornecer um mecanismo que permite aos trabalhadores enviar relatórios de quase acidentes mais facilmente do local de trabalho, que por sua vez aumentaria o número de quase acidentes relatados. Esta base electrónica de dados poderá ser automaticamente analisada e destacar as áreas que necessitam de melhorias.

As quedas em altura, são a causa mais comum de lesões fatais. Um Tablet PC, foi desenvolvido como ferramenta de auditoria para acompanhar o programa OSHA Fall-Safe no E.U.A. O trabalho concluiu que a realização de uma auditoria com os relatórios gerados contribuir para melhorias no controle do contratante, no perigo de quedas. [40]

Depois de quedas de altura, o acidente fatal mais comum é o esmagamento, que normalmente é a consequência de ser atingido por um veículo em movimento. Um trabalho está a ser realizado na indústria petrolífera e do gás sobre a aplicação de zonas de exclusão virtual, onde as gruas em plataforma petrolífera estão a trabalhar. Usando uma câmara montada sobre o guindaste, processam-se as imagens para identificar e distinguir pessoas de contentores. O acompanhamento é feito por algoritmos que atribuem a posição do pessoal, na área é possível fornecer um alerta sonoro para ambos, ao condutor do guindaste e ao pessoal que está a entrar na zona perigosa. A localização de pessoal pode ser claramente fornecida ao condutor num monitor da sua cabine, assegurando ao mesmo tempo distrações mínimas. Embora, os veículos forneçam alertas sonoros este aviso não é dirigido especificamente para a pessoa em perigo e pode ser ignorada como ruído. Esta exclusão virtual ou informações de zona poderia ser utilizada na indústria da construção fornecendo uma chamada de atenção, tal como máquinas empilhando plataformas ou gruas, e fornecer informações quando entrassem em áreas com requisitos específicos de segurança.

Um passo à frente para a melhoria da saúde e segurança no local de trabalho é a possibilidade da construção ser automatizada, eliminando a necessidade do pessoal estar em áreas de perigo. Um exemplo é apresentado pela Oloufa et al. [41]. O tele-Fujita é um sistema de terraplenagem que foi utilizado no Japão para trabalhar e viver à sombra de um vulcão; Monte Fugen. Todo o equipamento de construção no local funciona sem motoristas de bordo. O cilindro vibrador desloca-se autonomamente, auxiliados por GPS (Global Positioning System). Os acessórios propostos para o sistema são o controlo remoto em tempo real, monitorizando o equipamento de construção, utilizando o GPS e comunicações sem fios para evitar colisões.

4.2.5. REDUÇÃO DO LIXO DE CONSTRUÇÃO

Os resíduos da construção e demolição (C&D), são gerados durante a construção, renovação e demolição. Os resíduos da C&D normalmente incluem materiais e produtos, tais como betão, asfalto, madeira, vidro, pedra, metal, gesso, telhas, isolamentos, portas, janelas e caixilhos, pavimentos e mobiliário.

O Environmental Protection Agency (EPA) nos U.S. estima que aproximadamente 136 milhões de toneladas de edifícios relacionados com os resíduos da C&D foram gerados em 1996 - a maioria de demolição (48%) e a renovação (44%). A construção nova gerou apenas 8% dos edifícios relacionados com os resíduos de C&D. [42]

Na Europa, onde há uma maior pressão sobre os aterros devido à elevada densidade populacional, os resíduos da C&D foi nomeada como prioridade, pela Comunidade Europeia, e está a ser orientada para a redução. Na Alemanha, o governo chegou a um acordo voluntário com a indústria da construção, em 1996, para reduzir a quantidade de C&D resíduos enviados para aterros em 50% a partir de 1995 até 2005. A Agência Sueca de Protecção do Ambiente, também apelou para uma redução de 50% na C & D aterro dentro de 10 anos.

O primeiro passo para compreender e reduzir os desperdícios no local é saber que materiais e equipamentos foram entregues. Vários fornecedores estão actualmente a ponderar utilizar soluções TI móveis para facilitar o processo de entrega dos seus produtos, fornecendo produtos electrónicos, recebendo notas e provas de entrega. Um ponto de vista comum é que o ponto mais fraco da cadeia de abastecimento na indústria da construção é o local de obra; o papel fica entregue e, em seguida, perdeu-se. Não pode ficar depositado correctamente e as pessoas no local não têm consciência de como todos os documentos na cadeia de abastecimento estão ligados. Perder os registos é um grande problema tanto para o contratante como para o fornecedor.

A monitorização de materiais e equipamentos, uma vez que estão no local através da utilização de códigos de barras e etiquetas RFID têm sido objecto de muita investigação. Os benefícios alcançados em relação à redução dos resíduos incluem:

- Rápida localização de materiais/equipamentos;
- Certeza de que só os materiais correctos são utilizados, e reduzir os custos associados com itens danificados;
- Redução de itens perdidos ou roubados;
- Mais fácil manutenção de uma base de dados de monitorização dos materiais.

CPIC (Centre for Performance Improvement in Construction) desenvolveu uma ferramenta para medir o desempenho no local de obra; calibre 2000. Desperdício de tempo, energia e materiais são recolhidos pelos observadores na construção usando um dispositivo PDA, que é então sincronizado com uma base de dados central. O PDA permite recolher informações em tempo real e é então disponibilizada para análise, pela equipa do site no dia seguinte. [43]. Chen et al. sugerem a utilização de códigos de barras para facilitar uma remuneração dos trabalhadores à base de um programa de incentivos. Os trabalhadores são remunerados de acordo com os montantes e valores de materiais que conseguiu salvar nas suas operações. Isto resultou numa poupança de 10% de material desperdiçado. [44].

Em ambos os exemplos a desvantagem é que a recolha de dados continua a exigir a intervenção manual. Li et al. propõe dar o próximo passo, integrando GPS e GIS para propor uma recolha automatizada dos dados em tempo real, é uma solução para gerir as entregas de materiais para o local de obra [45]. No futuro, será possível tecnicamente utilizar essas tecnologias ao nível de micro-on-site para automaticamente, ser feita a localização de materiais e equipamentos no local. O processo de localização por exemplo, em conformidade com um revestimento de painel é reconhecido como sendo duma equipe então, o registo de fluxo de trabalho será iniciado.

Estas tecnologias podem também ajudar a desenvolver esforços para aplicar iniciativas logísticas dentro da indústria da construção. Com ligações seguras em tempo real na cadeia de abastecimento, é possível a entrega no tempo certo de materiais e equipamentos. Isto reduz a possibilidade de danos nos materiais devido ao estado do tempo e de circulação de pessoas, instalações e equipamentos dentro de instalações de armazenamento temporário.

Como afirmado anteriormente, a maioria dos resíduos C&D é gerado durante a demolição e renovação. Uma codificação RFID proporciona a capacidade de fixar permanentemente informações a componentes para a construção, a qual, por sua vez, oferece a oportunidade de prestar serviço a futuros proprietários com as informações sobre a composição de cada componente. Os itens podem então ser facilmente identificados para a reciclagem ou reutilização; mesmo os itens que não podem actualmente ser reciclados podem ser recicláveis no futuro. Isto eliminaria alguns dos proibitivos custos associados com a identificação e a triagem de materiais, tornando a reciclagem uma opção mais viável.

4.2.6. AUMENTO DE PRODUTIVIDADE

A produtividade é definida como o rácio entre a quantidade de trabalho produzido com os recursos utilizados na sua produção. A produtividade é aumentada se se tiver menos recursos para fazer a mesma quantidade de trabalho, ou com o mesmo número de recursos poder fazer mais. A unidade para a melhoria da produtividade na indústria da construção vem com o reconhecimento de que a produtividade está intimamente ligada à competitividade internacional e que a indústria da construção não acompanhou o ritmo das melhorias obtidas na produtividade noutros sectores. Várias das iniciativas nacionais na construção promovem a mudança para a utilização da tecnologia de informação como uma ferramenta para aumentar a produtividade, através de automatização de tarefas e reforço da colaboração. A obrigação dos concursos públicos serem feitos com recursos a plataformas é um exemplo.

A automação de tarefas fornece as seguintes melhorias na produtividade:

- Entrega das informações exigidas, por exemplo método de declarações;
- Produção de relatórios, por exemplo Relatórios diários;
- Alertas de notificação de riscos na segurança;
- Recolha de dados, a administração reduz o número de pessoal necessário.

Uma área onde ocorrem as perdas mais significativas na produtividade é quando o trabalhador ou equipe de trabalho está parado no local devido a problemas imprevistos. A possibilidade de tecnologias móveis para fornecer acesso imediato, ao local da actividade, para que o pessoal que pode ser capaz de resolver o problema, tem sido um tema de investigação em curso. Inicialmente centrou-se nas soluções digitais incorporadas no capacete de segurança, porém, os custos envolvidos, o tamanho dos equipamentos necessários à época, e da aceitabilidade da solução impediram a sua principal utilização.

As tecnologias móveis já estão numa fase de desenvolvimento que os consumidores de hardware e software fornecem muitas das capacidades necessárias; bidireccional de voz, vídeo e transferência de dados. Stent Foundations Limited é actualmente uma solução que permite à equipe do local da obra comunicar directamente com o escritório, enviando uma equipa para resolver um problema no local. Isto elimina a espera de alguém no local, com o intuito de visualizar o problema, e fornece uma comunicação directa e não através da via hierárquica tradicional, portanto, eliminando o problema de incompreensão e de entrega de soluções inadequadas.

Outra área que está levando a melhor na produtividade é a chamada Lean Construction. Esta é uma abordagem de gestão da produção para entregar o projecto, um dos elementos dessa abordagem é o último sistema, plano de controlo de produção [46]. A pessoa que faz o ultimo planeamento é a/ou o grupo que decide o trabalho que será feito amanhã. O sistema de último planeador foi criado para facilitar este método de planeamento e as suas ferramentas incluem:

- programa colaborativo;
- reunião antecipada;
- reunião semanal de plano de trabalho.

A premissa é que um melhor planeamento melhora a produtividade, reduzindo atrasos, ficando o trabalho realizado na melhor sequência de construção, correspondência de pessoal disponível para trabalhar, e coordenar várias actividades interdependentes. Uma das críticas do sistema é que ele requer muita papelada [47].

Propõe-se que a tecnologia móvel possa contribuir para aumentar ainda mais este sistema, eliminando a papelada necessária para manter o sistema. Um sistema móvel facilita o processo de último planeador, mantendo e reforçando a colaboração e os aspectos cara a cara, simultaneamente removendo a necessidade de dados de re-entrada e fornecendo informações até ao minuto.

4.2.7. AUMENTO DA PREVISIBILIDADE

A indústria da construção é frequentemente criticada pela entrega tardia de projectos, e sobre orçamentos. Há uma multiplicidade de razões para isso, incluindo cultura, métodos e questões de comunicação. Uma área na qual as tecnologias móveis podem ajudar na prestação é que é exacta em tempo real. Informando sobre o progresso e sobre os custos à medida que o projecto avança.

Nas secções acima, pode ser visto que o aumento da comunicação, desde o ponto onde está a actividade até ao resto da equipe do projecto é possível e, em alguns casos, já foram atingidos. As aplicações móveis já existem para a folha de tempo, utilização de plantas, as matérias de gestão e os relatórios de progresso. Deverá agora ser possível comparar o programa previsto ou do orçamento com os progressos realizados ou custos cobrados e usar esta informação para informar fases posteriores do projecto e / ou projectos futuros.

Em suma os objectivos definidos para a indústria são a procura da sustentabilidade. Esta só é possível de alcançar com a colaboração de todos em todas as fases do processo construtivo.

4.3. AS DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO DE TIC EM PMES

As dificuldades de implementação de qualquer tecnologia, prende-se com a necessidade de inovar. A implementação é um dos passos da inovação, o último no caso de o processo não ser iterativo, por isso é necessário esclarecer desde já o que é o processo de inovação e os modelos que existem.

A inovação segundo Dantas é "um processo que, integrando os conhecimentos científicos e tecnológicos próprios e alheios e as capacidades pessoais, conduz ao desenvolvimento e adopção ou comercialização de produtos, processos, métodos de gestão e condições laborais, novos ou melhorados, contribuindo para a satisfação de todos os participantes" [48].

4.3.1. O PROCESSO DE INOVAÇÃO

O processo de inovação em si tem vindo a modificar-se ao longo dos tempos. Começou por ser um processo linear, onde cada etapa do processo era sequencial, tornando-se num processo mais complexo que envolve múltiplas entidades (Empresas, universidades, mercado, institutos de investigação) que através de parcerias e cooperação obtêm os resultados pretendidos. Inovar. Embora na sua maioria das situações o processo de inovação siga o modelo tradicional linear, a utilização de novas ferramentas como as tecnologias de informação têm impulsionado as indústrias a passar para modelos mais complexos, tornando o processo mais rápido, agrupando as capacidades de cada interveniente e minimizando os riscos que são inerentes ao processo.

Como referido existem vários modelos de processos de inovação:

- Os modelos lineares;
- O modelo iterativo ou chain-link model;
- O modelo integrado;
- O modelo em rede.

Os modelos lineares

A inovação até meados dos anos sessenta era considerada como um conjunto de fases sequenciais e lineares que resultavam na evolução que era procurada. Existindo dois modelos que se destacaram, o technology-push e o market-pull.

O primeiro, tem como base o avanço da ciência e da tecnologia, que muitas empresas (fundamentalmente grandes) e governos utilizam como conceito. Exigindo da parte destes um grande investimento em investigação e desenvolvimento (I&D).

Este modelo tem o grande objectivo de trazer consigo modelos e conceitos completamente novos ao mercado e como consequência um elevado potencial de retorno em termos financeiros, mas envolve riscos muito elevados. No fundo este modelo traduz um processo de inovação que segue o método científico.



Fig.15 – Modelo technology-push [48].

O segundo tem outro ponto de vista, o mercado como origem. Defendendo que a inovação é o resultado das necessidades que o mercado apresenta. A procura por parte dos clientes, exige da indústria novas soluções a que esta tem de dar resposta, com avanços tecnológicos ou com novos conceitos.



Fig.16 – Modelo market-pull [48].

Estes modelos têm sido fortemente contestados devido à sua simplicidade e ao facto de não terem em conta as interações que ocorrem num processo de inovação. De facto raramente um processo de inovação é sequencial, com fases isoladas e muito ordenado.

O modelo iterativo ou chain-link model

Este modelo surge num contexto onde a inovação tem como fundamentos a necessidade de satisfazer o mercado recorrendo às capacidades científicas e tecnológicas existentes. Que através de pequenos avanços e melhorias, mudam constantemente os custos e os riscos associados. Tornando a inovação mais acessível, permitindo a introdução de novos bens e explicando a sua origem.

A ciência e tecnologia e o mercado são como complementares um do outro, tal como afirma Freeman citado pelo autor: "a necessidade (mercado) pode ser a mãe da invenção, mas a procriação também necessita de um pai (tecnologia)".

Este modelo foi proposto por Kline e Rosenberg, realçando a "interacção entre oportunidades oferecidas pelo mercado, por um lado, e os conhecimentos e recursos da empresa, por outro, estando as principais funções – estratégias de produto e determinação das oportunidades de mercado, concepção analítica e técnica, engenharia de produção e comercialização e distribuição – permanentemente inter-relacionadas".

O modelo interactivo é uma aproximação da teoria à prática bastante razoável, mas é um processo ainda sequencial que se torna longo.

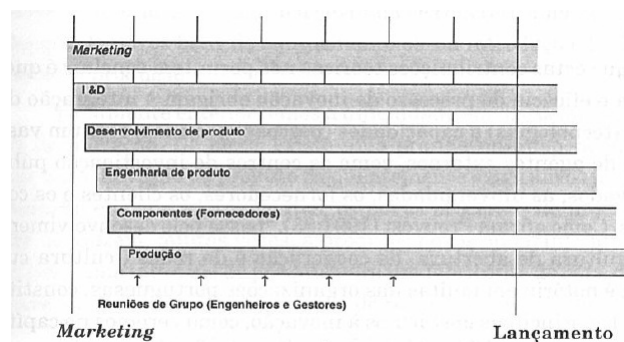


Fonte: Kline y Rosenberg (1986)

Fig.17 – Modelo interactivo ou chain-link, simplificado [48].

O modelo integrado

Foi proposto por Rothwell que o processo de inovação deve ser explicado pelo modelo integrado, a partir da segunda metade dos anos oitenta. Sendo este um método paralelo, abandonando o conceito dos modelos sequenciais até aí seguidos, que integra as pessoas de I&D, concepção, testes, produção e marketing. Reforçando assim a cooperação entre empresas e o trabalho multidisciplinares.



Fonte: Pavón e Hidalgo (1997)

Fig.18 – Modelo integrado [48].

O modelo em rede

Este modelo foi anunciado ainda por Rothwell e caracteriza-se pelo recurso sistemático a sistemas inteligentes, que têm como base as tecnologias de informação que tornam possível uma maior interacção na comunicação.

As vantagens deste modelo prendem-se com a eliminação parcial das actividades físicas de concepção, desenvolvimento e teste, aumento da flexibilidade do sistema produtivo, a cooperação entre entidades internas e externas independentemente da sua localização geográfica [48].

A integração dos recursos (tecnologias) e capacidades próprias (pessoas), com os organismos externos (empresas, universidades, centros de investigação, clientes, fornecedores e concorrentes), irão conduzir a uma maior eficiência e eficácia do processo de inovação.

4.3.2. BARREIRAS NO SECTOR DA CONSTRUÇÃO

A indústria da construção, geralmente fica atrás de outras indústrias no que respeita à utilização de TIC, conseqüentemente poderia deduzir-se que a principal via para alcançar os níveis de adopção de outros sectores é o modelo technology-push. No entanto, o motivo tem sido a lenta adopção das novas tecnologias por parte do sector da construção, pois elas ainda não estão desenvolvidas para atender às especificidades inerentes a esta actividade, existindo portanto uma forte lacuna por preencher. Por exemplo, é relativamente fácil de implementar novas tecnologias numa fábrica com uma linha de produção, onde o ambiente é limpo, estável e o trabalho vai até ao trabalhador, no entanto, na construção onde o trabalhador tem de se deslocar até ao local de trabalho e ter a tecnologia com ele, está sujeito aos elementos naturais e aos imprevistos do processo construtivo [49].

As principais barreiras encontradas para a implementação de TIC são as seguintes [49]:

- **Relutância:** há uma relutância considerável por parte de muitos gestores de topo que, devido à carência de conhecimento e entendimento do sistema, não se apercebem dos benefícios que podem advir das aplicações de TIC. Além disso, quando estes se apercebem de que não é possível obter-se benefícios imediatos, desistem de alimentar o projecto;
- **Recursos:** nenhuma aplicação funciona isoladamente, e por isso tem que haver um investimento de recursos durante a sua implementação, tais recursos podem ser financeiros, como no caso da compra de hardware e software, ou humanos, como na instrução e formação. Os profissionais da construção, habituados à intensa competição pelo preço e à focagem no fundamental, têm geralmente dificuldades em justificar investimentos em tecnologia avançada. A falta de tempo para a formação e as operações de mudança são outros factores tidos em conta pela gestão aquando da hipótese de implementação de TIC;
- **Mudança/inovação:** qualquer mudança nos processos de trabalho provoca perturbações na produtividade, em especial na sua fase de introdução e é tanto pior quanto menor o conhecimento sobre estas mudanças e suas implementações;
- **Tradição:** a tradição pode constituir uma grande barreira para qualquer forma de nova implementação. As pessoas, independentemente da sua dedicação às novas ferramentas, têm geralmente tendência para fazer as coisas da forma a que estão habituadas;
- **Lenta compreensão da TIC:** A escassa compreensão das TIC, em especial nas áreas de software de gestão da informação, presença online, e soluções moveis, constitui potencial não aproveitado para as PME;
- **Standards:** Ausência de normas da indústria (em partícula as normas de partilha e troca de informação);
- **Exigências contraditórias:** exigências contraditórias no uso específico de TIC por parte de pessoas externas (clientes, compradores). Pressão sobre as PME para adoptarem as normas TIC usadas por fornecedores e clientes;

- **Baixa adoção de TIC apropriadas:** As TIC específicas do sector e sistemas TIC disponíveis têm-se tornado cada vez mais acessíveis às PME da construção. Porém, as PME têm sido lentas no reconhecimento das oportunidades que as TIC possibilitam e na adoção destas;
- **Estratégia de TIC:** ausência de uma estratégia coerente para o investimento em TIC;
- **Nível de competências nas TIC:** falta de competências internas de TIC e/ou acesso a assistência externa a preço acessível;
- **Cultura:** A posição conservadora (reactiva) em relação ao investimento em TIC e a cultura de comunicação oral, em detrimento de textual, são um impedimento para as oportunidades de colaboração com terceiros;
- **Recursos:** escassez de recursos para o investimento em TIC e, ainda mais importante, a falta de conhecimentos dos custos e benefícios financeiros (retorno do investimento) das diferentes aplicações TIC;
- **Tamanho:** As PME não possuem, geralmente, as capacidades financeiras e administrativas necessárias para competirem sozinhas contra empresas de maior dimensão. A variação da dimensão de uma PME, por vezes relacionada com oscilações da procura ou do ajustamento a um novo segmento do mercado, acarreta o risco de ser necessária a troca de um sistema de comunicações por outro mecanismo mais adaptado à sua dimensão;
- **Sistemas desenvolvidos pela empresa:** muitas empresas da construção viram-se forçadas a desenvolver as próprias ferramentas TIC devido à inexistência de software específico do sector. Esta realidade está a mudar, e estes sistemas desenvolvidos pela própria empresa constituem agora um potencial entrave ao investimento em soluções mais eficazes;
- **Custos decorrentes da inadequada interoperacionalidade de software:** Custos desnecessários de transferência e análise manual de informação.

5

SISTEMA COMUNICAÇÃO UTILIZANDO AS TECNOLOGIAS MÓVEIS**5.1. O PROJECTO HKNOW**

O projecto HKNOW ("Heritage-Knowledge"), com o título "Advanced Infrastructure for Knowledge Based Services for Buildings Restoring" (Infra-estrutura Avançada para Serviços Baseados no Conhecimento na Reabilitação de Edifícios). Insere-se no 7º programa Quadro e foi o primeiro projecto aprovado em 2008. Enquadra-se no subprograma: Projecto de Colaboração Destinado a Pequenas e Médias Empresas (PMEs).

O grupo de trabalho é constituído por quinze parceiros de cinco países (Portugal, Alemanha, Itália, França e Espanha) é coordenado pela Fundación Santa Maria La Real, tem a duração de três anos e foi iniciado em 1 de Janeiro de 2009. Os parceiros portugueses são a 3M2P, INESC, FEUP, STB e Vortal.

A indústria da construção na área de renovação, recuperação e manutenção de edifícios, tem registado um número crescente e complexo de trabalho. Estes trabalhos implicam organizações competentes e flexíveis, ou seja, PMEs especializadas. O conhecimento e o negócio nesta área têm sido dominados pelas PMEs tradicionais, que de um modo geral, estão distantes das exigências que os dias de hoje impõem neste tipo de actividade. Assim as PMEs deparam-se com dois problemas tipo:

- Dar resposta às crescentes exigências na execução dos processos de reabilitação, à aplicação de conhecimentos específicos, aos novos materiais e processos tecnológicos, e às exigências do dono de obra. Aguentando a pressão para reduzir a quantidade de materiais e consumos de energia;
- A necessidade de estabelecer uma colaboração mais estreita entre PMEs e IDs que permita a criação de equipas integradas de forma a lidar com obras complexas.

As soluções apontadas, passam pela utilização de sistemas avançados de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) que utilizam as infra-estruturas, ferramentas e serviços de forma a dar acesso imediato ao conhecimento e à informação do negócio. Assegurando o ritmo de desenvolvimento económico, baseado no conhecimento. Tais sistemas para serem integrados em sistemas de aprendizagem devem suportar a organização da formação nos tópicos específicos da reabilitação e de estruturas organizacionais inovadoras. Estas soluções devem ser acessíveis, amigáveis e de uso intuitivo para os utilizadores PMEs em termos de custo e de complexidade. A proposta permite o acesso ao conhecimento com componentes de interactividade, que por sua vez, resultam numa criação intensiva de casos de estudo ao longo do desenvolvimento dos projectos e das obras. Esse conhecimento pode ser importante para utilização em aprendizagem e formação. O trabalho em rede assegura uma eficiência mais

elevada dos processos de cooperação e da integração do desenvolvimento de serviços com um valor acrescido para os donos de obra [50] e [51].

O projecto H-KNOW desenvolverá uma plataforma, em que os serviços da gestão do conhecimento para monitorar as fontes do conhecimento e da recolha dos indicadores relevantes serão complementados por serviços para a realização de redes colaborativas virtuais (RCV). Esta gestão relevante dos indicadores do conhecimento será focalizada em domínios específicos do conjunto enorme de trabalhos da reabilitação de edifícios. Permitirá uma combinação eficaz de um sistema avançado da provisão do conhecimento e da formação com um sistema de sustentação inovador do trabalho em rede, respondendo às seguintes exigências:

- Baseado na Internet;
- Utilizável por PMEs (em termos de custos de investimento e de recursos humanos);
- Assegurando um acesso permanente aos recursos específicos do conhecimento e aos peritos;
- Gravando o conhecimento gerado ao longo dos trabalhos da reabilitação e estruturando-o nos formatos para aprendizagem e reutilização;
- Formatos abertos suportando a colaboração entre os intervenientes no processo da construção;
- Utilizadores móveis suportados por acesso a uma estrutura com o conhecimento essencial, acessível em qualquer lugar e em qualquer altura.

Para conseguir estes objectivos o projecto H-KNOW inclui a investigação sobre:

- A metodologia para criação de RCV de PME-ID, apoiada por um conjunto de modelos e de métodos para a criação da rede tendo em conta os aspectos organizacionais, culturais e técnicos e os procedimentos e modelos para estruturar e gerir o conhecimento, adaptados especificamente para as PMEs;
- Plataforma de suporte, albergando um conjunto de serviços para gestão das interações, gestão do conhecimento e elearning, como uma base de TIC para a administração do conhecimento competente avançado nesta área. A plataforma deve permitir o conhecimento interactivo que compartilhe entre IDs e PMEs dentro de RCV;
- O conjunto presta serviços de manutenção favorecendo a colaboração, reservando-a para os trabalhadores das PMEs que não são peritos de modo a poderem preparar respostas em contextos diferentes da colaboração;
- Serviços de gestão de conhecimento para partilhar eficientemente o conhecimento dentro das redes de ID-PME;
- Definição e desenvolvimento de um formato óptimo de e-learning, que deva incluir uma ligação próxima entre o conhecimento usado e o criado em projectos de reabilitação. A metodologia e as ferramentas de formação têm que ser adaptadas às necessidades das PME e ao nível da instrução.

5.2. O CENÁRIO

A melhor forma para desenvolver uma ferramenta informática é traçar um cenário, de forma a se conseguir perceber o que é pretendido, com um cenário a construção da arquitectura do software fica facilitada. Em seguida é apresentado o cenário que se pretende alcançar com a implementação do sistema de informação.

O cliente faz um pedido à empresa X, porque nota que a sua casa tem várias infiltrações de água, e a fachada tem algumas fissuras. A empresa solicita o preenchimento de um inquérito no site HKnow, o

envio das plantas do edifício e da documentação do projecto original (caso este exista). A empresa contacta as autoridades competentes solicitando informação sobre o edifício.

A empresa envia um técnico experiente ao local, para fazer uma inspecção. Com o seu PDA, onde acede à plataforma HKnow, regista-se. O registo dá acesso ao seu ambiente de trabalho, onde tem várias opções, entre as quais o exame preliminar, selecciona-o e obtém um formulário para preencher. O formulário contém os elementos mais comuns que normalmente são verificados, e que contêm as anomalias mais frequentes, como exemplo está o quadro V-2 no capítulo V do livro de Vítor Córias [12]. O formulário tem o objectivo de garantir uma maior eficiência por parte do engenheiro, não correndo tanto risco de este se esquecer de verificar algum elemento. Existe também a possibilidade de adicionar, perguntas ou itens que surjam, de modo a que a próxima vez que seja utilizado o seu conteúdo seja mais rico.

Durante esta visita, o engenheiro leva consigo um kit de ferramentas auxiliares aos seus sentidos.

A inspecção começa, com o auxílio do exame tipo no PDA, o engenheiro começa por verificar a fachada, onde detecta várias fendas relativamente pequenas, tal como o cliente lhe tinha descrito, e tira uma foto da fachada, indicando uma possível causa depois de verificar a disposição das fissuras.

O item seguinte do exame diz para verificar se existem manchas nos bordos das janelas do edifício. O engenheiro verificando que apenas algumas das janelas têm esta patologia, faz um filme varrendo todas as janelas e vai comentando possíveis causas.

A inspecção continua no interior do edifício. É detectada fissuração no pavimento de entrada, e com a régua de precisão incorporada no PDA é medida a sua espessura, colocando de seguida uma marca para posterior observação, mais tarde saberá se a fissura é estável ou não.

É detectada uma mancha negra no tecto da casa de banho, com o higrómetro é detectada a causa de humidade, se é de condensação ou de infiltração.

O engenheiro detecta uma anomalia no piso que não tem a certeza do que se trata, com o seu PDA ou uma câmara digital tira uma foto e faz um vídeo, vai ao fórum do site e pergunta se já alguém viu aquela anomalia. Uma empresa na Holanda responde que sim (embora a pergunta tenha sido feita em português, o fórum tem a capacidade de traduzir para as várias línguas das empresas registadas), dizendo que já viu uma coisa parecida num edifício que tratou e indica quais as razões, porque existiam determinadas condições no edifício que levavam a que isso acontecesse.

O engenheiro vê que com o equipamento disponível é possível verificar se as condições são as mesmas, e acaba as confirmar. Regista os parâmetros obtidos anexos à patologia com uma fotografia e alguns comentários, no site.

O relatório preliminar está acabado e é armazenado no site para posterior consulta.

A análise do exame preliminar mostra que é necessário intervir no edifício e portanto é necessário avançar com um exame pormenorizado a fim de obter um diagnóstico.

Um exame pormenorizado apenas difere do preliminar no seu grau de profundidade, sendo os passos os mesmos, mas agora com equipamento melhor e especializado.

Todo o equipamento tem incorporado um mini processador de dados, que os armazena e envia para o site. Por exemplo um medidor de coeficientes de transmissão térmica, envia a espessura das camadas, e qual o U registado de determinada parede.

Quando o diagnóstico está terminado, a estratégia de intervenção decidida e o projecto de execução concluído, é necessário executar a obra.

O dia de trabalho começa, o encarregado da obra acede ao site e regista-se, verifica as tarefas que tem para hoje. Como hoje é o primeiro dia de trabalho naquela obra, ele já tinha preparado a lista de pessoal, equipamento e material necessário para montar o estaleiro. Como já foi tudo programado, em princípio é só seguir o guião das tarefas, a menos que ocorra algum imprevisto.

A primeira tarefa é instalar os limites do estaleiro, e ele indica o início da tarefa. Os seus ajudantes recebem no seu telemóvel uma indicação a dizer que a tarefa começou. Esta indicação incorpora uma barra de tempo que indica o tempo que é necessário em média para executar a tarefa, assim eles sabem qual é o seu desempenho. Outras informações são indicadas, tais como material e equipamento que necessitam de utilizar, a sua quantidade e localização.

Dependendo do nível de cada operário, assim é dada a informação, por exemplo a um ajudante é dada a informação de onde se encontra o fio-de-prumo, os tijolos; enquanto ao encarregado é dada a informação de onde está as janelas que vão ser colocadas amanhã.

A montagem da vedação é feita pelo encarregado e dois ajudantes, cada um confirma o material e o equipamento que vai utilizar, registando-o, pois cada equipamento tem um código de barras e os telemóveis um leitor de código de barras. A partir desse momento a responsabilidade do material passa do encarregado para cada ajudante. O material gasto em vedação é registado pelo encarregado.

Quando acabam de montar a vedação, o dia chega ao fim, era a única tarefa nesse dia. O sistema registou o tempo que cada um demorou a executar a tarefa, o material gasto e o equipamento utilizado, sendo este colocado na carrinha de transporte e registado.

O encarregado verifica as tarefas programadas para o dia seguinte: montagem de grua e chegada dos andaimes, verificando que amanhã enquanto ele está com a equipa de montagem da grua, não pode estar com a equipa de montagem de andaimes. Então no site, solicita um pequeno vídeo onde é mostrada a montagem do mesmo tipo de andaimes, a sequência de tarefas, indicações práticas, regras e equipamento de segurança. Envia esta informação à equipa que irá fazer essa montagem.

Um mês após o início da obra, já os trabalhos de reabilitação vão avançados e chegou o momento de levantar o pavimento que tinha a anomalia que o engenheiro de inspecção nunca tinha visto.

O encarregado vai ao site, e verifica que antes de começar a tarefa de repavimentação tem de ver um vídeo e umas regras de boas práticas. O vídeo mostra uma empresa holandesa a executar essa tarefa. Como foi a primeira vez que ela reparou esse tipo de anomalia, houve alguns pormenores que foram esquecidos. As regras de boa prática indicam os passos a corrigir e o porquê com recurso a uma animação virtual feita por um perito em patologia de edifícios.

O encarregado ficou a perceber o que tinha de fazer e o porquê. Dá as instruções aos seus operários para executarem a tarefa correctamente e envia-lhes a animação como forma de lhes transmitir uma ideia melhor anulando os erros de comunicação.

A repavimentação que é necessário fazer, vai até uma janela que foi removida para restauro, criando aqui um local de potencial queda. Apesar de ter guarda corpos, é sempre um local perigoso. O sistema de segurança imite um sinal cada vez que um operário se aproxima da janela, dando aviso que nesta zona tem de ter cuidado redobrado.

5.3. FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO

O sistema proposto abrange todo o ciclo de vida da obra de reabilitação, na medida em que a informação recolhida é armazenada para posterior utilização, tanto na presente obra como nas futuras. As tec-

nologias móveis são utilizadas apenas nas fases de inspeção e execução como meio de troca de informação. O esquema seguinte traduz o sistema geral (Fig.19).

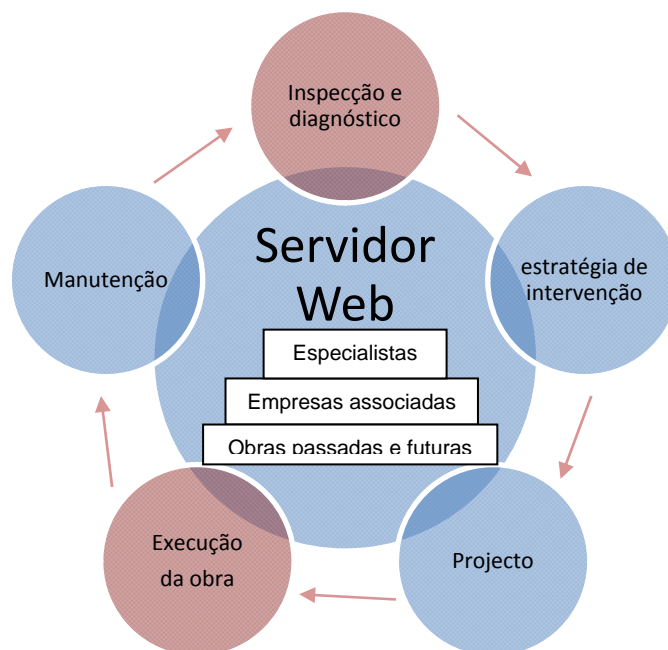


Fig.19 – Sistema geral

Os objectivos que se pretende alcançar com a implementação deste sistema são os seguintes:

- Recolha de informação sistemática e reutilizável;
- Acesso à informação em qualquer lugar a qualquer hora;
- Mobilidade no local de obra;
- Contacto permanente entre pessoas;
- Organização da informação;
- Melhoria da qualidade da informação;
- Evitar a necessidade de voltar a recolher informação;
- Auxílio na resolução de imprevistos em obra;
- Troca de informação com especialistas;
- Acesso a informação credível e actualizada;
- Aumento da qualidade de construção;
- Aumento da produtividade;
- Formação à distância;
- Diminuição do tempo gasto em deslocações.

5.3.1. FASE DE INSPECÇÃO

O objectivo da fase de inspeção é fazer um relatório devidamente fundamentado, onde é descrito o estado de degradação do edifício em estudo. A recolha de informação sobre o edifício é o ponto de partida para adquirir o conhecimento necessário à sua caracterização. A informação é obtida de diversas formas, que incluem normalmente:

- Documentação original do edifício (arquivos municipais; na posse do dono de obra);

- Inquérito aos utentes;
- Análise de regulamentação aplicável;
- Inspeções e ensaios preliminares.

Com base no relatório, o dono de obra em conjunto com os técnicos responsáveis tomam a decisão de intervir ou não, dependendo de diversos factores (disponibilidade financeira do dono de obra, grau de intervenção, manutenção necessária) [12].

Aquilo que se propõe nesta fase é a utilização, de um sistema integrado de forma a recolher a informação de forma sistemática e torna-la sempre acessível em qualquer momento, armazenando-a num sistema de gestão de informação. Os meios mais adequados neste momento são as tecnologias móveis, que são uma ferramenta muito útil como meio de comunicação no local a inspecionar.

O papel do projectista na inspecção.

A primeira tarefa do projectista, antes da visita ao local de obra, é recolher os documentos referentes ao edifício (desenhos de execução ou de preparação da obra, cálculos e relatórios de ensaios) junto das entidades competentes, ou mesmo pedindo ao dono de obra. Estas informações podem ser facilmente transferidas para suporte digital, e estar acessíveis quando a visita ao local da obra for realizada através de um sistema georreferenciado onde o projectista, através de um sistema do género do Google Earth ou Maps Life, pode aceder às informações do edifício em causa com apenas um clic no edifício.

A realização de um inquérito aos utentes do edifício é frequente, já que se trata de uma forma não invasiva de obter informações do estado do edifício no seu interior. As informações recolhidas são fundamentais na avaliação quando estiver no local, dando indicadores de potenciais problemas do edifício, orientando a inspecção. A solicitação do preenchimento online de um inquérito quando o cliente procura os serviços da empresa, é uma forma de tornar o processo mais rápido e organizado.

Este método trás logo as vantagens de ser possível anotar alterações ao projecto original; uma melhor mobilidade em relação ao caso de usar os desenhos em papel; e a informação fica logo registada no sistema de gestão de informação.

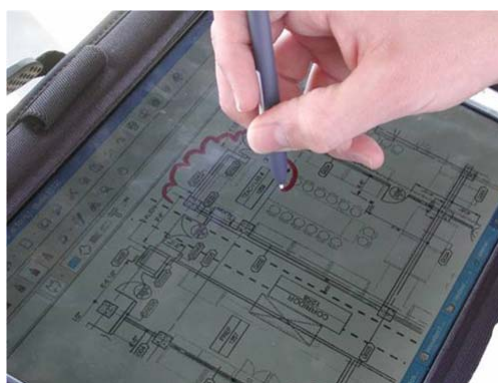


Fig.20 – Table Pc para visualização de plantas [52].

Em relação à visita ao edifício em estudo, normalmente são utilizadas algumas ferramentas auxiliares para o levantamento de patologias (Fissurómetro, medidor de humidade, nível de pedreiro, setas e números). É habitual caracterizar o edifício recorrendo a fotografias. Os vídeos são uma possibilidade menos utilizada que podem trazer vantagens com a utilização de áudio. A conjugação das duas funcionalidades (imagem e áudio), pode ser utilizada pelo projectista. Enquanto a gravação está a ser feita o

projectista pode ir fazendo uma descrição do que está a ver e apontar desde logo possíveis soluções. A percepção no local e na fotografia são diferentes o que pode levar a conclusões erradas. A descrição ajuda a retirar as dúvidas do que está a ser visualizado, contribuindo para a interpretação do fenómeno em causa.

A incorporação de máquinas fotográficas e de vídeo em dispositivos móveis já está banalizada (PDA, telemóvel). O recurso a este tipo de equipamentos traz logo a vantagem de com um aparelho apenas ser possível armazenar e aceder a diversos tipos de informação, dispensando a tradicional máquina fotográfica. A caracterização pormenorizada dos elementos, e do edifício em si é realizada por técnicas tais como:

- O varrimento laser;
- Termografia;
- Levantamento por amostragem.

Da aplicação destas técnicas resulta um relatório de dados, que normalmente é feito em papel pelo técnico encarregado do levantamento. O registo dos dados recolhidos por este, em formato digital em vez de papel, é um outro avanço possível quando auxiliado com tecnologias móveis, tornando o processo mais rápido e com possibilidade de reutilização em qualquer ponto do relatório de dados.

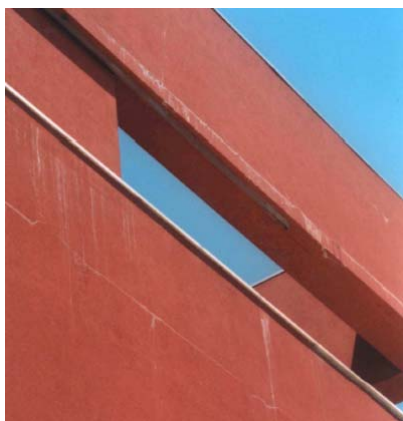


Fig.21 – Fotografias de patologias em edifícios [53].

A utilização de um exame tipo, onde constam todos os elementos a ser inspeccionados, pode trazer grandes vantagens para engenheiros menos experientes sendo a recolha de dados mais fiável. A inspeção de todos os componentes e sistemas do edifício é facilitada com o auxílio do exame, como exemplo é o método MEDIC [54]. Desta forma existe um controlo maior e registado dos elementos a inspeccionar, o que diminui os erros por omissão e consequentes visitas futuras, que são de evitar. A realização do exame em formato digital é vantajosa, uma vez que pode ser armazenado ou preenchido no servidor e estar disponível para as pessoas envolvidas no projecto, enriquecido com fotografias no campo de preenchimento certo. Por exemplo no item caleiras, é tirada uma fotografia à caleira do alçado norte e anexada logo neste ponto.

Estes dados podem ser reutilizados em obras futuras, como termos de comparação e para fins estatísticos. Podem ainda ser consultados exames já realizados anteriormente, onde algumas das patologias já tenham sido detectadas, poupando o tempo de descrição da mesma.

A possibilidade do projectista estar ligado via internet com outros especialistas pode tornar-se uma ferramenta muito útil, principalmente se este ainda não é experiente ou quando se depara com uma anomalia que nunca viu. A utilização de canais de comunicação como MSN, Skype e Yahoo, são ferramentas de troca de mensagens de texto instantâneas que permitem uma conversa fluente. Estas aplicações já estão incorporadas em qualquer telemóvel com acesso à internet.

Existe também a possibilidade do projectista recorrer a sites especializados em reabilitação, tal como o Patorreb [55], onde através das fichas de patologias é possível diagnosticar com maior segurança os problemas detectados em obra.

O esquema seguinte ilustra as funcionalidades de um PDA ou de um table PC no exame preliminar e diagnóstico (Fig.22):

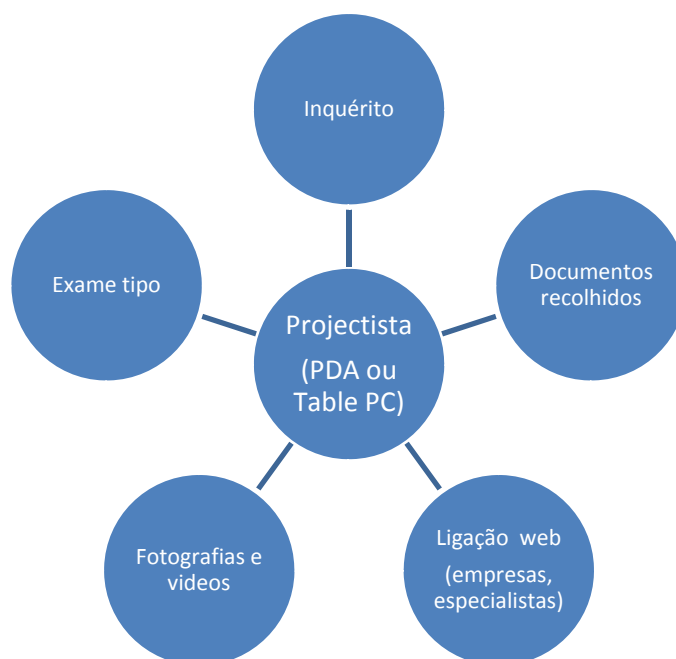


Fig.22 – Ligações do Projectista em obra

5.3.2. FASE DE EXECUÇÃO DE OBRA

Os problemas habituais em obra

O ambiente de produção na construção envolve prazos apertados, planeamento detalhado, coordenação e conclusão das actividades de construção. Os gestores de produção, fiscalização e encarregados são necessários no local da obra para coordenar os trabalhos, fazer exames, fazer rondas de segurança, verificar os documentos que acompanham a obra e garantir a conclusão das tarefas. As mesmas pessoas também precisam de ir ao escritório de obra para encomendar equipamentos e materiais de construção, trocar desenhos em formato digital com os arquitectos e engenheiros projectistas, enviar e-mails ou fax aos subempreiteiros sobre os próximos trabalhos, acompanhar o orçamento e as facturas, bem como justificar através de relatórios registados, os desvios de prazos e de custos. Além disso, têm reuniões diárias que têm de ser depois transcritas para actas armazenadas em computador e enviados para efeitos de acção/conhecimento a outras pessoas envolvidas no projecto.

Os projectos de construção são hoje em dia dependentes de informação credível e actualizada. Os gabinetes de projecto, já utilizam sistemas baseados em TIC para comunicação, armazenamento e partilha dos trabalhos produzidos. Esta informação é constantemente actualizada no local de obra nos computadores, que estão no escritório de obra. Os encarregados e engenheiros têm muitas vezes de estar em dois lugares ao mesmo tempo, no escritório da obra a fazer trabalho administrativo e no local de obra a coordenar os trabalhos. A documentação referente às actividades de construção e a várias reuniões de inspecção tem muitas vezes de ser preparadas duas ou mais vezes, porque cada empresa utiliza modelos diferentes, dificultando a interpretação imediata e sistemática da informação.

Nos últimos anos, os sistemas baseados em TIC têm sido empurrados do escritório para o meio de produção. Esta transformação é lenta. As equipas de gestão criadas com o uso das TIC no escritório como elemento estático, passam agora quase o tempo todo fechadas nos seus gabinetes onde têm o seu ambiente de trabalho. A implementação das TIC em estaleiros de construção tem conduzido as equipas de produção a sair das suas rotinas de trabalho, tornando-as menos eficazes devido à inflexibilidade e à natureza estática dos sistemas TIC. As diferentes formas de implementar as TIC em diferentes tipos de trabalho é muito importante, pois estas devem satisfazer as necessidades e não criar dificuldades. Por exemplo, no escritório o computador é a principal ferramenta de trabalho, e funciona quase sempre como o trabalho em si. O trabalho em obra requer mobilidade, as actividades são fora do computador, e muitas vezes requerem um nível elevado de atenção visual e trabalho manual, embora a utilização do computador seja necessária para transferir e analisar a informação. Portanto, em ambientes que requerem muita mobilidade, como os trabalhos de construção, os sistemas baseados em TIC só desempenham um importante papel quando são utilizados como suporte, necessitando de ser concebidos de acordo com as características do trabalho (possibilidade de choque, sujidade, não ocupar as mãos constantemente). A utilização das tecnologias móveis no local de trabalho tem a finalidade de possibilitar as mesmas condições de trabalho, em termos de informação, que as obtidas no escritório de obra [52].

As empresas de construção utilizam normalmente o papel como meio de comunicação entre o escritório de gestão de projectos (em obra) e os operários no local da obra. Um sistema de gestão de recursos que tenha como meio de comunicação o papel, torna o processo demorado. As empresas sabem que este procedimento tradicional é muitas vezes ineficaz e ineficiente em termos de comunicação. Para agravar o problema, muitas empresas pedem aos seus trabalhadores relatórios semanais, criando erros de detalhe da semana por esquecimento, por exemplo a utilização de um equipamento em projectos distintos. Alguns dos problemas identificados incluem [56]:

- Dificuldade em manter os operários actualizados em termos de tarefas;
- Os operários têm dificuldade em aceder a informações internas e externas;
- O registo do tempo das actividades realizadas pelos operários tem um processo tradicional que para além de demorar o seu tempo, passa do papel para um secretário que por sua vez o regista no sistema de gestão;
- É difícil registar eficazmente os consumos de tempo, materiais e equipamentos em cada processo;
- Erros de detalhe por esquecimento.

Estes problemas levam a que, quando o processo de facturação for elaborado, ocorrem erros e omissões importantes.

Um dos maiores problemas em obra, são os imprevistos que surgem diariamente na fase de construção. Para resolver os problemas no local de obra, os encarregados e engenheiros têm normalmente de andar a "correr" entre a obra e o escritório de obra, onde estão os computadores. [52]. A resolução

destes problemas afecta significativamente o processo de construção. Quando um problema surge na obra é necessária uma solução rápida, o que implica uma disponibilidade e troca de informações imediatas, assim como uma resposta rápida por parte dos intervenientes em todo o projecto. A resolução dos problemas é normalmente tratada por pessoas experientes. Como não têm formação, eles baseiam-se na experiência adquirida ao longo dos anos de trabalho, aprendendo com outras pessoas, trocando informação de forma informal e espontânea. É apontado por A. Magdic & D. Rabolj [57] que existe um grande potencial de resolução de problemas no local da obra com implementação de uma rede de comunicações interpessoal que facilite a troca de informação baseada no conhecimento, experiência e competências de cada pessoa.

As tecnologias móveis proporcionam uma solução interessante no apoio e incentivo à comunicação entre as pessoas envolvidas. A possibilidade de estar no local de obra e obter informações que conduzam à resolução do problema encontrado é possível com estas tecnologias. O que era feito a nível de escritório, torna-se possível, estando no local de obra.

São quatro os aspectos que podem ser apontados como importantes no apoio de troca de conhecimentos no local de obra: a comunicação interpessoal, o espaço de informação comum, a organização hierárquica do projecto e a forma de comunicação:

a) Comunicação interpessoal

A fim de resolver um problema é importante conhecer quem sabe onde encontrar os meios para a sua resolução e poder comunicar com eles. Isto pode ser conseguido através de qualquer meio de comunicação rápida, como chats, e-mail, sms, telefonema, ou cara-a-cara. O meio utilizado depende de vários factores, tais como, as pessoas envolvidas, a distância que as separa, a disponibilidade do sistema de comunicação e a natureza do problema.

b) Espaço de informação comum

Na altura de resolver problemas é necessário aceder a um local onde toda a informação esteja armazenada, de forma que o utilizador possa encontrar de forma rápida quem faz o quê, quem sabe o quê, onde e como é possível aceder a determinadas pessoas. Certamente que isso poderá reduzir o número de pessoas que, estando com pressa na resolução dos seus problemas, perguntam quando é que o seu problema pode ser resolvido.

A estrutura das informações pode ser criada utilizando ontologias.

c) Organização hierárquica do projecto

A comunicação informal significa uma comunicação aberta e indirecta, o que mostra benefícios adicionais nos casos em que os problemas devam ser resolvidos imediatamente.

No projecto existem estruturas organizacionais de cadeia de comando ou de recolha de informação que são inerentes à empresa de forma hierárquica. O estatuto hierárquico determina a implementação e autoridade de um sujeito individual, sendo este o principal motivo para a falta de eficácia na resolução de problemas no processo construtivo. Assim, a passagem da troca de informação de forma hierárquica para uma estrutura em teia, torna a tomada de decisões mais rápida a níveis mais baixos onde elas são necessárias quando surge um problema em obra (Fig.23).

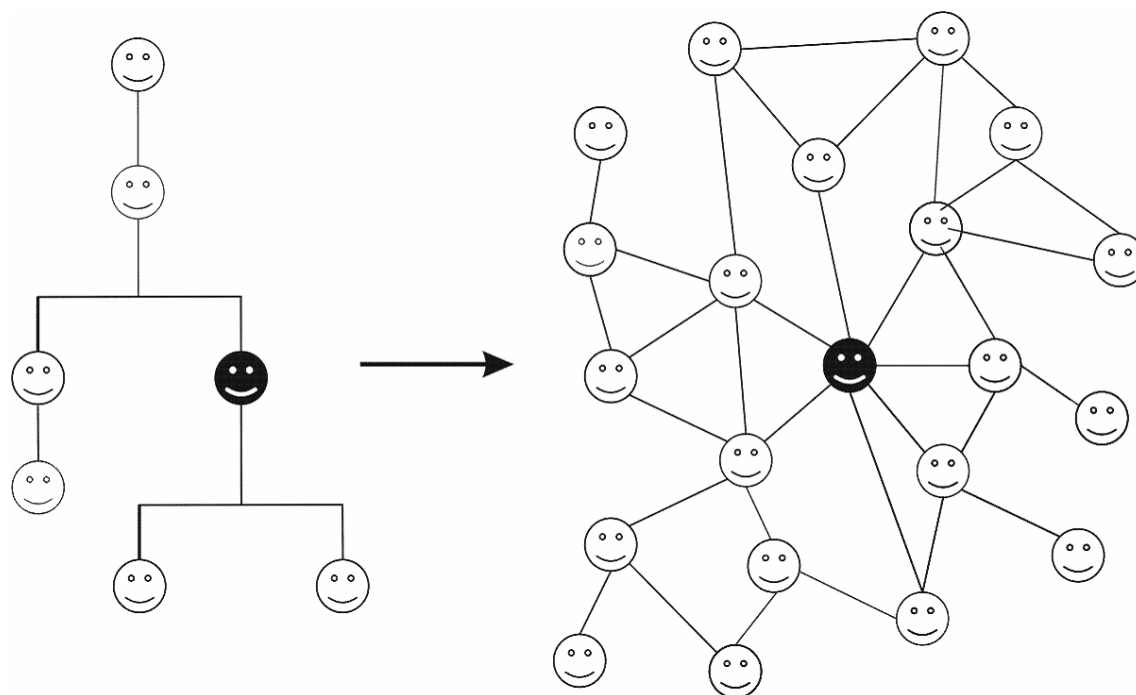


Fig.23 – Estruturas de informação hierárquica (esquerda) e em rede (direita) [55].

d) Forma de comunicação

A forma como cada pessoa mostra o seu conhecimento e competências, a fim de resolver um problema depende da situação em que se encontra e da disponibilidade e da natureza do problema em si.

A maneira como o problema é exposto é um factor muito importante na comunicação em si. No caso de ser utilizada uma agenda electrónica, telemóvel ou PDA, para transmitir informações sobre o que se está a fazer e qual a sua disponibilidade, a informação é apresentada como ela de facto é, dando ao utilizador a informação precisa se a pessoa está ou então quando está disponível. Conforme o tipo de informação que é necessário transmitir, assim a forma de comunicar tem de se adaptar (texto, imagem, vídeo, desenho, fala). [57]

Após a exposição dos problemas encontrados na fase de obra, podemos resumi-los a preocupações ao nível de:

- redução do tempo de construção;
- redução no custo de construção;
- redução dos defeitos;
- redução dos acidentes;
- aumento da previsibilidade;
- redução dos resíduos de construção;
- aumento da produtividade;
- redução de operação e custos de manutenção;
- redução da energia gasta no processo.

Todas estas preocupações têm de ser materializadas na fase de construção e pensadas na fase de projecto, o que significa que é necessário uma comunicação, entre as duas fases e dentro da fase de construção, com qualidade.

O sistema proposto pode ajudar a ultrapassar a complexidade que a troca de informação cria, servindo como meio auxiliar na troca e registo de informação dos intervenientes do processo construtivo. Na fase de obra, o sistema apenas abrange o engenheiro de obra, os operários e os fornecedores como utilizadores das tecnologias móveis. Como são as pessoas que estão sempre em contacto físico com a obra, têm de receber as informações com maior qualidade, pois é delas que depende a qualidade final do trabalho.

O esquema proposto é o seguinte (Fig.24):

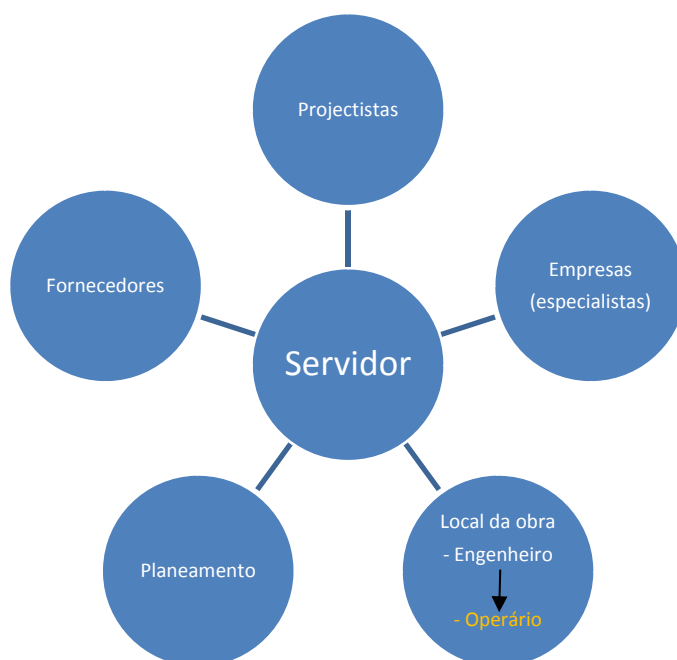


Fig.24 – Esquema das ligações do servidor

O papel do engenheiro de obra.

O engenheiro de obra é a pessoa que coordena os trabalhos. É ele que recebe as informações do exterior e as transmite aos operários.

Após o planeamento detalhado ser feito, é enviada a informação necessária ao engenheiro de obra que inclui as tarefas que se prevê executar. Normalmente, os escritórios de engenharia utilizam o software MSProject ou o Primavera como ferramenta informática de planeamento.

Com o auxílio do seu PDA ou do table PC, o engenheiro de obra pode aceder às tarefas que contêm as seguintes informações (Fig.25):

- Desenhos de execução;
- Vídeos de execução (caso seja uma tarefa não habitual);
- Recomendações práticas;
- Material de segurança necessário;
- Materiais e equipamentos previstos;
- Tempo previsto de execução.

Os desenhos de execução podem ser fornecidos em ficheiros PDF no caso da utilização de PDA, uma vez que é um formato leve e muito prático, ou em AutoCad no caso de um table PC, dando assim uma maior mobilidade ao engenheiro que pode verificar os pormenores em qualquer sítio da obra, não tendo de recorrer ao escritório de obra para verificar os desenhos em papel.

Os vídeos têm o intuito de formação. A origem destes pode ser de outros operários que tenham registado a execução daquela tarefa ou uma animação a 3D de forma a mostrar a sequência do processo construtivo. Podem ser ainda utilizados para alertar sobre as consequências da não utilização de equipamento de segurança, com imagens de acidentes.

As recomendações práticas têm em vista a boa execução da tarefa, precavendo erros que são normalmente cometidos, ou que foram cometidos, em obras anteriores, advertindo para os condicionalismos de execução, como por exemplo, determinadas tarefas que não podem ser executadas se a humidade for muito elevada.

Quanto ao material de segurança, que é obrigatório e que muitas vezes é negligenciado pelos operários, enviando a lista completa para os telemóveis dos operários e pedindo o registo da sua utilização, pode ser-lhe atribuída duas funções:

- Uma forma de relembrar todo o material necessário para aquela tarefa específica, definindo o seu grau de risco;
- Controlar o uso do material, com o registo do levantamento deste no armazém, salvaguardando a posição de quem avisou o operário de que a não utilização do material de segurança passa a ser da responsabilidade do próprio.

Embora seja obrigatória a sinalização do material de segurança a utilizar à entrada do estaleiro e a fiscalização ser apertada, em pequenas obras é mais difícil existir esse controlo.

As questões ambientais, são também de referir de forma a evitar despejos de óleos e tintas em qualquer sítio por exemplo. Os trabalhadores sabem que não o podem fazer, mas não estão sensibilizados o suficiente nestas questões como colocar o capacete, pois ainda não existe uma campanha forte nesse sentido. Cabe aos responsáveis técnicos no local da obra iniciar esta campanha.

Os materiais e equipamentos previstos são dados pelos mapas de quantidades. A transferência do registo para o engenheiro da localização e da quantidade aumenta a previsibilidade desta operação. Esta situação é muitas vezes importante como, por exemplo, no caso de o material ter de chegar no dia da tarefa por motivos de falta de espaço no estaleiro (muito frequente em obras de reabilitação em centros urbanos) [58]. Assim o engenheiro consegue saber onde o material está e a que hora chega, podendo tomar decisões mais correctas.

O registo da quantidade de material e equipamentos utilizados é normalmente feito em papel, nas chamadas “folhas de partes diárias”, perdendo-se ou esquecendo-se por vezes. Isto provoca a não contabilização destes, afectando o cálculo dos rendimentos. Fazendo logo o registo electronicamente, os erros cometidos são menores e fica tudo contabilizado para facturação e fins estatísticos para obras futuras.

A questão do tempo é sempre muito importante, pois é necessário cumprir prazos. A implementação do registo do tempo automaticamente e em tempo real traz as vantagens de diminuir os erros no processo de registo, armazenamento imediato e poupança de tempo.

Engenheiro de obra



- Desenhos
- Vídeos de execução
- Recomendações práticas
- Materiais de segurança
- Materiais e equipamentos
- Tempo previsto de execução

Fig.25 – Informação a que o encarregado tem acesso pelo PDA

O papel dos operários de construção

Os operários, que estão em níveis hierarquicamente inferiores aos engenheiros, têm a função de registar o trabalho realizado. Uma forma simples de o fazer, é através do telemóvel que todos têm. Fazendo o registo de início e fim da tarefa, e indicando a quantidade do material gasto. Desta forma os dados ficam logo registados e com erros menores. Os erros cometidos podem ser sempre controlados posteriormente, através de comparações. O esquema seguinte ilustra como esse registo pode ser feito (Fig.26).

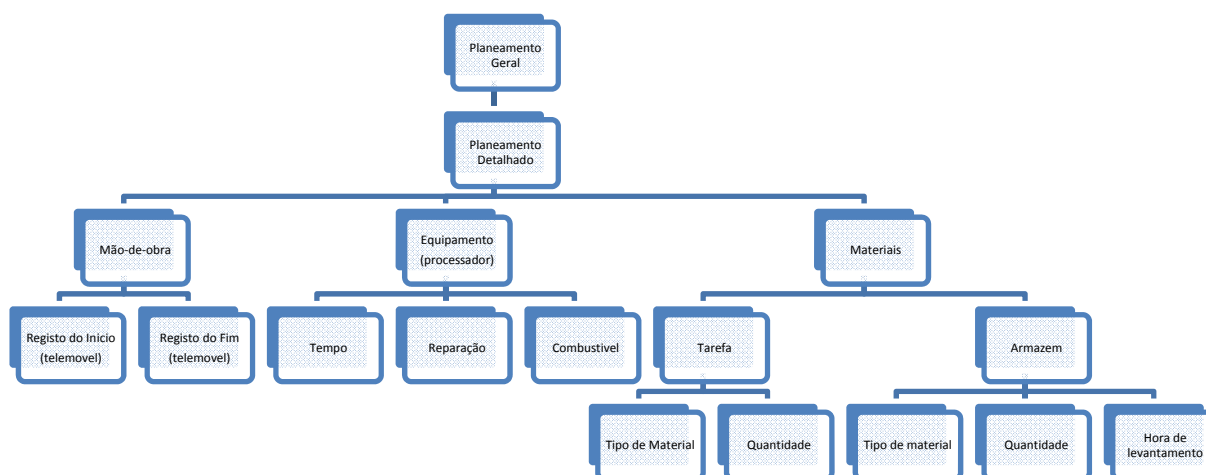


Fig.26 – Esquema de registo automático

A nível de segurança, com o seu telemóvel pode enviar um sms, a indicar os quase acidentes, para que estes sejam melhor contabilizados. A descrição do quase acidente pode ajudar a melhorar medidas de

segurança que até aqui não tinham sido tidas em conta. Os acidentes mais graves são sempre contabilizados, pois há uma necessidade obrigatória de intervenção.

Assim os operários através do seu telemóvel, enviam e recebem as seguintes informações (Fig.27):

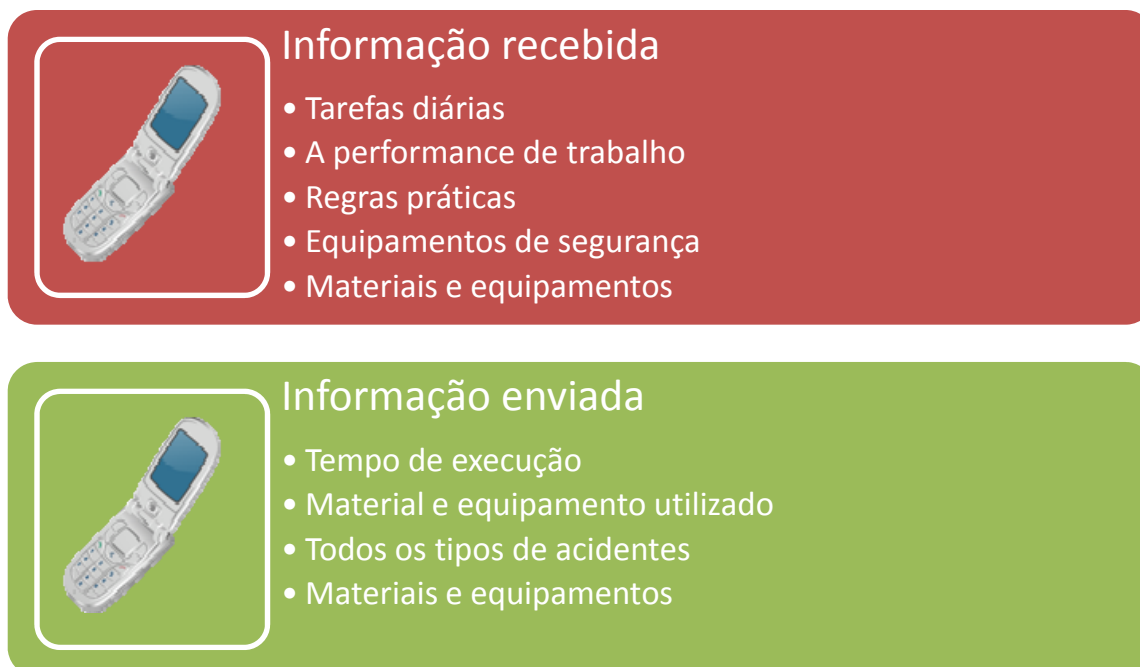


Fig.27 – Informação recebida e enviada pelo operário

O papel dos fornecedores

Uma questão importante é a dos resíduos de construção e a gestão dos materiais e equipamentos. Em obras de reabilitação estes são um importante componente, devido à natureza da obra, do espaço disponível no estaleiro e do transporte que normalmente é feito dentro de cidades (onde estas obras são mais frequentes).

As tecnologias móveis podem ajudar nesta questão, localizando os materiais e componentes. A utilização de um sistema que utiliza a tecnologia RFID já referida no capítulo anterior é uma solução muito boa na gestão de materiais. Incorporando nas viaturas de transporte um sistema de captação que tenha a funcionalidade GPS, a localização do material é facilmente conseguida e daqui resulta uma mais fácil gestão.

A quantidade, o tipo de material e a localização de centro de reciclagem são informações muito importantes para a reutilização. A integração destas informações num sistema de busca acessível via internet, torna possível o acesso à informação em qualquer local, neste caso no local da obra. A utilização de um sistema destes tem as seguintes vantagens:

- Rápida localização de materiais/equipamentos;
- Certeza de que só os materiais correctos são utilizados, e redução dos custos associados a itens danificados;
- Redução de itens perdidos ou roubados;
- Mais fácil manutenção de uma base de dados de monitorização dos materiais.

O esquema seguinte ilustra o ciclo dos materiais e equipamentos, novos ou reciclados, com incorporação da tecnologia RFID (Fig.28):



Fig.28 – Esquema do ciclo de materiais e equipamentos utilizando a tecnologia RFID

5.4. BALANÇO DE CUSTO/BENEFÍCIO

As empresas querem sempre saber se o investimento que estão a fazer vale a pena ou não. A melhor maneira de entender isso é compreender os custos totais que estão envolvidos e quais os potenciais benefícios. Nos pontos seguintes avalia-se a utilização das TIC nas obras numa perspectiva custo/benefício.

5.4.1. CUSTOS

A implementação de TIC, tem custos que vão além do hardware e do software, são uma combinação de recursos financeiros e humanos [59].

Tabela 1 – Custos envolvidos na implementação do sistema

Custos humanos incluem o tempo de:	Despesas financeiras incluem os custos em:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reuniões ▪ Desenvolvimento do material ▪ Gestão de projectos ▪ Gestão de pessoas ▪ Investigação ▪ Tomada de decisão. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hardware ▪ Software ▪ Conectividade ▪ Formador de TI ▪ Serviços on-line ▪ Material de formação

Descriminando os custos por áreas as despesas envolvidas são as indicadas na tabela:

Tabela 2 – Custos por área

Área de Custo	Despesas específicas
Avaliação das necessidades, planeamento, execução e avaliação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Honorários de consultores e/ou funcionários que disponibilizam tempo de trabalho para avaliar a implementação e o planeamento das actividades relacionadas com o sistema. ▪ Tempo gasto pelos actores internos (tais como pessoal, mandatários ou voluntários) que fornecem informações ▪ Custos de quaisquer ferramentas ou fornecedores relacionados com a vigilância, monitorização do sistema ou de outras actividades de recolha de dados para a avaliação de desempenho
Formação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custos relacionados com a contratação de um formador e o tempo para avaliar as aptidões dos funcionários. ▪ Preparação e/ou compra de material de formação ▪ Tempo dispendido pelos funcionários em formação e avaliação, nos horários de trabalho. ▪ Tempo dos gestores gasto em reuniões com os formadores, para gerir o processo de formação
Software	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custo de aquisição do software e/ou taxas de assinatura online para aplicações de software ▪ Custos de consultor e/ou fornecedor para criar ou adaptar o software
Hardware	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aquisição ou aluguer de hardware ▪ Seguro do equipamento ▪ Custos indirectos, como a electricidade
Conectividade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custos de hardware específico ▪ Custos de acesso à Internet ▪ Custo de rede móvel
Gerir a mudança organizacional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tempo relacionado com a diminuição da produtividade enquanto a adaptação ao novo sistema é feito por parte dos trabalhadores.

5.4.1. BENEFÍCIOS

Quando é implementado um sistema que envolve TIC, os benefícios são directos e indirectos. São sempre de difícil contabilização, mesmo depois de implementado o sistema. A melhor forma de analisar os benefícios é lista-los todos em potenciais benefícios. Assim, é mais fácil verificar se vale ou não a pena investir, comparando-os com os custos.

Tabela 3 – Potenciais benefícios do sistema:

Eficiência
<ul style="list-style-type: none">▪ Menos tempo despendido no registo dos dados e em tarefas supérfluas▪ Mais tempo para a elaboração de relatórios e sua análise▪ Mais tempo para analisar as patologias▪ Redução das despesas com a impressão e papel▪ Melhor utilização dos recursos humanos▪ Melhor utilização dos recursos financeiros
Desenvolvimento dos operários
<ul style="list-style-type: none">▪ Maior qualidade do trabalho▪ Maior satisfação profissional, que leva a um maior sentimento de realização▪ Os trabalhadores familiarizam-se com as tecnologias informáticas e com as suas potencialidades▪ Maior organização▪ Aumento da criatividade
Colaboração
<ul style="list-style-type: none">▪ Melhoria da comunicação▪ Desenvolvimento de parcerias▪ Maior criação de conhecimento através da troca de experiência
Gestão financeira
<ul style="list-style-type: none">▪ Aumento da viabilidade financeira e capacidade de responder mais rapidamente às mudanças inesperadas da economia▪ Aumento da capacidade de negociação▪ Maior rigor orçamental

6

OPINIÃO SOBRE O SISTEMA DE COMUNICAÇÃO

6.1. INTRODUÇÃO

O sistema proposto foi apresentado a alguns especialistas do ramo de reabilitação de edifícios, com o intuito de verificar a receptividade e as melhorias que podem ser introduzidas no sistema, de forma a torna-lo mais acessível às empresas. Foi realizado um pequeno questionário de forma a obter essas informações, com as seguintes perguntas:

- 1- Concorda que os objectivos apontados são possíveis de alcançar com um sistema de comunicação baseado em TIC?
- 2- O acesso a sites como o patorreb através deste sistema ajuda no diagnóstico?
- 3- O armazenamento da informação na fase de inspecção, na sua opinião torna a escolha da técnica de reabilitação mais fácil?
- 4- A eliminação do computador estático tradicional no estaleiro de obra, em detrimento do table PC, é uma boa medida?
- 5- Na fase de obra as informações trocadas são as suficientes?
- 6- Os trabalhadores são receptivos a sistemas TIC?
- 7- Concorda com a informação fornecida aos operários?
- 8- A localização dos materiais, dos equipamentos e dos trabalhadores traz vantagens?
- 9- A colaboração entre PMEs através de sistemas como este é uma boa aposta?
- 10- Concorda com os custos e com as vantagens do sistema?

6.2. RESPOSTAS

As respostas, foram pedidas por escrito, mas houve a possibilidade de uma breve discussão com alguns dos professores o que enriqueceu a compreensão do sistema, sobretudo nas falhas encontradas. Os especialistas consultados foram os seguintes professores e engenheiros da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto:

- Professor José Manuel Marques Amorim de Araújo Faria;
- Professor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues;
- Engenheira Ana Vaz Sá.

Tabela 4 – Respostas do Professor José Amorim Faria.

Questão	Resposta
1 -	Sim mas é de difícil utilização.
2 -	Em reabilitação, as condições de referência em processo de diagnóstico são muitas vezes fracas não se justificando a dispersão da concentração através da utilização de informação registada num computador. O cérebro é o melhor computador disponível.
3 -	Qualquer registo de informação de fácil acesso facilita o processo de diagnóstico e projecto (gestão documental).
4 -	Os computadores portáteis são bastante mais versáteis que os fixos. A substituição de fixos por portáteis representa uma boa decisão de gestão.
5 -	Em empresas com bons sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) instalados, e com boa comunicação obra/escritórios centrais e com boa recolha de dados, a informação fica disponível. A utilização adequada de informação de gestão é, em geral, insuficiente devido ao desconhecimento das potencialidades das ferramentas ERP instaladas nas empresas e ao número relativamente reduzido de técnicas que elas conhecem com profundidade suficiente.
6 -	Não, pois não têm nível cultural compatível.
7 -	Não em geral. Sim às chefias operárias (que terão de ter mais e melhor formação) e aos técnicos de apoio.
8 -	Sim, muitas. Facilita o controlo de gestão, reduz as fraudes/roubos e reduz os custos com o controlo.
9 -	A utilização de redes de informação entre empreiteiros e subempreiteiros é desejável.
10 -	A utilização das TIC's nas empresas constitui uma necessidade incontornável. O primeiro passo a dar tem a ver com a gestão documental global de áreas de negócio.
Comentários gerais	<p>As TIC, móveis ou outras, serão tanto mais aplicáveis quanto mais complexa for a obra, nomeadamente em obras com uma forte componente de investigação e desenvolvimento.</p> <p>O sucesso de um sistema deste tipo passa por um bom servidor e por uma boa gestão documental.</p> <p>Estes sistemas serão muito mais facilmente aplicáveis quanto maior for a empresa, devido à capacidade de ter capital de risco que um sistema destes envolve. Em PME, era demasiado difícil neste momento implementar um sistema destes, apenas as soluções mais simples.</p>

Tabela 5 – Respostas do Professor Rui Calejo Rodrigues.

Questão	Resposta
1 -	Concordo que os objectivos se atingem com este sistema em geral, atribuindo percentagens consoante o objectivo, por exemplo, em relação à formação à distância 5% e à organização da informação 80%. Embora o grau de implementação deste trabalho seja pequeno.
2 -	Estes sistemas são bons para mobilidade. O apoio do patorreb é incontornável, mas deve ser feita de forma remoto no escritório e não em obra.
3 -	Sim. Porque permite acesso a informação estruturada.
4 -	Acho que são funções diferentes. O que está em causa é, termos meios de frente de obra ou não. O computador estático tem de existir sempre, são coisas diferentes, não estamos a implementar tecnologias de frente de obra, estamos a potenciar onde ela faz falta.
5 -	Ao nível do operário claramente não. A esse nível apenas as sms. Ao nível dos quadros superiores pode ser possível, acho que a informação que está a propor fornecer aos operários devia ficar a nível do encarregado ou do técnico de obra.
6 -	Não a 100%.
7 -	Não. Os operários não têm capacidade para receber e fornecer essas informações utilizando o telemóvel.
8 -	Não considero uma questão fundamental. Traz vantagens, é útil. A produtividade talvez seja mais importante.
9 -	Não nos podemos esquecer que estamos ao nível concorrencial. Poderá partilhar-se a experiência de aplicação de algumas técnicas, só a nível do interesse cooperativo. A colaboração para que se produzam este tipo de sistemas é interessante. Só a nível dos projectistas é que o conhecimento poderá ser partilhado.
10 -	Concordo com a ponderação relativa. Quanto à quantificação é que não, utilizar um critério de aceitação só com a quantificação.

Tabela 6 – Respostas da Engenheira Ana Vaz Sá.

Questão	Resposta
1 -	<p>A recolha de informação de um modo sistemático com o intuito de a tornar reutilizável deverá constituir um dos principais objectivos deste sistema.</p> <p>O acesso à informação em qualquer hora e em qualquer lugar e a mobilidade no local da obra estarão dependentes do meio tecnológico móvel onde o sistema poderá estar instalado.</p> <p>O contacto permanente entre pessoas julgo que será um objectivo fácil de alcançar.</p> <p>A organização da informação é importante e de fácil alcance.</p> <p>A melhoria da qualidade da informação e o acesso a informação credível e actualizada poderá conseguir-se não só pelo modo de difusão dessa informação (através do audiovisual ou outros meios) mas também pelo controlo da informação e do acesso a quem fornece a informação.</p> <p>A disponibilização da informação e o contacto permanente entre intervenientes facilita a resolução de imprevistos.</p> <p>A formação é um aspecto crucial. Operários, fornecedores de materiais, aplicadores, engenheiros e todos os intervenientes numa reabilitação em geral sentem necessidade de formação.</p>
2 -	<p>O acesso a sítios como o patorreb (www.patorreb.com) ajuda a complementar a informação fornecida pelo sistema auxiliando no esclarecimento de dúvidas.</p>
3 -	<p>O armazenamento da informação na fase de inspecção ajuda a estabelecer uma relação com outras situações semelhantes. Se se conhecer as técnicas de reabilitação aplicadas em casos de diagnósticos semelhantes, a transposição de técnicas aplicadas anteriormente facilita a sua escolha.</p>
7 -	<p>Julgo que é fundamental fornecer informação, de um modo explícito, aos operários.</p>
9 -	<p>A colaboração entre PMEs é crucial. As PMEs não estão habilitadas a fazer todo o tipo de trabalhos e portanto é muito interessante a colaboração entre elas para poderem responder a um leque mais abrangente de desafios.</p>

6.3. ANÁLISE DAS RESPOSTAS

As questões colocadas tiveram o intuito de perceber, até que ponto o sistema é aplicável num contexto de PMEs, e quais as falhas que podem ser eliminadas.

A primeira questão colocada revelou que nem todos os objectivos são possíveis de alcançar na prática com o sistema, existe um grau de dificuldade diferente consoante o objectivo. Apesar de todos os objectivos serem importantes, devido às características do sector da construção só com uma mudança a nível cultural, objectivos como a formação à distância dos operários e o contacto permanente entre pessoas seria possível.

Da segunda questão resultam duas opiniões, uma desfavorável e duas favoráveis, embora as respostas positivas refiram, a consulta de sites especializados em técnicas de reabilitação ajudam numa fase posterior à visita de obra, em relação à resposta negativa, sem dúvida que "o cérebro é o melhor com-

putador disponível''. Em suma, o acesso a estes sites com o objectivo de esclarecer dúvidas pontuais, resulta na diminuição do tempo dispendido e numa maior consistência do tratamento da resolução dos problemas.

Em relação à pergunta 3, todos concordam que o armazenamento da informação na fase de inspecção torna a escolha da técnica de reabilitação mais fácil, pois assim é possível o acesso à informação de forma estruturada e permite a comparação entre situações semelhantes.

A questão de eliminar o escritório de obra em detrimento do table PC, resultou em opiniões opostas. Pode concluir-se que em casos onde o espaço disponível para estaleiro é reduzido esta é uma boa solução, mas no caso de ser possível instalar um escritório em obra, este traz um maior conforto e melhores condições não necessitando de ser dispensado.

A questão 5 colocada com o intuito de saber se as informações trocadas em obra são as suficientes, obteve resposta negativa essencialmente porque as empresas têm as ferramentas mas não as sabem utilizar. A nível dos operários, as informações tem de ser precisas pois estes não têm formação suficiente para lidar com sistemas que utilizam TIC.

Uma das alterações que é proposto fazer ao sistema é a passagem das informações fornecidas aos operários para as chefias superiores a estes, os operários apenas receberiam informações das tarefas, e o registo dos tempos é feita apenas pelo chefe de equipa.

A localização dos materiais, dos equipamentos e dos trabalhadores depende da dimensão da obra, em obras de pequena dimensão esta questão não é fundamental, mas quando falamos em obras onde os meios envolvidos já são em número considerável a localização facilita o controlo de gestão.

A colaboração entre PMEs através de sistemas de informação é desejável e sem dúvida que pode trazer grandes vantagens a nível de conhecimentos técnicos, o grande problema é que estas empresas são muitas vezes concorrentes e têm sempre prazos apertados a cumprir, o que resulta em dificuldades muito difíceis de ultrapassar.

6.4. INQUÉRITO NO ÂMBITO DO PROJECTO HKNOW

No âmbito do projecto HKNOW, realizou-se um inquérito a várias empresas e a algumas associações ligadas à área de reabilitação, com o intuito de perceber em que medida estas estão preparadas e interessadas na ferramenta, utilizando as TIC, a desenvolver no projecto. As empresas envolvidas são de vários países europeus, que é o contexto do projecto [60].

Os resultados do inquérito são apresentados em seguida, assim como o inquérito em si.

H-Know

Questionário

1 – O seu perfil

- Área de Construção :
- Estrutura/carpintaria/exteriores (3)
 - Tectos/canalização/aquecimento (5)
 - Instalações Eléctricas & electrónicas (5)
 - Alvenaria/alicerces (7)
 - Pedreiro (2)
 - Estuques (3)
 - Pintura/vidragem/revestimentos (3)
 - Metalurgia/serralharia (1)
 - Isolamento de edifícios? (3)
 - Associação (3)

- Tamanho da empresa :
- 1-5 (12)
 - 6-9 (2)
 - 10-20 (3)
 - 21-50 (4)
 - 51-100 (0)
 - Mais do que 101 (1)

1 – Geralmente, como encontra os dados dos seus contactos profissionais?

- Consulto uma lista telefónica em papel e/ou ligo para um serviço de informações Nunca(6) Às Vezes(8) Frequentemente(4) Sempre(2)
- Pesquisa nas páginas amarelas ou numa lista telefónica da Internet Nunca(2) Às Vezes(9) Frequentemente(9) Sempre(3)
- Utilizo o meu organizer Nunca(1) Às Vezes(1) Frequentemente(10) Sempre(10)
- Perco (gasto) tempo à procura dos dados num e-mail recebido Nunca(4) Às Vezes(9) Frequentemente(6) Sempre(1)

2 – Normalmente, de que forma é contactado dentro da rede de uma obra de renovação ou restauração da herança?

	Nunca	Raramente	Frequentemente	Muito frequentemente
• Telefone:	1 (1)	2 (2)	3 (11)	4 (8)
• Telemóvel	1 (2)	2 (1)	3 (7)	4 (11)
• SMS	1 (16)	2 (5)	3 (0)	4 (0)
• Correio (tradicional);	1 (10)	2 (6)	3 (2)	4 (3)
• Correio electrónico:	1 (4)	2 (4)	3 (6)	4 (8)
• Fax	1 (6)	2 (8)	3 (6)	4 (1)

3 – Como faz a troca de documentos entre os participantes no trabalho de construção/restauração (empregador, subempregadores, cliente)?

- Por Correio (tradicional) (5)
- Por Email (18)
- Por Fax (10)
- Outro (3)

4 – Quando necessita de documentação técnica no local da obra:

- Tem sempre um computador, PDA ou PC Tablet consigo para consultar (10)
- Imprime toda a documentação (12)
- Pede a impressão de toda a documentação a um fornecedor (3)

5 – Qual a forma mais habitual pela qual é informado de alterações à documentação técnica, incluindo a planta?

- Oralmente (incluindo por telefone) (10)
- Por correio (4)
- Por Fax (9)
- Por Email (17)
- Não sou informado (1)

6 – Quando os trabalhos terminam, conserva a documentação da obra?

- Sim (21)
- Não (1)

6b – Se sim, sob que forma?

- Apenas em papel (2)
- Em papel e ficheiros electrónicos (14)
- Ficheiros electrónicos guardados apenas no meu computador (5)
- Ficheiros electrónicos guardados também num suporte fiável (4)

7 – Geralmente, que procedimento utiliza quando pretende divulgar amplamente um documento?

- Imprimo e envio o documento (correio, fax) (8)
- Envio-o em anexo por e-mail (15)
- Coloco-o num servidor partilhado e envio o link por e-mail (2)
- Coloco na internet um link para o documento ou no meu website (3)

8 – Sente necessidade de partilhar a informação relativa à obra com:

O Cliente?	Sim (21)	Não (1)
O arquitecto ou supervisor do projecto?	Sim (22)	Não (0)
Outros especialistas?	Sim (7)	Não (6)
Os Subempregadores	Sim (10)	Não (7)

Os fornecedores?	Sim (7)	Não (12)
Os clientes?	Sim (12)	Não (5)

9 – Assinale as características que espera encontrar numa ferramenta colaborativa:

	útil	+ útil
• Partilhar facilmente documentos com os parceiros da obra	1(0) 2(4) 3(6) 4(12)	
• Aceder aos meus documentos e àqueles que tenho direito de acesso a partir de um navegador no escritório, em privado, no exterior	1(3) 2(5) 3(6) 4(9)	
• Utilizar um directório partilhado	1(1) 2(5) 3(12) 4(2)	
• Publicar documentos e escolher os destinatários (o meu grupo, outro grupo, um sítio na Web)	1(2) 2(4) 3(8) 4(10)	
• Comunicar através de ferramentas de conferência em linha (salas de chat, vídeo, ...)	1(7) 2(7) 3(6) 4(2)	
• Ferramentas de comunicação que incluem funcionalidades de notificação extensivas para trabalho colaborativo. (Notificações de novas mensagens, mensagens modificadas, avisos de recepção, recibos de leitura)	1(2) 2(7) 3(7) 4(4)	
• Trabalhar em documentos comuns que possam ser actualizados por várias pessoas	1(1) 2(4) 3(11) 4(5)	

10 – Que dispositivo das TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) utiliza com mais frequência?

- Computador Pessoal (de secretária) **(13)**
- Computador Portátil **(12)**
- Assistente Pessoal (PDA) **(7)**
- Nenhum **(0)**

11 – Onde pode aceder aos e-mails de trabalho que lhe são enviados?

- Não tenho endereço de e-mail/Não sei como usar o e-mail **(1)**
- No meu local posto do escritório **(11)**
- A partir de casa **(5)**
- Praticamente em qualquer lugar quando viajo com o meu computador portátil, telemóvel ou (PDA) **(15)**

12 - Tem um sítio na Web para divulgar os seus serviços?

- Sim **(15)**
- Não **(5)**

13 – Indique a frequência de utilização dos equipamentos listados dentro da rede de uma obra

	Nunca	raramente	frequentemente	mu- to frequentemente
• Câmara digital	1 (0)	2 (3)	3 (10)	4 (9)
• Scanner	1 (6)	2 (8)	3 (4)	4 (4)
• Fotocopiadora	1 (4)	2 (2)	3 (7)	4 (9)
• Fax	1 (2)	2 (6)	3 (10)	4 (4)
• Plotter	1 (15)	2 (4)	3 (1)	4 (2)

14 – Quando se fala de ferramentas para trabalho colaborativo, entende (pode escolher várias respostas)

- São tecnologias e software para desenvolver e partilhar informação e documentos com outras pessoas. (14)
- São ferramentas de gestão partilhada para planificação de tarefas e tempo. (5)
- É software que facilita a busca e segurança de informação e documentos. (5)
- São tecnologias e software que permitem melhorar o seguimento de projectos e a distribuição de recursos. (9)
- São ferramentas para comunicar de forma mais eficiente. (8)

15 – Considera que os trabalhos colaborativos são ...

- De pouco interesse ou utilidade e não me deram provas de bons resultados (0)
- Inadequados para a cultura e hábitos de trabalho da minha empresa (1)
- Um impulsionador de desempenho e resultados tanto para mim como para a minha empresa (14)
- Uma necessidade profunda que vai transformar a forma como trabalhamos e os formatos das organizações (9)
- A oportunidade de assumir a responsabilidade pelas novas utilizações das tecnologias (5)

16 - Até que ponto são importantes as Acções de Formação (em linha) sobre os novos processos, métodos e materiais a ser introduzidos na sua empresa?

- Muito importantes (6)
- Importantes (6)
- Pouco importantes (4)
- Não são importantes (1)

CONCLUSÕES

7.1. CONCLUSÕES GERAIS

O presente trabalho teve como principal objectivo analisar como as TIC podem ajudar em obras de reabilitação realizadas por PME's, tentando encontrar uma solução inovadora que conseguisse armazenar a informação e torna-la acessível no local de obra a qualquer hora e em qualquer lugar utilizando para isso as tecnologias móveis.

No capítulo 2 foram apresentados os estudos sobre as tecnologias de informação e comunicação no ciclo de vida de uma obra de reabilitação. Foram salientados, grupos de trabalho a nível mundial que têm vindo a desenvolver trabalho neste âmbito, e estudos mais específicos aplicados na área da simulação recorrendo ao mundo virtual, gestão do conhecimento e na gestão de projectos. Este capítulo reflecte um mundo a "duas velocidades", o da investigação e a aplicação no mercado, existindo já soluções para resolver problemas de gestão na indústria da construção, no entanto a utilização destas ferramentas só muito lentamente é introduzida nas empresas. As razões para esta lenta adopção são devidas às barreiras e especificidades do sector da construção, apontadas no subcapítulo 4.3.2., de onde se destaca a tradição, o nível de competências dos trabalhadores, a cultura e a distância entre a I&D e as empresas.

As obras de reabilitação necessitam de equipas multidisciplinares, cada elemento da equipa resolve os problemas da sua especialidade e no conjunto tem de resultar a melhor solução possível e compatível a nível de especialidades. Do capítulo 3, onde foi explicado o ciclo de vida de uma obra de reabilitação concluir-se que são obras complexas que exigem uma maior organização de informação, pois é necessário fazer uma caracterização sólida dos problemas a resolver de modo que a solução encontrada seja a melhor. As intervenções mais comuns são ao nível da reabilitação ligeira e média, pequenas reparações e substituição de alguns elementos do edifício. O risco de surgirem imprevistos neste tipo de obras é aumentado em relação a obras realizadas de raiz, porque normalmente não se conhece completamente o historial do edifício nem as características dos materiais. É muito importante o trabalho colaborativo de forma a ligar as fases de obra, desde a detecção da necessidade de intervenção até aos ensaios finais, só assim as exigências de compatibilidade entre especialidades são conseguidas.

O capítulo 4 resultou da convergência do estudo das tecnologias de informação e comunicação para as tecnologias móveis, devido ao âmbito alargado das TIC. Neste capítulo houve a preocupação de perceber o que são e quais são as tecnologias móveis possíveis de aplicar no sector da construção, resultando num levantamento de estudos e projectos que implementaram estas tecnologias para melhorar a eficiência da construção, procurando cumprir os objectivos que a indústria traçou. Chegou-se à conclusão que existe um enorme potencial para a resolução dos problemas do sector com a utilização des-

tas tecnologias. A aplicação prática está agora a dar os primeiros passos, obtendo-se já resultados satisfatórios nas mudanças pretendidas pelo sector definidas no subcapítulo 4.2.

O processo de inovação é complexo, principalmente a fase de implementação. No subcapítulo 4.3.1. foram explicados os vários modelos de inovação que ilustram as dificuldades de implementar TIC, como um processo inovador. Tal como dizia Dantas [48] “ *Podemos, pois, concluir que o processo de inovação é complexo, dada a teia de relações e capacidades intra e extra-empresariais que implica gerir. É, além disso, arriscado, tanto devido à incerteza inerente aos objectivos do próprio processo (obter algo novo) como devido à reacção da concorrência e do mercado. Assim, como sublinha Prouvost, “sejam quais forem as preocupações que adoptemos, a inovação é e será sempre uma aventura” mas não inovar representa, na actualidade, um risco ainda maior*”. Portanto, por mais pequena que seja a ideia que surja hoje para melhorar um sistema, amanhã alguém pode pegar nessa ideia e com outra visão e outras ferramentas torna-la maior, fazendo evoluir todo o processo.

Os capítulos 5 e 6 são referentes ao sistema proposto, onde foi primeiro explicado em que consiste o projecto HKNOW e traçado um cenário, seguido da exposição do sistema propriamente dito, terminando na recolha de opinião de especialistas na área de reabilitação. Quanto à ligação do sistema com o projecto HKNOW, este seria o servidor referido na Fig.19, estando o funcionamento deste já a cargo de uma equipa especializada.

Uma vez que não foram obtidas respostas por parte das empresas, procurou-se a opinião junto de especialistas ligados ao sector. As questões colocadas aos professores tiveram o intuito de perceber as falhas do sistema proposto, e as melhorias que podem ser implementadas.

Os objectivos aos quais o sistema se propõe são alcançáveis, mas nem todos com a mesma facilidade, por exemplo a formação à distância dos operários é difícil. Outros são consequência da conjugação de vários factores que o sistema ajuda a melhorar, como é o caso da qualidade da construção.

O acesso a sites especializados, ajudam no esclarecimento de dúvidas técnicas, tornando-se numa ferramenta muito útil para os projectistas. Associada ao armazenamento da informação, a comparação de situações semelhantes torna-se mais fácil, resultando numa melhor compreensão das patologias e das soluções a adoptar em cada caso.

A colaboração entre PMEs através de sistemas de informação é desejável e sem dúvida que pode trazer grandes vantagens a nível de conhecimentos técnicos, o grande problema é que estas empresas são muitas vezes concorrentes e têm sempre prazos apertados a cumprir, o que resulta em dificuldades muito difíceis de ultrapassar. As competências técnicas que as PMEs não têm, devido à sua dimensão, podem ser adquiridas através da colaboração.

Com este sistema há tendência que a resolução dos problemas esteja direccionada para a frente de obra, o que não deve acontecer, os problemas têm de ser resolvidos antes, na fase de projecto, o sistema serve apenas como apoio na troca de informação na resolução de problemas.

A informação sempre acessível a qualquer hora e em qualquer lugar, através das tecnologias móveis é possível de alcançar, embora sejam admissíveis grandes dificuldades devidas essencialmente à cultura do sector.

7.2. ESTUDOS A DESENVOLVER

As dificuldades sentidas no desenvolvimento deste trabalho sugeriram a realização de estudos que podem vir a ser desenvolvidos neste domínio:

- Desenvolvimento do software aplicado às tecnologias móveis de forma a tornar o modelo possível de implementar na prática, tendo em conta o armazenamento e acesso à informação.
- Ensaios experimentais, de forma a verificar as dificuldades in situ de implementação do sistema e do alcance dos objectivos pretendidos, bem como a interacção do utilizador com os vários dispositivos.
- Testes de comparação entre várias tecnologias, por exemplo table PC vs PDA, a nível das características essenciais: visibilidade em obra, velocidade de transferência de informação, capacidade de armazenamento e capacidade de bateria.
- Desenvolvimento de exames tipo, formulados de maneira a que seja intuitivo utilizar em dispositivos móveis. Assim como os inquéritos on-line nos sites das empresas.
- Análise quantitativa dos custos/benefício.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Amor, R., Betts, M. *Information technology for construction: recent work and future directions*, Proceedings of the CIB Triennial conference, Wellington, New Zealand, 2001, pp. 54– 63.
- [2] Sarshar, M., Betts, M. Aouad G. *A vision for construction IT 2005– 2010*, RICS Foundation Research Paper Series 3 (17) (2000).
- [3] Froese, T., Waugh, L., Pouria, A. *Project management in the year 2020*, Proceedings of Canadian Society of Civil Engineers Annual Conference, Victoria, Canada, 2001.
- [4] Nederveen, S., Bohms, M., Katranuschkov, P., Shelbourn, M., Wilson, I., Soubra, S., Kazi, S., Storer, G. *Future Needs, RTD and Plans for IT in Construction*, ICCI: IST-2001-33022, 2004.
- [5] Hannus, M., Blasco, M., Bourdeau, M., Bohms, M., Cooper, G., Garas, F., Hassan, T., Kazi, A.S., Leinonen, J. *ROADCON Construction ICT Roadmap*. ROADCON: IST-2001-37278, 2003.
- [6] FIATECH, *Capital Projects Technology Roadmap: Introduction*, FIATECH, 2004 http://www.fiatech.org/pdfs/Roadmap2004/CPTR_AcknowIntro_Download_Oct2004.pdf.
- [7] ROBINSON, S. *Simulation: The Practice of Model Development and Use*. Chichester: John Wiley & Sons, 2003.
- [8] Santos, E. *UMA FERRAMENTA DE REALIDADE VIRTUAL PARA O PROJETO DE CANTEIRO DE OBRAS*. III encontro de Tecnologias de Informação e Comunicação na Construção Civil, 11 e 12 de Julho de 2007, Porto Alegre
- [9] Kapp, S., Nascimento D. *SISTEMA IDA: INFORMAÇÃO COLABORATIVA PARA A PRODUÇÃO AUTÔNOMA*. III encontro de Tecnologias de Informação e Comunicação na Construção Civil, 11 e 12 de Julho de 2007, Porto Alegre
- [10] SOIBELMAN, L., CALDAS, C. H. S. *O uso de extranets no gerenciamento de projetos : o exemplo norte americano*. Brasil - Salvador, BA. 2000. v.1 p.588-595. In: ENTAC, 8º, Salvador, 2000. Artigo técnico.
- [11] Jacoski C., Minetto E., Darold D. *SISTEMA DE GERENCIAMENTO VIRTUAL DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES – GviP*. III encontro de Tecnologias de Informação e Comunicação na Construção Civil, 11 e 12 de Julho de 2007, Porto Alegre.
- [12] Córias, V. *Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios*. IST PRESS, Lisboa, 2006.
- [13] Aguiar, J., Cabrita, A.M., Appleton, J. *Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais – Volume 2*. LNEC, Lisboa, 2005.
- [14] U.S. Department of the Interior, Notional Park Service, 1990
- [15] Mansfield, J.R. *Refurbishment; some difficulties with a full definition*. 7th int. Conf. Insp. Appr. Repairs & Maint. Nottingham 2001.
- [16] Lazineha, J.C., Freitas, V.P., Gomes, J. *Metodologias de diagnóstico e intervenção na reabilitação de edifícios*.
www.cmade.ubi.pt/pdf/a_national_conferences/Artigo%20reabilita%C3%A7%C3%A3o%20condensado%20010713.pdf. Abril 2009
- [17] www.estt.ipt.pt/download/disciplina/1162_Crit%C3%A9riosGeraisReab.pdf. Abril 2009

- [18] LICHTENSTEIN, N.B. *Patologia das construções: Procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações*. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1985.
- [19] ISO 13822:2001 (E) – Bases for Design of Structures – Assessment of Existing Structures. Geneva, ISO, 2001.
- [20] Weiser, M. (1991). *The computer for the 21st Century*. Scientific American, 265, 94-104.
- [21] Reinhard, N., Saccol, A. *Tecnologias de Informação Móveis, Sem Fios e Ubíquas: Definições, Estado-de-Arte e Oportunidades de Pesquisa*. Revista de administração contemporânea, V. 11, nº. 4, Oct/Dez 2007, pp. 175-198.
- [22] Session guide. *Surveying in Focus 1619 & 1329*. Comit, construction opportunities for mobile IT. Oct 2005. <http://www.comitproject.org.uk/downloads/reports/studynotes.pdf>
- [23] COMIT. *Current Status of Mobile IT*. Construction Opportunities for Mobile IT. 18 November 2003.
- [24] www.winmate.com.tw/. Maio 2009
- [25] Carvalho, J. *Sistema para localização de viaturas dentro de um parque de recolha na optimização e planeamento de transportes S.A.* Relatório de estágio Curricular da LEIC 2004/2005. FEUP
- [26] http://www.gta.ufrj.br/grad/07_1/rfid/RFID_arquivos/o%20que%20e.htm. Maio de 2009
- [27] <http://info.abril.com.br/professional/mobilidade/as-8-tecnologias-moveis-de-200.shtml>. Maio 2009
- [28] Courtney, R., Winch, G. *CIB Strategy for Re-engineering Construction* (2002). CIB/UMIST.
- [29] Bowden, S. *Network Rail Case Study 1*. Arup, London, 2004, <http://www.comitproject.org.uk/downloads/caseStudies/NetworkRail10.pdf>.
- [30] Gooding, P., Bowden, S. *Rosser, Russell Case Study 2*. Arup, London, 2004, <http://www.comitproject.org.uk/downloads/caseStudies/Rosser&Rpage10.pdf>.
- [31] Gooding, P., Bowden, S. *Biwater Case Study 4*. Arup, London, 2004. <http://www.comitproject.org.uk/downloads/caseStudies/Biwater10.pdf>.
- [32] Gallaher, M., O'Connor, A., Dettbarn, J., Gilday, L. *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry*, 2004, NIST GCR 04-867. <http://www.bfrl.nist.gov/oae/publications/gcrs/04867.pdf>.
- [33] Chapman, R. *Benefits and Costs of Research: A Case Study of Construction Systems Integration and Automation Technologies in Industrial Facilities*. NISTIR 6501, 2000. NIST.
- [34] Egan, J. *Rethinking Construction (The Egan Report)*. DETR, London, 1998.
- [35] Sommerville, J., Craig, N., Bowden, S. *The standardization of construction snagging*. Structural Survey 22 (5), 2004, 251–258.
- [36] Gooding, P., Bowden, S. *Stent Foundations Ltd. COMIT Case Study 5*. Arup, London, 2004. <http://www.comitproject.org.uk/downloads/caseStudies/Stentpage10.pdf>.
- [37] Peyret, F., Betaille, D., Hintzy, G. *High-precision application of GPS in the field of real-time equipment positioning*. Automation in Construction 9, 2000, 299– 314.

- [38] http://www.igt.gov.pt/DownLoads/content/Estatisticas_Acidentes_Mortais_ACT_2005_2009.pdf. Abril 2009
- [39] Walker, W. *Behavioural Safety: Kicking Bad Habits*. The Institution of Occupational Safety and Health, Leicestershire, UK, 1997. <http://www.iosh.co.uk/files/technical/ACFD6C4.pdf>.
- [40] Becker, P., Fullen, M., Akladios, M., Carr, M., Lundstrom, W. *Use of a handheld computer to audit construction fall prevention effectiveness*. International Journal of Computer Integrated Design and Construction 3 (1), 2001, 16–24.
- [41] Oloufa, A., Ikeda, M., Oda, H. *Situational awareness of construction equipment using GPS, wireless and web technologies*. Automation in Construction 12 (6), 2003, 737–748.
- [42] EPA, WasteWise. *Update Building for the Future*. Solid Waste and Emergency Response (5306W), United States Environmental Protection Agency, Washington, DC 20460, 2002, <http://www.epa.gov/wastewise/pubs/wwupda16.pdf>.
- [43] <http://www.unclenicks.net/tchi/REPORT%20no%203%20.pdf>
- [44] Chen, Z., Li, H., Wong, C. *An application of bar-code system for reducing construction wastes*. Automation in Construction 11 (2002) 521–533.
- [45] Li, H., Chen, Z., Yong, L., Kong, S. *Application of integrated GPS and GIS technology for reducing construction waste and improving construction efficiency*. Automation in Construction 14 (2005) 323–331.
- [46] Howell, G. *What is lean construction?* Proceedings Seventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC-7, Berkeley, CA, 1999, pp. 1–10.
- [47] CIRIA, Improving Programme Predictability: Last Planner System, Members Report E4131, CIRIA, 2004.
- [48] Dantas, J. *Gestão da Inovação*. Vida Económica (Grupo Editorial Peixoto de Sousa), Dezembro de 2001.
- [49] e-Business W@tch, European Commission. *ICT and e-Business in the Construction Industry*. 2006. www.ebusiness-watch.org/studies/sectors/construction/documents/Construction_2006.pdf
- [50] Soeiro, A., Sá, A. *Exemplo de Aplicação das TIC na Reabilitação: Projecto NKNOW do 7º PQ*. 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de edifícios, 18-20 de Março de 2009, FEUP, 6, FEUP Edições, Porto.
- [51] <http://bip.inescporto.pt/89/noticia09.html>. Maio 2009
- [52] Löfgren, A. *Towards mobile lean communication for production management*. CIB W78, 541, http://itc.scix.net/cgi-bin/works/Show?w78_2007_9.
- [53] Freitas, V., Sousa, M. *Reabilitação de edifícios*. FEUP, 2008.
- [54] Flourentzou, F., Brandt, E., Wetzal, C. *MEDIC - A method for predicting residual service life and refurbishment investment budgets*. Energy & Buildings, 2000, 31, 167-170. www.elsevier.com/locate/enbuild
- [55] www.patorreb.com. Março 2009
- [56] Christiansson, P., Svidt, K. *Experience from implementation of ICT for resource management in small construction companies*. World Conference on IT in Design and Construction, IN-CITE/ITCSED, 15-17 November 2006, 10, New Delhi.

[57] Magdic, A., Rebolj, D. *Human oriented mobile system for on-site problem solving*. 2005. <http://itc.scix.net/cgi-bin/works/Show?w78-2005-a4-3-magdic>.

[58] Gandra, J. *Especificações nas obras de reabilitação e conservação em centros históricos*. 2007. http://cis.engenheiros.pt/2007/comunicacoes/Jose_Gandra.pdf. Março 2009.

[59] Osten, M., Kanter, B. *How to cost and Fund ICT*. National Council for Voluntary Organizations, Janeiro de 2007, Eleanor Stanley, London.

[60] <http://h-know.eu>. Julho 2009