

TIC – TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA A MOBILIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO

NUNO ANDRÉ GONÇALVES AQUINO

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

Orientador: Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira Soeiro

JUNHO DE 2014

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2013/2014

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 - 2013/2014 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2014.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo 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 eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais e Irmã,

“Simplicity is the ultimate sophistication.”

Leonardo da Vinci

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer aos meus Pais, por todo o apoio, valores e educação que me deram. Sem eles teria sido impossível ter chegado até aqui.

À minha Irmã, que esteve sempre presente e me serviu como um enorme exemplo de motivação e de esforço em momentos mais difíceis.

Aos meus Amigos, pela preocupação e bons momentos de descontração proporcionados, não só ao longo deste trabalho como de todo o percurso.

Finalmente, ao Professor Alfredo Soeiro pela disponibilidade e orientação durante a realização desta dissertação.

RESUMO

O presente documento começa por fazer uma introdução de enquadramento relativamente às tecnologias da informação e comunicação no setor da construção, bem como as motivações para a realização deste estudo, objetivos e metodologias.

Seguidamente é feita uma breve descrição do conceito de mobilidade nas empresas nos dias de hoje. Esta encontra-se associada a um vasto conjunto de tecnologias da informação e comunicação, assim como a diversos conceitos que são igualmente descritos. De forma a integrar algumas dessas tecnologias no âmbito da construção é feita uma análise comparativa relativamente ao estado de utilização das mesmas, a nível da União Europeia, nos principais setores económicos.

São referidos e analisados também vários estudos e inquéritos realizados na área da construção, sendo desse modo possível tomar conhecimento do estado de adoção de conceitos relacionados com a mobilidade. Abordam-se ainda as principais vantagens da implementação de soluções e tecnologias relacionadas com a mobilidade na indústria da construção.

De forma a dar resposta às principais tecnologias relacionadas com a mobilidade nas empresas e às necessidades do empreiteiro, as aplicações móveis são o objeto de estudo focado nesta dissertação. Neste contexto é feito um levantamento descritivo de aplicações móveis para a construção que integram conceitos tecnológicos para a mobilidade nas empresas. A opção por esses conceitos, que serviram como critérios para a pesquisa das aplicações, é justificada com a apresentação das respetivas descrições e benefícios.

São também dados a conhecer casos de estudo que correspondem a testes dessas aplicações realizados em obras por parte de empresas de construção cujos resultados e conclusões são expostos e analisados.

De forma a obter-se uma perspetiva da parte do utilizador, mais concretamente do empreiteiro, é feito um teste de utilização a uma das aplicações móveis. São especificados os vários passos e procedimentos de utilização, demonstrando como tirar partido das principais funcionalidades e descritas vantagens e utilidades que estas aplicações e os seus conceitos tecnológicos associados à mobilidade nas empresas podem fornecer a um empreiteiro de construção civil.

Por fim, são tiradas as conclusões finais de todo o estudo efetuado, assim como as perspetivas de desenvolvimentos futuros

PALAVRAS-CHAVE: mobilidade, setor da construção, tecnologias de informação e comunicação, empreiteiro, computação em nuvem, aplicações móveis.

ABSTRACT

This paper begins with a brief introduction of guidelines relating to information and communication technologies in the construction sector, as well as the motivations, objectives and methodologies of this study.

Next it is described the concept of enterprise mobility. This is linked to a wide range of information and communication technologies, as well as to some concepts that are also described. To integrate some of these technologies in the construction industry, a comparative analysis is taken on the state of their use in the main economic sectors in the European Union.

Some studies and surveys conducted in the area of construction are also reported and analyzed, being thereby possible to take note of the state of adoption of some concepts related to mobility. Also highlighted are the key advantages of implementing solutions and technologies related to mobility in the construction sector.

In order to address the key technologies related to enterprise mobility and the needs of the contractor, mobile apps are the focused object of study in this dissertation. In this context it is made a descriptive survey about some mobile apps for construction that integrate technological concepts for enterprise mobility. The choice of these concepts, which served as criteria for research applications, is justified with the presentation of the respective descriptions and benefits.

A few case studies relating to testing of these apps in works performed by construction companies are also reported, whose results and conclusions are exposed and analyzed.

In order to obtain a user perspective, more specifically from the contractor, a utilization test is made to one of these apps. Various steps and procedures of use are specified, demonstrating how to take advantage of the main features and describing utilities and benefits that apps and their technological concepts related to enterprise mobility can provide for a contractor.

Finally, the conclusions on the conducted study are taken, as well as the prospects for future developments.

KEYWORDS: mobility, construction sector, information and communication technologies, contractor, cloud computing, mobile applications.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. MOTIVAÇÕES.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.4. METODOLOGIA DO ESTUDO REALIZADO.....	3
2. MOBILIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO	5
2.1. MOBILIDADE NAS EMPRESAS	5
2.1.1. VISÃO ESTRATÉGICA	6
2.1.2. INTERNET MÓVEL	9
2.1.3. BYOD – BRING YOUR OWN DEVICE	9
2.1.4. MOBILE COMPUTING E CLOUD SERVICES	10
2.2. ESPECIFICIDADES DA MOBILIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO.....	12
2.2.1. ESTADO DE ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE MOBILIDADE POR SETOR - EUROPA	12
2.2.2. ESTADO DE ADOÇÃO DE SERVIÇOS CLOUD POR SETOR – EUROPA.....	13
2.2.3. BYOD NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO	14
2.2.4. INTRODUÇÃO DE MOBILE COMPUTING E CLOUD SERVICES NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO.....	15
2.2.5. BENEFÍCIOS DE SOLUÇÕES DE MOBILIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO	16
3. APLICAÇÕES MÓVEIS PARA A CONSTRUÇÃO	21
3.1. INTRODUÇÃO	21
3.2. PESQUISA E CARACTERÍSTICAS	24
3.2.1. CLOUD-BASED – SAAS MODEL	24
3.2.2. HÍBRIDA - WEB E NATIVA.....	27
3.2.3. PUNCHLISTS - SNAGGING	29
3.3. LEVANTAMENTO DESCRITIVO DAS APLICAÇÕES MÓVEIS	30
3.3.1. PLANGRID	30

3.3.2. FIELDLENS	31
3.3.3. MOBILE COMPUTING SYSTEMS - PRIORITY1	31
3.3.4. AUTODESK - BIM 360 FIELD	32
3.3.5. 4PROJECTS BY VIEWPOINT – 4MOBILE	33
3.3.6. UDA CONSTRUCTONLINE – ONSITE MOBILE APPS.....	34
3.4. CONCLUSÕES.....	35

4. CASOS DE ESTUDO 37

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	37
4.2. PLANGRID - NEA BAPTIST HOSPITAL	37
4.3. BIM 360 FIELD – DEPLOYING FIELD MANAGEMENT	39
4.4. PRIORITY1 - CARILLION ROLL-OUT PRIORITY1	41
4.5. ANÁLISE E CONCLUSÕES.....	44

5. PERSPETIVA DO UTILIZADOR - EMPREITEIRO 47

5.1. INTRODUÇÃO	47
5.2. PROCEDIMENTOS INICIAIS.....	47
5.2.1. CRIAR PROJETO	47
5.2.2. ADICIONAR COLABORADORES	48
5.3. UTILIZAÇÃO DA APLICAÇÃO MÓVEL – WEB E NATIVA	48
5.3.1. ANOTAÇÕES E VISUALIZAÇÃO DE DESENHOS.....	48
5.3.2. DOCUMENTOS ANEXOS.....	49
5.3.3. CRIAR ITENS PUNCH	49
5.3.4. PESQUISA DE DOCUMENTOS NA CLOUD	50
5.3.5. PARTILHA E EXPORTAÇÃO DE DOCUMENTOS	51
5.3.6. GESTÃO DE CONTA DE UTILIZADOR.....	51
5.4. VANTAGENS NA ÓTICA DO EMPREITEIRO	52
5.4.1. BENEFÍCIOS DO PONTO DE VISTA ECONÓMICO.....	53
5.4.2. MELHORIAS EM PROCEDIMENTOS DE CONTROLO E ORGANIZAÇÃO.....	53

CONSLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS 55

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	57

Bibliografia.....59

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Margens de lucro das grandes empresas de construção vs outras (Sutton-Gee, R., 2013)	2
Fig. 2 - Abordagem esquemática do conceito de mobilidade empresarial (Bains, M., 2013)	6
Fig. 3 – Processos de um programa de mobilidade.....	7
Fig. 5 – Diagrama de visão geral do conceito de tecnologia cloud (Johnston, S., 2009)	10
Fig. 6 – Esquema em pirâmide: SaaS, PaaS e IaaS (Giezendanner, F.D., 2010).	11
Fig. 7 - Mobility Adoption in the Business Sector by Vertical Market (IDC, 2012)	12
Fig. 8 - Public Cloud, Plans for Adoption in the Business Sector by Vertical Market (IDC, 2012).....	13
.....	14
Fig. 9 - Os dispositivos móveis utilizados pelos seus funcionários são fornecidos pela sua empresa? (Sage, 2013).....	14
Fig. 10 - Qual é a abordagem da sua empresa para que os seus funcionários tragam os seus próprios dispositivos (BYOD) para o trabalho? (Sage, 2013)	15
Fig. 11 - Estimativa de distribuição do tempo gasto nos vários locais ocupados pelos trabalhadores em empresas de construção (Lars, N., 2014)	17
Fig. 12 - Como é que a utilização dos seguintes dispositivos alterou em relação ao ano passado? (Sage, 2013).....	22
Fig. 13 - Smart handhelds enable cybernetic systems (Conophy, T., 2011)	23
Fig. 14 – Critérios de pesquisa das aplicações móveis baseados no conceito de mobilidade empresarial.....	24
Fig. 15 SaaS, PaaS ou IaaS (Strategix, 2012).....	25
Fig. 16 – Possibilidades de sincronização com a cloud.....	27
Fig. 17 - Capacidade de suporte, por características, das três diferentes abordagens de aplicações móveis (TataConsultancyServicesLimited, 2012)	28
Tabela 1 – Planos de subscrição	35
Fig. 18 – Representação virtual do NEA Baptist Hospital (Schiopu, A., 2013).....	37
Tabela 2 - Cálculo da redução de custos por tempo poupado (Schiopu, A., 2013).	38
Tabela 3 - Resumo de reduções de custos anuais (Schiopu, A., 2013).	39
Fig. 19 – Utilização da BIM 360 Field durante trabalhos de construção na Beatty Construction (Autodesk, 2013)	39

Fig. 20 - Dispositivos de proteção e suporte para iPad utilizados – OtterBox Defender Case Series e Utility Series.....	41
Fig. 21 – Priority1, funcionamento em computador tablet (Priority1, 2013).	43
Tabela 4 – Síntese casos de estudo.	44
Fig. 22 – Ferramentas de anotação – Visualizador Web	49
Fig. 23 – Exemplo de item punch - iPhone.....	50

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Planos de subscrição	35
Tabela 2 - Cálculo da redução de custos por tempo poupado (Schiopu, A., 2013).	38
Tabela 3 - Resumo de reduções de custos anuais (Schiopu, A., 2013).....	39
Tabela 4 – Síntese casos de estudo.	44

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

API – Application Programming Interface

APP – Aplicação

BIM – Building Information Modeling

CSV – Comma-separated values

CIO – Chief Information Office

HTML – Hyper Text Markup Language

IaaS – Infrastructure as a Service

KPI – Key Performance Indicator

ME – Mobilidade Empresarial

M2M – Machine-to-machine

PaaS – Platform as a Service

PDA – Personal Digital Assistant

PDF – Portable Document Format

PMEs – Pequenas e Médias Empresas

RFI – Request for Information

RFID – Radio Frequency Identification

ROI – Return On Investimento

SaaS – Software as a Service

TI – Tecnologias da Informação

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

UE – União Europeia

Web - Sistema hipertextual que opera através da Internet

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

Nos dias de hoje, as tecnologias da informação e comunicação são uma parte fundamental dos processos de construção. Uma vez que estas são responsáveis pela informação que é gerada, transmitida e interpretada de forma a permitir que um projeto seja construído, mantido e eventualmente reciclado. As TIC são cada vez mais relevantes na vida quotidiana das pessoas. Têm transformado as organizações e a forma de interagir dos seus recursos humanos. O impacto das tecnologias na sociedade moderna é profundo, e a sua velocidade de crescimento tem permitido a globalização, especialmente com a introdução do sistema global de redes de computadores interligados, conhecido como Internet.

A indústria da construção civil é confrontada constantemente com o desafio de mudar e melhorar as práticas de trabalho, com o objetivo de se tornar mais focada nas necessidades do cliente, bem como mais competitiva e produtiva com a introdução das TIC como parte integral dos processos de construção. Muito do esforço tem sido direcionado sobretudo para a melhoria da produtividade da construção com a utilização das tecnologias da informação e comunicação. Estas são áreas que devem realmente ser tidas em consideração, pois podem diminuir o tempo do processamento de dados, comunicação de informações e aumentar significativamente a produtividade global. Portanto, perceber as TIC e o seu papel é importante para a realização de comunicações entre os participantes das organizações em projetos de construção (Ikechukwu e Onyegiri, 2011).

Dentro do conceito das TIC, a comunicação pode incluir conversação, audição, redes de internet, dados e informação, bem como comunicação entre a área da construção e as indústrias participantes. As organizações preocupam-se sobretudo com a troca de informações, lidando com desenhos, especificações, orçamentos, programas e outros pormenores de projeto e gestão.

O setor da construção é conhecido por integrar trabalho intensivo e gerar grandes quantidades de informação. Essa informação vai desde desenhos, que são produzidos durante a fase de projeto, aos diferentes relatórios que se realizam durante as fases de construção. A informação é obtida em todas as fases, do ciclo de vida de um projeto. Portanto, a fusão e gestão da informação de construção são cruciais devido à diversidade e intensidade da informação. O que é um verdadeiro desafio num projeto de construção, e um passo importante na melhoria da produtividade (Farg e Ismail, 2012).

Utilizando *tabletes* ou *smartphones*, quando não se encontram presentes nos estaleiros de construção, os empreiteiros podem verificar se os funcionários estão a fazer o seu devido trabalho. Esta possibilidade poderá aumentar ainda a produtividade global da obra, pois os trabalhadores nunca irão saber quando poderão estar a ser vigiados ou não, empenhando-se de certa forma mais no que lhes compete fazer.

No presente trabalho serão abordadas algumas das TIC mais relevantes para as empresas de construção dentro do conceito que surgiu com os últimos desenvolvimentos tecnológicos: a mobilidade empresarial.

1.2. MOTIVAÇÕES

Com o surgimento do fenómeno da globalização e com a internacionalização de muitas empresas de construção, a mobilidade torna-se um conceito cada vez mais importante. A redução de acidentes rodoviários, gastos em combustíveis, folhas de papel ou até mesmo a redução dos simples custos de chamadas telefónicas é possível com a aplicação de políticas de mobilidade, uma vez que esta não só apoia a sustentabilidade dos negócios como também proporciona melhorias relevantes na qualidade de muitas das tarefas realizadas no setor da construção.

As tecnologias de informação e comunicação são a chave para apoiar o conceito de mobilidade dentro das empresas. A quantidade de informações e comunicações que se fazem constantemente no setor da construção são de facto de uma importância e valor elevado. Desde as pequenas e médias empresas, às grandes organizações. Todas têm uma enorme necessidade de comunicar com fornecedores, clientes, parceiros ou até mesmo, a nível mais interno, entre equipas de projetos e equipas de trabalhos de campo, por exemplo. A qualidade, o fluxo e eficácia dessas informações e comunicações é extremamente importante para que tudo funcione, podendo aumentar os níveis de produtividade e qualidade da indústria da construção.

Como é do conhecimento geral, de todos os setores a construção é dos mais limitados em termos de utilização de novas tecnologias e inovação, o que talvez possa contribuir, juntamente com outros fatores, para a situação demonstrada na Fig. 1

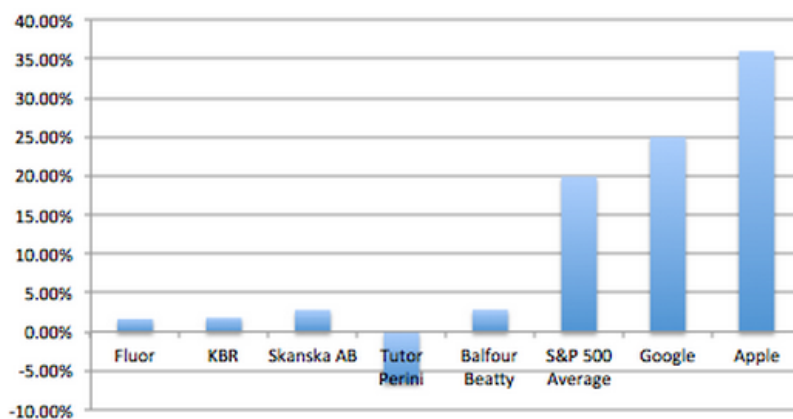


Fig. 1 - Margens de lucro das grandes empresas de construção vs outras (Sutton-Gee, R., 2013)

O gráfico representado, compara as margens de lucro de algumas das maiores e mais conhecidas empresas de construção a nível mundial com outras empresas de referência, de outras áreas. Como se verifica, a diferença é bastante significativa.

O fato das margens de lucro serem tão pequenas nas empresas de construção, pode ser visto como um incentivo à inovação e aplicação de novas tecnologias, não com o objetivo de as mudar completamente como facilmente se compreende, mas sim de provar que as pequenas mudanças, por vezes, podem fazer a diferença.

As margens positivas das empresas de construção apresentadas variam entre 1% e 3%, ou seja, no caso da Fluor a sua margem de lucro é de 1,64%, se esta fosse aumentada em apenas 1% passaria a 2,64%, o

que daria um aumento de cerca de 60% na sua rentabilidade global. Isto para se ter a perceção de que, apesar de pequenas, as melhorias a nível da eficiência podem significar enormes ganhos. (Sutton-Gee, R., 2013).

1.3.OBJETIVOS

A principal finalidade desta dissertação é definir tecnologias de informação e comunicação que promovam a mobilidade no setor da construção e, simultaneamente, sejam úteis na perspetiva de um empreiteiro. De forma a dar resposta ao tema abordado, foram definidos os seguintes objetivos:

- Perceber a definição de mobilidade no setor da construção, bem como os principais conceitos e tecnologias associadas;
- Saber onde atuar e quais as tecnologias a aplicar para a mobilidade;
- Analisar casos de estudo baseados nas tecnologias abordadas para a mobilidade no setor da construção, assim como perceber as suas principais possibilidades ou dificuldades;
- Testar as tecnologias na perspetiva do utilizador de forma a obter uma melhor noção prática e perceber realmente as vantagens ou desvantagens para um empreiteiro.

1.4. METODOLOGIA DO ESTUDO REALIZADO

De forma a cumprir os objetivos propostos, um primeiro passo a dar e primordial para a realização do estudo em questão foi a pesquisa sobre o conceito de mobilidade associado à indústria da construção.

À medida que a pesquisa foi desenvolvida foram tidas em consideração as principais TIC e conceitos associados à mobilidade. Portanto, procedeu-se ao estudo e à exposição dessas mesmas tecnologias e conceitos com especial incidência no setor da construção.

A pesquisa efetuada e a bibliografia utilizada para a realização do trabalho em questão, teve como principal objetivo ser a mais recente possível, tendo em conta que o tema abordado nesta tese integra o uso das tecnologias que, como se sabe, se encontram em constante evolução.

Durante o processo de seleção e estudo da informação recolhida para este trabalho tornou-se fundamental tomar uma decisão relativamente à escolha das tecnologias de informação e comunicação possíveis de aplicar de forma a conciliar a mobilidade no setor da construção com as possíveis vantagens para o empreiteiro.

Ao definir as TIC para a realização do estudo foi feito um levantamento e exposição de várias possibilidades, para de seguida proceder à análise de casos de estudo com algumas das hipóteses definidas.

Numa fase final é executado um estudo na perspetiva do utilizador, analisando de forma mais específica uma das hipóteses expostas na fase de levantamento.

2

MOBILIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO

2.1. MOBILIDADE NAS EMPRESAS

Neste subcapítulo, é descrito de uma forma generalizada o significado de mobilidade no contexto empresarial atual, bem como alguns conceitos e tecnologias adjacentes. O estudo efetuado durante a execução desta fase é de facto relevante para aquilo que são os seus objetivos finais, pois trata-se do ponto de partida para cumprir com sucesso as restantes fases e perceber realmente onde as tecnologias da informação e da comunicação se podem fundir com o conceito de mobilidade.

As empresas dos dias de hoje estão constantemente na busca de oportunidades para sustentar a competitividade existente nos mercados, tentando adaptar-se às tecnologias mais recentes. O número de dispositivos móveis tem crescido exponencialmente e as encomendas de *smartphones* estão a crescer a um ritmo vertiginoso. As organizações estão agora a olhar para a melhor forma de aproveitar essa mobilidade para tirar partido do máximo de benefícios em termos de vantagens competitivas. Em vez de uma abordagem oportunista, as empresas hoje precisam de olhar estrategicamente para a forma como a mobilidade lhes pode dar apoio e como esta pode ser integrada para otimizar os processos chave do negócio (Satbhai, B., 2012).

O significado da palavra mobilidade, de uma forma genérica, é descrito pelo dicionário de Oxford como “a habilidade para mover ou ser movido livre e facilmente”. Este conceito pode ser aplicado em diferentes contextos específicos, sendo um deles a mobilidade aplicada às empresas contemporâneas, que é referido de seguida, e que corresponde ao âmbito da temática em estudo.

A mobilidade nas empresas é descrita como um conjunto de pessoas, processos e tecnologias com foco na gestão da crescente variedade de dispositivos móveis que tem surgido ao longo dos últimos anos, bem como nas redes sem fios e em todos os serviços relacionados, a fim de permitir a ampla utilização da computação móvel no contexto de negócio. Este é um conceito que tem emergido dentro das empresas e se tem tornado cada vez mais relevante com o aumento da adoção do conceito de BYOD (Bring Your Own Device).

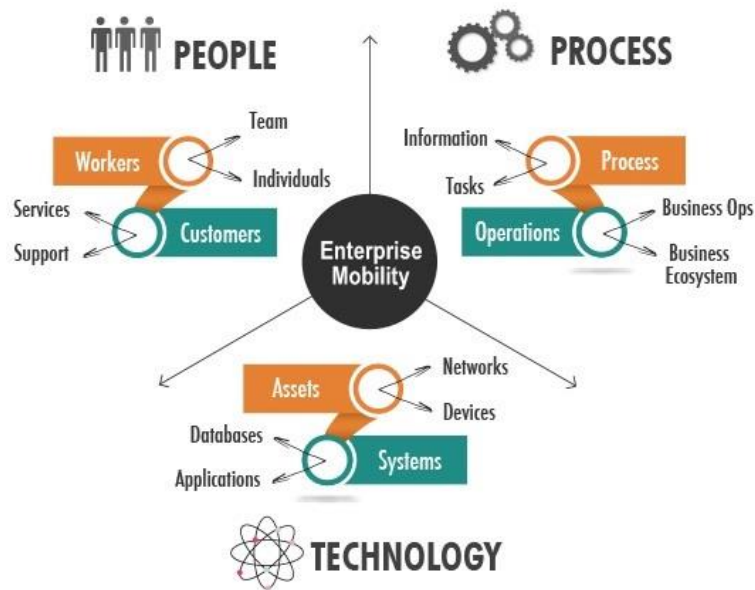


Fig. 2 - Abordagem esquemática do conceito de mobilidade empresarial (Bains, M., 2013)

A Mobilidade Empresarial refere-se ainda a uma mudança de hábitos de trabalho, que consiste no aumento da quantidade de funcionários a trabalhar fora dos escritórios adotando soluções de serviços *cloud*, que dão suporte à utilização dos dispositivos móveis para realização das várias tarefas associadas a uma empresa. O termo não se refere apenas à mobilidade desses trabalhadores e dispositivos móveis, mas também à mobilidade da vasta quantidade de dados e informações que normalmente uma organização acarreta (EuropeanCommission, 2013b).

Estudos mais recentes indicam que os investimentos de TI estão a ir para as áreas de *mobile e cloud computing*, pois a evolução do conceito de mobilidade está a mudar a forma como as pessoas e as organizações comunicam. É utilizado tanto em contextos internos como externos às organizações, tendo-se tornado numa das principais tendências da atualidade.

2.1.1. VISÃO ESTRATÉGICA

A ME não é apenas um projeto ou um programa de atividades a serem implementadas num curto espaço de tempo, mas também algo que exige grandes esforços em termos de estudo, análise e planeamento. Ao definir uma estratégia de Mobilidade Empresarial é necessário questionar alguns aspetos básicos sobre porque é necessária, quando é que vai ser realizada, quem deve fazê-la, o que precisa de ser feito e de que forma (porquê, quando, quem, o quê, como). É importante ser capaz de estabelecer metas e objetivos. Deve ter-se uma visão clara e realista de que os clientes e a organização interna estejam prontos para adotar novas tecnologias. É necessário escolher com cuidado as áreas de aplicação e as soluções a propor tendo em conta os custos de investimento e, por fim é preciso definir como implementar uma estratégia móvel estruturada através de um projeto que exige recursos, tempo e planeamento.

Um programa de mobilidade pode ser dividido em três passos principais. Em primeiro lugar a definição de uma estratégia de mobilidade, em seguida a busca de soluções móveis e por último, a gestão da mobilidade.

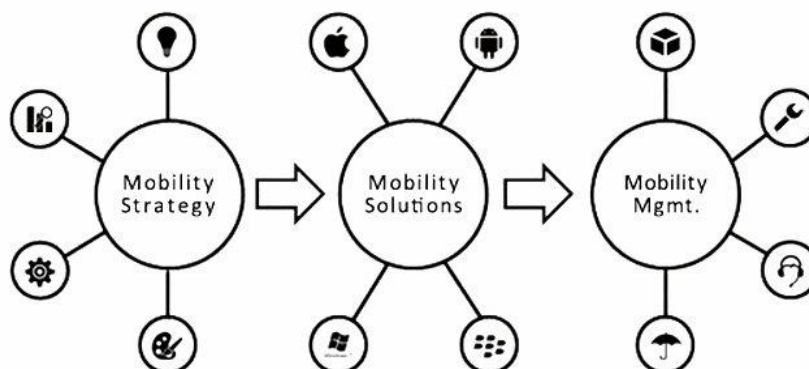


Fig. 3 – Processos de um programa de mobilidade.

Uma estratégia de implementação de Mobilidade Empresarial não é necessariamente obrigatória, mas nasce do conhecimento das necessidades e avaliação de oportunidades. Portanto, alguns aspetos poderão ser úteis:

- Identificar a existência de motivações reais em termos de novas receitas, redução de custos e maior produtividade;
- Verificar quando os dados e informações do negócio existente podem ser distribuídos e utilizados em mobilidade;
- Criar novos fluxos de trabalho, processos de autorização e acesso a recursos de mobilidade de dados;
- Identificar os funcionários e unidades organizacionais que podem tirar partido das tecnologias móveis mais recentes;
- Ser claro quanto à preparação da infraestrutura de TIC existente para a gestão de dados, aplicações e recursos móveis;
- Verificar o tempo necessário para satisfazer as necessidades de informação remota e móvel;
- Verificar se os dispositivos móveis são suficientes ou se é necessário uma atualização;
- Decidir qual a abordagem a adotar para o desenvolvimento de aplicações, nativas ou baseadas em web;
- Identificar qual o tipo de informação a disponibilizar;
- Avaliar se é feito o devido uso das características tecnológicas dos novos dispositivos.

Chegar à definição de uma estratégia de mobilidade empresarial não é simples, requer uma visão, uma compreensão completa das novas tecnologias e do seu potencial em termos de oportunidades e modelos de negócios. A responsabilidade não é só dos departamentos de TI e CIO, mas também da gestão e da nomeação de “tomadores de decisões” para avaliar os benefícios das novas tecnologias com base na sua capacidade de introduzir novas oportunidades de negócios, produtividade individual e da eficiência organizacional nos processos de colaboração entre pessoas e unidades organizacionais, interação, acesso a dados e informação, qualidade da informação, segurança e integração entre o novo e o já existente (Mazzucchelli, C., 2012).

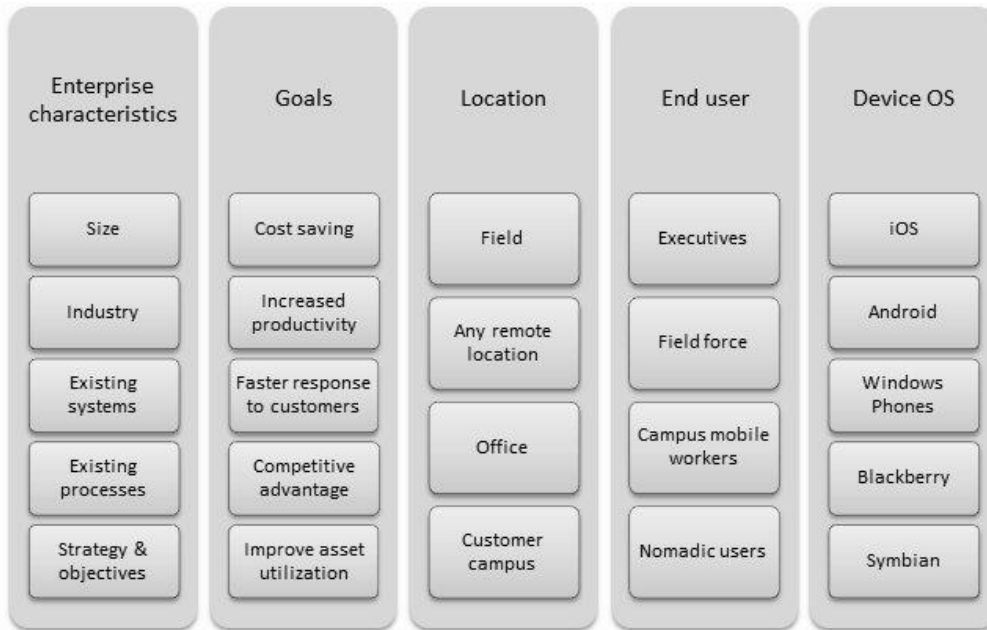


Fig. 4 – Aspectos a considerar numa estratégia de mobilidade (Satbhai, B., 2012)

É fácil de entender a necessidade e as vantagens de um programa de mobilidade empresarial. No entanto, a adaptação de uma estratégia de mobilidade perfeita é uma tarefa desafiadora. É necessário ter em consideração vários fatores, de forma a desenvolver uma estratégia de mobilidade adequada que se adapte à empresa em questão e que dê cobertura às suas necessidades sem afetar outras áreas.

Na Fig. 4 apresentam-se de uma forma esquemática alguns aspetos importantes que devem ser considerados, na formulação de uma estratégia de mobilidade empresarial. Assim, é necessário ter em consideração as características da empresa, onde se podem definir fatores como o tipo de indústria, a dimensão, os sistemas existentes, processos existentes e ainda os objetivos e estratégia da empresa. Os objetivos podem ser principalmente, a redução de custos, o aumento da produtividade, dar resposta mais rápida aos clientes, obter vantagens competitivas e melhorar a utilização de ativos.

A localização ou tipo de atividade a que se destinam os serviços de mobilidade, ao que se podem identificar como as mais relevantes: o trabalho no terreno, qualquer localização distante, escritório ou zona de clientes. É importante também saber identificar qual o utilizador final, pois pode-se destinar a dar apoio ao pessoal executivo, ao reforço do trabalho de campo, aos trabalhadores que utilizam dispositivos móveis ou por outro lado a utilizadores que não carregam consigo nenhum tipo de dispositivo móvel e se limitam a utilizar os dispositivos presentes na sua área de trabalho.

Por fim há que analisar quais as soluções de sistemas operativos dos dispositivos móveis disponíveis no mercado, onde se podem instalar aplicações ou navegar em páginas *web*. Distinguem-se então os mais relevantes para uso comercial, *iOS*, *Android*, *Windows*, *Blackberry* e *Symbian*.

2.1.2. INTERNET MÓVEL

O surgimento e a evolução da internet móvel nos últimos anos tornaram-se numa mais-valia e oportunidade em termos tecnológicos para a mobilidade empresarial.

Até ao final de 1990, o acesso à internet era feito principalmente utilizando computadores de secretária ou computadores portáteis a partir de linhas telefónicas fixas. Desde então, as melhorias em tecnologias de redes sem fios permitiram um aumento significativo em termos de trocas de dados utilizando a rádio comunicação.

A primeira geração de redes móveis trocava dados a partir de sinais de rádio em formato analógico. Em 1991, a primeira rede de segunda geração (2G), foi lançada comercialmente na Finlândia utilizando o padrão digital GSM (Global System for Mobile Communications), posteriormente adotado em todo o mundo. Os principais benefícios foram que as conversas telefónicas passaram a ser digitalmente encriptadas, aumentando assim a eficiência dos sistemas e permitir a rede lidar com um volume maior de tráfego de telemóveis.

Os primeiros serviços de dados foram mensagens de texto, mas versões melhoradas da tecnologia 2G ofereceram um aumento na velocidade de transferência de dados e uma maior gama de serviços, tais como as mensagens de vídeo e imagens. O GPRS (General Packet Radio Service) foi descrito como 2.5G e permitiu o acesso a e-mail e a internet através dos dispositivos móveis e o lançamento da rede EDGE ofereceu velocidades de transmissão ainda maiores.

O grande avanço veio com a introdução de redes de terceira geração (3G). Considerando que as redes GPRS podem fornecer uma taxa máxima de transferência de dados de 115kbts/segundo, a rede 3G oferece um mínimo de 200kbts/segundo, dando, assim, origem à banda larga móvel. Isto levou a uma grande expansão em termos de utilização da internet móvel via *smartphones* e *modems* portáteis para os computadores.

Mais recentemente, surgiu ainda a rede de quarta geração (4G), oferecendo velocidades como 1Gbit/segundo. Esta tecnologia pode permitir que os utilizadores acedam a serviços como televisão de alta definição, videoconferência e serviços de *cloud computing* em perfeitas condições, através de dispositivos sem fios (Priority1, 2013).

2.1.3. BYOD – BRING YOUR OWN DEVICE

O conceito de *Bring Your Own Device* é uma tendência ascendente dentro no ramo das TIC e refere-se à política que permite aos funcionários das empresas levarem os dispositivos móveis pessoais para os locais de trabalho e utilizarem-nos para ter acesso a informações e aplicações da empresa.

Os negócios que adotam políticas de BYOD podem ter algumas vantagens perante os seus competidores. Não só porque reduzem custos na aquisição de dispositivos móveis, mas também porque podem proporcionar um aumento da satisfação dos trabalhadores com a utilização dos seus próprios dispositivos móveis. A atualização dos dispositivos em termos tecnológicos, normalmente também se torna mais frequente quando estes pertencem ao próprio utilizador e não à empresa.

A descrição feita em relação a este conceito é básica e meramente informativa, pois, como é fácil de perceber, existem muitas outras questões que lhe são inerentes e que não cabem no âmbito deste estudo. No entanto será referido várias vezes durante o desenvolvimento do resto desta tese, pois é uma das principais tendências da atualidade no âmbito da mobilidade e pode alterar de forma relevante a forma de trabalhar de algumas empresas.

2.1.4. MOBILE COMPUTING E CLOUD SERVICES

O conceito de *cloud computing* pode ser definido como o termo geral para algo que envolva a prestação de serviços hospedados na Internet. Estes serviços são divididos em três categorias: Infrastructure-as-a-Service (IaaS), Plataforma-as-a-Service (PaaS) e Software-as-a-Service (SaaS). O nome *cloud computing* foi inspirado no símbolo de uma nuvem que é muitas vezes usado para representar a Internet em fluxogramas e diagramas.

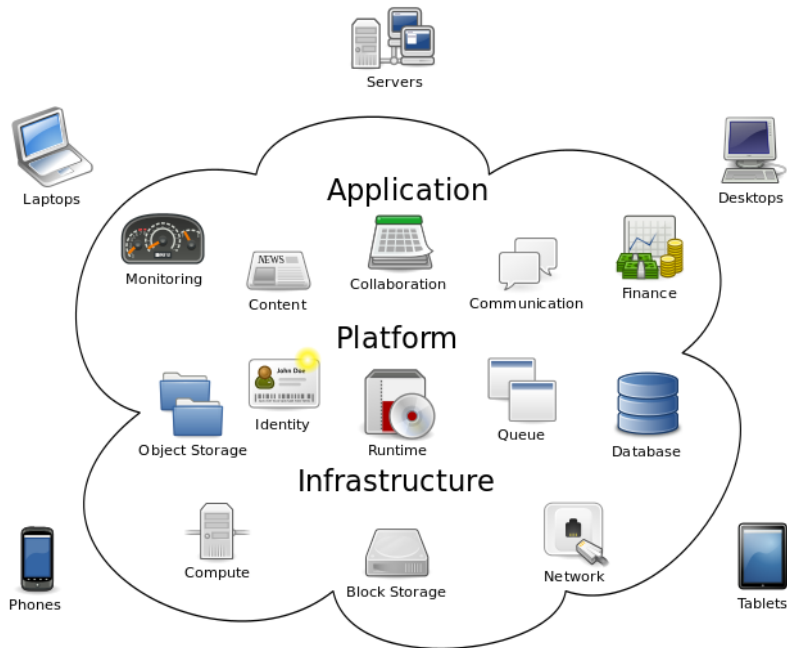


Fig. 5 – Diagrama de visão geral do conceito de tecnologia cloud (Johnston, S., 2009)

Um serviço *cloud* tem três características distintas que o diferenciam dos tradicionais armazenamentos em servidores. É vendido consoante a procura, normalmente a cada minuto ou hora, ou seja, é flexível. Significa isto que o utilizador pode ter uma quantidade variável do serviço a qualquer momento. O serviço é totalmente gerido pelo fornecedor, o utilizador apenas necessita de um computador pessoal e acesso à internet.

Ainda é relevante referir que a *cloud* pode ser dividida em dois tipos principais, privada ou pública. A nuvem pública vende serviços para qualquer utilizador na Internet. Uma nuvem privada é uma rede que pertence a uma determinada entidade ou a um centro de dados que fornece serviços a um número limitado de pessoas. Quando um fornecedor utiliza recursos de uma *cloud* pública para criar uma *cloud* privada, o resultado é chamado de *cloud* virtual privada ou híbrida. No entanto, pública ou privada, o objetivo desta tecnologia é fornecer acesso fácil e flexível aos computadores, dispositivos móveis e serviços de TI (EuropeanCommission, 2013a).

SaaS é a forma mais comum de serviço *cloud* para os clientes. Esta, move a tarefa de gestão de software e a sua implementação a serviços de terceiros. Entre as aplicações SaaS as mais conhecidas são as de relação com os consumidores, tais como, Google Apps, e soluções de armazenamento, como a Dropbox. O uso de aplicações SaaS tende a reduzir o custo de aquisição de software, eliminando a necessidade de pessoal técnico para a sua gestão, instalação e atualização, bem como outros custos de licenças de software. As aplicações de SaaS geralmente são fornecidas em modelos de subscrição.

As funções PaaS encontram-se a um nível mais baixo dos SaaS, pois apenas fornecem uma plataforma onde o serviço pode ser desenvolvido e implementado. Os fornecedores de PaaS resumem-se muito ao trabalho de lidar com os servidores e dar aos clientes o ambiente no qual eles próprios têm de lidar com o sistema operativo, o *software*, bem como o *hardware* necessário ao servidor e à infraestrutura da rede. Desta forma, os utilizadores ficam livres para moldar a plataforma ao seu negócio e para o desenvolvimento autónomo de aplicações para os seus produtos ou serviços.

Tal como acontece com a maioria dos serviços *cloud*, a PaaS é desenvolvida no topo da tecnologia da virtualização. As empresas podem fazer o requisito dos recursos à medida que vão precisando, moldando-se conforme a procura cresce, em vez de investirem em *hardware* com custos excessivos. Exemplos de fornecedores de PaaS, são por exemplo: a Heroku, o Google App Engine e OpenShift da Red Hat.

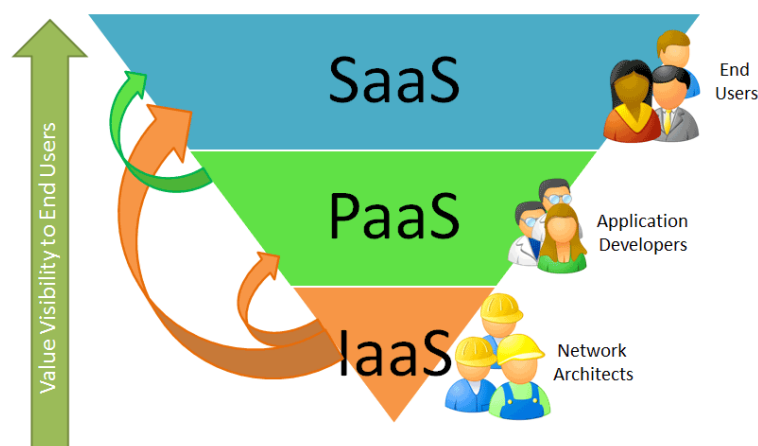


Fig. 6 – Esquema em pirâmide: SaaS, PaaS e IaaS (Giezendanner, F.D., 2010).

A infraestrutura como serviço faz parte do estado menos desenvolvido da pirâmide no que toca à valorização da utilização por parte do utilizador final. O IaaS é composto por recursos altamente automatizados e moldáveis computacionalmente, complementados por armazenamento em *cloud* e recursos de rede que podem ser provisionados, medidos e disponibilizados consoante as necessidades. Os clientes de IaaS têm acesso direto aos seus servidores e ao armazenamento destes, tal como nos servidores tradicionais, mas têm acesso a uma ordem muito maior de flexibilidade. Os utilizadores de IaaS podem construir um “centro de dados virtual” na *cloud* e ter acesso a muitas das mesmas tecnologias, capacidades e recursos de um centro de dados tradicional, sem ter que investir em planeamento de capacidade ou manutenção e gestão.

IaaS é o modelo de computação em *cloud* mais flexível e permite a implementação automatizada de servidores, capacidade de processamento, armazenamento e rede. Os clientes de IaaS têm controlo total sobre a sua infraestrutura, ao contrário dos utilizadores de PaaS e SaaS. As principais utilizações de IaaS incluem o desenvolvimento de PaaS, SaaS e aplicações à escala *web*.

Há um grande número de fornecedores que oferecem infraestrutura como serviço, como é exemplo a CloudSigma, HPCloud e Softlayer.

2.2.ESPECIFICIDADES DA MOBILIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO

Após referir de uma forma geral o significado de mobilidade e de alguns dos seus benefícios em termos gerais, é agora importante, analisar o seu impacto no setor da construção. Deste modo, são neste ponto analisados dados do estado de adoção dos conceitos e tecnologias já referidas anteriormente, numa perspetiva de comparação do setor da construção em relação aos restantes, a nível da UE. São também referidas outras tecnologias mais especificamente utilizadas na construção, que ao convergir com o conceito de mobilidade e *cloud* se tornam potenciais melhorias para o setor.

2.2.1. ESTADO DE ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE MOBILIDADE POR SETOR - EUROPA

Uma visão mais estratégica da mobilidade está a começar a ser adotada nas organizações. Muitas implementações até agora têm sido apenas táticas, e em muitos casos limitadas apenas a acesso móvel e correio eletrónico, mas alguns desenvolvimentos mais recentes indicam que as empresas da UE estão a começar a adotar uma abordagem focada na empresa como um todo, de forma a permitir, gerir e assegurar iniciativas de mobilidade nos negócios. As aplicações móveis já se tornaram bastante atrativas, não só para os tradicionais grupos de utilizadores de campo, mas também para executivos, gestores de negócios, vendas, marketing e empreiteiros.

O desenvolvimento de soluções de mobilidade tem crescido substancialmente nos últimos anos e em 2012 quase um terço das empresas Europeias já tinham adotado ou desenvolvido aplicações móveis para uso externo (serviços relacionados com os clientes) ou para uso interno (serviços relacionados com os funcionários), para além do *e-mail* (Fig. 7).

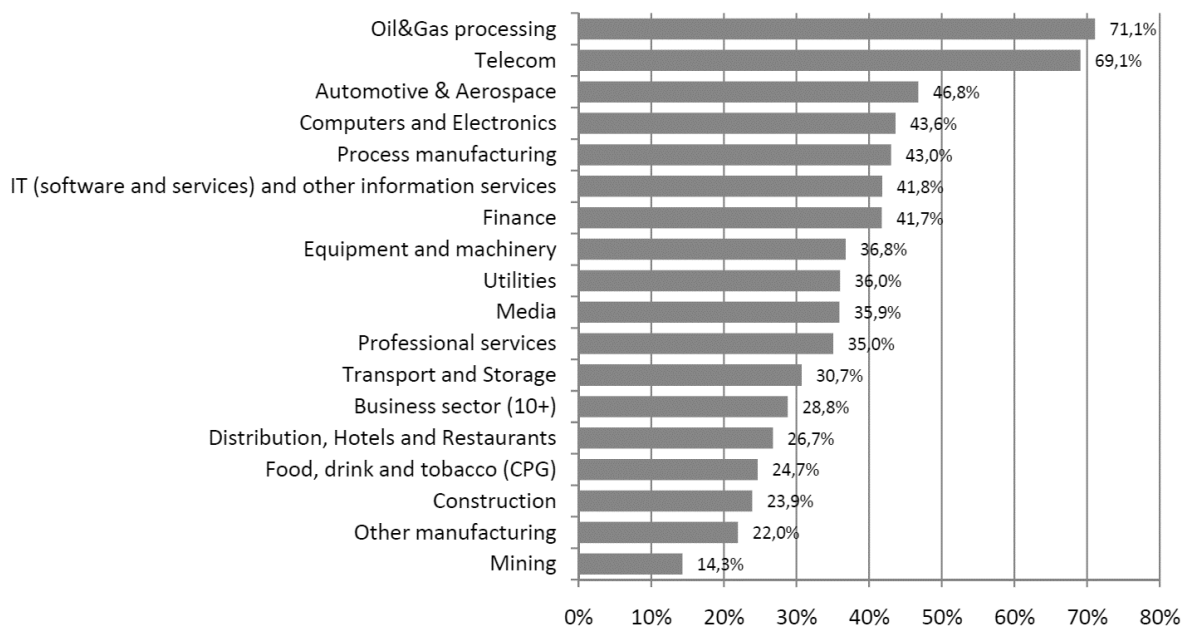


Fig. 7 - Mobility Adoption in the Business Sector by Vertical Market (IDC, 2012)

As empresas de telecomunicações e de tratamento de gás e petróleo surgem como os setores com maior experiência na área da mobilidade, conduzidos pela adoção de serviços de campo móveis e soluções para clientes. Os setores industriais, automóvel e aeroespacial, computadores, eletrónica e processos de

fabricação em particular (taxas de adoção acima dos 40%), também revelam estar à frente de outros setores em termos de dependência de soluções de mobilidade (EuropeanCommission, 2013b).

No entanto, a partir destes valores obtidos através de inquéritos feitos a pequenas e médias empresas com pelo menos 10 trabalhadores confirma-se uma grande heterogeneidade, pois como se pode observar as áreas da alimentação, bebidas, tabaco e principalmente a construção ainda estão pouco desenvolvidas em termos de adoção de estratégias de mobilidade.

2.2.2. ESTADO DE ADOÇÃO DE SERVIÇOS CLOUD POR SETOR – EUROPA

A adoção da computação *cloud* é maior do que se poderia esperar. As grandes empresas têm sido pioneiras na adoção de soluções *cloud* privadas, sobretudo as empresas de finanças, telecomunicações e energia com o objetivo de reduzir os seus custos operacionais e aumentar a utilização de centros de dados. Os resultados da pesquisa feita pela IDC confirmam que no final do ano 2014, esses setores verticais ainda serão os principais clientes de nuvens privadas. Contudo, a adoção permanecerá abaixo da média em serviços profissionais, processos de fabricação, assim como na construção.

Estes setores são sobretudo afetados devido à predominância de PMEs nestes mercados verticais. De fato quanto menor for a empresa, menos suscetível será a adoção de serviços *cloud* devido a custos, complexidade e falta de recursos. Um estudo da Microsoft publicado em 2010 mostra claramente que o quanto menores são as empresas, menor são as economias de escala para o desenvolvimento de *clouds* privadas, ou seja os serviços de nuvens publicas irão oferecer mais oportunidades de negócios que, como se sabe, é coberta em grande maioria por PMEs.

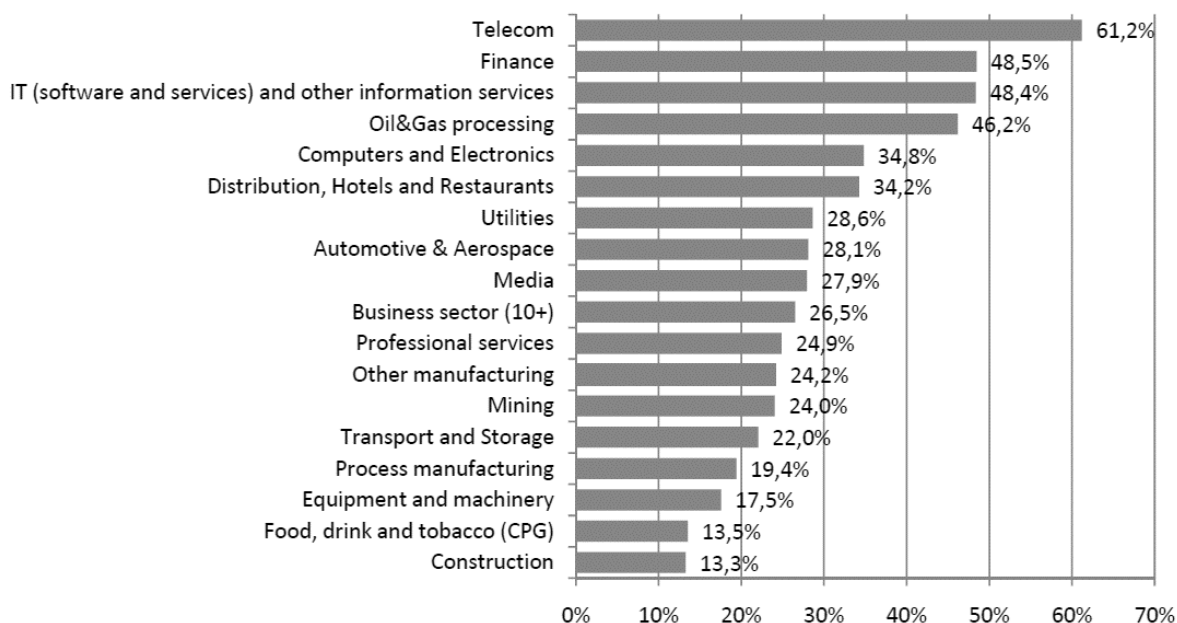


Fig. 8 - Public Cloud, Plans for Adoption in the Business Sector by Vertical Market (IDC, 2012)

De acordo com o estudo recente desenvolvido pela IDC, para a Comissão Europeia, mais de 50% das empresas da UE já contam com algum tipo de serviços de *cloud* públicas. No entanto, a “intensidade” das *clouds* de acordo com o número de soluções adotadas ainda é baixo e, em muitos casos limitadas apenas a soluções básicas, tais como e-mail e capacidade de armazenamento variável consoante a necessidade. Como tal, os serviços *cloud* ainda não manifestaram todos os benefícios que podem trazer para as empresas da EU (EuropeanCommission, 2013a).

Considerando empresas com pelo menos 10 empregados e selecionando apenas soluções como um serviço (Gestão de relação com o cliente, sistemas integrados de informação empresarial e armazenamento avançado) o inquérito do mercado vertical Europeu da IDC mostra que 26,5% das empresas da UE já têm algum tipo de soluções *cloud* (Fig. 8).

2.2.3. BYOD NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

No seguimento do estado de utilização de alguns dos conceitos e tecnologias abordadas, é agora apresentado uma parte de um inquérito realizado pela empresa Sage, consultora especialista em *softwares* empresariais. Este inquérito foi realizado a pequenas e médias empresas de construção, num total de 249 inquiridos, com uma margem de erro de aproximadamente 6,2% e um nível de confiança de 95%. O estudo faz parte de um inquérito de maiores dimensões realizado a decisores e funcionários de diversos setores sobre a utilização de dispositivos móveis, realizado entre 10 de janeiro e 1 de fevereiro de 2013 (Sage, 2013).

Um dos tópicos mais falados na área da mobilidade em 2013, foi a questão de saber se os funcionários devem ser capazes de desempenhar as responsabilidades relacionadas com o trabalho nos seus próprios dispositivos móveis, ou se as empresas os devem fornecer aos funcionários. Questões como sistemas operacionais unânimes, segurança da informação e preparação em relação a políticas, são todos pontos-chave de discussão do conceito BYOD. Assim, foi examinado como as empresas de construção estão a abordar a possibilidade BYOD. Na construção civil, a maioria das empresas parecem fornecer aos seus funcionários dispositivos móveis, em vez de depender de uma política de BYOD. Apenas 30% das empresas permitem que os seus trabalhadores usem os seus próprios dispositivos.

Answer	Response	%
Supplied by company	89	73%
Supplied by employee (no company reimbursement)	28	23%
Device supplied by employee but service paid for by company	8	7%
Don't know/not sure	5	4%

Fig. 9 - Os dispositivos móveis utilizados pelos seus funcionários são fornecidos pela sua empresa? (Sage, 2013)

Na questão realizada sobre a política de BYOD nas empresas de construção, as respostas foram correspondentes aos dados apresentados na Fig. 10. Cerca de 33% dos inquiridos disseram que já têm uma política da empresa que permite aos funcionários levarem e usarem os seus próprios dispositivos

móveis. Ainda é de notar que apenas 8% das empresas entrevistadas estão atualmente a considerar uma política como esta.

Answer	Response	%
We already have this company policy, which lets employees bring and use their devices	51	33%
We are considering this policy to let employees bring and use their devices	12	8%
We have not considered this policy	71	46%
We have considered this policy and decided to not permit employees to bring and use them	16	10%
Other	6	4%
Total	156	100%

Fig. 10 - Qual é a abordagem da sua empresa para que os seus funcionários tragam os seus próprios dispositivos (BYOD) para o trabalho? (Sage, 2013)

É visível a partir dos valores indicados que atualmente a maioria das empresas de construção disponibilizam dispositivos móveis aos seus empregados, em vez de instituir o conceito de BYOD e que na maioria destas, ainda nem foi considerada simplesmente uma política de BYOD. Salienta-se ainda que cerca de 10% das organizações consideram a política, no entanto posteriormente decidem não a utilizar (Fig. 9 e Fig. 10).

2.2.4. INTRODUÇÃO DE MOBILE COMPUTING E CLOUD SERVICES NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

As empresas de construção podem ser particularmente bem adaptadas a estruturas de serviços baseados em *cloud*. Para muitos dos seus funcionários, os “escritórios” são locais de construção temporários. Algumas das empresas têm trabalhadores que viajam de local para local, enquanto outros estão a supervisionar grupos de trabalhadores em vários sítios. Os “cérebros” das operações – arquitetos, engenheiros e gestores de projeto – podem não estar nos locais de construção, mantendo-se na sede, podendo transmitir a sua experiência para diversos projetos ao mesmo tempo. Além disso, os dispositivos móveis que os empreiteiros mais presentes em estaleiros possam possuir – computadores portáteis, *tablets* e *smartphones* – podem não ter espaço suficiente para lidar com alguns projetos digitais de maior dimensão.

Apenas uma infraestrutura de TI baseada em *cloud* pode enfrentar os desafios da dispersão do pessoal que trabalha com arquivos e *softwares* mais pesados. Ao utilizar a *cloud*, os funcionários podem ter acesso imediato às aplicações de gestão de projetos, gestão de documentos e ao *software* de estimativa de custos da empresa. Uma infraestrutura *online* também assegura que todo o pessoal da empresa tenha a versão mais atualizada dos documentos ou arquivos. Sem uma infraestrutura *cloud*, as aplicações teriam de ser instaladas individualmente em cada dispositivo dos funcionários. A infraestrutura da

empresa tornava-se descentralizada, o que levava a uma menor supervisão e controlo, juntamente com perdas de dados e outras inconsistências, podendo levar a erros potencialmente graves e de custos elevados para a empresa. Infraestruturas baseadas em *web* também permitem enviar e receber propostas mais facilmente.

Além de ajudar a aumentar a acessibilidade e a centralização de arquivos e aplicações da empresa, a computação em *cloud* também auxilia as empresas de construção nas áreas de custos, colaboração e na conformidade regulamentar. As empresas podem poupar bastante em termos económicos com a este sistema. A *cloud* impede a compra de servidores, dispositivos de armazenamento e outros *hardware's* de TI avançados. As empresas que utilizam a política BYOD, em princípio também não têm que comprar qualquer tipo de dispositivo para os seus funcionários. E porque as *clouds* podem ser ativadas ou canceladas em qualquer altura, tornam-se numa boa opção para projetos de construção temporários.

Além disso, a computação em *cloud* possui possibilidades de acessibilidade notáveis, não só porque permite aos funcionários, mas também aos parceiros de projeto e às partes interessadas ter fácil acesso a arquivos e aplicações. Ao mesmo tempo, as *clouds* devidamente equipadas podem garantir a segurança dos dados em conformidade com os regulamentos, tanto mais quanto melhor for a proteção da base de dados. (Pietryga, J., 2012)

2.2.5. BENEFÍCIOS DE SOLUÇÕES DE MOBILIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO

As empresas de construção, apesar de investirem bastante em infraestruturas, não têm resolvido os problemas da construção de forma eficiente. Uma atenção especial ao planeamento de soluções de mobilidade pode ser uma solução, de forma a que as empresas possam desenvolver um plano estratégico de mobilidade, para que alguns dos seus problemas possam ser resolvidos. Um uso pouco eficiente das infraestruturas e das TIC tornou-se comum na indústria da construção.

As soluções de mobilidade adicionam valor real a todo o ciclo de vida de um projeto de construção. Nas empresas, os gestores de projeto, arquitetos e engenheiros são responsáveis pelo sucesso de qualquer projeto. Normalmente, executam vários projetos ao mesmo tempo e gastam a maioria do seu tempo nos locais das obras, no escritório ou em viagem. Com a ajuda de dispositivos móveis, estes podem gerir de forma ativa todos os processos, funcionários e informações que fazem parte dos seus projetos.

Sem a implementação de soluções de mobilidade, torna-se uma tarefa difícil para as grandes empresas de construção estar a par de informações dos trabalhadores ou funcionários, verificar a sua disponibilidade no tempo necessário e tratar do pagamento de salários. As indústrias de construção também têm vários escritórios e locais em sítios diferentes que precisam de entrar em contacto com a tecnologia móvel.

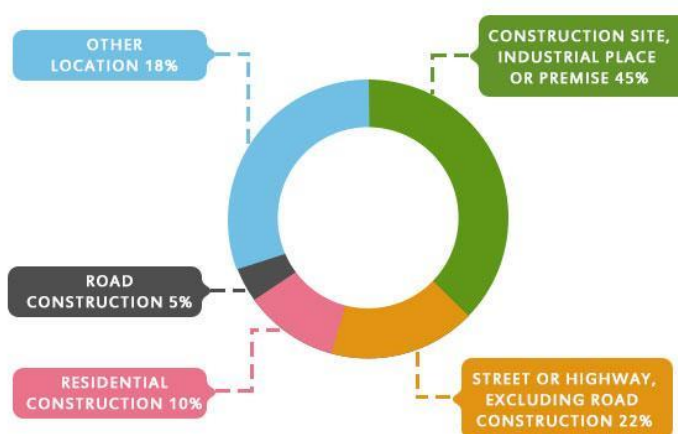


Fig. 11 - Estimativa de distribuição do tempo gasto nos vários locais ocupados pelos trabalhadores em empresas de construção (Lars, N., 2014)

Na figura acima é perceptível, a variedade de locais onde os funcionários das empresas de construção se podem encontrar, verificando-se que a maior parte do tempo, ou seja, cerca de 45%, é passado nos estaleiros, ou nos escritórios da empresa.

As empresas já começaram a usar a tecnologia móvel, a fim de poupar em termos económicos e aumentar a produtividade. Soluções de mobilidade tornam-se importantes na indústria da construção na medida em que a podem tornar mais competitiva no mercado, pois qualquer solução que aumente a produtividade nos estaleiros ou nos escritórios de apoio melhora as margens de lucro. A tecnologia móvel tem vindo a ganhar bastante crédito para a sua ampla utilidade no setor da construção. Otimiza as operações e proporciona um bom retorno sobre os investimentos.

Nas grandes empresas de construção, gerir ou lidar com vários projetos é uma das tarefas mais difíceis para os gestores. Com a tecnologia móvel, podem encontrar-se uma série de *softwares*, que ajudam na realização de tarefas que antes não se podiam realizar. Certas aplicações auxiliam os engenheiros, empreiteiros e fiscais na partilha e a alteração de desenhos, contratos e esquemas, bem como a sincronizar informação em tempo real ou outros documentos vitais de Building Information Modeling (BIM). Tudo isto pode ser feito utilizando dispositivos como *tablets* e a tecnologia *cloud*.

As aplicações podem ser utilizadas para manter os escritórios e os estaleiros numa ligação constante. As soluções de mobilidade utilizadas na gestão de projetos e planeamento, mantêm as empresas de construção dentro do orçamento. Sendo assim, também a gestão de projetos de construção pode ser executada de uma forma mais eficaz através das tecnologias móveis, uma vez que se pode ter acesso a dados dos escritórios em qualquer localização e em tempo real. Independentemente das localizações geográficas, o acesso às informações pode ser feito a partir de dispositivos móveis.

Existem muitas aplicações móveis disponíveis no mercado, que automatizam procedimentos das empresas de construção e podem fornecer informações valiosas para os empreiteiros. Os métodos tradicionais utilizados pelos empreiteiros para acompanhar o progresso dos projetos são muito demorados. Portanto, utilizando soluções de mobilidade pode-se poupar tempo em quantidades significativas, escapando aos métodos tradicionais. As entidades contratantes estão a tornar-se cada vez mais ativas com a utilização de aplicações móveis, podendo desta forma estar a par do andamento dos projetos. *Softwares* completos para os dispositivos móveis, podem ajudar o empreiteiro a ter acesso a informações tais como: planos de projeto, orçamentos, exigência de recursos, questões levantadas no trabalho de campo, informações de contactos etc. (Lars, N., 2014).

Investir numa solução completa de *software* de construção irá dar suporte ao nível de lidar com todas as complexidades do ciclo de vida de um projeto, bem como permitir à entidade contratante controlar todas as operações de negócios “com uma única mão”.

Essencialmente, alguns dos maiores benefícios que a mobilidade pode implementar na área da construção são:

- Melhorias a nível de comunicação, pois os funcionários que se encontram nos estaleiros de obras podem partilhar facilmente dados ou imagens com os restantes. Por outras palavras, a mobilidade coloca os trabalhadores dos escritórios e dos estaleiros em contacto, mantendo todos os elementos atualizados com a informação mais recente do projeto;
- Melhorias ao nível do fluxo de trabalho, em que para além de uma melhor comunicação, as soluções móveis também podem oferecer uma análise de fluxo de trabalho bem concebida, baseando-se em informações corretas e atualizadas. Através dos dispositivos móveis, é possível aceder a dados em tempo real. Podem ser inseridos dados atualizados no sistema de contabilidade e salários, bem como observar o desempenho geral da empresa e o andamento de cada projeto;
- Possibilidade de guardar e transferir informações, pois existe a possibilidade do empreiteiro estar a trabalhar em locais mais isolados onde a falta de cobertura de rede pode ser um problema, logo não irá receber informações atualizadas. Sendo assim, alguns programas de mobilidade oferecem a alternativa de guardar as informações em modo *off-line* e logo que seja possível voltar a uma área de cobertura, os dados mais recentes serão atualizados. As aplicações móveis têm a capacidade de armazenar dados e transferir informação, garantindo que esta seja a mais recente e correta possível;
- O aumento da produtividade, uma vez que as soluções de mobilidade melhoram a eficiência das empresas de construção. Utilizando soluções móveis é anulada parte do trabalho da entrada de dados e informações, indesejado por muitos trabalhadores. Torna-se possível trabalhar de forma mais eficiente, economizar tempo, bem como dar tempo a outras áreas de trabalho ou atividades.
- Algumas aplicações móveis podem ser facilmente integradas em sistemas como o de pagamento de salários, vendas, logística e gestão de fornecedores. Principalmente o processo de pagamento de salários, torna-se mais fácil e eficiente por integrar os relógios existentes nos dispositivos móveis com o *software*;
- Utilizando as ferramentas de negócios, *smartphones*, *tablets* e outros dispositivos móveis, os membros de uma equipa de projeto podem capturar imagens, vídeos e áudio num local e distribuir entre os elementos de escritório e de campo. Podem gerir e aceder a documentos de projeto e comunicar de forma eficaz a partir de qualquer local. Ainda é possível rever documentos e imagens e partilhar as suas atualizações com todos os elementos da equipa, bem como gerir as tarefas e questões relacionadas com o projeto.

Por vezes, as empresas de construção sofrem prejuízos devido à má utilização e roubo de material dos estaleiros de construção. Utilizando soluções móveis, é possível reduzir esses inconvenientes. A possibilidade de roubo nos locais de construção aumenta nos fins de semana e durante a noite quando, em certas alturas, não se encontra ninguém nos estaleiros.

Este problema também se coloca quando os estaleiros se localizam fora da cidade ou em alguns locais mais isolados, onde provavelmente não se encontra muita gente. Os roubos são feitos em grande parte pelo desejo de materiais como cobre ou alumínio. Tecnologias como a videovigilância e RFID podem ajudar a resolver este tipo de questões e a manter o controlo dos materiais de construção. Pode ser

possível recuperar o material roubado, a partir do conhecimento da sua localização com RFID ou devido à função de gravação dos vídeos de vigilância existente em certas aplicações de dispositivos móveis.

Através da tecnologia *machine-to-machine* (M2M), os sistemas de gestão de frota desempenham um papel significativo na construção através de muitos aspetos, incluindo diagnósticos de veículos, utilização do trabalhador, consumo de combustível e de observações constantes. Além disso, na gestão de frotas é habitual medir hábitos de condução, tais como travagens bruscas, velocidade ou outros comportamentos que levem ao desgaste dos veículos, desde máquinas pesadas e automóveis tradicionais que são utilizados nos locais de construção. Ter uma visão em painel das medidas de monitorização diárias pode tornar o local de trabalho mais eficiente e ajudar a monitorizar as despesas (Bedard, P., 2013).

3

APLICAÇÕES MÓVEIS PARA A CONSTRUÇÃO

3.1. INTRODUÇÃO

Após o estudo elaborado no capítulo anterior, onde foi dado a conhecer o conceito atual de mobilidade nas empresas de construção e as principais tecnologias adjacentes, bem como o seu estado nas empresas a nível da EU, é agora possível ter uma ideia mais específica de uma possibilidade de utilização das TIC para a mobilidade. Pretendendo dar cumprimento aos objetivos desta tese, o caminho a seguir como uma das hipóteses de promover a mobilidade foi uma busca de aplicações para dispositivos móveis que poderão ser úteis aos empreiteiros no setor da construção. Estas foram selecionadas com base em alguns critérios, pois existem inúmeras possibilidades no mundo das aplicações móveis.

Hoje, a generalidade das pessoas, independentemente do estatuto social ou da idade, começaram a usar *tablets* e *smartphones*. Na verdade, estes dispositivos tornaram-se essenciais para o dia-a-dia. A maioria dos utilizadores simplesmente já não passa sem eles. A tecnologia móvel é mais do que uma tendência, e especialistas dizem que é uma revolução que vai mudar a maneira como o mundo funciona durante os próximos tempos. A humanidade sempre quis dominar o mundo e manter tudo sob controlo e os dispositivos móveis têm realizado o sonho de controlar as coisas em movimento.

Existem aplicações móveis que ajudam as pessoas na realização de várias tarefas, tais como: serviços bancários, compras, entre outros. As aplicações móveis concebidas para empresas permitem que os negócios tirem partido do poder da produtividade para atingir o que antes era imaginado como inatingível. As aplicações móveis estão cada vez mais a chamar a atenção, principalmente para a partilha de informação e comunicação dentro das organizações. A tendência já é evidente em vários setores industriais, como o automóvel, logística, bens de consumo, saúde, finanças, turismo e serviços hospitalares (InnomobileApps, 2014).

Nas empresas de construção, a mobilidade empresarial, como já foi referido anteriormente, representa uma oportunidade de negócio. As várias entidades envolvidas, como fiscais de obra, empreiteiros e outros técnicos a trabalhar constantemente no campo, ao serem capazes de organizar e manter os processos produtivos contribuirão para o sucesso operacional. É por isso que cada vez mais empresas de construção estão a optar por dispositivos que se adaptem melhor à mobilidade, em vez de dispositivos menos próprios que possam ser incómodos em termos de transporte. Uma questão realizada no mesmo inquérito feito pela Sage já referido em 2.2.3 mostra essas mesmas tendências (Fig. 12).

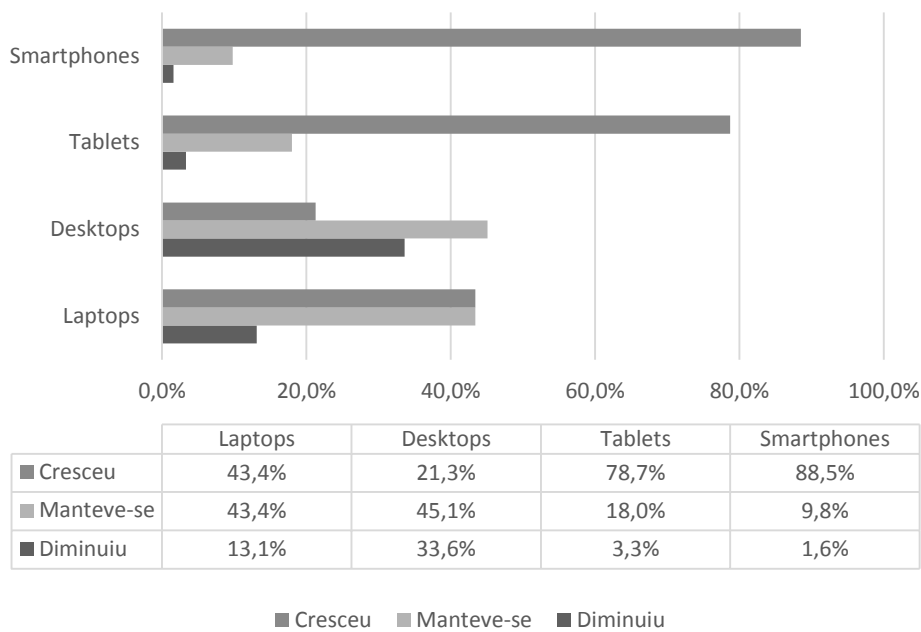


Fig. 12 - Como é que a utilização dos seguintes dispositivos alterou em relação ao ano passado? (Sage, 2013)

Com mais de 75% dos entrevistados a afirmar que a utilização de *smartphones* e *tablets* tem aumentado, torna-se claro que o domínio da construção tem uma tendência preferencial pela mobilidade e que, com a contínua inovação, muito mais empresas irão adotar uma cultura centrada na força de trabalho altamente móvel.

“A indústria da construção beneficia particularmente dos dispositivos móveis. Estes podem, por exemplo, eliminar a necessidade de transportar conjuntos volumosos de planos e livros de quatro polegadas de espessura de especificações de projeto para o local de trabalho” disse Joe Langner o vice presidente da Sage North America.

No que diz respeito mais concretamente à utilização de dispositivos móveis por empreiteiros na área da construção, também um inquérito realizado por uma empresa americana a cerca de 200 empreiteiros gerais e a outros especialistas revelou que a utilização de *smartphones* por estes nos locais de trabalho subiu cerca de 35% e que o uso de *tablets* cresceu aproximadamente 54%, isto entre os anos de 2012 e 2013.

Dos entrevistados, 40% disseram que usam *smartphones* principalmente para tomar decisões de compras, tornando-o no segundo computador de secretária nos seus escritórios. Mais de metade dos entrevistados achou que os *smartphones* são o dispositivo de tecnologia que mais cresce nos locais de construção e logo de seguida os *tablets* com cerca de 20% de respostas.

De acordo com a pesquisa, o aumento da utilização das tecnologias por parte destes dispositivos móveis, está a ser impulsionada principalmente pelo aumento da convivência diária com *tablets* e *smartphones* que permite aos empreiteiros ficarem em contato constante com colegas de trabalho, distribuidores e fornecedores e poupar bastante tempo durante o trabalho. O conseguir ainda verificar especificações, comparar produtos e preços, bem como a necessidade de obter um maior número de informações rapidamente, são também outros aspetos bastante vantajosos.

Os empreiteiros gerais lideraram as tendências de utilização neste inquérito, sendo que cerca de 82% afirmou utilizar *smartphones* e 30% *tablets*, sendo que aproximadamente 32% acredita realmente que

ao tirar partido das tecnologias destes dispositivos permitirá reduzir os custos gerais no trabalho (EMA Contractors, E.M.a.A., 2013).

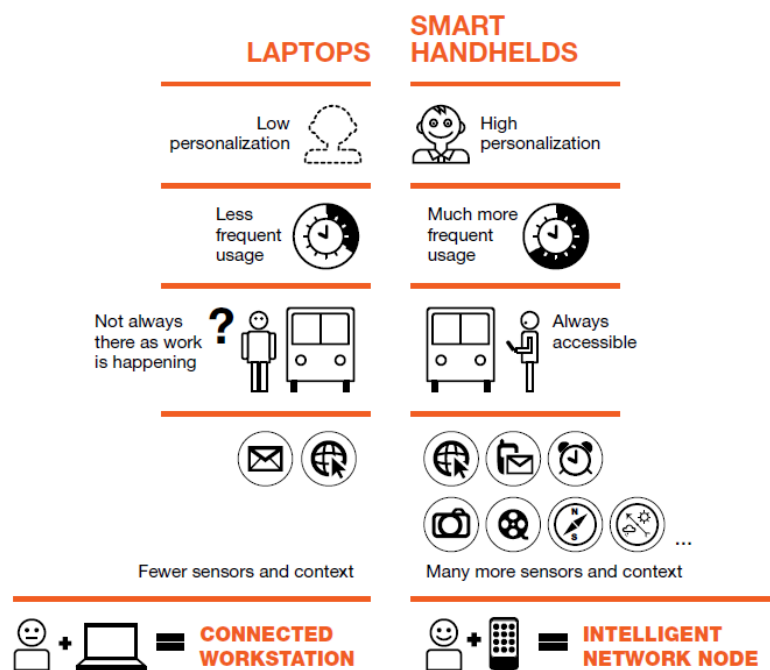


Fig. 13 - Smart handhelds enable cybernetic systems (Conophy, T., 2011)

Estas tendências não são por acaso, pois em comparação com os computadores portáteis, os *tablets* e os *smartphones* têm muitas outras vantagens e capacidades. Estes últimos têm características bastante distintas integradas, como é o caso da internet móvel, câmaras de filmar/fotografar, GPS, microfones, acelerómetros e às vezes termómetros ou outros sensores em constante evolução. A capacidade de personalização destes dispositivos também é bastante superior à dos computadores de secretária ou portáteis, assim como o tempo que se passa com o dispositivo devido à maior facilidade e prática de utilização. A Fig. 13 mostra essas mesmas diferenças em forma esquemática.

As câmaras integradas nestes dispositivos possuem hoje uma qualidade fotográfica incrível e é possível partilhar essas fotos através de um simples toque num ecrã. Não é só uma maneira simples de acompanhar o desempenho e partilhar informações sobre um projeto, é também uma ótima forma de mostrar o trabalho realizado a um cliente para que este não tenha que se deslocar até ao local para fazer a verificação.

O acesso à informação em tempo real é outro aspeto bastante relevante na utilização de dispositivos móveis. Se é necessário saber mais detalhes sobre um produto, ou preço, é simples: basta abrir um navegador e fazer uma pesquisa na *web*. É possível ainda receber e-mails e responder instantaneamente aos mesmos, facilitando a resposta a propostas de clientes, por exemplo.

É possível substituir muitos documentos, como assinaturas digitais, faturas, despesas, estimativas e contratos. Desta forma evita-se a utilização de enormes quantidades de papel, que por vezes podem ser difíceis de organizar ou armazenar. Com um *tablet* ou um *smartphone* podem ser adquiridas informações e completar documentos instantaneamente, armazenados online, ou seja, os riscos de perda ou destruição dos documentos são praticamente nulos.

3.2. PESQUISA E CARATERÍSTICAS

Tendo em conta a quantidade bastante significativa de aplicações móveis para a construção que existem no mercado e com o objetivo de obter melhores resultados neste estudo foram tidos em consideração alguns critérios durante a pesquisa baseados no conceito de mobilidade empresarial abordado anteriormente. O primeiro, mais técnico em termos de desenvolvimento e funcionamento das aplicações e um último mais a nível prático onde são definidos e justificados os principais objetivos e funcionalidades das aplicações em estudo de forma a promover da melhor forma a sua utilidade, especialmente na ótica do empreiteiro.

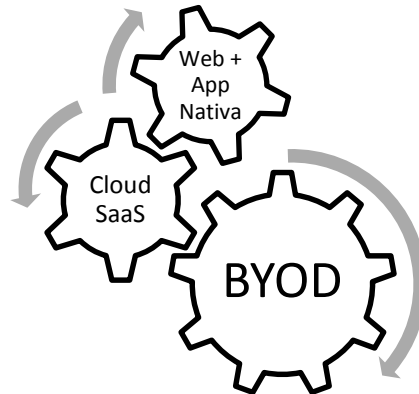


Fig. 14 – Critérios de pesquisa das aplicações móveis baseados no conceito de mobilidade empresarial.

De forma a proporcionar facilidade de utilização, adoção, implementação e por conseguinte uma compatibilização com as várias plataformas de maneira a promover o conceito de BYOD, são abordados dois critérios ou conceitos mais técnicos que dizem respeito a soluções de aplicações móveis para as empresas, em especial da construção. Estes referem-se a um modelo de *cloud* específico e também ao tipo de desenvolvimento da aplicação. Além das vantagens já referidas, proporcionam ainda outros benefícios bastantes convenientes a empresas de construção, especialmente no que diz respeito a baixos investimentos em termos de soluções TIC para a mobilidade.

Na medida em que as aplicações devem proporcionar uma maior utilidade em termos do conceito de mobilidade empresarial, bem como incidir da melhor forma possível na ótica do empreiteiro e aumentar o uso da tecnologia onde o seu nível de adoção é menor, o caminho a seguir foi a utilização das aplicações como uma ferramenta colaborativa durante as fases de execução das obras.

3.2.1. CLOUD-BASED – SAAS MODEL

A adoção de serviços *cloud* na construção, como foi demonstrado em 2.2.2, é bastante inferior aos restantes setores a nível da UE. Os benefícios que estes serviços podem trazer em termos de mobilidade são evidentes. Portanto, esta opção, como já foi referido anteriormente na pesquisa das aplicações móveis, é praticamente inevitável no âmbito deste trabalho. A *cloud* mais indicada para o que se pretende deverá ser do tipo SaaS, como definido brevemente em 0, pois esta é a mais recente tendência deste

formato de *cloud* e a sua adoção nas aplicações torna-se evidente, não só pelos vários benefícios que esta proporciona, mas também por ser concebida especialmente para o utilizador final.

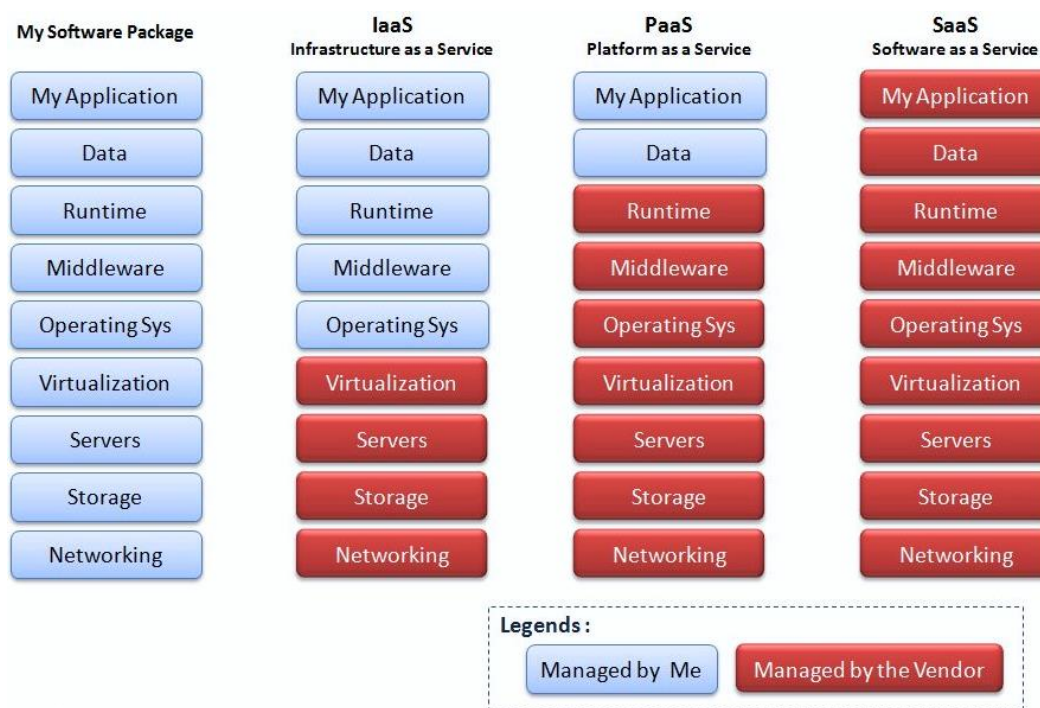


Fig. 15 SaaS, PaaS ou IaaS (Strategix, 2012)

Tal como é possível observar na Fig. 15, no modelo de *cloud* SaaS, a necessidade de gestão de *hardware* por parte do utilizador final ou criação de *software* específicos é nula, sendo que as aplicações baseadas em *cloud* do tipo SaaS, permitem ao utilizador tirar partido de ferramentas bastante poderosas simplesmente através do navegador *web*.

Um bom exemplo é a Google Docs. Esta é um conjunto de ferramentas de produtividade que é gratuito para qualquer utilizador, ou seja, criar uma conta nesta aplicação *web* é livre de quaisquer custos. Tudo o que se tem de fazer é o *login* e instantaneamente se tem acesso a poderosos processadores de texto como o *word*, à aplicação *spreadsheet* ou a uma ferramenta de criação de apresentações.

Todos estes serviços fornecidos pela Google são executados diretamente a partir do navegador *web* e não necessitam de qualquer tipo de instalação, ou seja, é possível aceder diretamente ao Google Docs a partir do navegador de qualquer computador ou dispositivo móvel.

O Google Docs, Dropbox, Box.net, Salesforce.com e Freshbooks são todas aplicações classificadas como SaaS. Todas estas aplicações são de utilização gratuita ou oferecem mais características com serviços de subscrição pagos. Outra vantagem das aplicações SaaS é a capacidade de colaborar com os outros de forma pouco dispendiosa e a partir de qualquer localização (Skytap, 2011).

O *software* como serviço é semelhante a uma subcontratação. Basicamente, as capacidades de TIC com características bastante ajustáveis são entregues “como serviço” a clientes externos utilizando as tecnologias da internet. O conceito tem crescido em popularidade, mesmo entre as indústrias de aversão ao risco, como é o caso da construção, e agora é visto como uma oportunidade estratégica para as organizações na mitigação de alguns dos riscos associados à implementação de certas capacidades das TIC.

“*Software-as-a-Service (SaaS) oferece enormes benefícios para empresas de todos os tipos, reduzindo a carga de trabalho de software e de hardware, poupando-lhes dinheiro, melhorando a sua produtividade, e - talvez o mais importante - a redução do risco. Apesar de muitas organizações de arquitetura, engenharia e construção (AEC) terem demonstrado, compreensivelmente, algumas reservas relativamente à aquisição externa das principais aplicações e dados, esta tornou-se cada vez mais comum, especialmente para trabalho em equipa baseado nos projetos, onde as infraestruturas de TI convencionais nem sempre são a solução mais eficiente. As tendências para um trabalho móvel também estão a aumentar a adoção de SaaS, enquanto a modelação de informações (BIM) e "Big Data" pode ampliar ainda mais a sua utilização.*” (Viewpoint, P.b., 2014)

Dos benefícios resultantes da utilização de *software* como serviço no âmbito da utilização das TIC nas empresas de construção, podem destacar-se principalmente os seguintes:

- Software de baixo custo – as aplicações empresariais tornam-se mais acessíveis às pequenas e médias empresas;
- Implementação mais rápida e de custo efetivo, bem como treino e apoio contínuo à utilização;
- Pouca ou nenhuma dispensa de capital por parte das empresas – com acesso normalmente através de um navegador de internet comum, as empresas raramente têm de investir em novo *software* ou *hardware*;
- Despesas mais previsíveis em *software*, armazenamento e suporte – a maioria dos fornecedores trabalha à base de serviços de subscrição, carregamento mensal, trimestral ou anual, ou seja, os serviços são alugados em vez de comprados;
- Menos *hardware*, logo menos amortizações;
- Maior flexibilidade – Serviços “on-demand” e pagamentos no ato podem ser facilmente ativados ou anulados;
- Maior fiabilidade e disponibilidade da aplicação – serviços de *software* podem ser fornecidos a qualquer hora e dia da semana a partir de centros de dados altamente resilientes em segurança, ou seja, sistemas secundários e de *back-up* altamente capazes que de outra forma seriam impossíveis de implementar em grande parte das empresas;
- Aumentos da facilidade de adaptação – capacidade de processamento, memória, largura de banda, entre outros, podem ser aumentados ou reduzidos consoante a necessidade;
- Melhor recuperação de acidentes – especialmente em pequenas empresas, os dados de *back-up* podem não ser confiáveis, o armazenamento em *cloud* fornece *back-up* automático e de forma mais segura;
- Transferência de risco – a responsabilidade de garantir a disponibilidade constante de dados para uma equipa de projeto não fica para o cliente final, empreiteiro ou consultor de TIC, mas sim para um terceiro especialista. Além disso, para este último, significa que é menos provável ficar envolvido em quaisquer disputas de construção que possam surgir entre as empresas de construção, proporcionado maiores níveis de neutralidade e confiança;

O conceito SaaS tem sido cada vez mais aceite, os fornecedores têm-se mostrado robustos e financeiramente viáveis, as suas tecnologias são cada vez mais acessíveis em vários sistemas operativos e tipos de dispositivos, e os clientes e agências governamentais estão a defender, informações de ativos compartilháveis e com padrões abertos, no âmbito de melhorias em aspetos colaborativos.

3.2.2. HÍBRIDA - WEB E NATIVA

Este conceito define as aplicações que para além de incluírem uma aplicação instalada nos dispositivos, ou seja nativa, também permitem um acesso através de um navegador *web* com bastantes ferramentas, de forma a ser possível aceder às informações através de praticamente qualquer tipo de dispositivo. Ao utilizar este acesso *web* o utilizador não necessita de instalar qualquer tipo de *software* no seu dispositivo, e se por acaso a aplicação nativa não for compatível com a plataforma de um *tablet* ou *smartphone*, é quase sempre possível aceder via *web* à *cloud* e com praticamente todas as ferramentas disponíveis nas aplicações nativas.

Ao utilizar este filtro de pesquisa, é possível corresponder às necessidades do conceito de BYOD e aumentar os níveis de mobilidade, sendo que a capacidade de suporte multiplataformas se torna bastante superior.



Fig. 16 – Possibilidades de sincronização com a cloud.

As aplicações nativas são instaladas na raiz de um dispositivo e o acesso é feito normalmente através de ícones nos ecrãs iniciais dos dispositivos. São descarregadas e instaladas por norma através de uma lojas de aplicações, tais como o Google Play ou App Store da Apple. Estas são desenvolvidas especificamente para cada plataforma (IOS, Android, etc.), de forma a tirar o máximo partido de todos os recursos dos dispositivos, onde é possível utilizar a câmara, o GPS, o acelerómetro, a bússola, a lista de contactos, entre outros. As aplicações nativas podem ainda utilizar o sistema de notificações do dispositivo e trabalhar em modo *offline*.

As aplicações *Web* não são aplicações reais, estas no fundo são *sites* que, em muitos sentidos, são vistas e parecidas com aplicações nativas, mas não são implementadas como tal. Estas são executadas por um navegador de internet e, normalmente programadas em HTML5. Os utilizadores podem ter o acesso a estas apps, tal como têm acesso a uma qualquer outra página *web*. O acesso é feito através de um URL específico e os utilizadores podem “instalar” as aplicações ao criar um marcador no navegador para essa página.

As aplicações *Web* tornaram-se realmente populares quando surgiu a linguagem de programação HTML5 e foi perceptível que é possível obter funcionalidades das aplicações nativas através de um navegador. Hoje, à medida que os *sites* usam cada vez mais a via HTML5, a distinção entre aplicações e páginas *web* regulares tornou-se, de certa forma, confusa (Budiu, R., 2013).

Algo híbrido, por definição, é algo derivado de fontes heterogéneas ou uma combinação de tecnologias, abordagens ou elementos de diferentes tipos. No que diz respeito a aplicações móveis, uma aplicação híbrida utiliza as duas tecnologias, *web* e nativa. Esta combinação de tecnologias é feita de forma a obter os benefícios de cada uma.

Key Criteria	Web App	Native App	Hybrid App
Multiplatform support	Full Support	Limited/No Support	Full Support
Access to hardware sensors	Limited/No Support	Full Support	Full Support
Access to peripheral SDKs	Limited/No Support	Full Support	Some Support
Performance	Limited/No Support	Full Support	Some Support
Native look and feel	Limited/No Support	Full Support	Limited/No Support
Appsearch through app store distribution	Some Support	Full Support	Full Support
Upgrades	Full Support	Limited/No Support	Some Support
Backward/ forward compatibility	Full Support	Some Support	Some Support
Developmentsupport	Some Support	Full Support	Some Support
Testing	Some Support	Full Support	Some Support
Simulators	Some Support	Full Support	Some Support
Debugging	Some Support	Full Support	Some Support
Offline support	Limited/No Support	Full Support	Some Support
Time to market	Full Support	Some Support	Some Support
Budget	Full Support	Limited/No Support	Some Support
Total cost of ownership	Full Support	Limited/No Support	Some Support
BYOD	Full Support	Limited/No Support	Full Support
Content Search	Full Support	Limited/No Support	Full Support
Paid apps	Limited/No Support	Full Support	Full Support
Advertising			
Analytics	Full Support	Some Support	Some Support
Unique interactive game like experience	Limited/No Support	Full Support	Some Support
Graphics	Limited/No Support	Full Support	Limited/No Support
Media	Some Support	Full Support	Some Support
Legend	Full Support	Some Support	Limited/No Support

Fig. 17 - Capacidade de suporte, por características, das três diferentes abordagens de aplicações móveis (TataConsultancyServicesLimited, 2012)

“A tendência BYOD e o aumento da pressão sobre as organizações para implementar aplicações móveis de forma a permitir um estilo de trabalho móvel aos funcionários vai levar as empresas a gerir um portfólio de arquiteturas de aplicações móveis e as arquiteturas híbridas serão especialmente apropriadas para aplicações do tipo negócio-funcionário” (Gartner, 2013).

Uma abordagem híbrida é altamente recomendada quando, geralmente, a aplicação se destina a uma vasta gama de pessoas para a sua utilização em simultâneo e é necessário lidar com a utilização de vários dispositivos e plataformas. Da mesma forma, se o tempo de mercado é baixo ou o custo total da aquisição é significativo, uma aplicação híbrida irá ajudar. Nas empresas em que a principal prioridade é encontrar uma base de utilizadores e tomar decisões de investimento, uma aplicação híbrida também será um bom começo, com custos efetivos e uma abordagem simples.

A Fig. 17 mostra que apesar da abordagem híbrida não ser a melhor das soluções para algumas das características, é sem dúvida a que proporciona um maior equilíbrio de desempenho entre elas. Além disso, as características que são de maior interesse para o estudo de uma aplicação dentro dos conceitos de mobilidade já apresentados neste trabalho estão favorecidas. O fato de permitir uma compatibilidade elevada em tirar partido dos sensores dos dispositivos móveis, é uma vantagem desde logo na criação

de aplicações mais úteis e completas para o setor da construção, possibilitando a utilização de GPS, fotografias, áudio, vídeo, entre outros.

A compatibilidade com várias plataformas e o suporte do conceito BYOD, como já foi referido no capítulo 2 também são de grande interesse. No fundo estas duas características acabam por ser sinónimos nestes termos e por esse mesmo motivo, os resultados obtidos para ambas nas várias abordagens são idênticos e bastante positivos na aplicação do tipo híbrida. Pois, como é perceptível o facto de ser possível aceder através de um navegador de internet, seja num dispositivo móvel ou num computador de secretária, aumenta consideravelmente a versatilidade da aplicação em termos de adaptação a qualquer tipo de plataforma.

As restantes características descritas, são menos relevantes para o que se pretende como um critério de seleção de aplicações móveis para empresas de construção, principalmente as que têm resultados menos positivos, como é o caso do aspeto gráfico e da aparência e experiência de utilização. Por estes mesmos motivos torna-se ainda mais evidente a decisão de optar por um tipo de aplicação híbrida.

3.2.3.PUNCHLISTS - SNAGGING

Um das principais funcionalidades das aplicações apresentadas neste estudo, é que possuem ferramentas que possibilitam a execução de *punch lists*. Dentro do conceito de aplicações de colaboração em *cloud*, as *punch lists* são uma funcionalidade da qual se pode tirar bastante partido.

Uma *punch list* define-se como uma lista de tarefas pendentes que precisam de ser realizadas num determinado limite de tempo. Nos termos gerais da indústria da construção nos EUA, uma *punch list* é normalmente um documento contratual de arquitetura e construções onde se encontram organizados os elementos necessários à finalização de um projeto. Já no Reino Unido, o termo utilizado é conhecido por *snag* ou *snagging list*.

A *punch list* é portanto uma lista normalmente executada pelo dono de obra em conjunto com os seus representantes, normalmente engenheiros ou arquitetos e que é formalmente apresentada ao empreiteiro para que este aponte quaisquer deficiências e as resolva até a construção se encontrar completa, o que garante que o trabalho é realizado de forma correta, profissional e cumpre os requisitos do caderno de encargos.

No entanto, ao implementar este conceito de *punch list* num *software* como as aplicações móveis baseadas em *cloud* surgem muitas outras possibilidades. É possível trabalhar de forma colaborativa a partir de qualquer local, permitindo especificar rapidamente os defeitos ou problemas de um projeto e em seguida acompanhar a sua conclusão de uma forma muito mais detalhada e precisa.

Os itens da lista podem ser ilustrados com fotografias tiradas a partir dos dispositivos móveis e em alguns casos até por vídeos ou gravações de voz. Estas listas passam então a ser bastante úteis especialmente no que diz respeito a manter e controlar a qualidade das obras. Ao executar constantemente *punch lists* com as capacidades dos dispositivos móveis, é possível reduzir o trabalho e aumentar a satisfação dos clientes.

3.3. LEVANTAMENTO DESCRITIVO DAS APLICAÇÕES MÓVEIS

O levantamento das aplicações foi feito conforme os critérios definidos em 3.2, ou seja, em suma todas estas aplicações são baseadas em *cloud* SaaS e combinam a utilização da aplicação nativa com o acesso via *web*. Sendo assim, tal como já foi referido, estas ferramentas em conjunto permitem a entrada de informações e dados a partir de um escritório ou de qualquer outro local de trabalho, apoiando desta forma o conceito de mobilidade empresarial. Como é evidente, não é possível afirmar que estas são de forma absoluta as únicas possibilidades, pois o mercado das aplicações e tecnologias está em constante evolução e é de enorme dimensão. Para cada aplicação móvel é feita uma breve descrição, apresentando as características indicadas pelos fornecedores e os respetivos planos de subscrição.

3.3.1. PLANGRID

PlanGrid é uma aplicação móvel que permite a substituição dos desenhos de projeto em papel pelo formato digital. A plataforma fornece atualizações em tempo e sincronização de arquivos através de *Wi-Fi* ou internet móvel. Ao substituir as plantas em papel, é possível controlar constantemente as versões dos desenhos para apresentar aos trabalhadores de campo, e é uma plataforma colaborativa para a partilha de informações de construção como notas de projeto, fotos de progresso, bem como questões de controlo ao longo da execução de todo o projeto.

A PlanGrid é uma empresa em fase de crescimento com garantia de capital de risco com sede em São Francisco, que desenvolve *software* de construção para *tablets* e *smartphones* para os sistemas Android e iOS, permitindo aos trabalhadores de campo armazenar, visualizar e interagir com os projetos de construção. A sua capacidade de lidar rapidamente com as alterações de projeto é destinada a dar apoio ao negócio da indústria da construção, reduzindo os custos em papel e em muitos outros aspetos. A empresa foi fundada em dezembro de 2011 por um grupo de engenheiros de construção e *software*. O produto inicial foi o lançamento para iPad, lançado em março de 2012, em seguida para iPhone em setembro de 2012 e por fim para os dispositivos Android em maio de 2014.

Os principais investidores da empresa incluem o seu fundador Loopt Sam Altman e Paul Buchheit o criador do Gmail.

Descrição das características pelos fornecedores:

- Atualização automática e histórico de todas as revisões dos desenhos;
- Anotações baseadas em *cloud* e sincronização automática com todos os membros da equipa;
- *Punchlists* automáticas que são sincronizadas e se tornam pesquisáveis;
- Rápido levantamento de campo e ferramentas de estimativa;
- Anotações nos desenhos com ferramentas completas de anotação;
- Organização dos desenhos por categorias, revisão ou de outra forma personalizada;
- Captura de fotos de progresso e respetiva localização nos desenhos de plantas por exemplo;
- Ferramentas de gestão como partilha de relatórios informativos e partilha dos mesmos.

A aplicação para os dispositivos móveis pode ser descarregada de forma gratuita, bem como o seu acesso Web. No entanto, de forma totalmente gratuita só é possível armazenar no sistema 50 páginas de desenhos. Dependendo das exigências do utilizador, existem mais três possibilidades em que é exigido um pagamento mensal. Um com a capacidade de armazenamento de 550 páginas, outro de 5000 e um último sem limites. Não existem possibilidades de outros tipos de contrato, e os serviços são disponibilizados dependendo da realização ou não dos pagamentos mensais (PlanGrid, 2014).

3.3.2. FIELDLENS

A FieldLens desenvolve e comercializa uma plataforma de comunicação móvel que fornece ferramentas de gestão de projetos para a indústria da construção. Esta oferece aplicações para Android e iOS projetadas para empreiteiros de forma a permitir a gestão de estaleiro e informações sobre projetos de construção.

A empresa FieldLens foi fundada em 2011 por Doug Chambers, Matt Sena e David Small. Doug Chambers anteriormente supervisionou a gestão técnica da construção de projetos como o edifício The New York Times e o Four World Trade Center.

A aplicação FieldLens foi lançada oficialmente em março de 2014, sendo por isso a aplicação mais recente aplicada ao estudo efetuado neste trabalho. Logo nesta altura de lançamento a FieldLens assinou contratos com mais de 1000 empresas.

Descrição das características pelos fornecedores:

- Colaboração particular com os colegas de trabalho;
- Coordenação dos trabalhos dos vários subempreiteiros no campo;
- Tonar as notas de trabalho em relatórios de observação formatados e enviá-los para qualquer e-mail;
- Utilização em qualquer local, modo *offline* ou *online*;
- Organização das informações de projeto de forma personalizada para acesso instantâneo;
- Feeds de notícias personalizados e possibilidade de aplicação de filtros;
- Contatos automaticamente organizados;
- Executar chamadas, mensagens de texto ou e-mail diretamente a partir da aplicação;
- Galeria de fotografias e vídeos de forma a lidar com todas as questões dos estaleiros;

A aplicação pode ser descarregada de forma gratuita e pode ser utilizada gratuitamente com capacidade para projetos ilimitados, no entanto apenas por um utilizador ou empresa. Postas estas condições, os benefícios da aplicação apenas com um único utilizador são praticamente nulos, ou seja, por cada membro ou empresa adicionada à equipa colaboradora terá de ser paga uma mensalidade (FieldLens, 2014).

3.3.3. MOBILE COMPUTING SYSTEMS - PRIORITY1

A Mobile Computing Systems tem vindo a colaborar com o setor da construção desde 2001. O objetivo é construir ferramentas de computação móvel que melhorem a maneira como a informação é recolhida, gerida e relatada durante a execução de projetos de construção em tempo real.

A *priority1*, é *software* dedicado à construção, que oferece uma estrutura flexível e poderosa que pode ser usada para a reengenharia de qualquer processo em papel. Este é utilizado de forma a gerir operações de projeto no seu dia-a-dia, como *punchlists*, controlo de qualidade, auditorias, conformidade, segurança e saúde e ambiente.

As equipas de projeto podem beneficiar de comunicações rápidas e precisas de informações que permitam uma gestão mais eficaz dos projetos, bem como melhorias a nível da qualidade e gestão de custos. Os membros das equipas do projeto podem passar mais tempo distantes dos locais de construção das obras, menos tempo nos escritórios e ficarem aptos para entregar os projetos sem a preocupação e gastos com folhas de papel.

Descrição das características pelos fornecedores:

- Location View – Visão simples do projeto dividida nas partes que se pretendem com os correspondentes documentos associados;
- Punchlist – Trabalhos incompletos ou qualquer outra tarefa que exige gestão, ação ou coordenação são tratadas de forma mais rápida e eficaz;
- Forms – Reengenharia de qualquer auditoria, inspeção ou processos baseados em formulários e disponibilização dos mesmos via *web* ou dispositivo móvel. Anexar ou observar tarefas que associadas a cada formulário e distribuí-los preenchidos via e-mail;
- Process Control – Criar operações de controlo de processos para as atividades de construção ou de checklists para processos de inspeção repetitivos. Definir pontos críticos e criar regras que exigem formulários, tarefas ou assinaturas, adicionar fotos e fazer comentários;
- Asset Management – Gestão de ativos fixos e móveis, incluindo plantas e aluguer de equipamento. Realizar verificações de conformidade e verificação dados. Anexar fotos, comentários, tarefas e formulários de ativos como parte do processo de auditorias;
- Reports, Dashboards & KPI's – Gerir de forma eficiente ao criar relatórios e análise de informações sobre o projeto.

Esta aplicação apenas é fornecida por contato com a empresa e o seu custo depende do tamanho do projeto a que se destina a utilização da mesma. Sendo assim, a *priority1* divide os projetos em quatro categorias, pequenos, médios, grandes ou extra grandes, variando o preço de aquisição por ordem crescente de dimensão.

O número de utilizadores e quantidade de dados armazenados nos servidores da *priority1* não são limitados, no entanto após a aquisição da aplicação é acrescido um custo operacional mensal por cada dispositivo móvel utilizado no projeto (*Priority1*, 2014).

3.3.4. AUTODESK - BIM 360 FIELD

A aplicação BIM 360 Field, da já conhecida empresa de *software* Autodesk é sem dúvida a aplicação mais completa das apresentadas neste trabalho, sendo compatível com os critérios colocados durante a pesquisa.

A aplicação concebida para a gestão de estaleiro, combina tecnologias móveis para uso *in-situ* com a colaboração baseada em *cloud*. Ao utilizar a aplicação, os profissionais da construção podem evitar a carga excessiva e incómoda de papel para os locais de trabalho. Em vez disso, podem tirar proveito das novas formas de gerir os processos de estaleiro, como a qualidade, segurança, *ckecklists*, distribuição de plantas e desenhos e acesso móvel em formatos 2D ou ficheiros BIM.

É possível colocar marcações ou fotos nos desenhos 2D ou BIM para criar questões fáceis de encontrar e corrigir, bem como enviar e-mail a partir da aplicação anexando os documentos aos membros da equipa de projeto de forma a obter resposta das pessoas mais indicadas. Ter o acesso a partir dos dispositivos móveis a modelos BIM 3D torna fácil a aquisição de informações importantes para controlar o andamento do projeto. As simples apresentações no ecrã representadas tal como as clássicas folhas de papel tornam simples e intuitivas as tarefas de campo.

Ao aceder à internet e carregar todos os dados adquiridos e compartilhá-los imediatamente com todos os membros da equipa de projeto, é possível economizar tempo. A BIM 360 Field, permite o acompanhamento das questões de projeto até que estas sejam resolvidas ou respondidas e ainda enviar

relatórios atualizados para todos os intervenientes de forma a manter um histórico e o controlo do que foi feito em obra.

Descrição das características pelos fornecedores:

- Criar questões a serem resolvidas no projeto, tais como trabalho para ser concluído, *punchlists* etc;
- Revisão de questões ou problemas – editar rapidamente e mudança rápida do estado a que esta se encontra;
- Marcações e fotos nos desenhos de forma a ilustrar as questões ou *checklists*;
- Preencher *checklists* de qualidade, segurança e encargos no campo;
- Visualizar e navegar através de informações de modelos de construção de diversos tipos;
- Partilhar modelos baseados em BIM utilizando a *cloud*;
- Partilhar dados com todos os intervenientes no projeto;
- Marcar questões e *checklists* a localizações específicas do projeto identificando e notificando as entidades responsáveis;
- Templates com base na indústria, empresa ou projeto de forma a assegurar inspeções consistentes;
- As auditorias realizadas apresentam o autor, datas e horas;

É possível descarregar e testar esta aplicação sem limitações de características durante trinta dias. No entanto o seu preço de aquisição só se encontra definido sob consulta (Autodesk, 2014).

3.3.5. 4PROJECTS BY VIEWPOINT – 4MOBILE

O software 4Projects baseado em SaaS é de origem britânica, com a sede da empresa localizada no parque Doxford International Business. Também possui escritórios nos EUA, Canadá e no Médio Oriente. A empresa, que tem parcerias importantes com a Microsoft, oferece uma plataforma de colaboração em projetos de forma a facilitar a gestão de documentos, comunicação e processos. A empresa foi fundada pelo presente diretor executivo Richard Vertigan.

Atualmente dezoito dos vinte melhores empreiteiros de construção do Reino Unido utilizam o *software* de colaboração fornecido pela 4Projects e três das cinco principais empresas usam a 4Projects como o seu único fornecedor de *software* de colaboração, bem como muitas outras empresas de setores não relacionados.

A aplicação 4Mobile permite a ligação dos dados do software 4Projects e seu manuseamento em qualquer lugar. Com o complexo conjunto de arquitetos, consultores, gerentes de projeto, empreiteiros, subempreiteiros e fornecedores que precisam de compartilhar documentos e dados em grandes projetos, a capacidade de acesso ao software de colaboração 4Projects nos locais de construção é essencial. A 4Mobile permite que todo o tipo de trabalhadores comunique entre si, desde os trabalhadores de campo a gestores seniores, de forma a partilhar e gerir facilmente documentos como relatórios, desenhos, questões que possam surgir, bem como carregar e capturar fotos a partir dos dispositivos móveis.

Desenhada como uma aplicação fácil de utilizar, a 4Mobile permite aos utilizadores responder rapidamente a tarefas que lhes sejam impostas e iniciar discussões ou revisões de documentos.

Descrição das características pelos fornecedores:

- Navegar facilmente para o site web 4Projects;
- Criar e modificar tarefas. Rever documentos como relatórios, questões e alterações de pedidos;
- Visualização simples dos detalhes das organizações ou utilizadores, incluindo os contactos;
- Tirar fotos e fazer o upload facilmente para os projetos;
- Acesso rápido às informações do projeto de forma detalhada;
- Tela com os itens que precisam da atenção ou ajuda do utilizador em questão realçados;
- Manter o escritório constantemente atualizado com o estado dos projetos em andamento.

A aplicação 4Mobile pode ser descarregada gratuitamente, no entanto para tirar partido das suas funcionalidades é necessária uma subscrição da plataforma 4Projects. Esta inclui dois modelos, o Enterprise com acesso ilimitado a todas as equipas de projetos e departamentos internos e o Project com colaboração ilimitada, mas só para um determinado projeto ou grupo de projetos (Viewpoint, 2014).

3.3.6. UDA CONSTRUCTONLINE – ONSITE MOBILE APPS

A ConstructOnline mantém a ligação de forma rápida entre as equipas de projeto, em qualquer lugar, a qualquer hora. Projetado para o crescimento das empresas de construção, ConstructionOnline é um software de construção on-line, que permite aos empreiteiros gerais, subempreiteiros, fornecedores, clientes e outros agendar projetos, criar e selecionar opções, aprovar ou alterar pedidos, partilhar calendários, planos, documentos de projetos, estimativas e fotografias. Os membros da equipa de projeto podem carregar e ver ficheiros existentes a partir dos dispositivos móveis, conforme as permissões de acesso e ainda fazer alterações ou comentários.

As OnSite mobile apps são divididas conforme as suas características específicas e são descritas da seguinte forma:

- Planroom – Acesso a planos e ficheiros para ver, partilhar e comentar;
- Dialog – Fornece melhorias em termos de colaboração, permitindo aos utilizadores ver em tempo real as atualizações do projeto, responder a questões de clientes ou subempreiteiros, postar comentários e ter rápido acesso à última informação adicionada às contas ConstructionOnline;
- Photo – Podem ser tiradas fotos nos locais de construção e fazer o seu *upload* instantâneo para que todos os membros da equipa e clientes possam ver e partilhar comentários;
- Video – Podem ser gravados vídeos facilmente e tal como as fotos fazer o seu *upload* instantâneo e partilhar na plataforma ConstructionOnline;
- Files – Acesso a todos os ficheiros partilhados, sendo possível visualizá-los e adicionar comentários;
- Logging – Organização e armazenamento de forma segura de toda a informação relativa à atividade do projeto, organizada por datas;
- ToDos – Permite aos utilizadores focarem-se nas tarefas a realizar num determinado projeto ou então de supervisionarem o progresso de vários projetos ao mesmo tempo, ao organizar tarefas por estados de conclusão;
- Calendar – Organização e gestão de todas as atividades de projeto num único calendário;
- Punchlist – Criar, organizar e gerir *punchlists* de projetos detalhadas, permitindo a toda a equipa coordenar de forma mais eficiente.

As aplicações podem ser descarregadas de forma gratuita e usufruir de todas as suas capacidades. No entanto, existem três tipos de pacotes e dois tipos de utilizadores. O pacote gratuito limita o número de projetos a vinte e cinco e não permite nenhuma ProUser, ou seja utilizadores que podem tirar partido de funcionalidades extras da plataforma ConstructOnline. O pacote Team não limita o número de projetos e permite a utilização de três a dez utilizadores Pro. Por último, o pacote Enterprise não tem qualquer tipo de limitações (Technologies, U., 2014).

3.4. CONCLUSÕES

Ao finalizar o levantamento das várias aplicações é possível concluir que, tirando alguns pormenores, existem características e funcionalidades bastante comuns entre elas, distinguindo-se apenas uma funcionalidade em maior destaque: a da aplicação da Autodesk que suporta ficheiros BIM.

É de notar também que as aplicações referidas em 3.3.1 e 3.3.2, foram desenvolvidas por organizações baseadas apenas no desenvolvimento da aplicação desde início. As restantes aplicações referidas pertencem já alguns conceituados fornecedores de *software* de gestão de construção que para completarem e aumentarem a mobilidade do seu software desenvolveram as aplicações.

Uma noção importante a ter em consideração é ainda que todas as aplicações respeitam claramente o modelo de cloud SaaS. É visível a intenção de fornecer o *software* como serviço de forma escalonada, sendo que cada utilizador ou empresa, conforme as suas necessidades tem várias possibilidades ao seu dispor. Estas não exigem também a aquisição de qualquer tipo de *hardware* ou infraestruturas extra, deixando isso ao critério de cada organização. Sendo que ao apoiar políticas de BYOD, por vezes pode mesmo nem ser necessário adquirir qualquer tipo de dispositivo móvel.

Tabela 1 – Planos de subscrição

Aplicação	Plano de subscrição
PlanGrid	Capacidade para 50 documentos grátis e 550, 5000 ou ilimitadas com valor mensal
FieldLens	Valor mensal por cada utilizador adicionado, sendo o primeiro gratuito
Priority1	Valor de aquisição conforme a dimensão do projeto dividida em 3 níveis diferentes
BIM360 Field	30 dias gratuitos para teste livre e valor de aquisição sob consulta
4Mobile	Valor de aquisição por projeto ou para toda empresa
UDAOnSite	25 projetos com funcionalidades limitadas, projetos sem limite e 3 a 10 utilizadores com todas as funcionalidades ou um último sem qualquer tipo de limitações

Na Tabela 1 estão dispostos em síntese os vários planos de subscrição para que se possa fazer uma breve análise comparativa, apenas com foco nos tipos de planos e não em análise detalhada de preços, pois não é essa a finalidade da análise aqui efetuada. Dos seis *softwares* apresentados, apesar de defenderem o mesmo tipo de disponibilidade de serviços, existem diferenças consideráveis.

É de notar que as limitações podem ser aplicadas em vários tipos de recursos. Distinguem-se as limitações em termos de capacidade de armazenamento, número de utilizadores, dimensão do projeto, quantidade de projetos ou em algumas situações até na quantidade de funcionalidades da aplicação, como é o caso das UDAOnSite. Estas diferenças, no entanto, podem, de alguma forma, ser positivas

para o cliente, sendo que a variedade de possibilidades de negócio é extremamente versátil, o que aumenta ainda mais a flexibilidade deste tipo de serviços na adaptação às necessidades.

4

CASOS DE ESTUDO

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Ao executar o levantamento das aplicações, foi possível ter acesso a um número considerável de casos de estudo das mesmas. No entanto, parte desses estudos não se adequavam ao âmbito e objetivos desta tese, focando aspetos menos relevantes ou outros para além daquilo que se pretende. Portanto, para o presente capítulo foram selecionados três casos de estudo.

Um primeiro da aplicação PlanGrid onde são apresentados resultados em termos de valores concretos, durante a mudança de métodos tradicionais para a utilização da tecnologia móvel, na construção de um hospital nos EUA.

O segundo foca aspetos relacionados com as principais vantagens da utilização dos dispositivos móveis, mais em concreto de um iPad, durante um projeto piloto de implementação na empresa americana Balfour Beatty da aplicação BIM 360 Field.

Por último é analisado um estudo de implementação de dispositivos móveis para utilização em condições adversas, num projeto de reabilitação de uma estação de energia com o software Priority1. Neste mesmo caso são expostas também as perspetivas de um novo estudo em que os dispositivos passam a ser tablets Android com a aplicação Priority1 instalada.

4.2. PLANGRID - NEA BAPTIST HOSPITAL

O NEA Baptist Hospital é um dos milhares de projetos em que foi implementado o PlanGrid para a gestão de documentos de construção. Este projeto localizado em Arkansas tem um planeamento de construção para dois anos e meio, e um custo de projeto de 175 milhões de dólares americanos.



Fig. 18 – Representação virtual do NEA Baptist Hospital (Schiopu, A., 2013)

A Hoar Construction começou este projeto em março de 2011 com a organização e controlo dos documentos e desenhos em papel. No entanto, a meio da sua execução, percebeu-se que o ritmo do trabalho efetuado através de papel era difícil de manter e começaram a procurar uma maneira de substituí-lo por algo mais eficiente. Depois de um curto período de avaliação, a Hoar Construction optou por implementar o PlanGrid como uma solução de controlo de documentos e obteve bons resultados.

O fato de neste projeto terem sido alterados os métodos tradicionais em papel para o PlanGrid a meio da construção, fez com que o NEA Baptist Hospital fosse um bom objeto para o caso de estudo, de forma a justificar o retorno no investimento no PlanGrid. Foi comparada a parte do projeto executada com o PlanGrid com a parte em papel e avaliadas em três áreas: minimização de tempo, papel e retrabalho.

De forma a obter os dados da poupança de tempo, foi realizado um inquérito aos funcionários da Hoar Construction abordando questões como quanto tempo foi poupado ao utilizar o PlanGrid, em vez da utilização tradicional de documentos em papel. Treze membros responderam e, em média, disseram que pouparam 11 horas e 9 minutos por pessoa em cada semana. Este facto foi bastante surpreendente quando verificamos que 11 horas é mais do que 25% de uma semana de trabalho em tempo integral regular. Multiplicando essa poupança de tempo por dados relativos aos salários resulta uma economia líquida de 478 872 dólares por ano, para os treze utilizadores em conjunto.

Tabela 2 - Cálculo da redução de custos por tempo poupado (Schiopu, A., 2013).

Cargo	Nº de pessoas	Tempo poupado por semana	Salário/hora (inc. encargos)	Poupança Anual (48 Sem)
Especialista	4	12,75 h	79,5 \$/h	\$194 616
Assistente de Especialista	5	14,6 h	60 \$/h	\$210 240
Gestor de Projeto	3	5,3 h	79,5 \$/h	\$61 056
Engenheiro	1	5 h	54 \$/h	\$12 960
				\$478 872

O orçamento gasto em papel para o projeto foi de 60 360 dólares. Este número pode parecer grande para quem lida normalmente com projetos de pequena dimensão, no entanto quando um conjunto de desenhos do hospital custa \$1 700 e metade desse conjunto \$875, os custos sobem rapidamente. Antes da utilização do PlanGrid, a Hoar Construction imprimia 3 conjuntos completos e por vezes 20 a 30 metades desse conjunto. Desde a implementação do PlanGrid, foi dito que foi possível deixar completamente de imprimir qualquer tipo de desenho.

O retrabalho é uma das coisas mais difíceis de medir, mas o seu enorme impacto torna-se em algo que não pode ser ignorado. Em grandes projetos, o retrabalho é um problema constante e caro. É normal que os trabalhadores construam a partir de desenhos desatualizados devido à dificuldade de impressão ou distribuírem folhas constantemente atualizadas.

De acordo com uma tese de doutoramento realizada por Peter Pei-Yin Feng, o custo de retrabalho dá-se diretamente devido à falta de controlo de documentos desatualizados e podem variar entre 0,12% e 0,72% dos custos totais do projeto. Significa isso, que num projeto de 175 milhões de dólares, como o

hospital NEA Batista, em média, perdem-se diretamente cerca de 735 mil devido à construção a partir de desenhos desatualizados. Já ao utilizar o PlanGrid a sincronização é automática, a distribuição e controlo de versões de novas folhas elimina esse problema, resultando em poupanças económicas relevantes.

Tabela 3 - Resumo de reduções de custos anuais (Schiopu, A., 2013).

	Valores
Poupança de tempo x Salário	\$478 872
Poupança em papel	\$23 464
Poupança em retrabalho	\$294 000
Total anual	\$786 196
Total do projeto	\$1 965 490
Retorno de investimento	7753,41%

Somando o tempo, papel e retrabalho, foram poupados no projeto cerca de 786 196 dólares por ano ou 1 965 490 ao longo de todo o projeto. O custo total do investimento no PlanGrid em *hardware* (13 iPads) e subscrições (13 Planos Dozer) para os 13 utilizadores foi de 10 140 dólares por ano. Isto leva a um retorno do investimento em cerca de 7753,41% (Schiopu, A., 2013).

4.3. BIM 360 FIELD – DEPLOYING FIELD MANAGEMENT

Líder no setor de construção comercial nos Estados Unidos, a Balfour Beatty Construction empresa de empreitadas gerais, gestão de construções em situações de risco e serviços de conceção-construção, tem mais de 2400 profissionais em todo o país. A Balfour Beatty, já conhecida por apoiar a inovação e a colaboração, decidiu iniciar um projeto piloto múltiplo da Autodesk BIM 360 Field, baseado em serviços *cloud* de gestão de estaleiros.

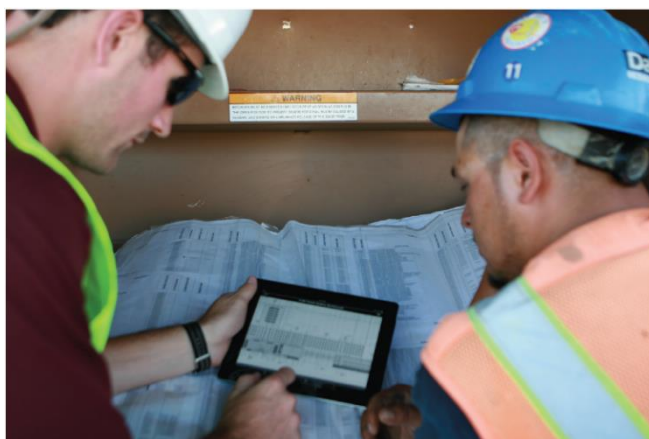


Fig. 19 – Utilização da BIM 360 Field durante trabalhos de construção na Beatty Construction (Autodesk, 2013)

O BIM 360 Field suporta várias tarefas de trabalho da gestão de projetos, como garantias e controlo de qualidade, entregas e comissionamento, *punch lists*, entre outras. Devido ao sucesso do projeto piloto, a Balfour Beatty decidiu testar o BIM 360 Field em todos os seus projetos localizados nos EUA.

Desde que implementou o BIM 360 Field, a Balfour Beatty Construction foi capaz de:

- Minimizar o tempo gasto a organizar questões, tais como itens de *punch lists*;
- Ajudar na organização e fluxo de processos, de forma a dar resposta a planeamentos de projetos com tempos reduzidos;
- Elaborar listas de verificação padronizadas, bem como planos de controlo de qualidade de projetos;
- Apurar processos de comissionamento e entrega.

O número e tipos de tecnologias disponíveis nas empresas de construção nunca foram tão elevados como agora. Com os dispositivos móveis como o iPad da Apple, computação em cloud, e BIM, é possível criar um novo valor na conceção e execução de obras. A Balfour Beatty decidiu explorar as tecnologias móveis de gestão de estaleiro, incluindo a Autodesk BIM 360 Field. O departamento de tecnologias da informação da empresa, assim como as equipas de operações identificaram a necessidade de obter uma solução móvel de gestão de estaleiros, incluindo o apoio ao funcionamento de procedimentos normalizados e visibilidade da qualidade e segurança através da empresa.

Utilizando a BIM 360 Field, as empresas de construção como a Balfour Beatty podem substituir métodos tradicionais baseados em papel para a gestão de qualidade, segurança, comissionamento e entrega a partir de uma gestão de estaleiro mais normalizada que responde de melhor forma às necessidades da construção. Baseada em colaboração em cloud dá aos líderes uma maior visibilidade do estado das operações e processos nos estaleiros.

A redução evolutiva dos custos de hardware mudou de forma relevante a abordagem da utilização de dispositivos móveis na construção. O baixo custo, a longa vida da bateria e a facilidade de uso dos dispositivos móveis de hoje, tais como o iPad da Apple, torna-os aptos de forma natural para a indústria da construção. Associada a situações de trabalho de campo, a tecnologia móvel está-se a erguer para as condições adversas dos locais de trabalho. É assim que funciona para a Balfour Beatty: o pessoal dos locais de construção usa iPads para se ligar à Internet e fazer carregar e descarregar informações, tais como *punchlists*, listas de verificação e estados de equipamentos. Assim, podem captar mais rapidamente os problemas e compartilhá-los com as pessoas corretas, ajudando a economizar tempo de forma significativa.

Os iPads que são utilizados são resistentes, pelo que se verificou que não existiu qualquer tipo de problemas com aparelhos danificados. Foi utilizado o dispositivo de proteção OtterBox Defender Cases Series e as correias de suporte Utility Series. Esta combinação torna-se bastante eficaz, pois ter estes

dipositivos soltos não é prático quando se sobem umas escadas ou quando se anda constantemente em movimento.



Fig. 20 - Dispositivos de proteção e suporte para iPad utilizados – OtterBox Defender Case Series e Utility Series.

Além dos iPads existem outras tecnologias que contribuíram para a decisão da Balfour Beatty adotar a gestão de estaleiro móvel: *cloud computing*. A Autodesk BIM 360 Field oferece *software* como serviço (SaaS). A Autodesk opera os servidores necessários para executar o *software* como um serviço baseado em cloud, o que significa que a Balfour Beatty não tem necessidade de se preocupar com infraestruturas de hardware ou de manutenção.

De acordo com Jason Bentley, o diretor de TI da Balfour Beatty a empresa tem outros sistemas baseados em cloud atualmente em vigor, de modo que esta não foi a primeira vez que decidiram aproveitar tecnologias como esta. No final do dia, ao executar a BIM 360 Field na *cloud* verificou-se que esta ajudou a reduzir os custos em servidores e a definir escalas de utilização de acordo com as necessidades da empresa. Colocar servidores em prateleiras e geri-los é menos uma preocupação que já não é necessária à empresa com a utilização de serviços *cloud*.

Desde a documentação de questões a controlo e garantias de qualidade, comissionamento e segurança, a BIM 360 Field teve um impacto enorme nos processos de gestão da Balfour Beatty. Os resultados da utilização da BIM 360 Field ultrapassaram realmente as expectativas de quem avaliou os resultados dos projetos piloto, especialmente quando se olha para o potencial de poupança de tempo e de custos (Autodesk, 2013).

4.4. PRIORITY1 - CARILLION ROLL-OUT PRIORITY1

A empresa de construção britânica Carillion está a lançar a Priority1 em toda a sua empresa de construção com cerca de 80 projetos. O diretor executivo da empresa, Phillip Ross, salienta os muitos benefícios da ferramenta *punch list* e gestão de projetos. O empreiteiro principal da Carillion ganhou um dos maiores contratos de construção dos últimos tempos, com cerca de 400 milhões de libras para entrega numa primeira fase ao prestigiado projeto de reabilitação da Battersea Powerstation, no centro de Londres. Este marco importante da cidade compreende de 866 unidade residenciais em dois dos principais blocos desenhados pelos arquitetos Ian Simpson e Rijke Marsh Morgan, será logicamente uma tarefa complexa, com as exigências de qualidade e rapidez de entrega consideradas na decisão do cliente de optar pelo empreiteiro com sede em Wolverhampton.

De forma a ajudar aos desafios impostos, a Carillion optou por adotar os serviços de computação móvel da Priority1 como ferramenta de gestão de projeto, o qual foi concebido para melhorar a eficiência do ciclo de vida dos projetos de construção, ao fazer com que os documentos de projeto e outros processos sejam facilmente acessíveis e atualizados através dos dispositivos móveis. Após testes bem-sucedidos

do sistema em 2012, a Carrillion optou rapidamente pela implementação do mesmo nos seus negócios de construção, engenharia civil e linhas ferroviárias. Esses projetos já se encontram em andamento, incluindo a Highways Agency, Defence, programas de construção de escolas, BAA e outros clientes privados.

A jornada da Carrillion Construction com a Priority1 começou no início de 2012, quando foi decidido substituir o antigo sistema de base de dados, que embora funcional, criou encargos administrativos, não foi possível tirar o máximo partido da tecnologia móvel e só foi possível o registo de algumas informações, quando a empresa queria uma ferramenta muito mais flexível para a gestão de informações do seu projeto. Mais tarde, nesse ano, a Carrillion testou sistemas móveis de vários fornecedores em vários locais por todo o Reino Unido, mas foi a performance da Priority1 no projeto de reabilitação do Southmead Hospital em Bristol que mais impressionou.

Este enorme projeto, com prazo de execução previsto para dois anos, inclui milhares de clínicas e quartos de pacientes, o que dá origem num mês normal a cerca de 1600 tarefas, incluindo as questões, avisos, variantes ou trabalhos incompletos que vão surgindo, criando uma grande quantidade de dados para a Carrillion comunicar com os seus subcontratados.

Seis aparelhos Motorola MC65 foram implementados para gerir todas as informações de dificuldades ou obstáculos. A Priority1 permitiu que os utilizadores adquirissem facilmente informações ao acederem a um menu simples, tirando fotografias diretamente aos defeitos no local e completá-las introduzindo informações adicionais da questão ou questões a resolver.

Esta nova forma de trabalhar permitiu aos fiscais de estaleiro que se concentrassem mais nas suas tarefas essenciais, em vez de passar arduamente o tempo a anotar dados e informações. Com os dispositivos móveis é possível enviar automaticamente formulários para os empreiteiros ou subempreiteiros, assim que os dispositivos são devolvidos à base.

A Priority1 é mais do que uma ferramenta de gestão de defeitos e tarefas, versões eletrónicas de relatórios de estaleiros, e gestão de processos de tarefas e gestão global de trabalhos início-fim podem ser facilmente monitorizados e atualizados a partir de dispositivos como PDAs ou *tablets*. Os desenhos do projeto também podem ser vistos nos ecrãs e as tarefas podem ser automaticamente atribuídas a um subempreiteiro.

Durante os testes na empreitada do Southmead Hospital da Carrillion foram tidas em conta as capacidades do software, o qual permitiu aos utilizadores preencher e submeter rapidamente versões eletrónicas de relatórios normalizados, incluindo várias inspeções e folhas de controlo de qualidade.

No final dos testes, verificou-se que a Priority1 foi um sistema muito mais produtivo e flexível, proporcionando uma boa interface com o utilizador. Após a análise de resultados, chegou-se à conclusão que ao utilizar a Priority1 o incómodo de lidar com as questões e problemas para os administradores de estaleiros, foi reduzido em 70%.

A empresa afirma querer os benefícios da Priority1 para todos os seus trabalhos, a menos que existam razões práticas para não o fazer, o que irá ser raro. Pode ser utilizada em apenas num dispositivo em vários projetos pequenos, ou em vários dispositivos para apenas um projeto de maiores dimensões.

A Carrillion está prestes a começar o segundo teste a utilizar a última geração da Priority1, que já é compatível com computadores e *tablets*. Os sistemas integrados de saúde e segurança de equipas das entidades contratantes serão utilizados nos dispositivos de forma a gravar diariamente, semanalmente e mensalmente inspeções de estaleiros em formulários eletrónicos, e de seguida enviá-los instantaneamente para eles a partir dos locais de construção pelos gestores de projeto.

A versão para tablet da Priority1 tem exatamente as mesmas funcionalidades que os PDAs, mas tem a vantagem de possuir um ecrã maior e com mais resolução, fornecendo uma experiência diferente ao utilizador.

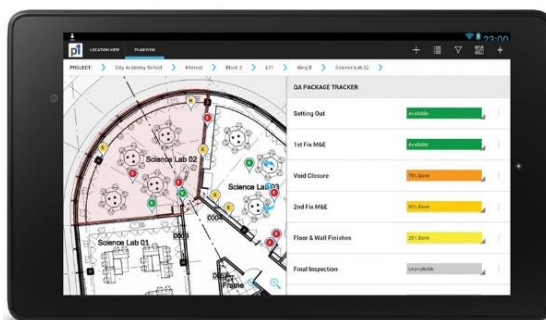


Fig. 21 – Priority1, funcionamento em computador tablet (Priority1, 2013).

Os relatórios de inspeções no terreno em tempo real poderiam ter um grande impacto na segurança. Por exemplo, a Carillion, por vezes tem de emitir avisos de suspensão de trabalhos quando existe perigo de insegurança ou práticas de trabalho inseguras nos estaleiros. Utilizando os métodos tradicionais, seriam feitas anotações e tiradas fotografias do incidente pelo gestor de segurança e só depois seriam digitalizadas e enviadas para o gestor de projeto, provavelmente várias horas após a ocorrência. Mas utilizando a Priority1 instalada num tablet, os gestores de segurança serão capazes de detalhar e fotografar um incidente e então a partir de qualquer local emitir e anunciar o problema diretamente para o escritório do gestor de projetos numa questão de minutos.

“O gestor de projetos terá o formulário preenchido antes do gestor de segurança ter tempo de voltar à cabine de estaleiro para conversarem sobre o assunto.” Este é apenas um exemplo de como uma empresa pode tirar partido das funcionalidades da Priority1 nos seus estaleiros.

O empreiteiro, para além dos trabalhos de construção propriamente ditos, também pode utilizar a Priority1 em trabalhos ferroviários e de engenharia civil, de forma a elaborar formulários eletrónicos, como autorizações, inspeções, segurança e saúde, bem como a folha de verificação de qualidade. Por exemplo: um gestor de projeto pode preencher o documento de controlo de qualidade relacionado com uma betonagem e pode fazê-lo diretamente a partir do local, tirando uma fotografia e enviá-la imediatamente para a pessoa em questão.

A Priority1 também funciona como uma ferramenta de acompanhamento do progresso de um projeto, pois é possível elaborar cronogramas identificando os elementos para conclusão estabelecidos na fase de planeamento e monitorizar o seu andamento. A Carrillion está atualmente a investigar esta funcionalidade de forma a obter uma visão mais profunda sobre as suas capacidades.

Até agora a empresa tem sido capaz de analisar os progressos das construções e saber o que é que os trabalhadores fazem, sem ter de preencher tabelas exaustivas e responder a muitas perguntas, tudo o que se tem de fazer é pressionar um botão e o *software* Priority1 fornece grande parte dos dados. Por exemplo: este processo costumava levar dias ou às vezes semanas até ser possível reunir toda a informação necessária para criar informações precisas e com qualidade para o desempenho do negócio e essa informação passa a estar disponível nas “pontas dos dedos.”

Embora seja necessário algum treino para utilizar os dispositivos e o *software* instalado, especialmente para aqueles menos familiarizados com o uso destas tecnologias, uma simples demonstração é muitas vezes suficiente para convencer as pessoas dos principais benefícios. Um exemplo é como se pode criar

uma questão, acrescentar-lhe uma foto e enviá-la a um subempreiteiro em tempo real. Tudo isto em menos de 30 segundos (Mobile Computing Systems, P., 2013).

4.5. ANÁLISE E CONCLUSÕES

Após a exposição dos casos de estudo, de três das aplicações referidas em 3.3, é agora possível fazer observações e tirar algumas conclusões baseadas nos dados obtidos. É de notar, que os casos de estudo focam aspetos diferentes entre eles, o que é bastante vantajoso no que toca à realização desta análise, pois é possível ter uma visão mais ampla da utilização da tecnologia de computação móvel em *cloud* e da utilização de dispositivos móveis com as respetivas aplicações instaladas.

Tabela 4 – Síntese casos de estudo.

Caso	Empresa	Projeto	Dispositivos Móveis
4.2	Hoar Const. (EUA)	NEA Baptist Hospital	iPad
4.3	Balfour Beatty Const. (EUA)	Vários	iPad
4.4	Carillion Const. (UK)	Battersea Powerstation	Motorola MC65 e Tablet Android

De um modo geral, em todos os casos foi possível a identificação de potenciais melhorias, sendo estas evidenciadas em termos de números no primeiro caso de estudo. De facto, as reduções de custos, a nível de gastos em papel, tempo e retrabalho são notáveis, bem como o retorno de investimento. No entanto, este tipo de dados só foi disponibilizado neste caso, sendo que não é possível efetuar uma análise comparativa em termos de valores.

No caso da Balfour Beatty, após o teste de um projeto-piloto a empresa implementou a aplicação BIM 360 Field em grande parte dos seus projetos nos EUA e o feedback foi bastante positivo. Neste estudo foi destacado ainda um pormenor da resistência e durabilidade dos iPads nos locais de construção, que apesar de por si só já serem identificados como sendo resistentes ainda existe a possibilidade de um reforço com capas anti choque e correias ou pegas que facilitam a sua utilização em obra e evitam possíveis quedas, o que permite concluir que não existiu qualquer tipo de dano nestes dispositivos nos testes de utilização.

No projeto da Battersea Powerstation em Londres, a empresa Carillion começou por implementar o software priority1 nos dispositivos para utilização em situações adversas Motorola MC65. O sucesso foi visível. No entanto, esta solução, apesar das funcionalidades serem idênticas às da aplicação móvel, não funcionava diretamente em *cloud on-line*, pelo que estes dispositivos teriam de ser conectados a uma base física de modo a fazer a atualização dos dados para a empresa ou equipa de projeto. Além disso os dispositivos de utilização em condições adversas não apoiam as políticas de BYOD, pois tornam-se menos atrativos em termos de utilização pessoal, em termos de design e tamanho. Talvez por estas razões, nas conclusões apresentadas neste mesmo caso de estudo da Priority1, seja feita referência à aplicação para tablets, afirmando-se mesmo que já foi testada e demonstrada com sucesso, possuindo exatamente as funcionalidades que contem o Motorola MC65.

Resumidamente, as vantagens e benefícios foram unânimes, sendo muitas delas comuns e referidas de um modo geral como:

- Redução de custos de papel;
- Redução de custos de aquisição de *hardware*;
- Minimização do tempo gasto durante a execução de certas tarefas;
- Diminuição do retrabalho;
- Ajuda na organização de processos, de forma a dar resposta a planeamentos com prazos reduzidos;
- Criação de um novo valor na conceção e execução de obras;
- Preencher e submeter rapidamente versões eletrónicas de relatórios padrão, incluindo inspeções e folhas de qualidade e segurança;
- Facilidade de monitorização e atualização da informação de defeitos, questões e tarefas início-fim.

Uma última conclusão a que se pode chegar, é que o tipo de dispositivos favoritos para utilização em obra são os *tablets*, já que apenas no último estudo foi utilizado um modelo de telefones anti choque e no entanto no final do mesmo foi feita a referência ao início dos próximos testes da sua aplicação para *tablets*. Presume-se que a preferência pelos *tablets* para a utilização em obra seja principalmente o tamanho do ecrã, o que possibilita melhores condições de visibilidade e facilidade de manuseamento por toque.

5

PERSPETIVA DO UTILIZADOR

5.1. INTRODUÇÃO

Ao chegar a este ponto, foi testada uma das aplicações em estudo, o que resultou na realização de um guia de utilização de uma das aplicações, neste caso a PlanGrid. Não se trata de uma questão preferencial, pois todas as aplicações expostas na fase de levantamento possuem as características necessárias ao âmbito do estudo de mobilidade executado neste trabalho, tal como definido em 3.2. Pretende-se apenas perceber como é que este tipo de aplicações funciona e se realmente podem ser úteis numa perspetiva do utilizador e sobretudo para a entidade empreiteiro.

Apesar de não ser aplicada a nenhum caso prático concreto, será feita uma tentativa de perceber quais são as principais utilidades através de alguns exemplos de demonstração. Serão explicados os vários passos de utilização, bem como algumas das funcionalidades. Desde a criação de um projeto, até ao final. É feita a análise tanto da parte de acesso web como da aplicação para os dispositivos móveis.

No final deste capítulo, após o teste da aplicação juntamente com o estudo feito até aqui são descritas as possíveis vantagens que este tipo de soluções pode trazer do ponto de vista do empreiteiro.

5.2. PROCEDIMENTOS INICIAIS

5.2.1. CRIAR PROJETO

O primeiro passo ao utilizar o Plan Grid, é criar um projeto. Utilizando um navegador web e introduzindo o endereço correspondente. Em seguida, procede-se ao registo do utilizador, onde são apenas necessárias informações como um endereço de e-mail válido, palavra passe, nome e apelido. Podem ser introduzidos outros campos como nome da empresa, cargo e contacto telefónico. Não sendo obrigatórios, estes últimos são de bastante interesse para tirar partido do trabalho colaborativo, melhorando a organização e descrição de cada utilizador.

Após o registo é possível entrar na conta, introduzindo o e-mail e palavra passe correspondentes. A partir daqui é disponibilizado o acesso a projetos já existentes ou proceder à criação de um novo. É também apresentado desde logo um resumo da conta pessoal, relativamente ao número de desenhos ou documentos utilizados, número de projetos e o número de colaboradores com quem se está a trabalhar.

Portanto, para “criar um novo projeto”, acede-se a esse mesmo campo, onde se podem carregar os desenhos em formato pdf a partir de ficheiros armazenados no computador ou através de serviços de armazenamento on-line como a Box ou DropBox. A aplicação irá processar os desenhos e proceder à notificação assim que estes estiverem carregados. Logo de seguida, ficarão disponíveis para serem visualizados em qualquer dispositivo móvel.

Já no smartphone ou tablet, após descarregar a aplicação disponível na App Store da Apple ou na Google Play, procede-se ao login com o mesmo e-mail e palavra passe definidos no registo. Seleciona-se o ou os projetos que se pretendem descarregar da cloud, onde para tal será necessária uma ligação à internet, a partir de internet móvel ou através dum ponto de acesso a rede sem fios. O tempo de descarga dos projetos dependerá bastante do tamanho do ficheiro. Se por ventura, alguma alteração for feita ao desenho, imediatamente será dado o alerta através de um ícone vermelho, onde será requerida a necessidade de atualização por parte do utilizador.

5.2.2. ADICIONAR COLABORADORES

A PlanGrid tem dois níveis diferentes de permissões: administradores e colaboradores. Como administrador, ou criador do projeto fazendo o login é possível convidar colaboradores para o projeto que se pretende ao selecionar a opção “Add Collaborator.” De seguida surge um menu onde se insere o nome ou e-mail do colaborador a adicionar à equipa. Se for o caso, é possível atribuir direitos de administrador ao elemento adicionado, selecionando a caixa que indica “This user is a project admin.”

Uma vez efetuado o envio do convite, o utilizador adicionado será reconhecido desde logo como colaborador se já possuir uma conta PlanGrid, caso contrário será definido apenas como convidado até proceder à criação de uma conta. Existe também a possibilidade de importar colaboradores que já estejam noutra projeto selecionando a opção “Import.”

Direitos de administrador:

- Carregar desenhos;
- Apagar documentos;
- Apagar projetos;
- Adicionar utilizadores;
- Atribuir itens punch;
- Alterar o estado dos itens punch;
- Arquivar ou apagar permanentemente itens punch gerais;
- Editar o nome dos documentos, descrição e versão;
- Editar as tags gerais de um projeto;
- Adicionar documentos anexos;

O colaborador apenas poderá alterar o estado dos itens punch para pendentes ou em revisão, arquivar ou apagar permanentemente itens punch pessoais, criar tags apenas para utilização própria em “Mytags” e remover-se de colaborador do projeto. É possível em qualquer altura um administrador alterar o nível de permissão ou remover um colaborador.

5.3. UTILIZAÇÃO DA APLICAÇÃO MÓVEL – WEB E NATIVA

5.3.1. ANOTAÇÕES E VISUALIZAÇÃO DE DESENHOS

Tanto através do acesso web como através da aplicação móvel é possível visualizar e criar anotações em qualquer documento PDF. No visualizador web, ao clicar no separador “Sheets”, seleciona-se o desenho ou documento desejado e será visualizada a versão mais atual.

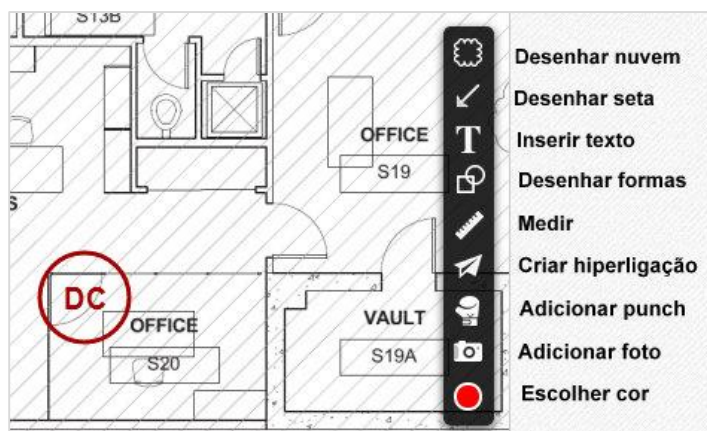


Fig. 22 – Ferramentas de anotação – Visualizador Web

São disponibilizadas várias formas de proceder a anotações, tais como cores, estilos e formas. Fotografias ou carimbos punch também podem ser adicionadas neste menu (Fig. 22). Na aplicação dos dispositivos móveis são ainda possíveis de utilizar ferramentas de desenho livre, de forma a tirar o maior partido do ecrã de toque.

Quando um documento é modificado, tanto *on-line* como num dispositivo móvel, este será identificado por símbolos conforme o tipo de alteração. Se existe mais do que uma versão do documento, será visto um círculo com o correspondente número de versões, se tem anotações pessoais um círculo vermelho, anotações partilhadas um símbolo de uma coroa e se o documento se encontrar com ficheiros anexados será visualizado um clip.

As anotações pessoais só podem ser vistas pela própria pessoa que as criou, já as partilhadas serão visíveis para toda a equipa.

5.3.2. DOCUMENTOS ANEXOS

No acesso web os anexos podem ser quaisquer documentos PDF, que se pretendam adicionar a um projeto, como por exemplo certas especificações ou RFIs. A quantidade de anexos a adicionar é ilimitada. Para visualizar os anexos online, basta aceder ao separador “Attachments.” A partir daqui os anexos podem ser carregados clicando em “Add Attachments.” É possível ainda pesquisar por nome ou organizá-los em pastas ou tipo, bem como movê-los para outras pastas, clicando em “Move To” ou ainda eliminá-los.

Nos dispositivos móveis, para ver os anexos através da aplicação basta selecionar o ícone localizado no canto superior direito que se apresenta como uma caixa de documentos e de seguida selecionar Attachments. Uma vez aberto um anexo é possível adicionar notas ao selecionar o ícone que aparecerá na barra de ferramentas superior “Annotations.” Aqui serão dispostas várias ferramentas de anotação, tais como vários carimbos pré definidos, fotografias, gravação de voz, inserir texto e várias opções de escrita livre.

5.3.3. CRIAR ITENS PUNCH

As punch lists são uma boa maneira de manter o controlo das questões ou problemas que vão surgindo ao longo do projeto. Na versão web, ao aceder ao separador “Issues” de um projeto as questões podem ser filtradas por atributos, utilizador, data, estado de execução, e por tipo de marcação punch atribuída.

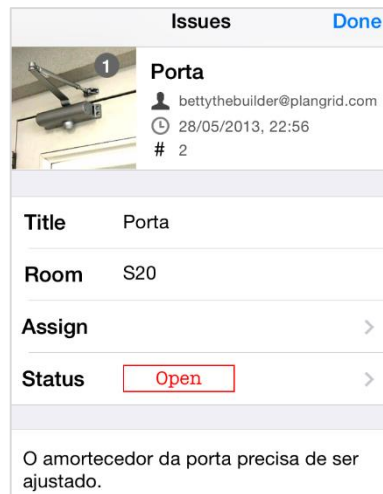


Fig. 23 – Exemplo de item punch - iPhone

Além das marcações punch que vêm pré-definidas, podem ser criadas marcações personalizadas ao aceder ao ícone “Customize” localizado no canto superior direito. Cada item punch pode ser exportado individualmente como um relatório previamente formatado ao clicar em “Reports”. Estes podem ser então gravados nos formato PDF ou CSV e de seguida guardados no próprio computador, enviados por e-mail ou carregados diretamente para a Box ou DropBox.

Adicionar uma marcação punch no dispositivo móvel é simples. Seleciona-se o símbolo luva de boxe no desenho desejado, como mostra a Fig. 22 e coloca-se a marcação no local mais apropriado. Esta pode sempre ser movida para outro sítio após a sua colocação.

Na janela “Issue”, tal como na Fig. 23 podem ser adicionadas fotos, número ou nome do local e uma descrição à marcação punch. O item da punch list pode ser atribuído a qualquer colaborador, podendo alterar o estado de progresso da tarefa. Existem quatro estados possíveis: aberto, em revisão, pendente ou fechado. Estes, assim que alterados, serão atualizados para toda a equipa.

5.3.4. PESQUISA DE DOCUMENTOS NA CLOUD

A pesquisa de documentos pode executada, tanto na aplicação móvel como através da web. Esta, pode ser feita apenas através do nome ou letras dos títulos dos documentos ou podem ser adicionados filtros que incluem tags ou versões criadas e associadas a documentos pelos utilizadores, de forma a facilitar a pesquisa.

Os documentos ou desenhos podem ser agrupados por especialidade, ou podem ser criadas tags personalizadas. As tags criadas ficarão disponíveis para todos os colaboradores do projeto. Estas devem ser utilizadas para distinguir os projetos por especialidade, e não os títulos das versões.

Na web as *tags* podem ser adicionadas ou editadas ao selecionar um desenho ao clicar em “Edit” na parte inferior da janela de visualização. Se forem selecionados vários desenhos ao aceder a “Edit Tags” é possível editar várias tags dos desenhos selecionados de uma só vez. Nos dispositivos móveis o procedimento é o mesmo, a única diferença é a localização do ícone “Edit Tags”, neste caso situa-se na parte superior do ecrã e tem o símbolo de uma etiqueta.

As versões são criadas ao publicar um desenho. O programa reconhece automaticamente os nomes dos desenhos e desde logo pergunta se é pretendido substituir a versão antiga ou criar uma nova mantendo a antiga disponível. Os desenhos ficam exatamente com o mesmo título de ficheiro, é apenas alterado o nome da versão, de forma a se poderem aplicar nos filtros de pesquisa ou de interesse.

Tanto os filtros de versões como os de tags podem ser aplicados na parte inferior do campo de pesquisa na web e no símbolo de etiqueta nas aplicações móveis. Desta forma é possível organizar por níveis de interesse todos os desenhos.

5.3.5. PARTILHA E EXPORTAÇÃO DE DOCUMENTOS

A partilha de documentos a partir da aplicação dos dispositivos móveis é feita através do acesso ao ícone localizado no canto superior direito do ecrã. O PlanGrid possui três formas de partilhar os documentos: um documento PDF único, um conjunto do PDF incluindo fotos associadas ou uma captura de ecrã em formato de imagem correspondente ao utilizado pelo dispositivo móvel (no caso do iPhone formato PNG). A captura de ecrã no entanto deixa de estar à escala definida nos PDF's. De seguida é possível enviar para um e-mail, para a DropBox ou guardar no próprio dispositivo bem como mandar imprimir diretamente.

No acesso web existe a possibilidade de partilhar ou exportar os conjuntos completos de desenhos organizados por pastas, incluindo anexos e imagens. Ao clicar em “Settings” no separador do projeto existem várias opções:

- Download and Export Asbuilts – Ficheiro ZIP com o conjunto completo de todos os ficheiros do projeto organizados por pastas, incluindo fotografias e anexos. Este ficheiro pode ser descarregado para o computador ou exportado para a Box ou DropBox;
- Download Drawing Log – Ficheiro CSV incluindo nomes dos desenhos e datas. Pode ser executado no spreadsheet ou em programas como Microsoft Excel;
- Download Attachments Log – Ficheiro CSV incluindo os nomes e datas dos anexos.

Outra hipótese é partilhar os documentos através de links gerados automaticamente. Primeiro selecionando o documento que se pretende partilhar, de seguida clicar em “Share Sheet” e pode-se copiar esse link para enviar por e-mail ou copiar para outra janela. É possível ainda neste ponto descarregar o desenho correspondente para o computador e as suas anotações partilhadas.

5.3.6. GESTÃO DE CONTA DE UTILIZADOR

A gestão de conta é apenas efetuada através do acesso via web. Podem ser alterados os aspetos relativos à conta do PlanGrid ao clicar no nome do utilizador no canto superior direito do ecrã, no menu inicial em “My Account.” Para atualizar ou alterar a informação, inserem-se os parâmetros nos campos correspondentes e em seguida acede-se ao ícone “Update Account.” É possível também selecionar que tipo de notificações se pretende receber por e-mail: um resumo diário com todas as atualizações do projeto e cada vez que seja adicionado um novo desenho ao projeto.

Tal como descrito em 3.3.1, o PlanGrid possui vários planos de subscrição. Caso se tenha chegado ao limite de desenhos permitidos pelo plano atual, o plano pode ser sempre alterado para um nível superior, ao aceder a “Change Plan.” Deve ser escolhido o plano que melhor se adequa às necessidades de cada utilizador.

A palavra-passe também pode ser sempre alterada, preenchendo os campos necessários na secção “Change Password.” Se por acaso a palavra-passe for esquecida é possível recuperá-la clicando em “Forgot my password” ao fazer login na conta PlanGrid e um e-mail será enviado com as instruções correspondentes.

A conta pode ser eliminada a qualquer momento, desde que o utilizador o pretenda fazer. Basta inserir a palavra-passe atual e clicar em “Delete Account” e o utilizador será automaticamente removido de todos os projetos a que estava associado.

5.4. VANTAGENS NA ÓTICA DO EMPREITEIRO

Ao chegar a este ponto é agora possível nomear alguns dos principais benefícios da utilização deste tipo de aplicações na ótica do empreiteiro.

Os empreiteiros gerais ou os seus representantes, em certas situações conhecidos como gestores de projeto, têm de supervisionar projetos de construção desde a fase de conceção à conclusão. Contudo, o tipo de trabalho realizado por estes pode variar conforme o tipo de organização ou cliente. No entanto, existem certas atividades e obrigações que são mais comuns entre eles e vão desde o planeamento, à interação com os outros, a assegurar o cumprimento de certas regras e normas, bem como dar resposta a emergências que possam surgir.

Os empreiteiros devem planear todas as fases de um projeto de construção. O custo de materiais e de recursos humanos deve ser estimado, bem como o custo envolvido na obtenção de alvarás e o custo de equipamento que deve ser alugado ou comprado. Com base nas suas estimativas, os empreiteiros preparam então um orçamento. Devem ainda definir um calendário em que são estabelecidos certos marcos de forma a garantir que as tarefas sejam cumpridas.

Existe geralmente um número de profissionais envolvidos num projeto de construção com os quais um empreiteiro, por norma, tem de interagir, tais como arquitetos, engenheiros ou outros especialistas de construção como subempreiteiros tendo como principal objetivo manter o contato com o cliente ou dono de obra de forma a mantê-lo informado sobre o progresso do projeto e questões que possam surgir. Os empreiteiros também podem ser responsáveis por certas contratações ou por instruir novos trabalhadores conforme as especificidades de um projeto.

Em certas alturas de um projeto de construção, também existem questões legais e regulamentos que devem ser cumpridos e que um empreiteiro geral deve seguir, tais como as leis aplicadas aos trabalhadores, incluindo os contratos sobre os quais estes trabalham e normas de segurança em função dos vários postos de trabalho ou operadores de equipamentos. Os empreiteiros ou os seus representantes devem ser responsáveis pelo cumprimento destas regras.

Os empreiteiros devem ainda estar preparados para lidar com qualquer tipo de emergência que possa surgir. Um trabalhador pode ser ferido durante o trabalho ou uma peça fundamental de um equipamento pode avariar. A entrega dos materiais pode não ser feita por qualquer motivo ou podem ocorrer atrasos de certas atividades devido por exemplo a condições meteorológicas. A responsabilidade de assegurar que este tipo de situações são tratadas deve estar a cargo do empreiteiro, tal como garantir o atendimento médico a um trabalhador ferido, arranjar equipamento alternativo ou executar novas ordens de fornecimento. Desta forma, quando um projeto se encontra atrasado por qualquer motivo, o empreiteiro deve garantir que este volta ao seu andamento normal e que permaneça dentro do orçamento esperado.

O trabalho e obrigações de um empreiteiro acarretam consigo um grande número de informações e comunicações que devem ser constantemente recebidas e transmitidas de forma eficiente e eficaz com

todas as partes envolvidas, de modo a diminuir erros e consequentemente atrasos de projeto ou gastos acrescidos.

As aplicações móveis expostas nesta tese visam dar resposta à melhoria da mobilidade dos processos e tarefas relacionadas com a entidade empreiteiro. A utilização de dispositivos móveis e das tecnologias de *cloud* permite o acesso a informação sem gastos elevados em infraestruturas de hardware e software em qualquer local: casa, obra, escritório ou qualquer outra localização. O empreiteiro pode estar constantemente a par do progresso dos seus projetos ou de outro tipo de informações relacionadas, podendo reduzir assim consideravelmente o número de deslocações.

5.4.1. BENEFÍCIOS DO PONTO DE VISTA ECONÓMICO

O facto das aplicações em estudo defenderem o conceito de SaaS, bem como a possível adoção do conceito de BYOD, abrange desde logo uma série de vantagens em termos económicos.

Ao adotar aplicações ou *software* baseado em SaaS, o empreiteiro pode usufruir de capacidades e funcionalidades bastante capazes do *software*, de forma simples, sem ter de adquirir infraestruturas complexas de tecnologias de informação. Além disso, o *software* como serviço permite bastante flexibilidade em termos de adaptação às necessidades da empresa, normalmente até conforme as necessidades a nível mensal. Desta forma, possíveis contratos a longo prazo de aquisição de software ou hardware podem deixar de existir, podendo assim evitar maus retornos de investimento e custos de manutenção.

Se for possível adotar políticas de BYOD na empresa, pode ser outro ponto a favor no que diz respeito à redução de custos de *hardware*, pois serão utilizados os próprios dispositivos dos funcionários ou parte deles.

A própria utilização das aplicações, tal como foi analisado nos casos de estudo em 4.5 promove também reduções de custo no que diz respeito a gastos em papel, redução de retrabalho por aumento da qualidade e atualização constante das informações e ainda uma possível redução de salários pagos aos trabalhadores por minimização do tempo gasto na execução de certas tarefas. Em suma as melhorias em termos económicos do ponto de vista do empreiteiro podem ser descritas como:

- Pouca ou nenhuma dispensa de capital por parte da empresa – com acesso através de um navegador de internet comum, as empresas raramente têm de investir em novo *software* ou *hardware*;
- Despesas mais previsíveis em *software*, armazenamento e suporte – pois os serviços são à base de planos de subscrição, carregamento mensal, trimestral ou anual, ou seja, os serviços são alugados em vez de comprados;
- Menos *hardware*, logo menos amortizações;
- Maior flexibilidade – Disponibilização de serviços conforme a necessidade e pagamentos instantâneos podem ser facilmente ativados ou anulados;
- Redução de custos de papel;
- Minimização do tempo gasto durante a execução de certas tarefas, logo redução de horas pagas a certos recursos humanos;
- Diminuição do retrabalho, logo redução de despesas extra;
- Possível redução da quantidade de deslocações físicas aos locais, poupando assim em meios de transporte e gastos associados;

5.4.2. MELHORIAS EM PROCEDIMENTOS DE CONTROLO E ORGANIZAÇÃO

Após o teste de utilização da aplicação PlanGrid, dos casos de estudo e do levantamento das aplicações é possível identificar melhorias em termos de execução de certas tarefas e procedimentos comuns ao empreiteiro, bem como alguns aspetos de organização e resolução de problemas nas empresas.

As capacidades de colaboração das aplicações nativas e baseadas em web oferecem bastantes funcionalidades e características que possibilitam melhorias em termos organizacionais. É possível substituir, quase na totalidade, todos os tradicionais documentos em papel pelo formato digital PDF. Desta forma, certas vantagens também podem depender do tipo de utilização ou do partido que o utilizador empreiteiro tira das funcionalidades do *software*.

Sendo assim, de forma a que o empreiteiro possa tirar o máximo partido das aplicações e tecnologias associadas, são expostas de seguida algumas das principais possibilidades em termos de utilização:

- Ajuda na organização de processos, de forma a dar resposta a planeamentos com prazos reduzidos;
- Preencher e submeter rapidamente versões eletrónicas de relatórios padrão, incluindo inspeções e folhas de qualidade e segurança;
- Facilidade de monitorização e atualização da informação de defeitos, questões e tarefas início-fim;
- Organização dos desenhos por categorias, revisão ou de outra forma personalizada;
- Coordenação à distância do trabalho executado pelos vários subempreiteiros na obra;
- Trabalhos incompletos ou qualquer outra tarefa que exige gestão, ação ou coordenação podem ser tratadas de forma mais rápida e eficaz;
- A ilustração dos problemas ou questões com fotografias, torna-se num benefício importante em termos de evitar deslocações necessárias à visualização desses mesmos problemas;
- Manter a atualização constante do estado dos projetos em andamento à distância;
- Melhorias em termos recuperação de possíveis acidentes, especialmente em pequenas empresas, os dados de recuperação podem não ser confiáveis, o armazenamento em cloud fornece back-up automático e de forma mais segura;
- Transferência de risco – a responsabilidade de garantir a disponibilidade constante de dados para uma equipa de projeto não fica para o cliente, que poderá ser o empreiteiro, mas sim para um terceiro especialista.

6

CONCLUSÕES

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir este estudo, são agora tiradas algumas conclusões relativamente ao que foi abordado e ao cumprimento com sucesso ou não dos objetivos estabelecidos inicialmente.

A perceção do significado de mobilidade e o seu contexto no tema abordado foi feita a partir do conceito de *Enterprise Mobility*. Esta opção correspondeu com sucesso às necessidades tecnológicas para a mobilidade das empresas de construção da atualidade, permitindo adquirir e desenvolver conceitos úteis à execução das fases que se seguiram.

Foram obtidos conhecimentos relativos à mobilidade empresarial do ponto vista estratégico e esta é materializada e abordada como uma oportunidade benéfica de negócio, que nasce sobretudo do conhecimento das principais necessidades das empresas. As soluções focadas em estratégias de mobilidade adaptam-se facilmente a dificuldades da indústria da construção e concedem vantagens distintas quando fundidas com as últimas tecnologias do mercado.

A importância de integrar o conceito de *cloud computing* no âmbito da mobilidade nas empresas de construção é reconhecida. Os dispositivos móveis são cada vez mais utilizados, tanto pelas principais entidades envolvidas na construção, como pela população em geral. O armazenamento de informações em infraestruturas adquiridas por parte do utilizador começa a deixar de fazer sentido nos tempos presentes. Os sistemas de armazenamento em *cloud* do tipo SaaS de facto proporcionam inúmeras vantagens para as empresas ou indivíduos, focando-se apenas nas necessidades do tipo de cliente a que se destinam.

O setor da construção, no entanto, quando comparado aos restantes setores económicos encontra-se nos últimos lugares em termos de adoção de estratégias de mobilidade e serviços *cloud* a nível da União Europeia. Esta informação reforçou definitivamente a ideia da importância da aplicação das tecnologias da informação e comunicação na área da construção.

Ao chegar a este ponto, foi então concluído outro dos objetivos definidos inicialmente, ou seja, foi percebido onde atuar em termos de tecnologias da informação e comunicação para a mobilidade no setor da construção, apoiando a visão do empreiteiro. Seguido o caminho das aplicações móveis, associadas ao conceito de BYOD, *serviços cloud*, e funcionalidades como punch lists e acesso Web, foi possível dar início à pesquisa de uma forma mais focada e precisa.

Contudo, a busca não foi uma tarefa fácil, pois a quantidade de aplicações móveis disponível no mercado é enorme, surgindo, constantemente, novas soluções. Por este mesmo motivo, não é possível afirmar que as possibilidades apresentadas nesta dissertação sejam absolutas. No entanto, integram os requisitos e características estabelecidas, pois, ao analisar as várias aplicações, foi claramente perceptível a sua base

em *software* como serviço. Ao comparar os planos de subscrição das mesmas, assim como as especificidades e potencialidades de cada uma, verificaram-se claramente as tendências de venda dependendo das necessidades do cliente.

Os casos de estudo analisados abordaram diferentes aspetos, contendo diversos pontos interesse que foram relevantes para o desenvolvimento desta dissertação. Um dos casos de estudo, ao destacar valores concretos possibilitou obter evidências relativamente a reduções de custos e bons retornos de investimento nas empresas de construção. Por outro lado, os outros casos de estudo, para além de outras vantagens, demonstraram ainda que os dispositivos móveis utilizados são resistentes e que ainda existem acessórios que facilitam a sua utilização em obra.

Salienta-se contudo, que os casos de estudo abordados foram executados pelos próprios fornecedores ou entidades associadas às aplicações móveis. Por esse motivo, a falta de referência a desvantagens ou dificuldades pode ser suspeita. Teria sido também pertinente conhecer a abordagem de um caso de estudo elaborado por terceiros no acompanhamento de um projeto de construção completo, mas tal não aconteceu, pois não foi identificado nenhum durante a fase de pesquisa.

Na exposição do último capítulo, ao realizar o teste de utilização da aplicação *PlanGrid*, foi possível perceber com precisão quais os principais procedimentos e vantagens das funcionalidades deste tipo de aplicações móveis. A aplicação foi simples e fácil de testar, cumprindo assim outro objetivo definido inicialmente.

Ao relacionar o teste de utilização da aplicação com todos os conceitos, conclusões e análises expostas durante a realização da dissertação foi possível cumprir com sucesso uma das suas principais finalidades. Foram então destacadas as vantagens e possíveis utilidades das tecnologias da informação e comunicação abordadas, na ótica do empreiteiro de construção, chegando à conclusão que os benefícios abrangem sobretudo reduções de custos para as empresas de construção e concedem melhorias de eficácia nos vários processos de organização e controlo mais comuns ao empreiteiro.

Ao concluir o estudo da temática em causa, apesar de esta estar em constante evolução, foi possível demonstrar que o balanço do cumprimento dos objetivos definidos foi positivo, tentando sempre seguir os estudos e bibliografia mais recentes.

6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Ao desenvolver este trabalho, foram identificados certos aspetos que podem ser tratados mais pormenorizadamente com a realização de futuros estudos. É notória a necessidade de maior atenção em torno de alguns conceitos referidos no âmbito da temática abordada nesta dissertação. As possibilidades são várias, visto que juntamente com a constante e crescente evolução das tecnologias começam a surgir temáticas e desafios pertinentes. Sugerem-se seguidamente alguns deles para possíveis desenvolvimentos futuros:

- Modelo de implementação de uma estratégia de mobilidade empresarial para empresas de construção;
- Processos de gestão da mobilidade empresarial no setor da construção;
- Segurança da informação virtual nas empresas de construção;
- Desenvolvimento de aplicações móveis para a monitorização, gestão e manutenção de equipamentos de construção;
- Implementação do conceito BYOD na indústria da construção – vantagens e desvantagens;
- Estudo de caso prático da utilização de dispositivos móveis com aplicações baseadas em modelos de *cloud* SaaS durante o acompanhamento de um projeto construção;

Bibliografia

- Arc. Ikechukwu Onyegiri, Chinedu Chidinma Nwachukwu and Onyegiri - Information and communication technology in the construction industry. 2011.
- Autodesk - Balfour Beatty Construction takes field management to the point of construction with Autodesk BIM 360 Field. (2013).
- Autodesk - BIM 360 Field. 2014. Disponível em WWW: <<http://www.autodesk.com/products/bim-360-field/overview>>.
- Bains, Maninder - 5 Key Factors to building successful Enterprise Mobility Applications. 2013. Consult. em 6 de março de 2014. Disponível em WWW: <<http://www.netsolutionsindia.com/blog/5-key-factors-to-building-successful-enterprise-mobility-applications/>>.
- Bedard, Paul - How Mobile Technologies are Boosting Construction Site Efficiency. 2013. Consult. em 28 de Março de 2014. Disponível em WWW: <<http://www.areadevelopment.com/AssetManagement/April2013/construction-site-mobile-project-management-272725.shtml>>.
- Budiu, Raluca - Mobile: Native Apps, Web Apps, and Hybrid Apps. (2013).
- Conophy, Tom - Getting to your best mobile strategy. (2011).
- EMA Contractors, Eric Mower and Associates - Smartphone Use by Contractors on the Jobsite Jumps 35% in Past Year. 2013. Consult. em 5 de maio de 2014. Disponível em WWW: <<http://www.mower.com/buildings-and-construction/2013/04/15/smartphone-use-by-contractors-on-the-jobsite-jumps-35-in-past-year/>>.
- EuropeanCommission - Business opportunities: Cloud. (2013a).
- EuropeanCommission - Business opportunities: Mobility 2013b.
- Farag H.Gaith, Khalim A.R. and Amiruddin Ismail - Application and efficacy of information technology in construction industry. (2012).
- FieldLens - FieldLens. 2014. Consult. em 15 de março de 2014. Disponível em WWW: <<http://fieldlens.com/>>.
- Gartner - Gartner Recommends a Hybrid Approach for Business-to-Employee Mobile Apps. 2013. Consult. em 7 de maio de 2014. Disponível em WWW: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/2429815>>.
- Giezendanner, François Daniel - SaaS, PaaS, IaaS: définitions. 2010. Consult. em 2 de março de 2014. Disponível em WWW: <<http://icp.ge.ch/sem/cms-spip/spip.php?article962>>.

- IDC - IDC European Vertical Markets Survey 2012. 2012. Consult. em 10 de abril de 2014. Disponível em WWW: <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC_P329>.
- InnomobileApps - Enterprise Mobility Solutions for Logistics. 2014. Consult. em 13 de abril de 2014. Disponível em WWW: <<http://innomobileapps.com/enterprise-mobility-solutions-logistics>>.
- Johnston, Sam - Diagram showing overview of cloud computing including Google, Salesforce, Amazon, Axios Systems, Microsoft, Yahoo & Zoho. 2009.
- Lars, Nile - Why Mobility Has a Great Significance in the Construction Industry. 2014. Consult. em 15 de março de 2014. Disponível em WWW: <<http://insights.wired.com/profiles/blogs/why-mobility-has-a-great-significance-in-the-construction#axzz2zXDgUpXd>>.
- Mazzucchelli, Carlo - Enterprise mobility attraverso diagrammi e immagini. 2012. Consult. em 20 de março de 2014. Disponível em WWW: <<http://www.solotablet.it/tablet-impresa/ambiti-di-applicazione/enterprise-mobility-diagrammi-immagini>>.
- Mobile Computing Systems, Priority1 - Carillion roll-out Priority 1. (2013). Consult. em 27 de março de 2014. Disponível em WWW: <http://www.mobilecomputing.uk.net/customer-stories/carillion_rollout>.
- Pietryga, Jason - The Benefits for Construction Companies of Hosting their IT Infrastructures in the Clouds. 2012. Consult. em 18 de março de 2014. Disponível em WWW: <http://www.onthenetoffice.com/blog/2012/12/construction_cloud/>.
- PlanGrid - PlanGrid. 2014. Consult. em 20 de março de 2014. Disponível em WWW: <<http://www.plangrid.com/>>.
- Priority1 - CPD 22: Mobile computing. 2013. Consult. em 25 de março de 2014. Disponível em WWW: <<http://www.building.co.uk/professional/cpd/cpd-22-mobile-computing/5061145.article>>.
- Priority1 - Priority1. 2014. Consult. em 2 de abril de 2014. Disponível em WWW: <<http://www.mobilecomputing.uk.net/>>.
- Sage - Sage SMB Survey on Mobile Devices: Construction Industry. 2013.
- Satbhai, Bharadwaj - Enterprise Mobility Strategy Formulation. 2012. Consult. em 5 de abril de 2014. Disponível em WWW: <<http://www.e-zest.net/blog/enterprise-mobility-strategy-formulation/>>.
- Schiopu, Alexei - Case Study - NEA Baptist Hospital 2013.
- Skytap - Demystifying SaaS, PaaS, and IaaS. 2011. Consult. em 21 de março de 2014. Disponível em WWW: <<http://www.skytap.com/blog/demystifying-saas-paas-and-iaas>>.

Strategix - SaaS, PaaS ou IaaS. 2012. Consult. em 13 de março de 2014. Disponível em WWW:
<<http://www.strategixsolutionsinc.com/saas-paas-or-iaas/>>.

Sutton-Gee, Ryan - Razor Thin Margins Make Construction Ripe for Innovation. (2013).

TataConsultancyServicesLimited - Hybrid Mobile Application Development Approaches. (2012).

Technologies, UDA - Construction Online - OnSite mobile apps. 2014. Consult. em 13 de abril de 2014. Disponível em WWW:
<http://www.constructiononline.com/co_onsite_mobile_apps.html>.

Viewpoint, 4Projects by - SaaS in Construction. (2014).

Viewpoint - 4Projects - 4Mobile. 2014. Consult. em 14 de abril de 2014. Disponível em WWW:
<<http://www.4projects.com/OurProduct/4Mobile.aspx>>.