

Aplicações Móveis no Sector Industrial: desenvolvimento e avaliação de uma solução de apoio ao registo de dados para o planeamento e controlo da produção

Mobile Applications in the Industrial Sector: development and evaluation of a solution to support data registry for the planning and production control

Daniela Tomás, DEGEIT – Universidade de Aveiro, Portugal, danielatomas@ua.pt

Leonor Teixeira, IEETA/DEGEIT – Universidade de Aveiro, Portugal, lteixeira@ua.pt

Ana Moura, CIDMA/DEGEIT – Universidade de Aveiro, Portugal, ana.moura@ua.pt

Resumo

A evolução das tecnologias, aliada ao constante e rápido crescimento das estruturas de redes móveis de comunicação, tem potenciado o desenvolvimento de soluções tecnológicas nos mais diversos sectores de atividade, com destaque para as áreas da produção industrial. A gestão e planeamento da produção cada vez mais necessitam de decisões rápidas e eficazes que levem a uma diminuição dos custos produtivos e ao aumento da produtividade, ajudando as empresas a tornarem-se e/ou a manterem-se mais competitivas. Este trabalho apresenta uma aplicação móvel desenvolvida para um sistema Android, implementada e testada numa empresa Portuguesa. Esta aplicação permite o registo e armazenamento de dados com o objetivo principal de apoiar o planeamento e controlo da produção. Além do desenvolvimento, implementação e teste da aplicação, foi efetuado um estudo do impacto da mesma no âmbito da organização alvo, não só em termos de otimização dos processos, como também ao nível da viabilidade da sua utilização pelos recursos humanos.

Palavras-chave: Sistemas de Informação, Aplicações Móveis, Sistema Android, Planeamento e Controlo da Produção, Registo de Dados.

Abstract

The evolution of technologies, coupled with the constant and fast growth of mobile communication network structures, has promoted the development of technological solutions in different business sectors, particularly in the areas of industrial production. To help the companies with becoming and/or remaining more competitive, management and production planning requires more and more prompt and effective decisions, in order to increase the productivity and reduce the production costs. This work presents a mobile application, developed for an Android system that was implemented and tested in a Portuguese company. This application allows the recording and storage of data, with the main objective of supporting production planning and control. In addition to the development, implementation and testing of the application, a study of the usability impact of the application by the company was also made, not only in terms of production process optimization as well as the feasibility of its use by human resources.

Keywords: Information Systems, Mobile Applications, Android System, Planning and Production Control, Data Registration

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, perante o aumento da concorrência e necessidade de responder a um mercado cada vez mais competitivo e informado, as empresas deparam-se com o desafio de ter que produzir cada vez mais, com níveis elevados de qualidade, ao mesmo tempo que necessitam de racionalizar os custos, nomeadamente na

área da produção (Kakouris & Polychronopoulos, 2013). Perante estes desafios, torna-se uma necessidade premente o registo imediato dos dados, por forma a possibilitar: a informação para o planeamento e controlo da produção; o ajuste de objetivos de produção; e a distribuição ou reafecção de tarefas pelos recursos disponíveis. Por outro lado, a evolução que marcou as últimas décadas no domínio do desenvolvimento tecnológico, permitiu que as empresas tivessem acesso fácil a um conjunto de ferramentas de automação e controle da produção, bem como de gestão de recursos e equipamentos associados.

Na realidade, o desenvolvimento que aconteceu neste domínio conta hoje com várias gerações tecnológicas, desde as mais simples ferramentas de gestão de armazéns e inventário no início dos anos 80, passando pelas várias ferramentas de planeamento da produção, designados por *Manufacturing Resource Planning* (MRPs) (Cecelja, 2002), até aos mais recentes e conhecidos sistemas de gestão integrados - *Enterprise Resource Planning* (ERP), que facultam uma visão global da empresa (Kakouris & Polychronopoulos, 2013). Complementarmente a estas ferramentas tecnológicas de gestão e controlo de informação, surgem as soluções baseadas na computação oblíqua, com variadíssimas aplicações móveis, de grande potencial no sector industrial ao nível da comunicação e transferência de dados (Jung, 2011; Schuh, Pitsch, & Salmen, 2015). A utilização crescente de *smartphones* e *tablets*, associada à mudança de comportamento dos utilizadores numa era caracterizada pela computação móvel, tem contribuído igualmente para a mudança de paradigma em termos da procura deste tipo de soluções por parte do setor industrial (Homann, Banova, Wittges, & Krcmar, 2014; Homann, Wittges, & Krcmar, 2013; Tai, Huang, & Chuang, 2016).

Na área da produção, apesar deste tipo de aplicações constituir uma solução recorrente para o controlo de *stocks* e gestão de inventário, é cada vez mais procurada no domínio do registo de dados relacionados com as atividades diárias que ocorrem no chão-de-fábrica. Desta forma, alivia-se a necessidade de instalação de terminais de recolha de dados que, normalmente, se tornam inflexíveis pelo facto de exigirem a deslocação dos utilizadores aos pontos físicos da sua localização.

É neste contexto que o presente trabalho se insere, tendo como propósito estudar a viabilidade de uma aplicação móvel de suporte ao registo e armazenamento de dados, a fim de apoiar o planeamento e controlo da produção no âmbito de uma empresa Portuguesa.

2. APLICAÇÃO MÓVEL DE SUPORTE AO CONTROLO DA PRODUÇÃO NO ÂMBITO DE UMA EMPRESA PORTUGUESA

2.1. Contextualização do Problema

A empresa em estudo apostou recentemente na produção por lotes de consideráveis dimensões, com células de fabrico totalmente manuais. Esta alteração levou a um controlo mais apertado da produção, com vista a um aumento de produtividade e diminuição dos custos produtivos. Por outro lado, o atual cenário que caracteriza os fluxos de informação naquele setor é caracterizado por um tipo de registo manual e em papel. Este registo é feito pelos colaboradores, obrigando a gasto de tempo desnecessários, tanto na recolha dos

dados, como na sua posterior transposição para os sistemas informáticos. Um outro problema derivado deste cenário é a falta de registro de dados históricos, tais como: tempos de pausas e de hipotéticas falhas na produção; e tempos de ciclo efetivos, que permitem um planeamento a curto e médio prazo da produção de novos produtos. De uma forma geral, esta situação não só leva à definição de um tempo de ciclo irreal, comprometendo os prazos de entrega, como à definição de custos unitários díspares dos inicialmente previstos.

Para colmatar estes problemas, foi efetuado um estudo para criação de mecanismos que facilitassem a recolha dos dados relativos à produção, diretamente em formato digital, para posterior processamento, tendo como objetivo suportar a elaboração de planos de ordens de fabrico, a definição de prazos de encomendas de matérias-primas e, principalmente, o controlo da produção. Desta forma surge a aplicação móvel descrita no presente trabalho, designada por *ExatronicApp*. Esta aplicação móvel tem como propósito suportar o registro imediato de dados resultantes das atividades diárias do chão-de-fábrica, por forma a: eliminar os erros e falhas associados ao registro manual; reduzir o tempo de recolha e tratamento de dados; diminuir o tempo de resposta às anomalias encontradas; e potenciar uma gestão adequada de recursos humanos.

2.2. Solução na Perspetiva Conceptual e Tecnológica

A *ExatronicApp* é uma solução móvel que pretende dar resposta a um conjunto de requisitos, cujos sistemas atualmente existentes na empresa não suportam. Ainda que se tratem de requisitos simples, a essência desta solução reside na capacidade de registro imediato de dados, no momento em que os mesmos são gerados, de forma simples e intuitiva, promovendo-se, assim, a utilização fiável da informação por parte dos decisores e gestores operacionais no momento da decisão.

A *ExatronicApp* é de utilização exclusiva dos colaboradores que executam atividades produtivas no chão-de-fábrica e permite consultar informação associada às ordens de produção (OPrd): respetivas operações (OP); tarefas associadas; e instruções de tarefas. Na sequência desta consulta permite também: registar o início e o fim das OP e/ou tarefas a executar; registar as paragens em termos de tempos e respetivos motivos; consultar as matérias-primas usadas nas OP e/ou tarefas; e registar dados da produção.

A representação da figura 1, concretizada através de um Diagrama de *Use-Cases* da notação UML, sintetiza as funcionalidades de alto nível suportadas pela *ExatronicApp*, levadas a cabo pelo colaborador, único ator da aplicação.

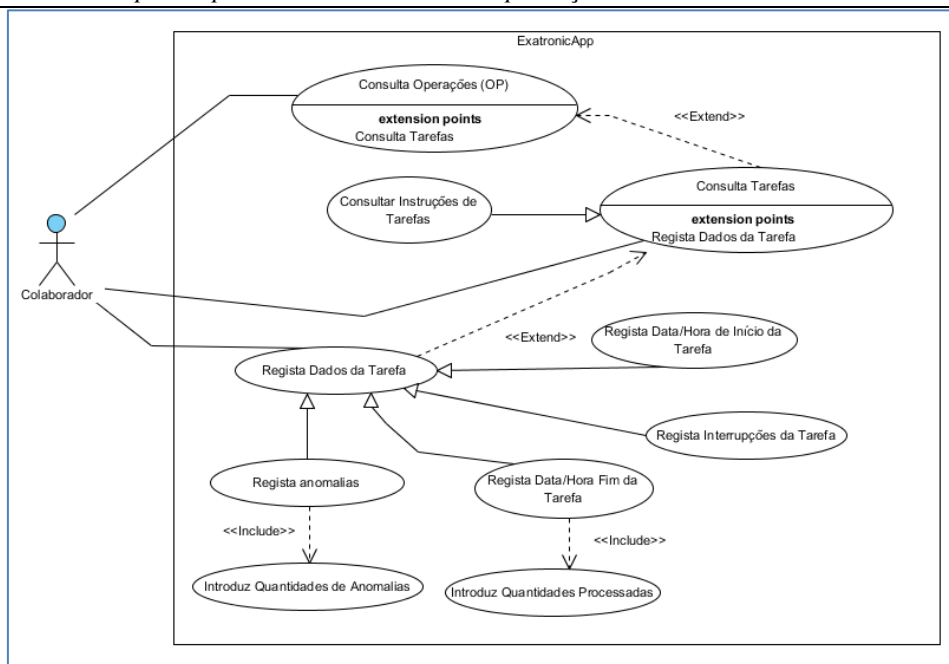


Figura 1 – Funcionalidades da ExatronicApp

Em termos de modelo de dados, para responder às funcionalidades acima mencionadas, tem-se um conjunto de classes como se pode ver na representação do Diagrama de Classes da notação UML da figura 2.

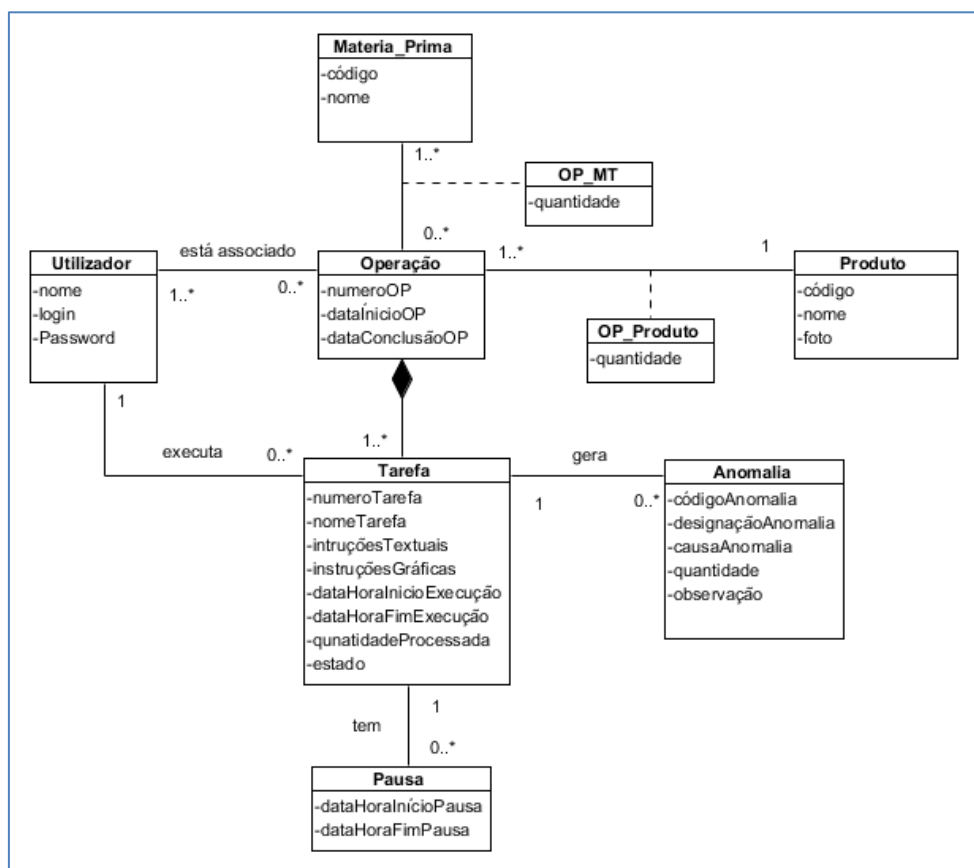


Figura 2 – Modelo de dados da ExatronicApp

A *ExatronicApp* foi desenvolvida para um sistema *Android*, já que, de acordo com um estudo da *International Data Corporation*, trata-se do sistema operativo mais utilizado em aplicações móveis, contando em 2015 com uma quota de cerca de 82.8% a nível mundial (IDC, 2015). A versão do sistema operativo *Android* é a 4.0 – *Ice Cream Sandwich*, de API (*Application Programming Interface*) 15, com garantia de ser suportada por cerca de 96.8% dos aparelhos com sistema *Android* (AD, 2015). Para o desenvolvimento da aplicação foi utilizado o *Android Studio*, um software IDE (*Integrated Development Environment*) que utiliza linguagem Java (ferramentas de JDK - *Java Development Kit*).

Em termos de interface de utilizador, é uma solução “*user frendly*” que permite o registo de dados de forma sequencial e intuitiva. Todas as funcionalidades executadas na *ExatronicApp* estão dependentes da correta autenticação do utilizador que, de acordo com as suas permissões, terá acesso às OP que lhe foram atribuídas, relativas às ordens de produção diárias (Figura 3a). O utilizador poderá confirmar essas OP, através da visualização dos detalhes apresentados na interface, tais como o nome e número da OP, foto do produto envolvido e respetiva matéria-prima (Figura 3b).



Figura 3 - Interfaces da ExatronicApp para visualização (a) de OP e (b) respetivos detalhes (dados da interface manipulados para anonimizar produtos)

Após seleção da OP, poderá visualizar todas as tarefas que esta agrega, tendo permissão para registar dados naquelas cuja execução estará sob a sua responsabilidade (Figura 4a). Por cada tarefa será apresentada ainda informação detalhada, evidenciando-se o exemplo das instruções de execução, quer em termos de explicação textual, quer em termos de representações visual (Figura 4b).

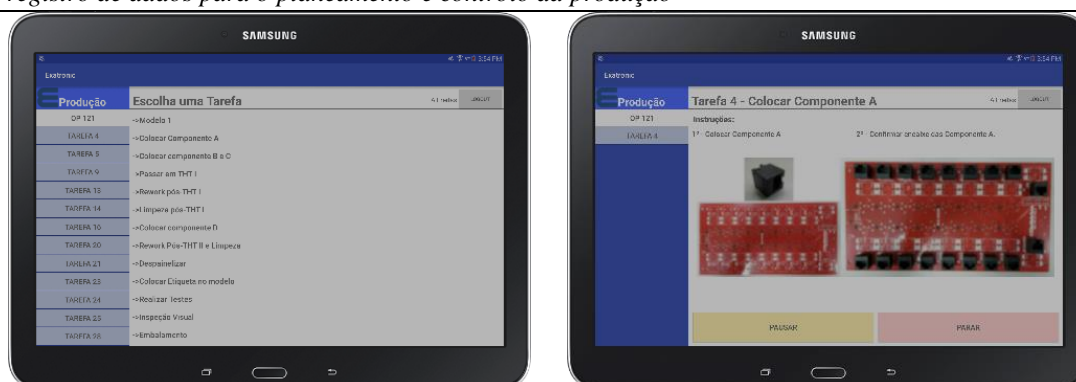


Figura 4 - Interfaces da *ExatronicApp* para visualização (a) da lista de tarefas da OP e (b) dos detalhes da tarefa selecionada (dados da interface manipulados para anonimizar produtos)

Por forma a facilitar a tarefa de introdução de dados pelo utilizador, alguns registos serão efetuados através de um simples *click*, como por exemplo, a data/hora de início da tarefa, que pode ser registada com um *click* na opção “Começar”. Durante todo o tempo de execução da tarefa, o utilizador pode parar a contagem do tempo da mesma, acionando a opção “Pausar” e, posteriormente, retomar a contagem do tempo da tarefa, acionando a opção “Retomar”. Após término da tarefa, necessita de acionar a opção “Parar”, sendo com base nesta ação que o sistema termina a contagem do tempo da tarefa, apresentando de seguida a interface para o registo de dados adicionais (figura 5).



Figura 5 - Interfaces da *ExatronicApp* exemplificando o registo de alguns dados (dados da interface manipulados para anonimizar produtos)

Nesta interface o utilizador deverá introduzir um conjunto de dados, tais como o número de anomalias e as causas associadas às eventuais anomalias, selecionando a opção que melhor a categoriza. Os dados, nesta fase, e uma vez que a aplicação está em fase de protótipo, ficam guardados em formato digital, com possibilidade de serem exportados para outras ferramentas de análise de dados. De referir ainda que a aplicação está preparada para acessos simultâneos e gestão de conflitos, sendo que, no caso de o utilizador efetuar o *logout* antes de gravar os dados, os mesmos serão mantidos numa sessão, e reconhecidos após respetivo *login*.

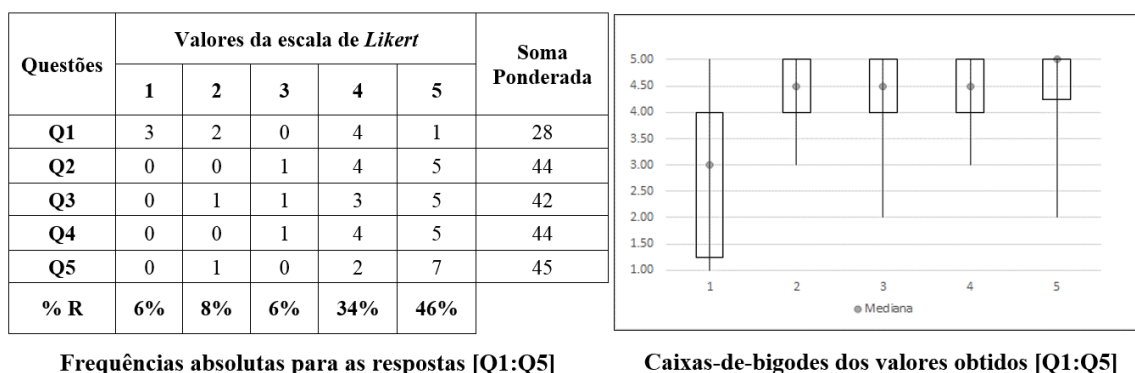
2.3. Avaliação em termos de Impacto Funcional e Operacional

Por forma a avaliar o impacto funcional e operacional da *ExatronicApp*, foi conduzido um estudo junto aos potenciais utilizadores, através da aplicação de um questionário de opinião, cujas respostas foram dadas numa escala de nível hierárquico (escala *Likert*) com cinco pontos de avaliação. Com base neste estudo, e na categoria de impacto funcional, obteve-se a opinião dos utilizadores para avaliar a sua perceção, em termos de facilidade da aprendizagem de utilização, facilidade de utilização e aceitação da nova solução, tendo como base a experiência com a *ExatronicApp* (tabela 1). Estiveram envolvidos neste estudo 10 colaboradores, com idades compreendidas entre os 19 e os 47 anos.

De entre as várias questões abordadas no questionário a tabela 1 resume as mais relevantes para o presente estudo, bem como a categoria que se pretendia avaliar com cada uma dessas.

Questões com resposta numa escala de Likert de 5 pontos		Categoria a avaliar
Q1	Necessita de formação para trabalhar com sistemas <i>Android</i> ?	Facilidade em aprender a utilizar
Q2	Tem facilidade em trabalhar com a <i>ExatronicApp</i> ?	Facilidade em utilizar
Q3	A recolha de dados usando a <i>ExatronicApp</i> é mais rápida do que pelo sistema atual?	Utilidade percebida
Q4	Tem facilidade em identificar a tarefa a realizar usando a <i>ExatronicApp</i> ?	Facilidade em utilizar
Q4	No futuro aceitaria recolher os dados usando unicamente a <i>ExatronicApp</i> ?	Aceitação da tecnologia

Tabela 1 – Questões [Q1:Q5] do questionário e respetiva categoria a avaliar



Frequências absolutas para as respostas [Q1:Q5]

Tabela 2 – Resultado das respostas às Questões [Q1:Q5] do questionário de opinião

Como se pode observar pelos resultados apresentados na tabela 2 (através da frequência absoluta das respostas e respetivas medidas de localização e dispersão representadas através de caixa-de-bigodes), de uma forma geral, os colaboradores admitiram ter facilidade em aprender a utilizar a *ExatronicApp*, verificando-se um comportamento idêntico nas respostas das questões (Q2 e Q4) que avaliam a categoria “Facilidade em utilizar”.

Relativamente à facilidade em aprender a utilizar a aplicação sem qualquer ajuda, aquando do primeiro contacto com o sistema (Q1), esta questão foi a que obteve uma pontuação mais baixa, com uma mediana de 3.0, concluindo-se que a formação neste contexto é fundamental.

Em termos da utilidade percebida relativamente à utilização da nova aplicação, verifica-se igualmente uma atitude muito positiva, com 50% dos respondentes a pontuar a questão que avalia a categoria “Utilidade percebida” (Q2) com o valor máximo de ‘5’, e 30% dos respondentes a avaliar com o valor de ‘4’. Conclui-se assim que, de uma forma geral, os respondentes admitiram que a nova solução poderá contribuir para melhorar as suas atividades do dia-a-dia em termos de registo de dados.

Por último, relativamente à aceitação da tecnologia e predisposição dos colaboradores para utilizar uma solução deste tipo no futuro, em detrimento da solução atualmente existente, esta questão (Q5) foi a que obteve a pontuação máxima, com 70% dos respondentes a assinalar o valor máximo da escala e 20% a responder no valor de ‘4’, apresentando uma mediana de 5.0. Estes resultados confirmam a vontade que os colaboradores têm em mudar a forma como registram os dados, validando o registo via aplicação móvel.

Pode-se concluir que a nova solução de registo de dados, concretizada através da *ExatronicApp* foi bem aceite pelos potenciais utilizadores, que mostraram uma atitude positiva relativamente à futura utilização. Os utilizadores revelaram ainda tratar-se de uma ferramenta de fácil utilização e útil no contexto das OP que executam. Dado que a forma de registo é completamente diferente daquele que habitualmente costumam usar, os utilizadores demonstraram a necessidade de uma formação inicial.

3. CONCLUSÃO

A aplicação descrita no presente artigo, designada *ExatronicApp*, teve como base um problema real ocorrido no contexto dos fluxos de informação no âmbito de uma empresa Portuguesa, com repercussões no planeamento e controlo da produção. Trata-se de uma aplicação móvel que dá resposta a um conjunto de requisitos atualmente inexistentes na empresa, garantindo o registo imediato de dados, através de mecanismos simples e intuitivos, por forma a potenciar a utilização fiável de informação por parte dos decisores e gestores operacionais no momento da decisão.

Para além de desenvolvida, a aplicação foi também testada, tendo-se obtido resultados promissores. Com a sua utilização, não só se promove o registo integral de todos os dados gerados pelas atividades diárias das operações e que são necessários para o planeamento e controlo da produção, como também se promove eficientemente a integração dos fluxos de informação entre o chão-de-fábrica e as estruturas de gestão, através da integração com as bases de dados e o sistema ERP atualmente existente na empresa.

Em termos de limitações e trabalho futuro, considerando a utilização da *ExatronicApp* a longo prazo, será necessário agilizar a análise da quantidade de informação recolhida. Sugere-se assim, a integração de outras funcionalidades no sistema de recolha de dados, tais como: (i) envio de mensagens de alarme aquando eventuais anomalias na produção; (ii) ligação às máquinas existentes para monitorização automática das

mesmas; (iii) cálculo de índices de produtividade automático; e (iv) *login* com recurso a um sistema biométrico ou cartão magnético. Desta forma não só se potencia a aplicação da solução para apoio ao departamento da produção, como também na gestão dos recursos humanos e na gestão da qualidade.

4. AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho deixam os seus agradecimentos à empresa onde decorreu o estudo, particularmente a todos os colaboradores que direta e indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho.

This work was supported by Portuguese funds through the CIDMA - Centre for Research and Development in Mathematics and Applications, and the Portuguese Foundation for Science and Technology, within project UID/MAT/04106/2013 and by National Funds through FCT - Foundation for Science and Technology, in the context of the project PEst-OE/EEI/UI0127/2014.

5. REFERÊNCIAS

- AD. (2015). Android N Developer Preview. Retrieved May 10, 2016, from <http://developer.android.com/about/dashboards/index.html>
- Cecelja, F. (2002). *Manufacturing Information and Data Systems*. Manufacturing Information and Data Systems. Elsevier. <http://doi.org/10.1016/B978-185718031-2/50004-9>
- Homann, M., Banova, V., Wittges, H., & Krcmar, H. (2014). Towards an End-User Development Tool for Mobile ERP Applications. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, 8, 187–202. http://doi.org/10.1007/978-3-319-07055-1_16
- Homann, M., Wittges, H., & Krcmar, H. (2013). Towards User Interface Patterns for ERP Applications on Smartphones. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 157, 14–25. http://doi.org/10.1007/978-3-642-38366-3_2
- IDC. (2015). Smartphone OS Market Share, 2015 Q2. Retrieved May 8, 2016, from <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>
- Jung, C. (2011). *Humanitarian Operations Mobile Acquisition of Data*. Retrieved from <http://humanitarian-nomad.org/wp-content/uploads/2013/03/NOMAD-MDC-Research.pdf>
- Kakouris, A. P., & Polychronopoulos, G. (2013). Enterprise Resource Planning (ERP) System: An Effective Tool for Production Management. *Management Research News*, 28(6), 66 – 78.
- Schuh, G., Pitsch, M., & Salmen, M. (2015). Holistic Development of Mobile Applications to Support Manufacturing Processes. *International Journal of Future Computer and Communication*, 4(4), 242–245. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.7763/IJFCC.2015.V4.393>
- Tai, Y.-T., Huang, C.-H., & Chuang, S.-C. (2016). The construction of a mobile business application system for ERP. *Kybernetes*, 45(1), 141–157.