



Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à gestão de armazéns no sistema de informação RPS

RUI ANTÓNIO MENDES MAIA

setembro de 2020

PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE APOIO À GESTÃO DE ARMAZÉNS NO SISTEMA DE INFORMAÇÃO RPS

Rui António Mendes Maia

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE APOIO À GESTÃO DE ARMAZÉNS NO SISTEMA DE INFORMAÇÃO RPS

Rui António Mendes Maia

Estudante n.º 1160267

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente à Sqédio, a oportunidade concedida para a realização da presente dissertação.

A toda a equipa do departamento do RPS, especialmente à Eng.ª Marta Gonçalves e ao Eng.º Daniel Triães, pela disponibilidade e capacidade de trabalho em equipa.

Aos docentes do Instituto Superior de Engenharia do Porto, que contribuíram para a realização deste projeto, em especial ao Professor Doutor Luís Pinto Ferreira, pela motivação e disponibilidade ao longo de todas as fases do projeto.

Aos colegas de turma, uma palavra de gratificação pelo companheirismo, amizade e apoio ao longo destes 5 anos.

À minha namorada, Ana Macedo, pela motivação e apoio incondicional demonstrado.

À minha família, especialmente ao meu pai, pela confiança depositada e figura de exemplo que representa na minha vida.

página propositadamente em branco

RESUMO

A melhoria contínua dos processos das organizações, representa uma execução mais eficiente e consequente maior competitividade no mercado. Em empresas prestadoras de serviços tecnológicos, a monitorização e melhoria dos processos é essencial, para manter o serviço mais eficiente e competitivo no mercado atual. Através desta estratégia, é possível garantir melhor desempenho operacional dos clientes, criando assim, uma estratégia *win-win*, em troca da fidelização e confiança do cliente no serviço prestado.

Com o aparecimento de dispositivos *mobile*, os processos de negócio, foram integrando novas oportunidades da sua introdução nas mais variadas áreas, cujo resultado operacional é superior, pelas suas características de mobilidade e familiaridade com os dispositivos, conferidas pela utilização deste tipo de tecnologia.

Neste projeto, foi investigado a matéria relativa aos sistemas ERP, gestão de armazém, sistemas de gestão de armazém, a importância das ferramentas móveis, tipos de aplicações e os sistemas de identificação e recolha de dados automáticos. Após a análise das limitações, pretendeu-se melhorar a execução dos processos relacionados com a gestão de informação de armazém, bem como, tirar proveito da utilização dos dispositivos móveis como os *smartphones*, para desenvolver uma ferramenta móvel, capaz de resolver os problemas relacionados com a falta de mobilidade dos sistemas de gestão de armazém e minimizar a complexidade exigida das transações a realizar pelos utilizadores no sistema de informação RPS.

Foram identificados os requisitos necessários para o desempenho das funcionalidades pretendidas e desenvolvido o protótipo da ferramenta. Posteriormente, foram descritos os resultados esperados da solução proposta. Deste projeto, resultou uma proposta de uma ferramenta móvel, como uma extensão ao posto ERP, com as funcionalidades essenciais de apoio à gestão de armazém, para qualquer tipo de dispositivo móvel. Esta aplicação combina as principais funcionalidades do módulo de armazém presentes no sistema de informação RPS e dos dispositivos móveis, numa única solução, de forma a agilizar e a flexibilizar o processo de registo e consulta de informações de armazém.

PALAVRAS-CHAVE

ERP, Gestão de Armazém, Sistema de gestão de armazém, Mobilidade, Melhoria de processo

página propositadamente em branco

ABSTRACT

The continuous improvement of the organizations processes, represents a more efficient execution and consequent greater competitiveness in the market. In companies providing technological services, the monitoring and improvement of processes is essential to maintain the most efficient and competitive service in the current market. Through this strategy, it is possible to guarantee better operational performance of customers, thus creating a win-win strategy, in exchange for customer loyalty and trust in the service provided.

With the appearance of mobile devices, the business processes have been integrating new opportunities for their introduction in the most varied areas, whose operational results are superior, due to their mobility characteristics and familiarity with the devices, conferred by the use of this type of technology.

In this project, the matter related to ERP systems, warehouse management, warehouse management systems, the importance of mobile tools, types of applications and automatic identification and data collection systems were investigated. After analyzing the limitations, it was intended to improve the execution of the processes related to the management of warehouse information, as well as, to take advantage of the use of mobile devices such as smartphones, to develop a mobile tool, capable of solving problems related to the lack of mobility of warehouse management systems and minimizing the complexity required for transactions to be carried out by users in the RPS information system.

The necessary requirements for the performance of the intended functionalities were identified and the prototype of the tool was developed. Subsequently, the expected results of the proposed solution were described. This project resulted in a proposal for a mobile tool, as an extension to the ERP station, with essential functionalities to support warehouse management, for any type of mobile device. This application combines the main features of the warehouse module present in the RPS information system and mobile devices, in a single solution, in order to streamline and flexibilize the process of registering and consulting warehouse information.

KEYWORDS

ERP, Warehouse Management, Warehouse Management System, Mobility, Process Improvement

página propositadamente em branco

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE DE FIGURAS	13
ÍNDICE DE TABELAS	15
LISTA DE SIGLAS.....	17
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Motivação pessoal.....	1
1.2. Enquadramento e pertinência	1
1.3. Questão e objetivos de investigação.....	3
1.4. Opções metodológicas	4
1.5. Apresentação da empresa.....	5
1.6. Estrutura do trabalho	5
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	7
2.1. <i>Enterprise Resource Planning</i> (ERP)	7
2.1.1. Definição	7
2.1.2. Evolução histórica dos sistemas ERP.....	8
2.1.3. Benefícios dos sistemas ERP	8
2.1.4. Fatores críticos de sucesso.....	9
2.1.5. Módulos e funcionalidades dos sistemas ERP	10
2.2. Gestão de armazém	11
2.2.1. Definição de armazém	12
2.2.2. Tipos de armazém	12
2.2.3. Custos de armazenamento	14
2.3. <i>Warehouse Management System</i>	15
2.3.1. Tipos de WMS	15
2.3.2. Benefícios da utilização de WMS	16
2.4. Importância de ferramentas móveis de suporte ao ERP.....	16
2.5. Tipos de Aplicações	16
2.6. Sistemas de identificação e recolha de dados automáticos	17
2.6.1. Sistemas RFID	17
2.6.1.1. Definição.....	18
2.6.1.2. Princípio de funcionamento	18
2.6.1.3. Benefícios dos sistemas RFID	19
2.6.1.4. Limitações dos sistemas RFID.....	19
2.6.2. Sistemas de código QR.....	20

2.6.2.1.	Definição.....	20
2.6.2.2.	Benefícios e limitações dos sistemas de código QR.....	20
3.	CASO DE ESTUDO	23
3.1.	Apresentação do software RPS	23
3.1.1.	Caracterização do módulo de armazém	24
3.1.1.1.	Mapeamento do processo atual	25
3.2.	Descrição e fundamentação do problema	28
3.3.	Análise do problema.....	28
4.	APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO	31
4.1.	Proposta de solução	31
4.2.	Opções tecnológicas.....	31
4.3.	Requisitos funcionais.....	32
4.4.	Requisitos não funcionais.....	34
4.5.	Conceção da Ferramenta	35
4.5.1.	Arquitetura de funcionamento da ferramenta.....	35
4.5.2.	Interface com o utilizador	41
5.	RESULTADOS ESPERADOS	51
5.1.	Impacto da ferramenta	51
5.1.1.	Na empresa	51
5.1.2.	No cliente	51
5.1.3.	Análise SWOT	52
5.2.	Discussão dos resultados.....	53
6.	CONCLUSÃO	55
6.1.	Considerações finais.....	56
6.2.	Limitações e investigação futura.....	57
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1- Ciclo básico da metodologia Investigação-ação, adaptação de (Müller & Hagner, 2002).</i>	4
Figura 2- Logótipo da empresa.....	5
Figura 3- História da evolução do ERP, retirado de (Rajesh, 2011).....	8
Figura 4- Módulos que integram um sistema ERP, adaptação de (Rajesh, 2011)	11
Figura 5- Operações básicas de armazenagem, adaptação de Rodrigues et al. (2014).....	13
<i>Figura 6- Fluxo de informação e materiais em processos de armazenagem, adaptação de (J. C. Chen et al., 2013)</i>	14
Figura 7- Distribuição típica dos custos operacionais em armazém, adaptação de (Frazelle, 2002)	15
<i>Figura 8- Princípio de funcionamento de sistemas RFID, adaptação de (Kaur et al., 2011)</i>	19
Figura 9- Exemplo de código QR	20
Figura 10- Módulos e funcionalidades que integram o sistema de informação RPS, retirado de (Ibermática, 2019).....	23
Figura 11- Fluxograma de processo atual	26
Figura 12- Interface do módulo de armazém do software RPS	27
Figura 13- Layout de introdução de dados no módulo de armazém RPS	27
Figura 14- Diagrama de Ishikawa do registo de informações de gestão de armazém no sistema RPS	29
Figura 15- Diagrama de interação entre funcionalidades por níveis	32
Figura 16- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Login"	35
Figura 17- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Registar receção"	36
Figura 18- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Gerir conjunto"	37
Figura 19- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Movimentar"	38
Figura 20- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Registar expedição"	39
Figura 21- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Procurar"	40
Figura 22- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Histórico".....	41
Figura 23- Proposta de interface de funcionamento da funcionalidade "Login"	42
Figura 24- Proposta de interface de registo por captura automática da funcionalidade "Registar receção"	42
Figura 25- Proposta de interface de associação de encomenda automática da funcionalidade "Registar receção"	43
Figura 26- Proposta de interface de registo de receção manual da funcionalidade "Registar receção"	43
Figura 27- Proposta de interface da funcionalidade "Criar conjunto".....	44
Figura 28- Proposta de interface de confirmação de leitura da funcionalidade "Criar conjunto" ..	44
Figura 29- Proposta de interface da funcionalidade "Adicionar a conjunto"	45
Figura 30- Proposta de interface da funcionalidade "Remover de conjunto"	45
Figura 31- Proposta de interface da funcionalidade "Eliminar conjunto"	46
Figura 32- Proposta de interface da funcionalidade "Movimentar".....	46
Figura 33- Proposta de interface da funcionalidade "Registo de expedição"	47
Figura 34- Proposta de interface da funcionalidade "Procurar".....	47
Figura 35- Proposta de interface da funcionalidade "Procurar" manualmente	48

Figura 36- Proposta de interface da funcionalidade "Histórico"	48
Figura 37- Proposta de interface da funcionalidade de "Seleção" manual	49
Figura 38- Diagrama de Ishikawa com a utilização da ferramenta	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Benefícios da utilização de sistemas ERP, adaptação de (Davenport, 1998).....	8
Tabela 2- Fatores críticos de sucesso de sistemas ERP, adaptação de (Muscatello & Chen, 2008)	10
Tabela 3- Requisitos funcionais da aplicação RPS mobile.....	33
Tabela 4- Requisitos não funcionais da aplicação RPS mobile.....	34
Tabela 5- Análise SWOT da solução desenvolvida	53
Tabela 6- Resultados esperados da utilização da ferramenta proposta.....	53
Tabela 7- Síntese de conclusões.....	55

página propositadamente em branco

LISTA DE SIGLAS

Lista de Siglas

ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
RPS	<i>Resource Planning Software</i>
FCS	Fatores Críticos de Sucesso
MRP	<i>Materials Requirement Planning</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SRM	<i>Supplier Relationship Management</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
PA	Produto Acabado
WMS	<i>Warehouse Management System</i>
SLA	<i>Service Level Agreement</i>
RFID	<i>Radio-frequency identification</i>
AIDC	<i>Automatic Identification data capture</i>
BPM	<i>Business Process Management</i>
BI	<i>Business intelligence</i>
HTML5	<i>Hypertext Markup Language, versão 5</i>
FIFO	<i>First in First out</i>
SO	Sistema operativo
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>
NFC	<i>Near Field Communication</i>

página propositadamente em branco

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, está descrita a motivação pessoal que deu origem à elaboração deste projeto. É efetuada a apresentação da empresa e é feito um breve enquadramento da matéria alvo de estudo que foi desenvolvida. Posteriormente, são apresentados os objetivos gerais e particulares da presente dissertação.

O tema a ser desenvolvido, partiu da Sqédio, empresa onde foi elaborado o projeto, ter identificado, por parte dos utilizadores, vários registos de limitações relacionados com o módulo de armazém do *Enterprise Resource Planning* (ERP) que comercializa.

O projeto, consiste em propor o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à gestão de armazém, como extensão ao ERP *Resource Planning Software* (RPS), de forma a solucionar as limitações identificadas pelos utilizadores, proporcionando maior precisão dos dados recolhidos e maior eficiência das transações efetuadas em armazém.

1.1. Motivação pessoal

Licenciado em Engenharia e Gestão Industrial, o desenvolvimento deste projeto surgiu como complemento ao mestrado na mesma área e em contexto empresarial, tendo como principal objetivo, fazer corresponder o projeto realizado, com uma necessidade identificada ou um desafio proposto pela empresa.

O tema a ser desenvolvido, foi proposto pela equipa responsável por monitorizar e implementar o sistema de gestão integrado RPS, depois da análise do número de registos de limitações por parte dos utilizadores no módulo de armazém, mais concretamente nas tarefas de registo e consulta de informação.

1.2. Enquadramento e pertinência

Ao longo da última década, tem havido várias definições do que é concretamente um ERP por diferentes autores. Abaixo estão algumas das suas definições:

1. De acordo com Liu & Seddon (2009), um ERP “é um *software* de análise e planeamento de negócios de uma organização, através de módulos distintos para compras, armazenagem, gestão e interpretação de dados, de várias atividades de negócio, incluindo o planeamento da produção, planeamento da *Supply Chain*, análise de custos, produção, serviços, *marketing* e vendas, gestão de *stocks* e outros processos de negócio” (Liu & Seddon, 2009).
2. Um sistema ERP, pode ser considerado como “um *software* desenhado com o objetivo de ajudar as organizações na gestão de processos ou componentes do seu negócio” (Goyette et al., 2015).
3. Um ERP, é um sistema de informação altamente integrado, para gerir todos os parâmetros do negócio de uma empresa (especialmente dados transacionais), incluindo produção, compras, engenharia, vendas, logística, contabilidade, serviço ao consumidor, etc. (M. Chen et al., 2009).

Com o processo de globalização, a competitividade nacional e internacional, provocou uma mudança significativa do mercado (Hilleofth, 2010). Desta forma, para assegurar o seu sucesso, as organizações devem ser capazes de definir a sua cadeia de valor, para reagirem mais rapidamente à procura do mercado (Su & Yang, 2010). Uma empresa com uma boa gestão da cadeia de valor, deve partilhar informação constante e ativamente, contribuindo para a disponibilidade do fornecimento, flexibilidade e agilidade de resposta ao seu mercado (Motiwalla & Thompson, 2012).

Com início no final dos anos 80 e início dos anos 90, as empresas começaram a perceber o potencial acrescido da utilização dos sistemas ERP. Investigadores afirmam, que os sistemas ERP são uma das principais chaves para o ganho de uma vantagem competitiva no mercado e otimizar a cadeia de valor, onde a organização está inserida (Gunasekaran, Lai, & Chen, 2008).

O uso de sistemas ERP, são um dos requisitos para as organizações que procuram ser rápidas e eficientes na resposta ao mercado (Hilleofth, 2010). Para Mabert et al. (2001), a vantagem competitiva que as organizações poderão obter com um sistema ERP bem desenvolvido, é alcançado por diferentes meios, através da redução do tempo de ciclo, mais eficiência nas transações, através da integração de todos os departamentos da empresa, interligando-a através da partilha de informação em tempo real. De acordo com Andrew et al. (2000), um sistema ERP pode ser visto como a “espinha” da organização, capaz de responder mais rapidamente aos “estímulos”, como fornecedores e clientes.

Embora a utilização dos sistemas ERP corresponda a vantagens e introdução de melhorias, de forma a tornar as organizações mais competitivas, existem problemas que afetam negativamente a precisão e o rigor dos processos de gestão de inventário. DeHoratius, N., & Raman, A. (2008), realizaram um estudo, onde verificaram, com base em 37 lojas de um retalhista de grande dimensão, apenas 35% correspondia com o stock físico nas lojas. Os restantes 65% apresentavam falhas relacionadas com diversos fatores como, roubos de clientes, roubos de empregados, erros de reposição, erros de registo de informação e mercadoria danificada não registada.

Na cadeia de abastecimento, as funções de armazenagem são de grande criticidade uma vez a que atua como uma ponte entre os fornecedores e clientes. Segundo Ramaa et al. (2012), com o ambiente competitivo do mercado atual, as organizações são forçadas a melhorar continuamente as suas operações de armazenagem. Muitas empresas, têm personalizado a sua proposta de valor, para aumentar o nível de serviço ao cliente, o que levou a grandes mudanças no papel dos armazéns na cadeia de abastecimento.

De acordo com Hwang, H. S., & Cho, G. S. (2006), a armazenagem, corresponde entre 2 e 5% do custo das vendas de uma empresa. Com o crescimento global da competitividade, as organizações dão cada vez mais importância aos custos de armazenamento, com o objetivo de minimizar custos de inventário e de imobilizado. Muitas empresas estão a automatizar os processos de armazenamento básicos, para aumentar a eficiência dos processos, com o objetivo de se manterem competitivas no mercado.

Atualmente, um *Warehouse Management System (WMS)*, é gerido normalmente manualmente, através da tecnologia de código de barras ou através de outras formas de gestão desenvolvida internamente (Hao & Zhao, 2015). No entanto, os códigos de barras são fáceis de copiar, sujam-se e humedecem facilmente, complicando as tarefas de leitura. Os documentos manuais são muito

suscetíveis a erros de registo e perda de informação, pelo que, também apresentam inúmeras desvantagens.

Uma alternativa à tecnologia de código de barras, são as tecnologias de *Radio Frequency Identification* (RFID) ou códigos *Quick Response* (QR), que, para além de maior capacidade de armazenar informação, utilizam uma área de etiqueta fixa e são mais facilmente captados pelos leitores (Lotlikar et al., 2013).

Os dispositivos móveis têm sido cada vez mais utilizados, nas mais variadas funções. Dispositivos como PDA's (*Personal Digital Assistants*), *tablets* e *smartphones*, têm vindo a substituir outro tipo de tecnologias, pela sua capacidade de mobilidade. A crescente utilização deste tipo de dispositivos deve-se ao facto de permitir a análise e registo de informações em tempo real, auxiliando o utilizador na tomada de decisões e execução de tarefas (Hsieh, 2007).

A empresa onde foi desenvolvido o presente projeto, decidiu, após vários registos de limitações por parte dos utilizadores do sistema, intervir nos processos relativos à gestão de armazém.

1.3. Questão e objetivos de investigação

Com o aumento da competitividade de soluções informáticas e de sistemas, o departamento responsável pela implementação e suporte do RPS, analisou as sugestões e pedidos de melhoria dos clientes, de forma a melhorar o nível de serviço prestado, bem como a experiência de uso do *software* aos seus utilizadores. O desenvolvimento de funcionalidades mais flexíveis, revelam um melhor desempenho competitivo, bem como, um papel fundamental do ponto de vista comercial, que pode fazer a diferença, na hora da seleção de um ERP para uma organização.

O objetivo deste projeto é apresentar uma proposta de desenvolvimento, de uma ferramenta móvel de gestão de armazém, integrada com o sistema de informação RPS, através de soluções tecnológicas que minimizem erros de introdução de dados no sistema, de forma a garantir mais precisão dos dados e um acompanhamento de materiais em tempo real mais eficiente.

Para a concretização deste objetivo, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. Estudo do estado da arte

- Conceito e importância dos sistemas ERP;
- Conceito de armazém e importância da gestão de armazém;
- Pesquisa e definição de tecnologias de identificação e captura de dados automática;
- Importância das ferramentas móveis de suporte a sistemas ERP;

2. Análise do processo atual

- Análise dos processos de gestão de armazém executados no *software* RPS;
- Análise das limitações identificadas pelos utilizadores.

3. Proposta da solução

- Escolha do tipo de desenvolvimento e das tecnologias a utilizar;

- Descrição dos requisitos necessários.
4. Desenvolvimento do protótipo
 - Arquitetura da solução;
 - Desenvolvimento do protótipo proposto;
 5. Teste de funcionamento
 - Identificação de limitações e melhorias.

Como resultados esperados deste projeto, pretende-se atingir o objetivo definidos tendo como ponto de partida a seguinte pergunta de investigação:

- De que forma, se pode melhorar a eficiência e a precisão da informação recolhida das tarefas relacionadas com a gestão de armazém no sistema de informação RPS?

1.4. Opções metodológicas

A metodologia de investigação, tem como principal objetivo, servir de suporte ao desenvolvimento do projeto de investigação desde o início em que é definido o tema, até às conclusões retiradas da elaboração do projeto.

No âmbito da presente dissertação, a metodologia aplicada foi a metodologia investigação-ação, cujo princípio assenta na necessidade de solucionar problemas através da transformação de uma dada realidade e conseqüente desenvolvimento de conhecimento (Coutinho et al., 2009).

A investigação-ação, pode ser descrita como uma metodologia que inclui uma investigação e um plano de ação ou mudança, utilizando um processo cíclico e contínuo de melhoria, com o objetivo de aperfeiçoar o método através de uma reflexão crítica dos resultados da experiência do ciclo anterior (Dick, 1999). A figura 1, representa graficamente o ciclo da metodologia aplicada.

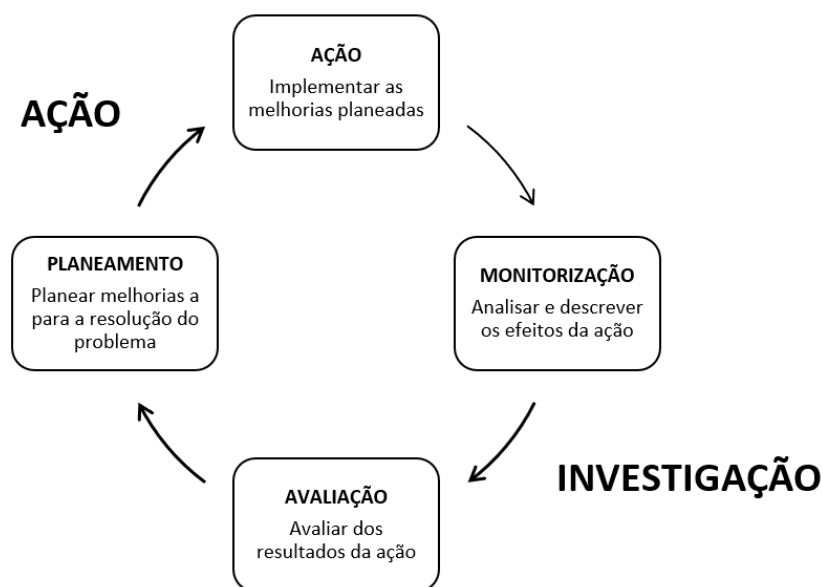


Figura 1- Ciclo básico da metodologia Investigação-ação, adaptação de (Müller & Hagner, 2002)

A abordagem desta metodologia começa pela identificação do problema, planejar a solução, monitorizar e avaliar o seu resultado, assim como um tratamento médico segue o seguinte ciclo: monitorização dos sintomas; diagnóstico da doença; prescrição de remédio; tratamento; monitorização e avaliação dos resultados (Müller & Hagner, 2002).

Os princípios do ciclo da metodologia investigação-ação, são comuns à teoria do *Toyota Production System* (TPS), através da metodologia de melhoria PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), com a finalidade de desenvolver melhorias constantes para a resolução de problemas (Fernandes et al., 2013).

Numa primeira fase, foi feita uma fundamentação teórica através de livros e artigos científicos, acerca do conceito ERP, das operações de armazenagem, dos sistemas de gestão de armazém de forma a perceber o estado da arte e contextualizar o problema em análise.

Posteriormente, foi analisado o problema, onde foram diagnosticadas as causas e identificados vários problemas relacionados com limitações registadas pelos utilizadores. Seguidamente, foi desenvolvida uma proposta de solução de forma a responder aos requisitos necessários para a resolução dos problemas identificados.

Neste projeto, não foi possível concluir quantitativamente o impacto da ferramenta, por tanto, os resultados foram avaliados de forma qualitativa. Este tipo de abordagem, assume grande relevância na área de sistemas de informação, uma vez que concentra a sua compreensão nos utilizadores e processos em que estes estão inseridos (Myers, 1999).

1.5. Apresentação da empresa



Figura 2- Logótipo da empresa

A Sqédio (figura 2), é uma empresa que pertence ao grupo *Ibermática* e fornece soluções tecnológicas integradas, na área da Engenharia e Indústria desde 1995. É representante oficial de *softwares* da empresa *Dassault Systèmes* em Portugal.

Com sede e escritório em Oeiras e Vila Nova de Gaia, a Sqédio, dispõe também de suporte permanente em Leiria, Aveiro e Paços de Ferreira. A empresa conta com serviços de implementação, suporte técnico pós-venda e serviços de consultadoria. É o distribuidor líder do *software SolidWorks* em Portugal, do ERP- *Resources Planing Software* (RPS) e do *Manufacturing Execution System* (MES) OLANET.

1.6. Estrutura do trabalho

O documento encontra-se estruturado em 6 capítulos distintos. No primeiro é realizada uma introdução ao tema com a motivação pessoal, enquadramento, questão, os objetivos da investigação e é feita uma breve apresentação da empresa onde foi desenvolvido o projeto.

O segundo capítulo, contém toda a fundamentação teórica, onde é feita abordagem ao desenvolvimento e importância dos sistemas ERP, a gestão de armazém, bem como os sistemas de gestão de armazém. É feita abordagem à importância da utilização de ferramentas móveis, os tipos de aplicações existentes e os sistemas de identificação e recolha de dados automáticos.

No terceiro capítulo é apresentado o *software* RPS e é feita a descrição e respetiva análise do problema em análise.

No quarto capítulo, é apresentada a proposta de solução para o problema identificado, são justificados as opções tecnológicas utilizadas e os requisitos da solução. Este capítulo contém a conceção da ferramenta, onde é descrita a arquitetura desenvolvida e a interface com o utilizador da solução proposta.

O quinto capítulo, diz respeito à apresentação dos resultados esperados, onde é descrito o impacto da ferramenta de forma qualitativa, na empresa e no cliente, bem como, a discussão dos resultados.

Por fim, o sexto capítulo, apresenta as conclusões do projeto desenvolvido. Este capítulo, também contém as limitações identificadas da solução proposta, bem como, a perspetiva de trabalhos futuros em relação ao tema desenvolvido.

No final, são apresentadas as referências bibliográficas consultadas ao longo do desenvolvimento deste projeto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo, contém a literatura, que serviu de fundamento teórico para desenvolvimento da solução do problema identificado, com o objetivo de permitir ao leitor, contextualizar o problema e fundamentar as decisões tomadas na concepção da solução do caso em estudo deste projeto.

2.1. *Enterprise Resource Planning (ERP)*

Ince et al. (2013) realizaram um estudo em empresas turcas, em relação ao impacto do desempenho de sistemas *Enterprise Resource Planning (ERP)* e Gestão de Cadeias de Fornecimento (SCM), com o objetivo de investigar a relação entre a gestão de SCM, os sistemas ERP, o desempenho das empresas e as vantagens competitivas da sua utilização. Os resultados deste estudo mostraram que, a prática de SCM tem um impacto positivo do ponto de vista competitivo, e que, o uso de ERP's não tem qualquer efeito na vantagem competitiva, mas sim, um impacto positivo no desempenho da organização. Os autores, concluíram também, que a vantagem competitiva não tem uma relação direta com o desempenho de uma organização.

Através de um estudo do impacto dos ERP's e do desempenho das organizações, com o objetivo de explorar os efeitos da implementação de sistemas de gestão integrados sobre o desempenho financeiro e não financeiro nas organizações, Kallunki J. et al. (2011), concluíram que o uso de sistemas ERP, resultam numa melhoria significativa do desempenho das organizações a longo prazo, e que, os tipos de gestão mais formais, ajudam a alcançar melhor os resultados de desempenho planeado.

2.1.1. Definição

Os ERP's, são sistemas de planeamento de recursos de uma organização, que auxiliam na gestão integrada dos diversos departamentos da empresa, com o intuito de centralizar toda a informação numa base de dados (Klaus et al., 2000).

Kumar & Ganesh (2011), definem ERP como um sistema complexo “de informação configurável que integra a informação entre as diferentes áreas funcionais de uma organização” (Kumar & Ganesh, 2011)

O objetivo da utilização de sistemas integrados de gestão, é o aumento da produtividade, redução de custos ao longo da cadeia de abastecimento de forma a tornar os processos de informação mais eficientes e tornar a empresa mais competitiva face à concorrência (Ribeiro, 2008).

Luís Carvalho (2010), acrescenta que a utilização de sistemas integrados de informação, surgem com o objetivo de eliminar a redundância dos processos através da automatização de processos, permitindo assim, maior consistência da informação e o desenvolvimento e gestão de um negócio em tempo real, monitorizando toda a informação de forma integrada.

2.1.2. Evolução histórica dos sistemas ERP

Os sistemas ERP, são uma evolução do *Manufacturing Requirements Planning* (MRP) II. Comercialmente, os sistemas ERP, expandiram-se através da coordenação de processos de fabrico à integração dos restantes processos das empresas (Rajesh, 2011).

Segundo Rajesh (2011), a implementação dos sistemas MRP, teve origem entre os anos 60 e 70 e tinham como principal objetivo, resolver problemas relacionados com a imputação de componentes a determinado produto. Mais tarde, surge o MRP II, que complementa o anterior MRP com processos adicionais como, previsões, vendas e planeamento de operações. Por volta dos anos 70 e 80, foram registadas necessidades de desenvolvimento de outros módulos e funcionalidades, formando-se assim o conceito de “sistema ERP”. Esta evolução dos sistemas ERP, está descrita graficamente na figura 3.

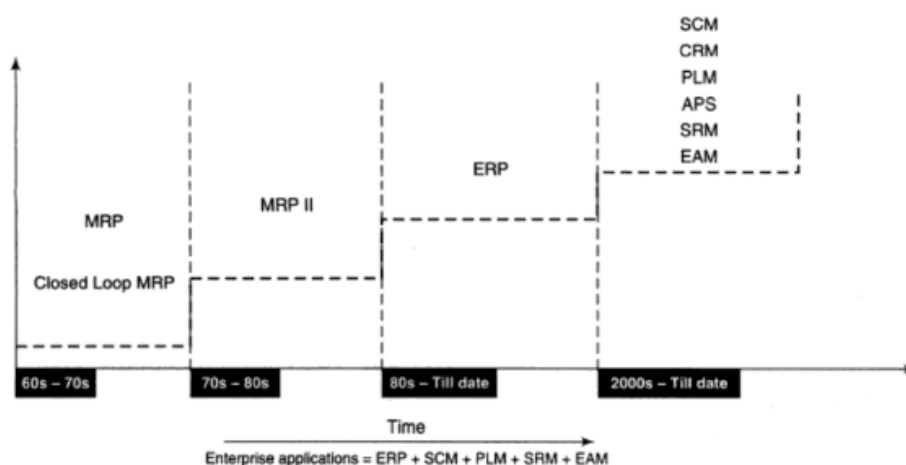


Figura 3- História da evolução do ERP, retirado de (Rajesh, 2011)

2.1.3. Benefícios dos sistemas ERP

Os sistemas ERP, oferecem muitas oportunidades de forma a tornar a informação das organizações padronizada, centralizada e mais económica. Uma das maiores vantagens é a capacidade de integrar todos os processos do negócio e fornecer informação em tempo real, que melhora a rapidez e a precisão de resposta por parte da empresa (Davenport, 1998). A tabela 1, descreve detalhadamente os benefícios do uso de sistemas ERP.

Tabela 1- Benefícios da utilização de sistemas ERP, adaptação de (Davenport, 1998)

Tipo de Benefício	Categorias do benefício
Operacional	Redução de custos
	Redução do tempo de ciclo
	Melhoria de produtividade
	Melhoria de qualidade de dados
	Melhoria de serviço ao cliente

	Melhor gestão de recursos
Administrativo	Melhor tomada de decisão
	Melhor controlo de desempenho
Estratégico	Apoia o atual e futuro plano de crescimento
	Apoia as relações de negócio
	Apoia a inovação do negócio
	Apoia a diferenciação de produto
	Apoio as relações externas
	Permite expansão a nível mundial
	Permite comércio eletrónico
Infraestrutura de tecnologia de informação	Aumenta a flexibilidade do negócio
	Reduz custos de <i>Information technology</i> (IT)
	Aumenta a capacidade das infraestruturas de IT
Organizacional	Apoia mudanças organizacionais
	Facilita e fomenta a aprendizagem dos colaboradores
	Fortalece a organização
	Fomenta a cultura de mudança
	Comportamento de mudança dos colaboradores
	Melhora a satisfação dos colaboradores

A inflexibilidade dos sistemas ERP, é apontado como uma das principais limitações do seu uso, nas organizações. As maiores dificuldades são, o tempo longo necessário para a sua implementação e o facto de esta tecnologia ser de custo elevado. O facto de ser também monitorizada por diferentes utilizadores, implica o pagamento de licenças individuais para o seu uso, resultando em custos de uso muito elevados (Azevedo et al., 2012). Outra das limitações dos sistemas ERP, é a sua rigidez de hierarquia, que podem resultar em maior dificuldade de adaptação durante a implementação (Davenport, 1998).

2.1.4. Fatores críticos de sucesso

Cerca de 90% das implementações ERP são atrasadas ou acima do orçamento e a taxa de sucesso na implementação é de cerca de 33% (Zhang et al., 2003). A taxa de sucesso de implementação é baixa, e, muitas empresas, fazem o estudo dos fatores críticos, com o objetivo de aumentar a probabilidade de sucesso. (Zhang et al., 2003). A tabela 2, mostra os principais fatores chave de sucesso da implementação de sistemas ERP.

Tabela 2- Fatores críticos de sucesso de sistemas ERP, adaptação de (Muscatello & Chen, 2008)

Fatores Críticos	Descrição
Iniciativa Estratégica	A capacidade de utilizar a informação para conduzir a organização é um dos fatores chave para a integração seja implementada com sucesso.
Compromisso entre partes	A gestão de topo é sempre sensibilizada para olhar para os aspetos técnicos e requisitos organizacionais do projeto para o sucesso na implementação. É identificado como o mais importante fator chave de sucesso.
Recursos humanos	O tema mais recorrente, é a incapacidade de as organizações terem em conta a mudança organizacional, e aspetos pessoais de trabalho da empresa.
Gestão de projeto	Um projeto de equipa deve ser flexível e deve ser capaz lidar com problemas que encontram durante o processo de implementação.
Tecnologias de informação	É o segundo maior desafio da implementação de sistemas ERP e está relacionado com questões pessoais de adequação dos sistemas aos utilizadores.
Processo de negócio	O redesenho dos processos de negócio das atividades com o objetivo de adaptar o sistema aos processos existentes de forma a torná-los mais eficientes e eliminar ou reduzir processos que não acrescentam valor.
Treino	O treino e o entendimento do processo dos utilizadores é um fator importante para a utilização eficiente do sistema.
Apoio ao projeto e comunicação	Os sistemas ERP bloqueiam processos e operações através da lógica definida no <i>software</i> . Se a organização não for capaz de reconciliar os processos no sistema com a sua necessidade.
Seleção do <i>software</i> e suporte	Um dos maiores desafios é adotar um <i>software</i> , porque não há nenhum que responda integralmente a todos os requisitos de uma organização, por isso a sua ponderação é de extrema importância.

2.1.5. Módulos e funcionalidades dos sistemas ERP

Os sistemas ERP, têm a capacidade de integrar diferentes módulos, conforme as necessidades da organização. A figura 4, mostra os módulos que podem ser integrados num sistema ERP e as respetivas funcionalidades, que os *softwares* podem desempenhar através da partilha de uma base de dados centralizada.

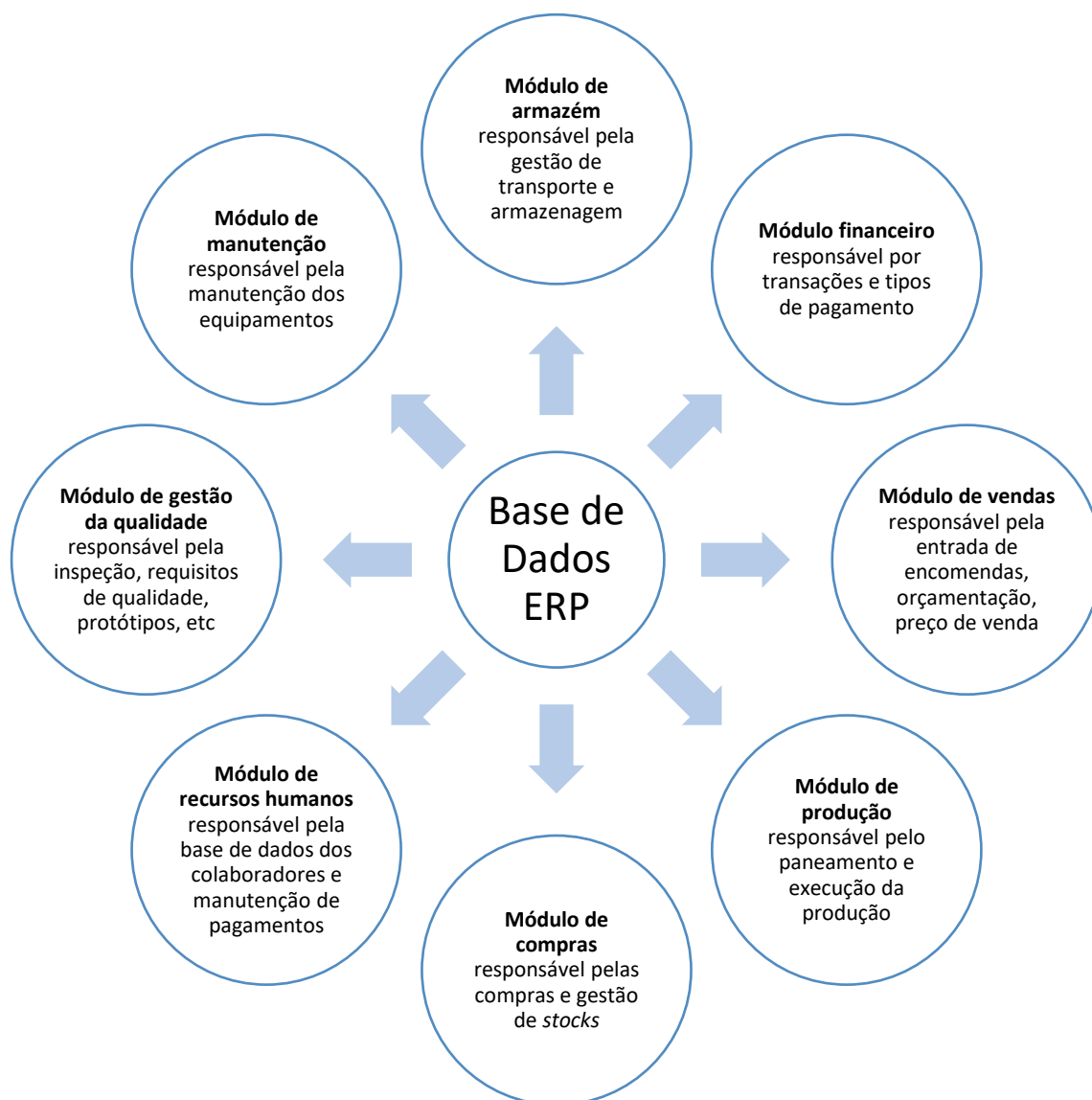


Figura 4- Módulos que integram um sistema ERP, adaptação de (Rajesh, 2011)

2.2. Gestão de armazém

Ramma et al. (2012), realizaram um estudo de impacto da implementação de um *Warehouse Management System* (WMS) na cadeia de abastecimento, com o objetivo de avaliar o nível de desempenho de armazéns com processos manuais, de forma a quantificá-los e posteriormente melhorar a produtividade através da implementação de um WMS. Os resultados deste estudo, indicam que, os efeitos das atividades de armazenagem, são refletidas essencialmente nos níveis de serviço ao cliente, tempo de processamento e custos de estrutura da empresa e que, o uso de tecnologias, tem permitido melhorar os processos internos das organizações. Nesse caso de estudo, a implementação do WMS, levou a organização a diminuir o tempo de ciclo, em cerca de 69%.

2.2.1. Definição de armazém

Os armazéns, são instalações de depósito, na cadeia de abastecimento, para reduzir custos de transporte, alcançar economias de escala de produção, compra ou reduzir o tempo de resposta ao cliente. A armazenagem, consiste num processo não produtivo, mas indispensável através da disponibilização de produtos, permitindo responder rapidamente às variações da procura (van den Berg, 1999).

A armazenagem, é considerada uma das principais operações, em que as empresas podem ganhar vantagem competitiva (Ramaa et al., 2012). Existem vários tipos de armazéns, e podem ser classificados pelo seu papel na cadeia de abastecimento como, armazéns de produção ou centros de distribuição, e o seu papel pode ser identificado como armazéns de matéria prima, *work-in-process*, produto acabado ou distribuição (Frazelle, 2002).

Os armazéns, têm enfrentado vários desafios, em relação às mudanças exigidas pela cadeia de abastecimento, que se estão a tornar cada vez mais integradas e curtas, os clientes são cada vez mais exigentes e o avanço tecnológico faz com que os armazéns utilizem *Service level agreements* (SLA's), de forma a manter a competitividade no mercado (Schneeweiss, 2009).

2.2.2. Tipos de armazém

Existem vários tipos de armazéns, que desempenham diferentes funções, dependendo do objetivo que se pretende, tais como (Frazelle, 2002):

- **Armazém de matérias-primas**- Este tipo de armazém, contém todos os materiais e componentes considerados como primários.
- **Armazém de produtos em processamento (*Work-in-process*)** - Nos processos de fabrico/ transformação, recorre-se ao armazenamento de produtos intermédios que ainda não são considerados produtos acabado (PA). Os armazéns de produtos em processamento abastecem a linha de produção em diferentes locais, dependendo da necessidade.
- **Armazém de produto acabado** - Contêm todos os produtos resultantes dos processos de fabrico que ainda não foram entregues ao cliente.
- **Centros de distribuição** - São instalações que recebem PA de várias entidades e que têm a função de armazenar, separar, agrupar e despachar para os seus clientes. Geralmente, este tipo de armazém localiza-se entre os produtores e os clientes, que favorece o fluxo de entrada e saída de materiais.

Existem vários processos de armazenagem, que são transversais à maioria das empresas que comercializam bens físicos, desde a entrada da matéria prima (MP) até à saída do produto acabado (PA). Os processos básicos da armazenagem e o seu fluxo estão descritos na figura 5.

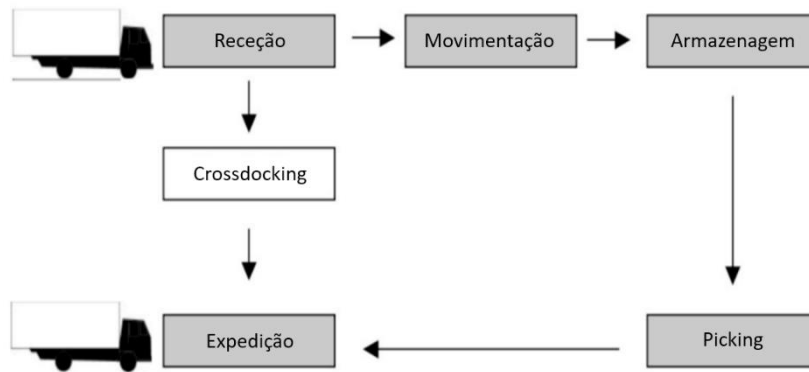


Figura 5- Operações básicas de armazenagem, adaptação de Rodrigues et al. (2014)

Para Rodrigues et al. (2014), as operações básicas de armazenagem, podem ser definidas como:

Receção- Esta operação consiste basicamente em 3 processos. O primeiro é dar entrada física no sistema de todos os produtos que são recebidos no armazém. O segundo é assegurar que as quantidades e a qualidade estão de acordo com a especificação pedida ao fornecedor. O terceiro processo é direcionar os produtos para a secção de armazenagem ou outra, dependendo do seu destino/ tratamento.

Movimentação- As movimentações, consistem em transportar os materiais de uma origem para um destino. A execução eficiente e económica desta operação, pressupõe a existência de equipamentos adequados de acordo com as características dos materiais.

Armazenagem- A operação de armazenagem é utilizada para definir a permanência física dos produtos no armazém enquanto estes não são requeridos. O método utilizado, poderá ter impacto na eficiência da movimentação dos produtos, depende do tipo, tamanho, quantidade de produtos e das suas características de manuseamento. Existem 3 princípios básicos de armazenagem: Um local para determinado artigo; Alocação aleatória para cada artigo; Situação mista das duas anteriores.

Picking- Esta operação, consiste na preparação de uma ordem de encomenda/ fabrico, através da seleção e recolha dos produtos disponíveis em armazém. Esta é a operação que consome mais tempo e recursos do armazém, sendo assim, a operação que exige maior planeamento e gestão, para tornar este processo mais eficiente. Com o uso de tecnologia adequada e um *layout* otimizado do armazém, é possível aumentar a eficiência da operação de *picking* (Eisenstein, 2008).

Cross-docking- Este processo pode ser definido como uma operação em que os produtos passam diretamente da receção para a expedição sem serem armazenados. Este sistema visa a redução de custos de *stock* ao mesmo tempo que reduz o *lead-time* das encomendas (Simchi-Levi, 2000).

Expedição- A operação de expedição, diz respeito à última operação realizada no armazém e consiste na verificação de PA à saída do armazém, quanto às quantidades e qualidade requisitada

pelo cliente. Nesta operação é necessário executar o registo de saída de armazém, preparar os documentos de transporte e por último, é carregada a carga (Frazelle, 2002).

A figura 6, mostra a relação entre os fluxos de informação e materiais, das diferentes entidades na cadeia de abastecimento.

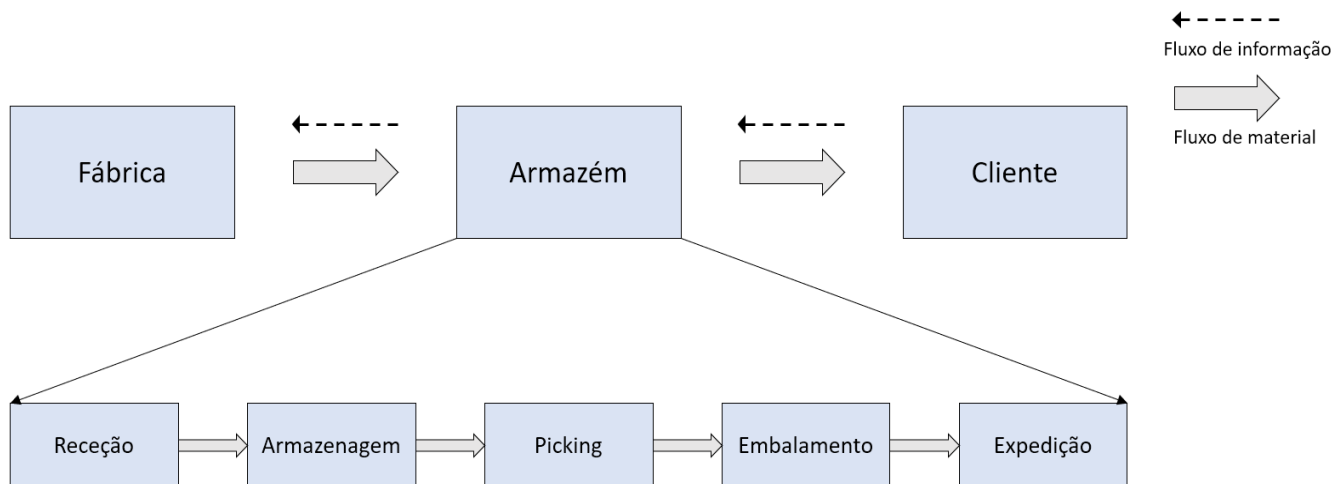


Figura 6- Fluxo de informação e materiais em processos de armazenagem, adaptação de (J. C. Chen et al., 2013)

2.2.3. Custos de armazenamento

“Os custos de armazenamento não são mais do que a gestão de tempo e espaço”- (Schneeweiss, 2009). A gestão de espaço tem custos mensais pela utilização do espaço do armazém. A componente gestão de tempo, inclui mão de obra envolvida no manuseio dos materiais à medida que estes sofrem movimentações.

De acordo com Scheeweiss (2009), existem 4 categorias de custos de armazém:

- **Movimentação de materiais-** Todos os custos associados com a movimentação de produtos dentro ou fora de armazém devem ser considerados neste centro de custo. O maior componente de custo é a mão-de-obra usado para movimentar os produtos. Aqui, incluem-se as atividades de receção, descarregamento, seleção e carregamento de materiais.
- **Armazenamento-** Os custos de armazenamento, estão associados com o “descanso dos produtos”. Estes custos ocorrem sobre qualquer produto, enquanto não sofrem qualquer transformação ou movimentação.
- **Operações de administração-** Esta categoria de custo, resulta das operações de armazém. Nesta categoria, inserem-se todos os custos com supervisão, administração, tecnologia de informação, segurança e taxas.
- **Operações gerais administrativas-** Nesta categoria, inserem-se os custos indiretos, que não ocorrem no armazém como custos de gestão e custos administrativos.

A figura 7, mostra em forma de gráfico circular, a distribuição típica dos custos de armazenagem.

Distribuição típica de custos operacionais de armazém

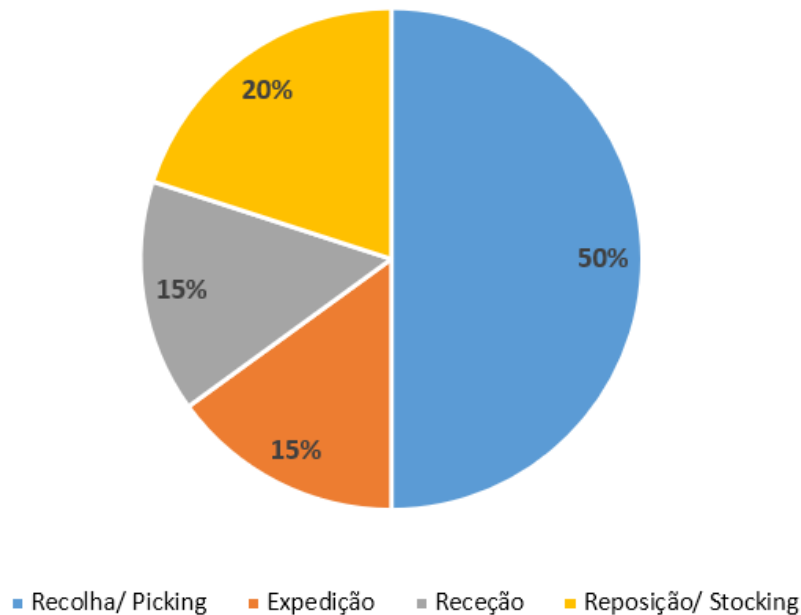


Figura 7- Distribuição típica dos custos operacionais em armazém, adaptação de (Frazelle, 2002)

2.3. Warehouse Management System

Um *Warehouse Management System* (WMS) ou sistema de gestão de armazém, tem como principal objetivo controlar o movimento e armazenamento de materiais, das operações associadas aos processos realizados em armazém como receção, armazenagem, *picking* e expedição. Um WMS é um *software* controlado por uma base de dados, com o objetivo de aumentar a eficiência, de forma a manter todas as informações atualizadas e com precisão através do registo de todas as transações efetuadas (Ramaa et al., 2012).

Os WMS utilizam normalmente tecnologias de identificação de dados como códigos de barras, computadores portáteis ou sistemas *Radio frequency identification* (RFID), que lidam mais eficientemente com o fluxo dos produtos em armazém (Poon et al., 2009).

2.3.1. Tipos de WMS

De acordo com Ramaa et al. (2012), existem 3 tipos distintos de WMS:

- **WMS básico**- Este sistema apenas controla o *stock* e a sua localização e é principalmente usado para registar informação. A informação é simples e focada principalmente no tempo de processamento.
- **WMS avançado**- Além das funcionalidades do WMS básico, um WMS avançado, tem capacidade de planear recursos e atividades, de forma a sincronizar o fluxo dos materiais

no armazém. Este WMS é focado no tempo de processamento, análise e capacidade de *stock*.

- **WMS complexo**- Através de um WMS complexo, o armazém ou grupo de armazéns, podem ser otimizados através de funcionalidades como rastreamento em tempo real, planeamento, controlo e execução.

2.3.2. Benefícios da utilização de WMS

Para Poon et al. (2009), os principais benefícios da utilização de WMS são os seguintes:

- Melhoria da precisão de dados;
- Redução de custos de mão-de-obra;
- Redução do tempo de ciclo de entrega ao cliente.

O aumento da precisão de dados e da eficiência dos processos de armazenagem, podem levar à redução do nível de *stock* de segurança necessário, através da otimização da capacidade do armazém, reduzindo os custos de capital imobilizado (Poon et al., 2009).

2.4. Importância de ferramentas móveis de suporte ao ERP

O uso de aplicações móveis, têm vindo a tornar-se cada vez mais imprescindíveis nas organizações. Este tipo de tecnologia móvel é adequada às atividades cujo objetivo seja, integrar informação em tempo real, melhorando a eficiência dos processos relacionados com a atualização de informação no sistema ERP (Al Bar et al., 2011). Embora a eficiência dos processos variem de acordo com o setor, Al Bar et al. (2011), identificaram 3 características gerais em relação à utilização deste tipo de tecnologia, tais como:

- Melhora a capacidade de decisão, através da precisão do registo de informação automática;
- Agiliza as decisões através de mecanismos automáticos de captura de dados;
- Diminui o tempo de ciclo dos processos.

2.5. Tipos de Aplicações

Para o desenvolvimento de aplicações móveis, deve ser considerado o sistema operativo em que se pretende utilizar. Cada sistema operativo (SO) requiere uma programação distinta.

Segundo Silva (2012), existem 3 tipos de aplicações móveis: As nativas, *web* e híbridas.

- As aplicações nativas, caracterizam-se por terem de ser desenvolvidas especificamente para o SO onde são executadas. Este tipo de aplicação, tem a vantagem de possibilitar a utilização de recursos de *hardware* como câmara fotográfica, GPS, etc. Para a implementação deste tipo de aplicação, geralmente é necessário o desenvolvimento em vários SO, que resultam em altos custos de implementação (Holder, 2014).

- As aplicações *web*, consistem em conjuntos de funções ou programa, localizados num servidor e que podem ser acedidos através de um *browser*, executado num computador, *smartphone* ou outro dispositivo que permita acesso à internet. Este tipo de aplicação é a mais simples, uma vez que não necessita de instalação, os custos de implementação são baixos, é facilmente atualizado e bastante versátil. Contudo, o acesso a recursos de *hardware* são limitados e o seu desempenho depende da qualidade da internet (Holder, 2014).
- As aplicações híbridas combinam características do tipo nativas e *web*. Estas aplicações de desenvolvimento multiplataforma, utilizam características da *web*, que possibilitam o acesso a recursos locais dos *smartphones*, assim como as aplicações nativas. Desta forma, é possível o acesso a funcionalidades de *hardware* como câmara fotográfica, notificações, vibração, GPS e acelerómetro (Adinugroho et al., 2015). As tecnologias consideradas *standard* utilizadas no desenvolvimento de aplicações híbridas são o JavaScript para a implementação das regras e o HTML5 para a apresentação e armazenamento *offline* (Nitze & Schmietendorf, 2013). Este tipo de aplicação, apresenta menores custos de desenvolvimento, uma vez que descodifica o tipo de linguagem que foi desenvolvida, para o SO que está em execução, sem condicionar o acesso aos recursos locais dos *smartphones* (Adinugroho et al., 2015).

2.6. Sistemas de identificação e recolha de dados automáticos

Os sistemas de identificação e recolha de dados automáticos (AIDC), são tecnologias utilizadas para identificar, monitorizar e recolher dados de objetos, com informação mais ou menos detalhada de forma fiável e sem necessidade de intervenção humana. Estas tecnologias estão cada vez mais presentes no nosso dia-a-dia, desde os códigos de barras nos supermercados, aos RFID utilizados nos dispositivos da Via verde (Mickael, 2003).

Existem um largo leque de soluções, não existindo uma solução ótima. Cada tecnologia tem as suas características e vantagens associadas. Na indústria, a utilização deste tipo de tecnologia revelou grande importância a nível operacional, tanto na produção como na movimentação de materiais.

Este tópico procura descrever diferentes tecnologias de identificação e recolha de dados, com o objetivo de compreender a que melhor se adapta às necessidades identificadas. Para o projeto apresentado, apenas foi feita uma pesquisa bibliográfica das tecnologias de recolha de dados *radio frequency identification* (RFID) e código *Quick Response* (QR).

2.6.1. Sistemas RFID

Chen et al. (2013), realizaram um caso de estudo de gestão de armazenagem através da implementação da tecnologia RFID, com o objetivo de avaliar a eficiência desta tecnologia nos processos de gestão de armazém. Os resultados deste estudo revelaram uma redução do tempo de processamento de informação de dados para o WMS na receção e expedição de 99 e 89% respetivamente. Os autores, salientam que a implementação desta tecnologia é imprescindível para a gestão da cadeia de abastecimento e para melhorar a rastreabilidade dos materiais.

Outro estudo sobre a implementação da tecnologia RFID, como desenvolvimento da gestão de processos de armazém, realizado por Hong H. Et al. (2010), foi realizado com o objetivo de analisar o impacto da tecnologia RFID na gestão dos processos de armazém. Os resultados deste estudo mostram que o uso da tecnologia RFID minimiza os custos de armazenagem e melhora a eficiência dos processos logísticos.

Outro caso de estudo realizado por Wang et al. (2013) na empresa Tobacco, com o objetivo de perceber as vantagens da utilização, e de que forma pode ser utilizado para melhorar a gestão de inventário e as operações de planeamento. Os resultados do estudo, mostraram que o usos dos sistemas RFID melhoram a eficiência das operações, a utilização da capacidade do armazém, a precisão de inventário, a redução de mão-de-obra e tempo de ciclo significativamente.

Nos últimos anos a tecnologia RFID mudou, e acelerou o processo de manuseamento de materiais e produtos. Esta tecnologia, permite a identificação à distância ao contrário da tecnologia anterior, os códigos de barras (Kaur et al., 2011).

O objetivo de um sistema RFID é permitir que os dados sejam transmitidos para um dispositivo portátil (etiqueta), que é lido por um leitor RFID e processado de acordo com as necessidades para posterior tratamento de dados. Os dados fornecidos pela etiqueta podem fornecer informações, localizações ou detalhes sobre o produto como preço, cor, data de compra, entre outros (Kaur et al., 2011).

2.6.1.1. Definição

Radio frequency identification (RFID) é um método de identificação automática de informação, através de sinais de rádio, que permite identificar, acompanhar, classificar e gerir o fluxo de materiais, através do registo de informação de uma base de dados (Hao & Zhao, 2015). O sistema RFID, é usado para captar dados automaticamente, sem necessidade de contacto entre o emissor e o recetor, através do uso de radiofrequência (Kaur et al., 2011).

2.6.1.2. Princípio de funcionamento

De acordo com Kaur et al. (2011), o princípio de funcionamento dos sistemas RFID consiste em:

- A etiqueta consiste num *microchip* com uma antena de rádio que contém uma codificação de dados única, através de um circuito integrado que é decodificado pelo leitor e registado para o computador.
- A antena emite um sinal rádio que ativa a etiqueta e que permite a leitura e registo de dados.
- O leitor/ decodificador, emite ondas rádio através de uma ou mais antenas e recebe sinal das etiquetas. Quando uma etiqueta passa nessa zona eletromagnética, esta deteta o sinal de ativação do leitor e a informação é passada para o sistema.

Os sistemas RFID funcionam através de 3 componentes básicos (figura 8).

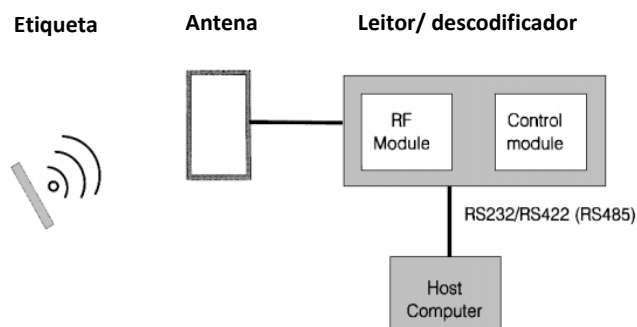


Figura 8- Princípio de funcionamento de sistemas RFID, adaptação de (Kaur et al., 2011)

2.6.1.3. Benefícios dos sistemas RFID

A utilização de sistemas RFID, proporciona vários benefícios em relação a outro tipo de tecnologias de captura de dados. Kaur et al. (2011) identificaram os seguintes benefícios:

- O posicionamento da etiqueta RFID não requer uma posição fixa no objeto;
- As etiquetas RFID têm uma capacidade de leitura de maior alcance em relação a outras tecnologias;
- As etiquetas RFID possuem maior capacidade de armazenamento de informação;
- As etiquetas RFID têm uma codificação única;
- As etiquetas RFID são mais resistentes a condições adversas (sujidade, produtos químicos, etc.);
- As leituras de etiquetas RFID podem ser lidas simultaneamente;
- As etiquetas RFID podem ser integradas com sensores;
- Reduzem o controlo de inventários e consequentemente custos de aprovisionamento.

2.6.1.4. Limitações dos sistemas RFID

Os sistemas RFID, apresentam limitações principalmente a nível de processo e segurança, Kaur et al. (2011), identificaram as seguintes:

- Custo das etiquetas;
- Leitura de etiquetas em simultâneo podem causar erros de registo;
- Possível fabrico defeituoso das etiquetas;
- Possível erro de leitura de etiquetas defeituosas;
- Obsolescência rápida da tecnologia;
- Questões de segurança e privacidade como ataque de vírus.

2.6.2. Sistemas de código QR

P. Frusman et al. (2013), realizaram um projeto, onde propuseram a implementação de uma melhoria no sistema de gestão de armazém, através da integração da tecnologia de código QR com o ERP existente na empresa *PT Latinusa Tbk*. Este projeto teve como objetivo reagir a problemas identificados, tais como, falta de rastreabilidade de produtos, localizações de produtos erradas que provocava baixa eficiência da gestão de armazém e consequente custos operacionais elevados. Este projeto mostrou que a implementação da solução de captação de dados através de códigos QR melhora significativamente a fiabilidade da informação recolhida tanto em termos de tempo, qualidade de serviço ao cliente e custo operacional dos produtos.

À medida que os códigos de barras se tornaram populares e convenientes a nível mundial, o mercado exigiu soluções capazes de armazenar mais informações, mais caracteres e que pudessem ser impressos mais rapidamente. Assim, foi desenvolvida a solução de código QR, que comparativamente à sua geração 1D anterior (código de barras) que são unidimensionais e que podem conter apenas 20 dígitos numéricos, enquanto os códigos QR são capazes de armazenar maior quantidade de dados (até 7089 caracteres numéricos e 4296 caracteres alfanuméricos) mantendo a área de leitura da etiqueta. Além disso, os códigos QR permitem uma leitura mais rápida e com mais fiabilidade do que outros códigos (Lotlikar et al., 2013).

2.6.2.1. Definição

Um código QR, é um código de barras em 2D, que pode ser lido através da câmara de dispositivos móveis com a função de captura. A informação contida no código QR tal como, URL, SMS pode ser estar contida numa matriz bidimensional. Um código QR é capaz de armazenar informação vertical e horizontalmente. Os dados contidos, podem ser encriptados de forma a garantir confidencialidade e até conter diferentes línguas (Law & So, 2010). A figura 9, mostra o exemplo de um código QR.



Figura 9- Exemplo de código QR

2.6.2.2. Benefícios e limitações dos sistemas de código QR

S. Sonawane et al. (2014), identificou os seguintes benefícios do uso dos sistemas de código QR:

- Permite ser lido pelo dispositivo em qualquer direção;
- Grande capacidade de armazenamento em relação à tecnologia código de barras;
- É facilmente lido da câmara de um dispositivo móvel;
- Não podem ser lidos pelas pessoas;

- O código QR pode fornecer informação corretamente, mesmo danificado (até 30%);
- Pode armazenar diferentes tipos de dados como, dados numéricos, texto ou alfanumérico.

Os mesmos autores, identificaram apenas uma desvantagem através do uso deste tipo de tecnologia, como sendo, a leitura da informação do código QR, apenas é possível, através da utilização de um dispositivo, que pode ser visto também, como uma vantagem do ponto de vista de confidencialidade.

3. CASO DE ESTUDO

Neste capítulo, é descrito a forma como foi diagnosticado o problema e é feita uma breve apresentação do *software* RPS, com especial detalhe no módulo de armazém. Seguidamente é analisado o processo de atualização de informação no sistema, efetuado pelos utilizadores no módulo de armazém. Finalmente, é feita uma abordagem aos problemas identificados, bem como o estudo das potenciais causas.

3.1. Apresentação do software RPS

O RPS, é um sistema de gestão totalmente integrado, que cobre áreas como: financeira; vendas; logística; aprovisionamento; produção; projetos; planeamento de recursos; integração *CAD*; gestão documental; serviço de apoio técnico; gestão da manutenção; *Business Process Management* (BPM) e *Business Intelligence* (BI).

A adaptação das diferentes funcionalidades, pode ser efetuada para diferentes necessidades, através da construção de lógicas por *workflows* (mecanismo gráfico, utilizado para desenvolver funções específicas, pelo desenho de fluxo de processo, sem a necessidade de desenvolvimento de código), que agilizam o processo de mudar a lógica natural do sistema, para desempenhar funções específicas.

O RPS, dispõe de ferramentas de BI orientadas para a estratégia das organizações, com a possibilidade de se definir e automatizar os fluxos dos processos, bem como, criar *Key Performance Indicators* (KPI's) ou *dashboards*, para uma fácil e rápida interpretação dos dados registados no sistema.

A figura 10, mostra os diferentes módulos que integram simultaneamente o sistema de informação RPS, bem como as suas principais funcionalidades (Ibermática, 2019).

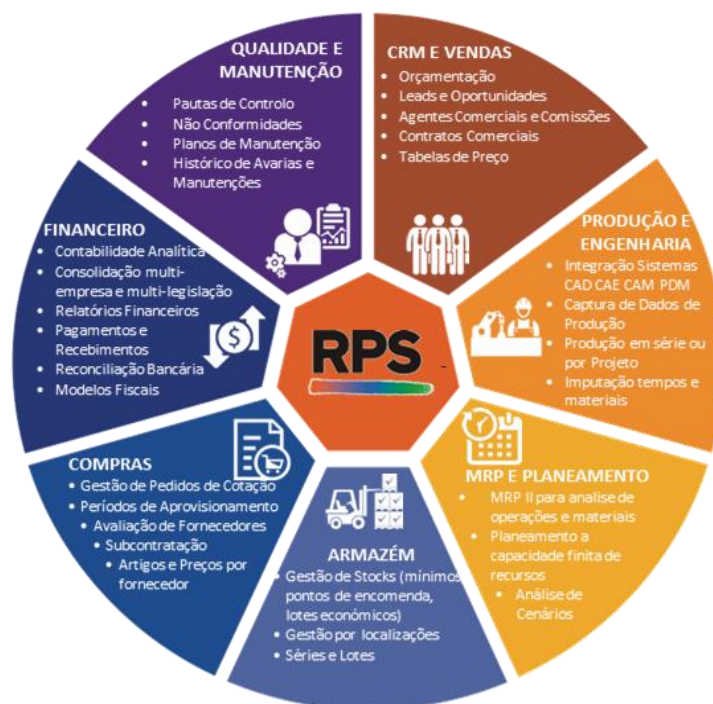


Figura 10- Módulos e funcionalidades que integram o sistema de informação RPS, retirado de (Ibermática, 2019)

3.1.1. Caracterização do módulo de armazém

A gestão de armazém, tem um impacto direto no desempenho financeiro de uma empresa, uma vez que gere grande parte do capital imobilizado de uma organização (Ibermática, 2019).

A gestão de armazém no RPS, é responsável pela gestão de *stocks*, que tem como objetivo dar uma resposta adequada à procura existente e que permite desenvolver uma política eficaz de fornecimento de materiais em função da procura. Este módulo, é também responsável, por calcular custos de *stock* e gerir a rastreabilidade dos produtos, que envolvem o controlo de localização em tempo real desde a origem até ao destino final.

De acordo com Ibermática (2019), a gestão de armazém no RPS, envolve a gestão dos seguintes componentes:

- **Artigos-** Dependendo da necessidade, o serviço de armazém do RPS, permite diferentes parametrizações de artigos, dependendo das necessidades:
 - Definição de diferentes tipos de artigos: compra, fabrico ou sem controlo de existências. Para cada tipo, podemos definir os dados necessários para gerir corretamente os *stocks*;
 - Definição de artigo de tipo conjunto de artigos *standard (KIT)*;
 - Definição de artigos genéricos e os atributos necessários;
 - Definição de rastreabilidade completa dos artigos através da atribuição de nº de série ou lote de acordo com a tipologia do artigo.
- **Armazéns-** Pode-se definir diferentes armazéns e personalizar o controlo de *stocks* de determinado artigo em determinado armazém;
- **Localizações-** Pode-se gerir *stocks* ao detalhe da localização;
- **Movimentos de armazém-** Pode-se definir os tipos de movimento, bem como o seu comportamento no sistema;
- **Custos unitários-** O cálculo dos custos unitários dos produtos pode ser efetuado por nível.
- **Registo de movimentos-** Pode-se registar ou consultar movimentos feitos em armazém, fazer reservas ou transferências entre armazéns;
- **Cálculo de previsões de consumo-** Para a análise de níveis de *stock* necessários, podem ser calculadas a previsão de consumo ou rotação de *stock*.
- **Inventário-** Todo o tipo de inventários, pode ser obtido através de diferentes critérios de avaliação (*stock* atual, FIFO, etc.);
- **Reconstrução de inventário-** A reconstrução de inventário, pode ser efetuada com base no registo de movimentos;
- **Reconstrução de custos-** A reconstrução de custos, pode ser efetuada com base nos movimentos de custo.

O módulo de armazém do RPS, possui integração com outros módulos, tais como:

- **Vendas-** Reservas de pedidos de venda; Saídas de material por faturas; Vendas diretas; Notas de devolução de vendas;
- **Compras-** Pedidos de compra que aumentam a disponibilidade dos materiais; Entrada de material por faturas de compra ou faturas diretas;
- **Planeamento-** Planeamento do MRP em função da disponibilidade dos artigos;
- **Projeto-** Saída de materiais de projetos;
- **Manutenção-** Saída de componentes, peças de substituição, etc.

3.1.1.1. Mapeamento do processo atual

O mapeamento de processo atual, tem como principal objetivo compreender de que modo é executado o processo de atualização de informação de armazém, no sistema de informação RPS, através da descrição de todos os procedimentos necessários para o normal funcionamento do sistema.

Existem 3 operações de registo de informação necessária para garantir o normal funcionamento do módulo de armazém no RPS:

- **Registo na receção**

O colaborador responsável por rececionar os materiais, confere as unidades de determinada encomenda de compra de acordo com a encomenda de compra efetuada ao fornecedor. Após esta verificação, o responsável gera a guia de receção no sistema.

- **Registo de movimentações**

O colaborador responsável por fazer os registos das movimentações, regista os movimentos de inventário de forma a manter o histórico e a rastreabilidades dos materiais.

- **Registo de expedição**

O colaborador responsável por fazer o registo quando um artigo é expedido, dá saída do material no sistema e emite uma guia de remessa, que faz acompanhar a carga que é entregue ao cliente. Para o registo de informações no sistema, o colaborador tem de se deslocar ao posto ERP mais próximo (normalmente localizado no armazém).

A figura 11, mostra o fluxograma de processo da atividade de atualização de informação de armazém, a efetuar pelos utilizadores no *software* RPS.



Figura 11- Fluxograma de processo atual

No processo atual, o utilizador responsável pelo registo/ consulta de informação de armazém, abre o módulo de armazém e seleciona entre as diferentes operações de registo, a que pretende executar. A figura 12, mostra a interface do *software* RPS, que o utilizador acede para executar o registo e consulta de informação no módulo de armazém.

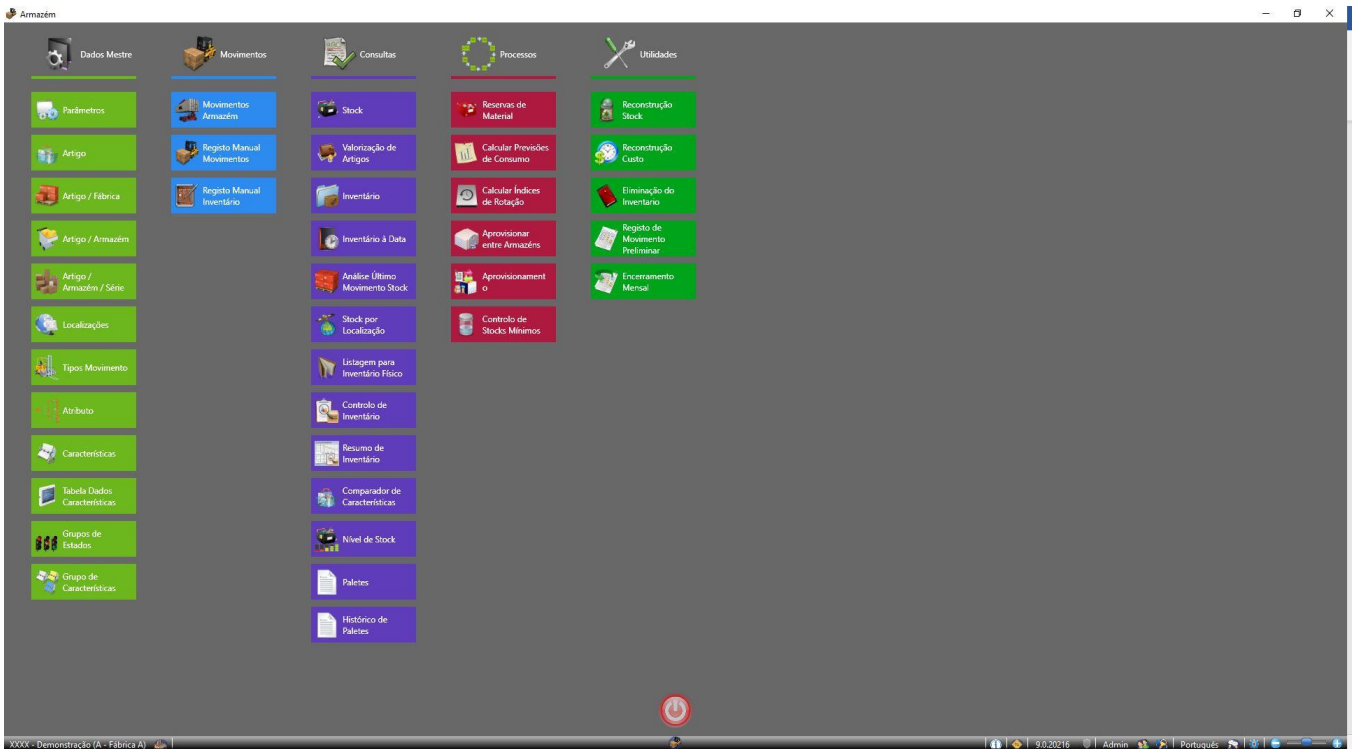


Figura 12- Interface do módulo de armazém do software RPS

A figura 13, mostra o *layout* do software RPS, onde são introduzidos os dados, para registo de informações no módulo de armazém.

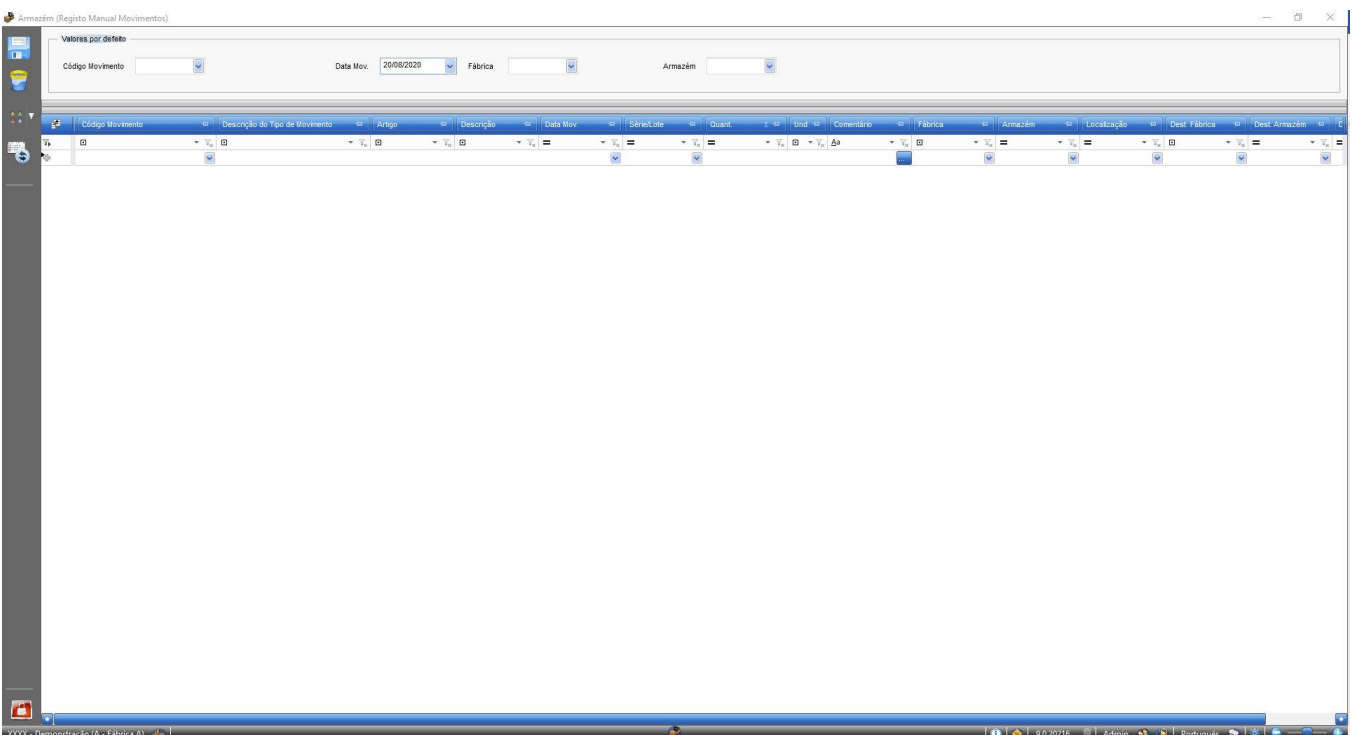


Figura 13- Layout de introdução de dados no módulo de armazém RPS

3.2. Descrição e fundamentação do problema

A equipa responsável por implementar e monitorizar o *software* RPS, analisa periodicamente, indicadores de desempenho, satisfação e sugestões de melhoria dos seus clientes, com o objetivo de melhorar o serviço prestado e garantir o melhor desempenho do sistema aos seus utilizadores.

O desenvolvimento deste projeto, deveu-se, a constantes registos de limitações identificadas pelos utilizadores do módulo de armazém, nomeadamente de empresas que necessitam de realizar mais transações ao nível de armazém.

Posto isto, foram analisadas as limitações identificadas pelos utilizadores de acordo com o processo atual, de forma a perceber qual a melhor solução, de acordo com as necessidades reais das empresas que utilizam o módulo de armazém do RPS.

Os utilizadores, identificaram limitações do sistema, nomeadamente ao nível de falta de mobilidade e complexidade do registo e consulta de informação no sistema, tais como:

- Sempre que se realiza um registo de atividade em armazém, o utilizador responsável pelo registo, tem de se deslocar ao posto de ERP;
- A identificação do conteúdo, quantidade ou a localização de cada palete/ lote só pode ser consultado no posto de ERP ou visualmente;
- O registo do conteúdo, quantidade ou a localização de cada palete/ lote só pode ser executado manualmente;
- A interface do sistema é pouco intuitiva.

3.3. Análise do problema

Após a análise das limitações identificadas pelos utilizadores, verificou-se, que estas podem potenciar erros de introdução de dados, que, conseqüentemente, podem acarretarem problemas no desempenho do *software* e custos adicionais para a empresa.

Os potenciais erros de sistema (efeitos), das limitações identificadas pelos utilizadores, resultam, em custos adicionais para a empresa, pelo processamento de informação errada no sistema. O registo de informações erradas, podem resultar em múltiplos erros de desempenho a jusante, uma vez que o sistema RPS, está integrado com outros módulos. O processamento de informação errada, pode fazer despoletar ações com base na análise da informação contida no sistema, e gerar assim mais custos para a organização até ao momento da sua resolução.

A partir das limitações identificadas, foi possível identificar os efeitos através do diagrama de *Ishikawa*, representado na figura 14.

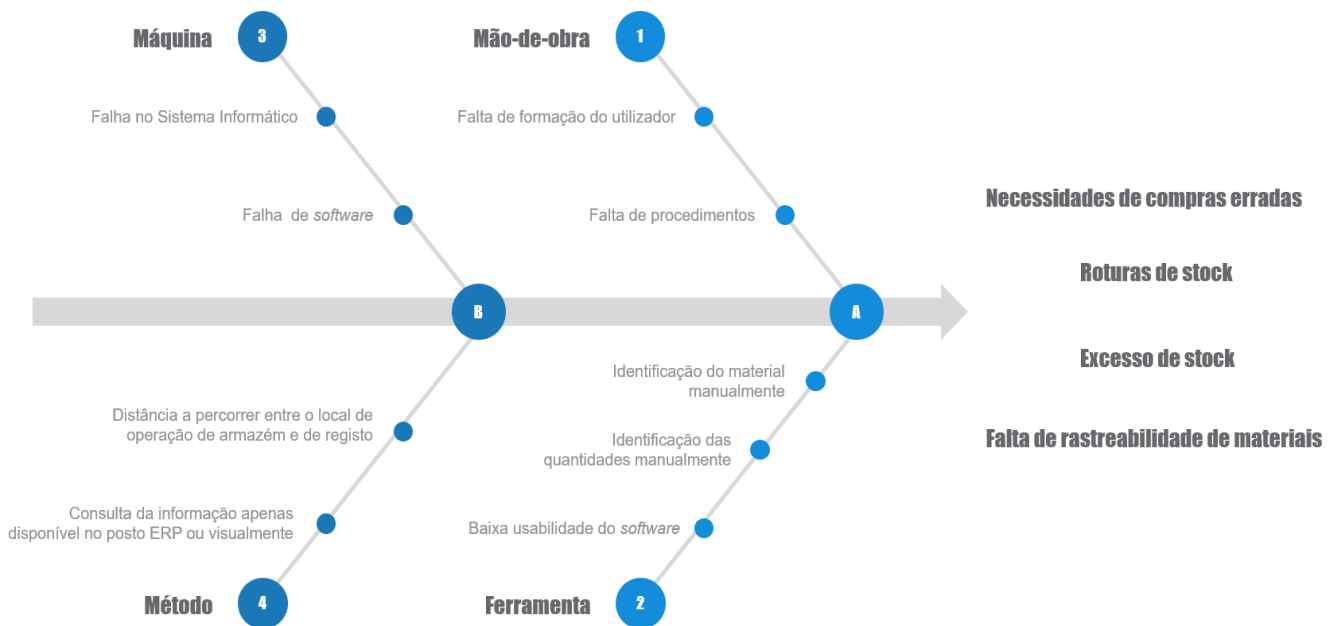


Figura 14- Diagrama de Ishikawa do registo de informações de gestão de armazém no sistema RPS

Na análise do diagrama de *Ishikawa* representado na figura 14, pode verificar-se, que o nodo “B”, é provocado geralmente, por causas provocadas pelas causas de máquina e falta de método, que podem originar o adiamento ou falha no registo de dados do sistema. O nodo “A”, é relativo a erros de introdução de dados no sistema, que ocorrem geralmente por causas relacionadas pela mão-de-obra e por limitações relacionados com o *software* RPS.

O nodo “A”, representa os erros de introdução de dados no sistema, que podem ser potencializados pelo nodo B, resultando em problemas como, necessidades de compras erradas, roturas ou excesso de *stock* e falta de rastreabilidade dos materiais.

Além das limitações identificadas pelos utilizadores, que afetam significativamente a eficiência do sistema ERP, os problemas identificados como o “efeito”, resultam em custos elevados para a organização e contribuem para o fraco desempenho do *software*.

4. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Neste capítulo é feita referência aos requisitos funcionais e não funcionais da ferramenta móvel de apoio à gestão de armazém proposta. É também apresentada a conceção da solução, incluindo a arquitetura e a prototipagem da ferramenta que se pretende desenvolver.

4.1. Proposta de solução

Após a análise das causas, verificou-se que nem todas as causas podem ser eliminadas, principalmente as causas relacionadas com a máquina, uma vez, que estas dependem da disponibilidade dos serviços externos (acesso à internet, eletricidade, etc.), para o seu correto funcionamento. A solução para os problemas identificados, passa por propor o desenvolvimento de uma ferramenta móvel (RPS *mobile*), que permite executar os registos das atividades de armazém, fazer o seu rastreamento e consultar o histórico de atividade em qualquer lugar, através de um dispositivo móvel.

A aplicação, tem como finalidade, ser utilizada num dispositivo móvel, com acesso à internet, como uma extensão ao posto de ERP, em que a ligação é efetuada por *wi-fi*, permitindo a total mobilidade dos utilizadores que efetuem qualquer tipo de registo de informação de armazém.

A proposta de desenvolvimento desta ferramenta, tem como principal objetivo, eliminar/minimizar as causas que possam afetar o desempenho do *software*, definidos como os “efeitos” citadas no tópico 3.3, de modo a proporcionar:

- Maior mobilidade, através da consulta/ registo de informação em qualquer lugar;
- Maior fiabilidade de informação, através da integração de um sistema de identificação e leitura automático de informação;
- Maior eficiência nas tarefas de registo, através do sistema de leitura automática código QR.
- Melhor capacidade de rastreabilidade de materiais, através da comunicação em tempo real com o ERP;

4.2. Opções tecnológicas

Para a escolha das tecnologias a utilizar da proposta de solução desenvolvida, foi analisado o contexto com base na pesquisa bibliográfica, tendo em conta os objetivos que se pretendem atingir. Uma vez que a solução proposta passa pelo desenvolvimento de uma aplicação móvel, começou por se decidir o tipo de desenvolvimento que melhor se aplica.

Com base na fundamentação teórica consultada, é proposto o desenvolvimento de uma aplicação híbrida em HTML5. Pelo baixo custo de implementação e por ser multiplataforma, uma vez que não existem restrições quanto ao sistema operativo do dispositivo utilizado. Esta opção, prende-se também pelo facto de ter de haver obrigatoriamente acesso à internet, para existir comunicação entre a aplicação e o ERP, o que coloca de parte as outras opções de desenvolvimento nativo, que necessitam de desenvolvimento específico para diferentes sistemas operativos. A escolha deste tipo de desenvolvimento também recai sobre a possibilidade da utilização de recursos de *hardware*

do dispositivo, nomeadamente o acesso à câmara fotográfica do dispositivo, para a integração do sistema de leitura de códigos QR.

Embora os sistemas de identificação automática RFID tenham revelado mais vantagens, para a solução proposta, é proposta a integração do sistema de código QR, pelo facto de não exigir ao cliente a aquisição de novos equipamentos de leitura para o efeito, bem como as etiquetas (*tags*), que requerem maior investimento por parte dos clientes.

4.3. Requisitos funcionais

Com base na solução que se pretende desenvolver, começou por se identificar quais os requisitos funcionais que a ferramenta deve possuir. A figura 15, mostra em forma de diagrama, as funcionalidades necessárias a desempenhar a diferentes níveis, com o objetivo de planear o desenvolvimento da aplicação a nível de prototipagem. A análise pelo diagrama, permite ter uma ideia mais clara das interdependências entre as funcionalidades, bem como, a dinâmica com que o utilizador interage com a ferramenta a partir dos diferentes níveis.

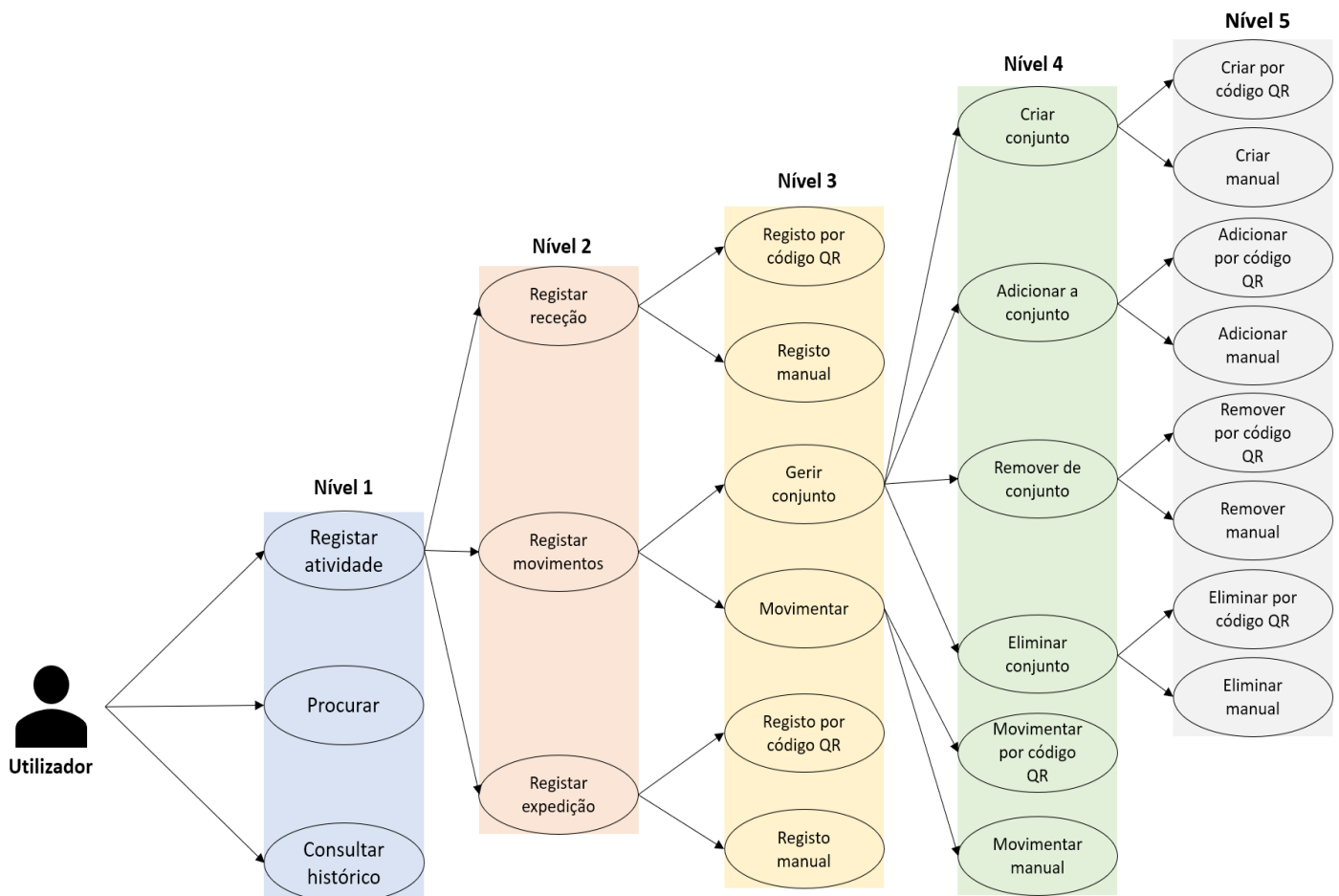


Figura 15- Diagrama de interação entre funcionalidades por níveis

A tabela 3, descreve os requisitos funcionais da ferramenta RPS *mobile*, que se pretendem desenvolver, que a aplicação deve possuir para desempenhar as funcionalidades de forma eficiente.

Tabela 3- Requisitos funcionais da aplicação RPS mobile

Funcionalidade/ Descrição
<p>Login</p> <p>A funcionalidade de “Login” ou entrada no sistema, deve apenas permitir o acesso aos utilizadores com permissão ao módulo de armazém. Deve ser apresentado no momento da entrada na aplicação, onde deve ser preenchido o nome do utilizador e palavra-passe, para que todas alterações seguintes, fiquem registadas no histórico de atividade do utilizador.</p>
<p>Menu</p> <p>O “Menu”, deve apresentar de forma simples e clara as principais funcionalidades de registo, procura e consulta do histórico de atividade. Este ecrã tem como objetivo segmentar a principal operação que se pretende com a utilização da aplicação.</p>
<p>Registar Atividade</p> <p>A funcionalidade de registo de atividade, deve mostrar as diferentes opções de registo de atividade de armazém. Este ecrã tem como objetivo segmentar a operação de registo que se pretende efetuar. “Registo de receção, gestão de conjunto ou expedição”.</p>
<p>Registar Receção</p> <p>O registo de receção, poderá ser agilizado através da leitura de código QR proveniente do fornecedor, ou poderá ser indicado manualmente através da indicação do fornecedor e da linha de encomenda a receber. Concluída a receção, é associado e atribuído um código QR que agilizará os processos a jusante.</p>
<p>Registar Movimentos</p> <p>A funcionalidade de registos de movimentos, assentam numa lógica de seleção do artigo a movimentar com uma origem “x” para um destino “y”. O objetivo deste ecrã é garantir a rastreabilidade em tempo real de todas as movimentações efetuadas. A leitura da carga/ artigo na origem, pode ser agilizada através da função de leitura de código QR, bem como a leitura da localização de destino.</p>
<p>Registar Expedição</p> <p>O registo de expedição, deverá associar a saída de determinado(s) artigo(s) de determinada encomenda de venda. O registo de uma expedição poderá ser feito através da leitura de código QR ou de forma manual, através da indicação do cliente, encomenda, linha da encomenda e quantidade a expedir.</p>
<p>Procurar</p> <p>A funcionalidade de procura fará a consulta de diferentes tabelas, de acordo com o filtro preenchido na aplicação. Destina-se à atividade de rastrear materiais registados na base de dados de inventário e deve apresentar toda a informação relativa a determinada fábrica, armazém ou localização.</p>
<p>Histórico</p> <p>A consulta de histórico de atividade, deverá mostrar todas as transações efetuadas e registadas do utilizador que a consulta, bem como data, hora e tipo de transação efetuada.</p>
<p>Criar Conjunto</p> <p>A funcionalidade “criar conjunto”, deve permitir criar um conjunto de artigos, onde só podem ser agrupados artigos que não possuam um número de conjunto definido.</p>
<p>Adicionar a um conjunto</p> <p>A funcionalidade “adicionar a um conjunto”, deve permitir adicionar aos conjuntos existentes na base de dados, artigos que não tenham um conjunto definido.</p>
<p>Remover de um Conjunto</p> <p>A funcionalidade “remover de um conjunto”, deve permitir artigos de determinado conjunto. O(s) artigo(s) removidos ficam sem um número de conjunto definido, permitindo ser associado a outro.</p>

Eliminar Conjunto

A eliminação do conjunto, deve eliminar todas as informações contidas e associadas num determinado conjunto.

Leitura de código QR

A leitura por código QR, deve ser automaticamente aberta pelo *hardware* do dispositivo utilizado, sempre que seja necessário a introdução de dados para efeitos de registo de dados. O facto de ser aberto automaticamente, prende-se com a preferência da utilização deste tipo de tecnologia para o registo de informações, que garantem menor erro de introdução de dados no sistema.

Inserção de dados manual

A funcionalidade de introdução de dados manual, só deve ser disponibilizada após indicação do utilizador na leitura de código QR, uma vez que esta é prioritária. Esta indicação só deve ser utilizada em caso de impossibilidade de leitura de códigos QR perante a falta ou dano nas etiquetas.

Gerar Etiqueta

A funcionalidade de gerar etiquetas de código QR, deve possuir ligação a um conversor de informação em código QR, para identificação e conversão de informação para posterior tratamento de dados pelo sistema.

Imprimir Etiqueta

A funcionalidade de impressão de etiquetas, deverá permitir procurar e listar, através do *hardware* do dispositivo, as impressoras disponíveis para a impressão da etiqueta gerada, bem como, pré-visualizar o código QR, e algumas das informações contidas na etiqueta como: Nº de conjunto, artigo, descrição, localização e quantidade.

4.4. Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais, referem-se aos atributos que a ferramenta deve possuir para garantir melhor usabilidade, desempenho, disponibilidade, segurança e consistência.

A tabela 4, descreve os requisitos não funcionais definidos para a aplicação RPS *mobile*.

Tabela 4- Requisitos não funcionais da aplicação RPS *mobile*

Requisitos não funcionais/ descrição
<p>Usabilidade</p> <p>A ferramenta, deve ser intuitiva, clara e simples de usar, tendo em conta aspetos como, o posicionamento de botões genéricos como retroceder e avançar sempre no mesmo local. Também deve ser apresentado, acompanhado dos botões com as funcionalidades, uma imagem/ ícone da funcionalidade, de forma a aumentar a facilidade de intuição com a ferramenta.</p>
<p>Desempenho</p> <p>O desempenho da aplicação deve ser o melhor possível, para garantir que as tarefas realizadas são executadas eficientemente, no menor tempo possível, de forma a diminuir o tempo de ciclo das tarefas relacionadas com o registo e consulta de informações no sistema.</p>
<p>Disponibilidade</p> <p>Sendo o ERP um <i>software</i> ligado serviços on-line e ao servidor da organização, a ferramenta só fará a partilha de dados com o sistema de informação através da disponibilidade de internet.</p>
<p>Segurança</p>

Em termos de segurança, apenas os utilizadores registados e com permissão ao módulo de armazém, poderão utilizar a ferramenta.

Consistência

O objetivo da ferramenta é garantir que o registo de informação é o mais automático possível, minimizando assim a probabilidade de erros no registo de dados, através do sistema de leitura automática de códigos QR.

4.5. Conceção da Ferramenta

Este subcapítulo, tem como objetivo, mostrar os fluxogramas de funcionamento desenhados para cumprir os requisitos funcionais, bem como a interface da ferramenta proposta, de forma a fornecer ao leitor, uma melhor interpretação do funcionamento e da dinâmica da solução proposta.

4.5.1. Arquitetura de funcionamento da ferramenta

Neste tópico, são descritos, em forma de fluxograma, a arquitetura desenhada para o desempenho das funcionalidades propostas no tópico 4.3. O objetivo do desenho do processo em fluxograma, é fornecer ao leitor, os procedimentos a efetuar pelo utilizador para o desempenho da funcionalidade proposta. O fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Login", encontra-se descrito na figura 16.

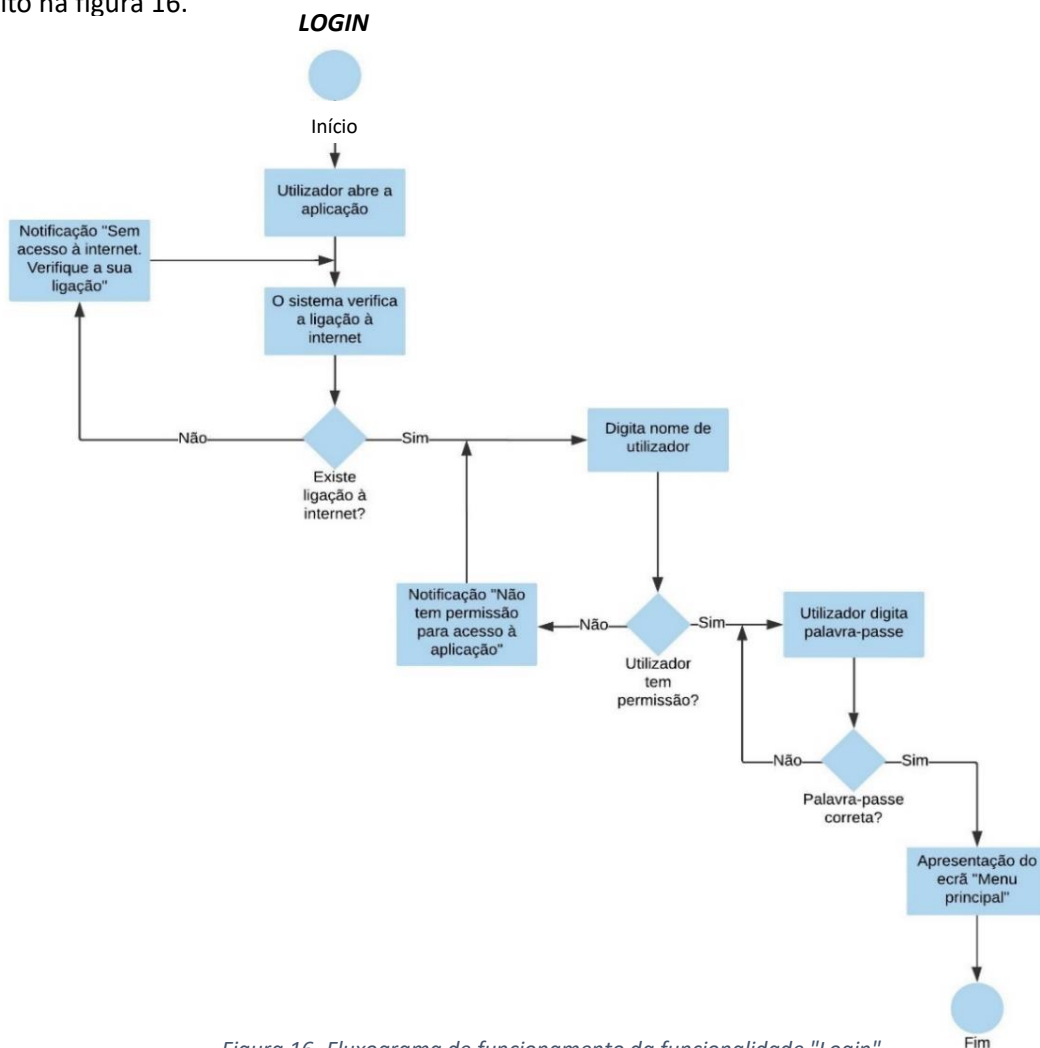


Figura 16- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Login"

O fluxograma de funcionamento da funcionalidade “Registrar receção”, encontra-se descrito na figura 17.

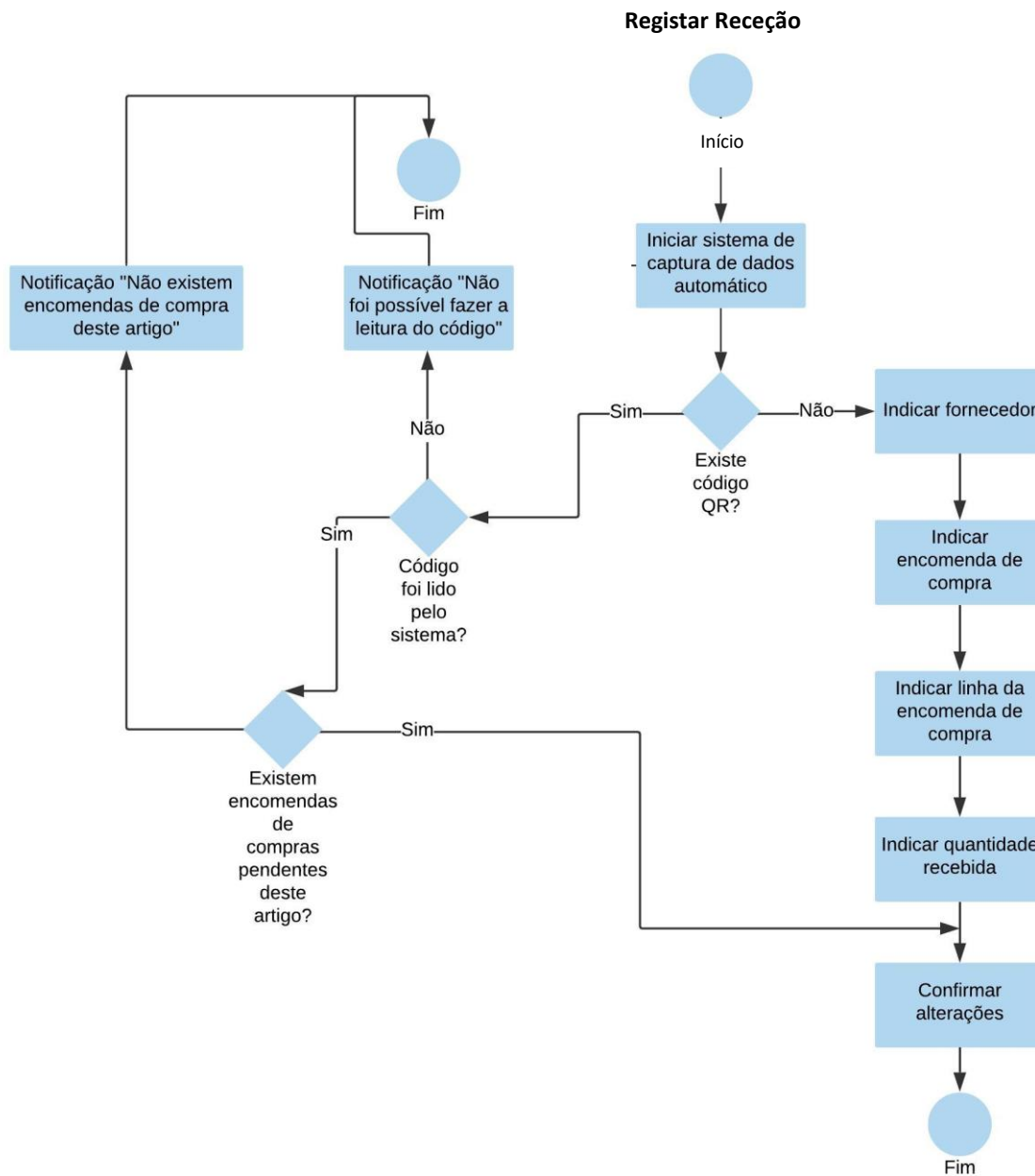


Figura 17- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Registrar receção"

O fluxograma de funcionamento da funcionalidade “Gerir conjunto”, encontra-se descrito na figura 18.

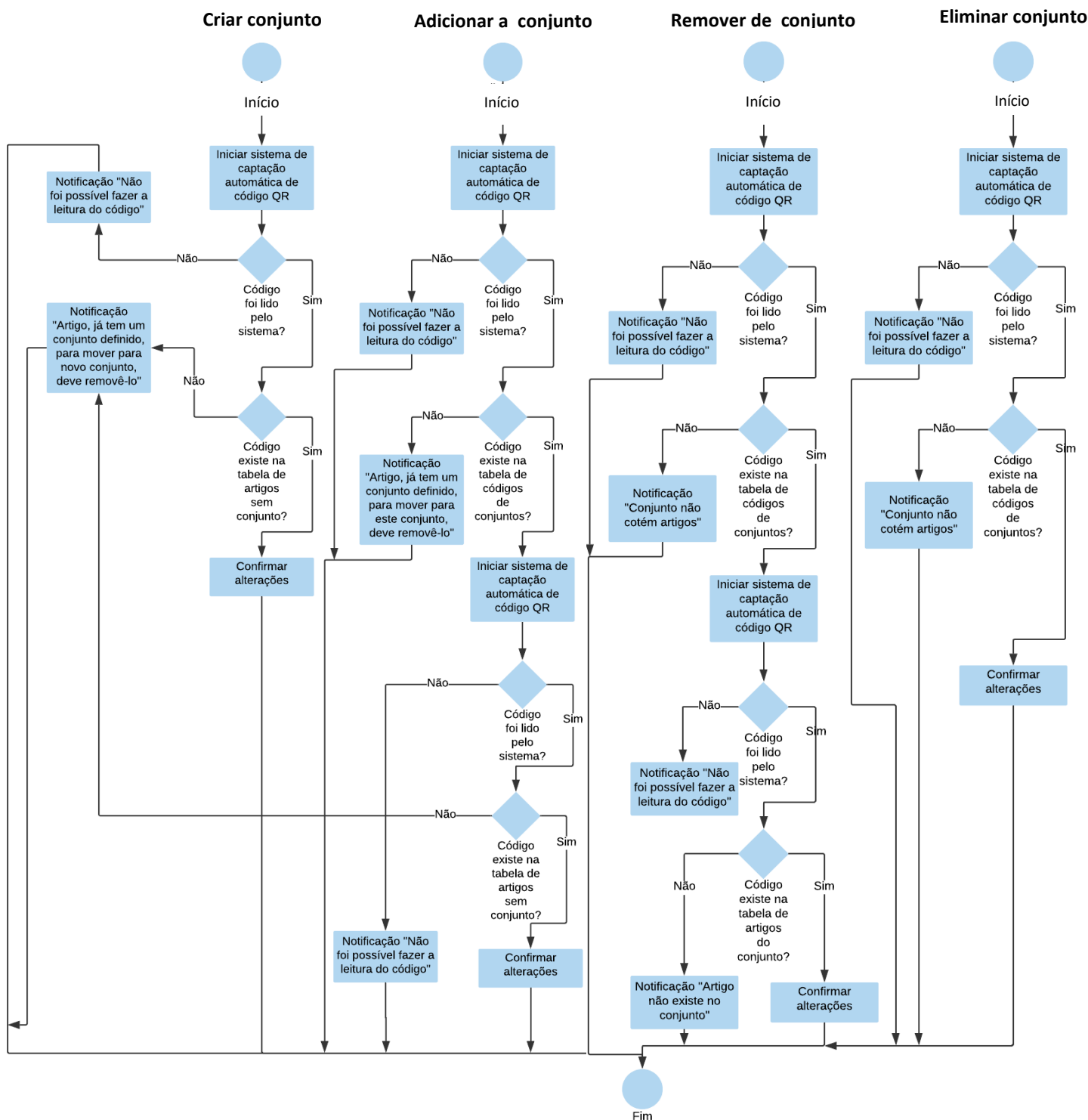


Figura 18- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Gerir conjunto"

O fluxograma de funcionamento da funcionalidade “Movimentar conjunto/ artigo”, encontra-se descrito na figura 19.

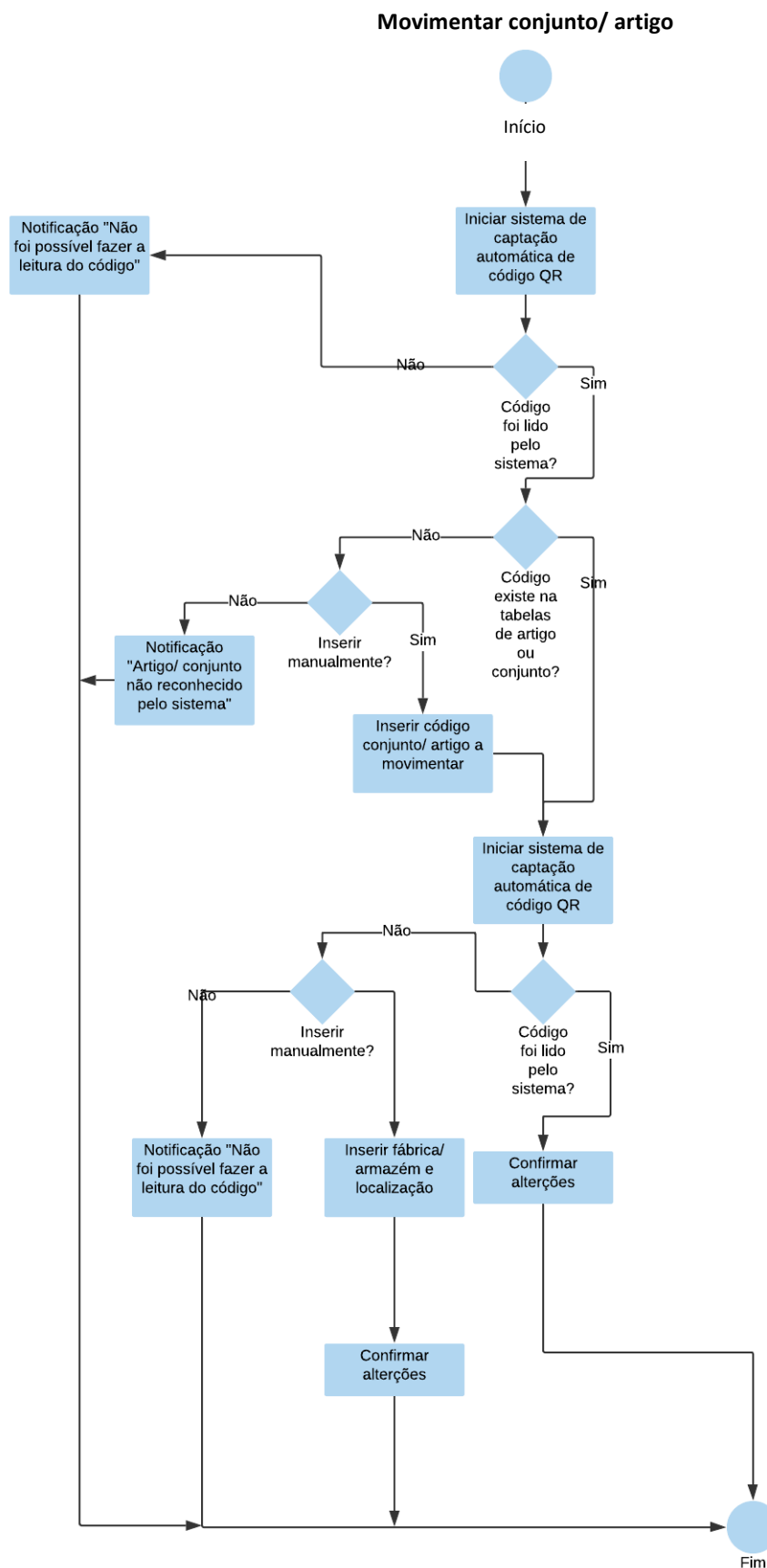


Figura 19- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Movimentar"

O fluxograma de funcionamento da funcionalidade “Registar expedição”, encontra-se descrito na figura 20.

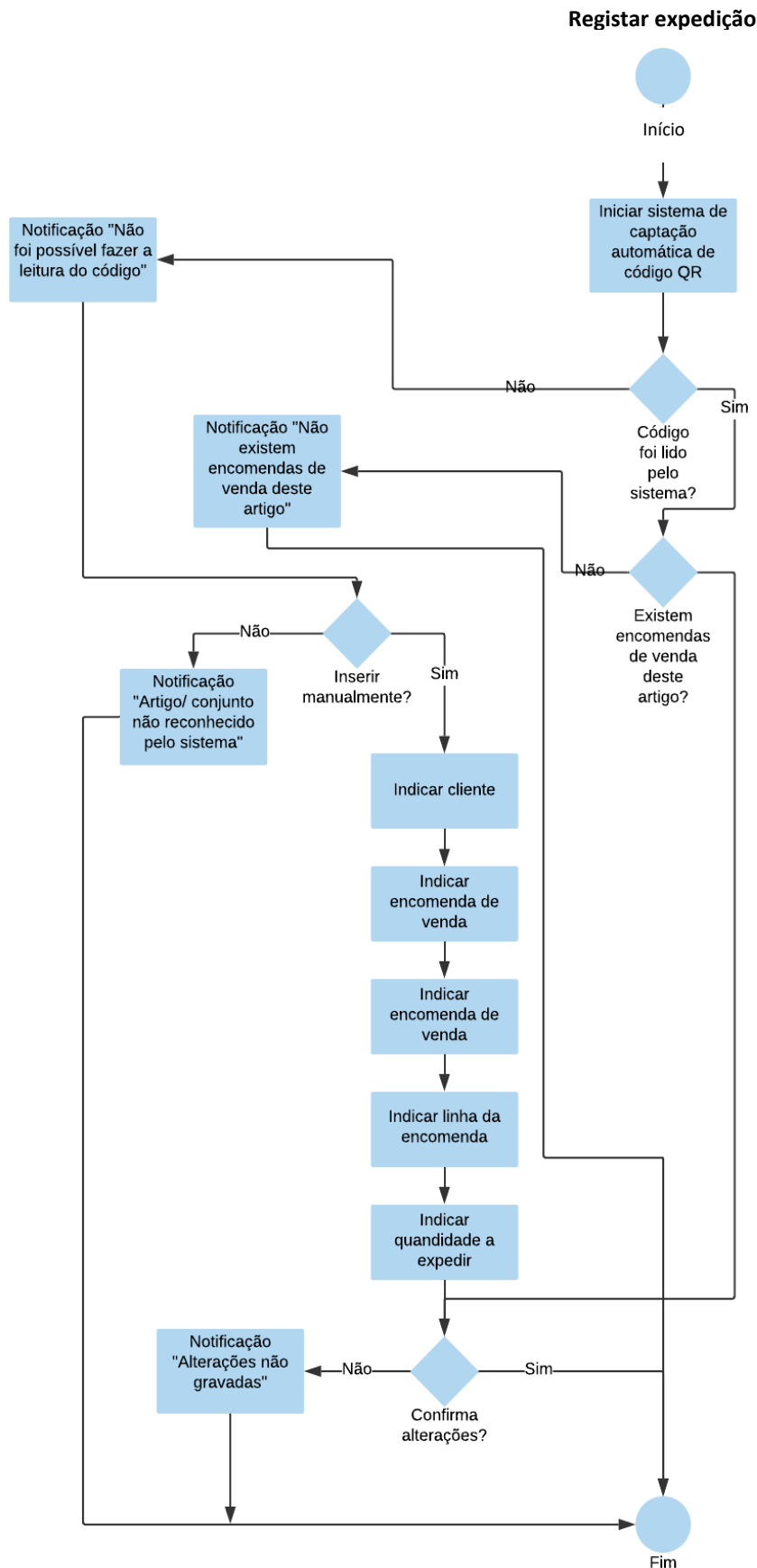


Figura 20- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade “Registar expedição”

O fluxograma de funcionamento da funcionalidade “Procura”, encontra-se descrito na figura 21.

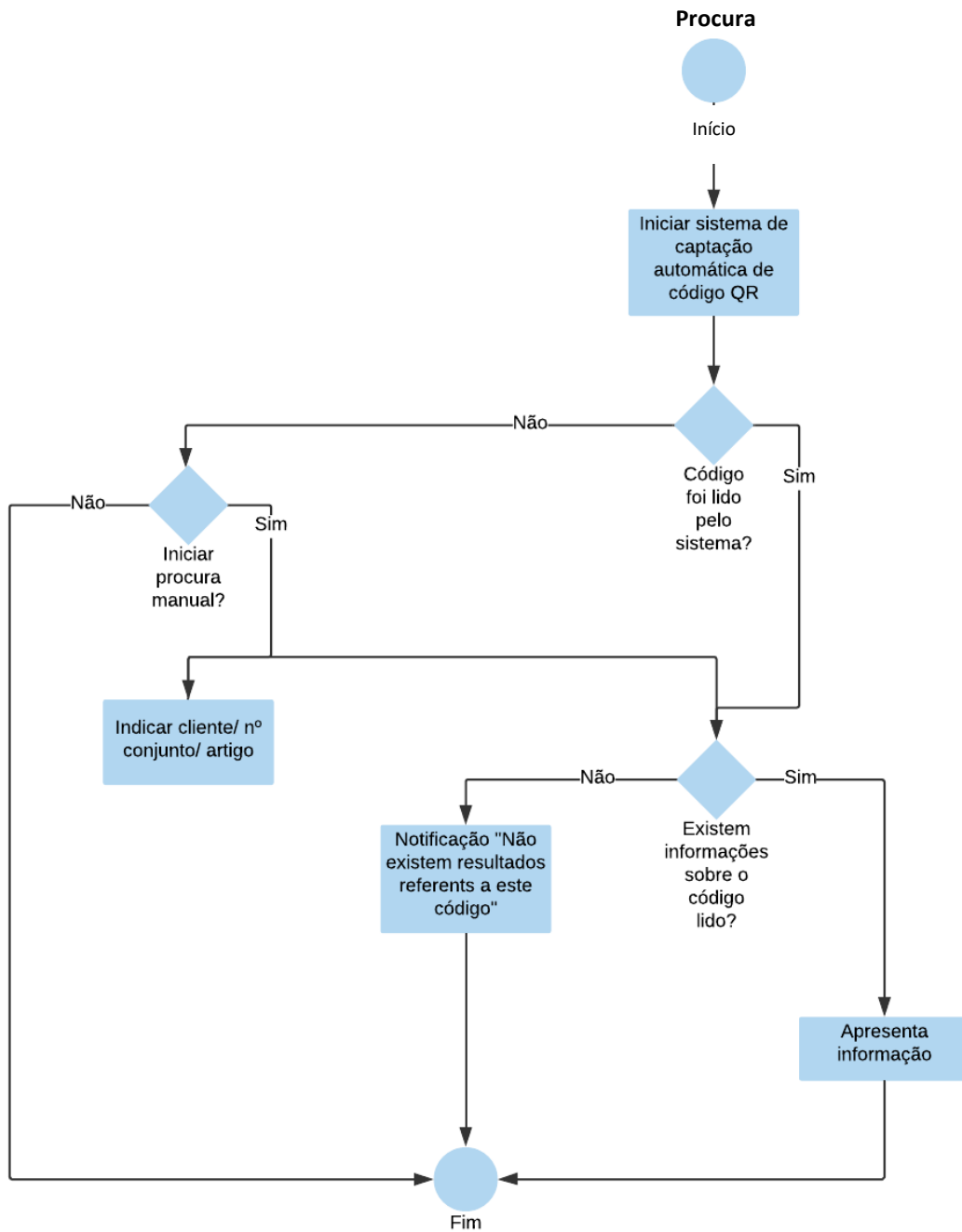


Figura 21- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Procurar"

O fluxograma de funcionamento da funcionalidade “Histórico”, encontra-se descrito na figura 22.

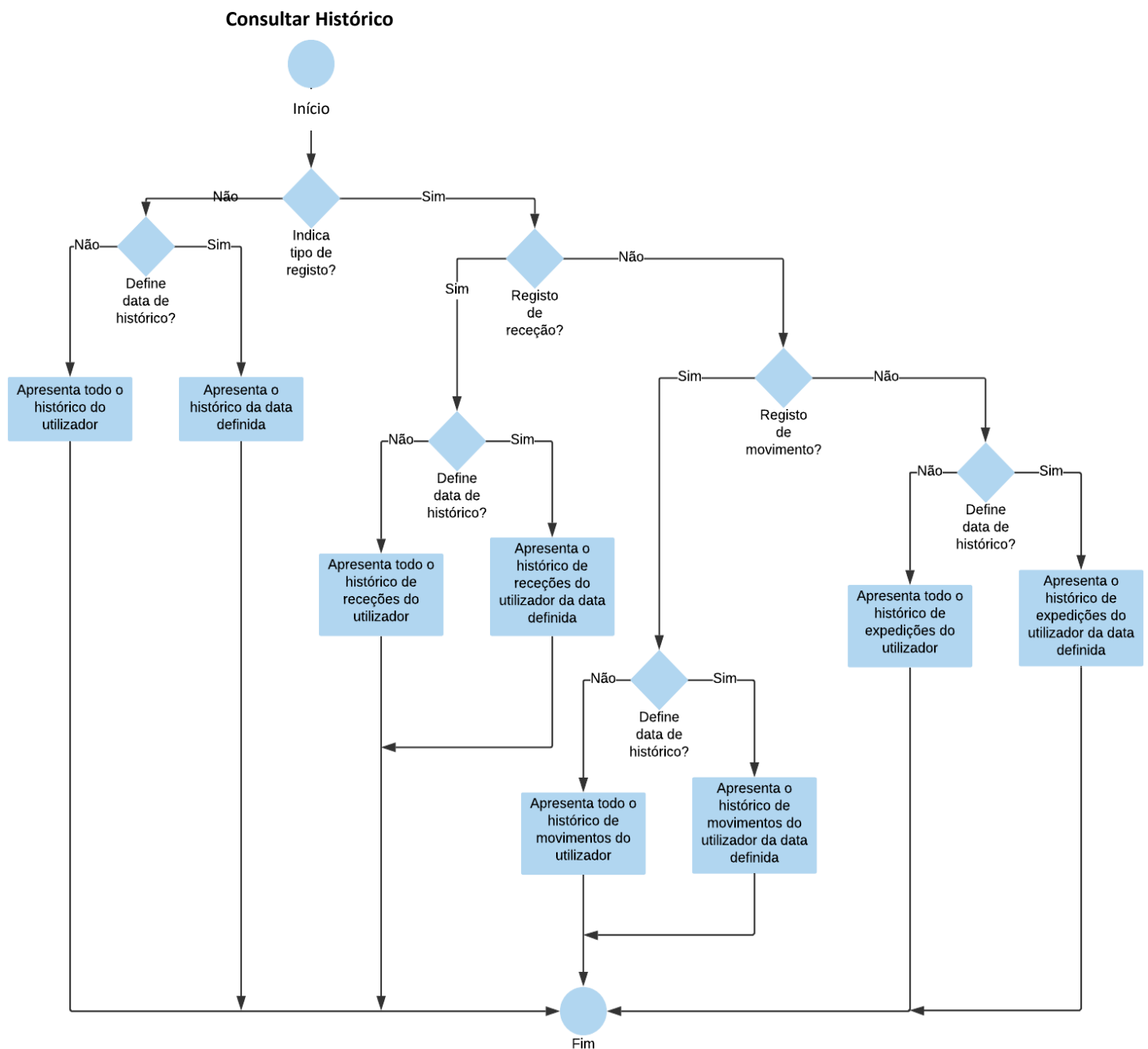


Figura 22- Fluxograma de funcionamento da funcionalidade "Histórico"

4.5.2. Interface com o utilizador

A prototipagem da aplicação foi elaborada através do *software Marvel* (o protótipo desenvolvido pode ser acedido através do [link- https://marvelapp.com/prototype/ee2ega1/screen/70406536](https://marvelapp.com/prototype/ee2ega1/screen/70406536)), que permite simular o interface gráfico do funcionamento de uma aplicação, através da transição entre diferentes ecrãs, das funcionalidades que se pretendem desenvolver. Para o desenvolvimento da interface da ferramenta proposta, não foi associada qualquer base de dados e todo o conteúdo é fictício, de forma a simular o funcionamento da aplicação num contexto mais realista.

A aplicação é iniciada com a entrada no ícone da aplicação *RPS mobile*, no qual, é aberto automaticamente o *browser* direcionado para a aplicação. Após entrar na aplicação, o utilizador deverá preencher os campos utilizador e a palavra-passe, para poder aceder às funcionalidades da ferramenta (figura 23).



Figura 23- Proposta de interface de funcionamento da funcionalidade "Login"

Após entrar na aplicação, é exibido um ecrã de "Menu Principal", que apresenta as principais funções da ferramenta, em que, o utilizador deve seleccionar a que pretende. A funcionalidade de registo de receções, abre automaticamente a câmara do dispositivo pronta a ler o código QR. A captura, apresenta seguidamente a leitura da informação contida no código lido (figura 24).

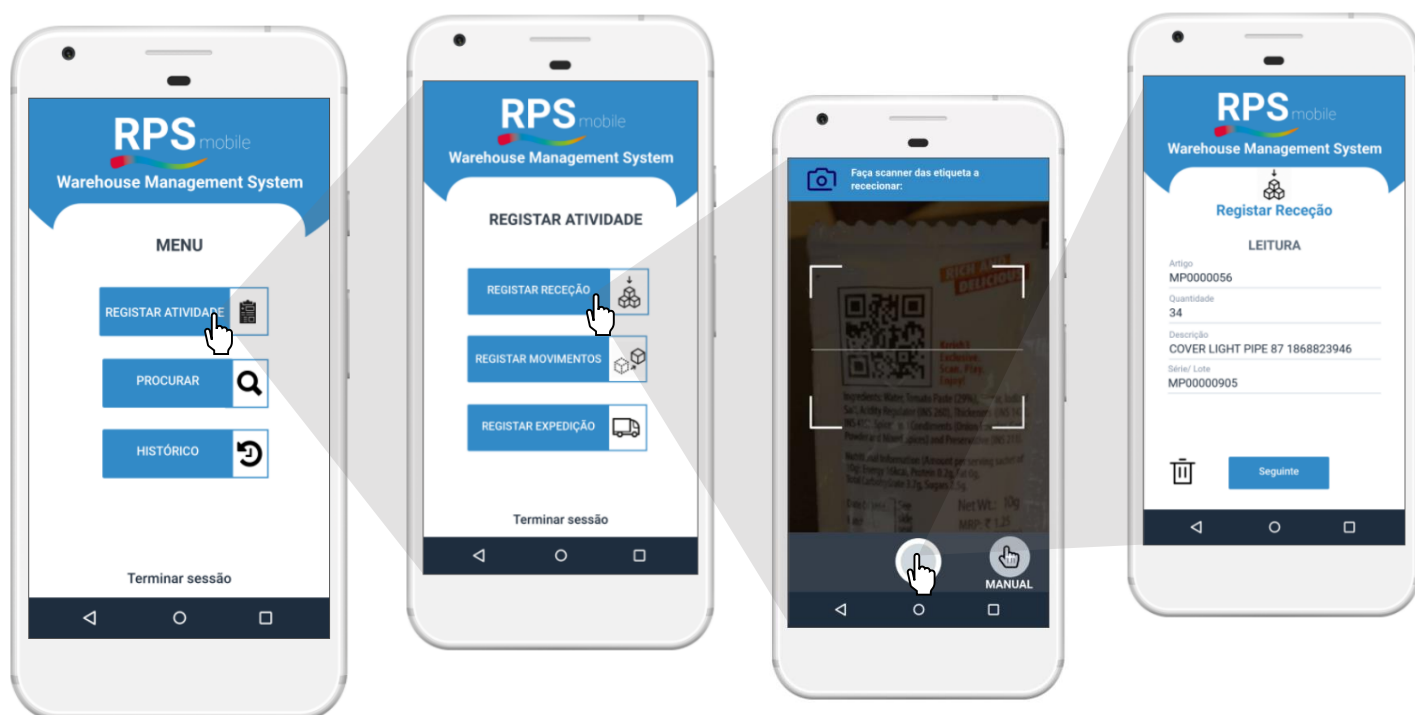


Figura 24- Proposta de interface de registo por captura automática da funcionalidade "Registar receção"

Após a leitura automática, a ferramenta associa automaticamente a(s) encomenda(s) de compra pendente(s), ao artigo e quantidade que foi lida pelo dispositivo. Se não existir nenhuma associação encontrada, o sistema adverte o utilizador e significa que algum erro possa ter acontecido, quer por parte do registo de informação no código, ou troca de encomendas. Após a indicação da encomenda de compra, é possível definir o destino para a receção efetuada (figura 25).

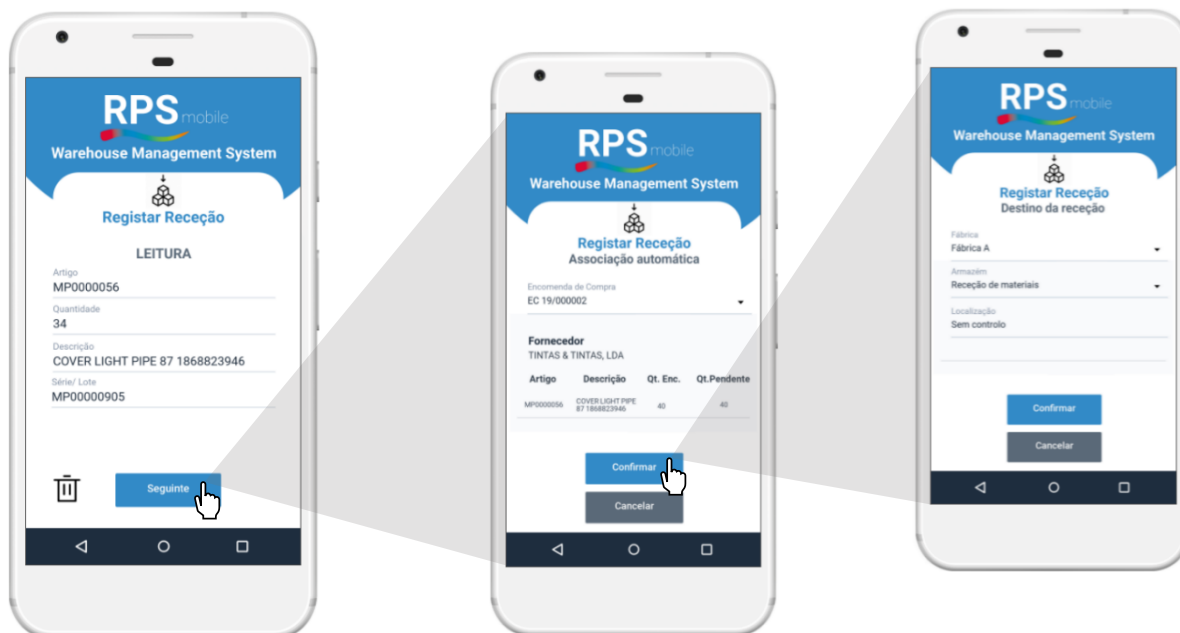


Figura 25- Proposta de interface de associação de encomenda automática da funcionalidade "Registrar receção"

Caso não exista um código QR associado à receção que se pretende efetuar, a entrada deve ser dada manualmente. Após esta indicação, o utilizador deve selecionar o fornecedor da encomenda que está a receber a encomenda de compra associada. Seguidamente, seleciona a linha do artigo da encomenda de compra e digita a quantidade recebida. Por defeito, a quantidade recebida é igual à quantidade pendente de receber, de forma a agilizar o processo de registo. Caso a quantidade que o utilizador indique, for maior que a quantidade pendente, o sistema adverte o utilizador e impossibilita o registo (figura 26).

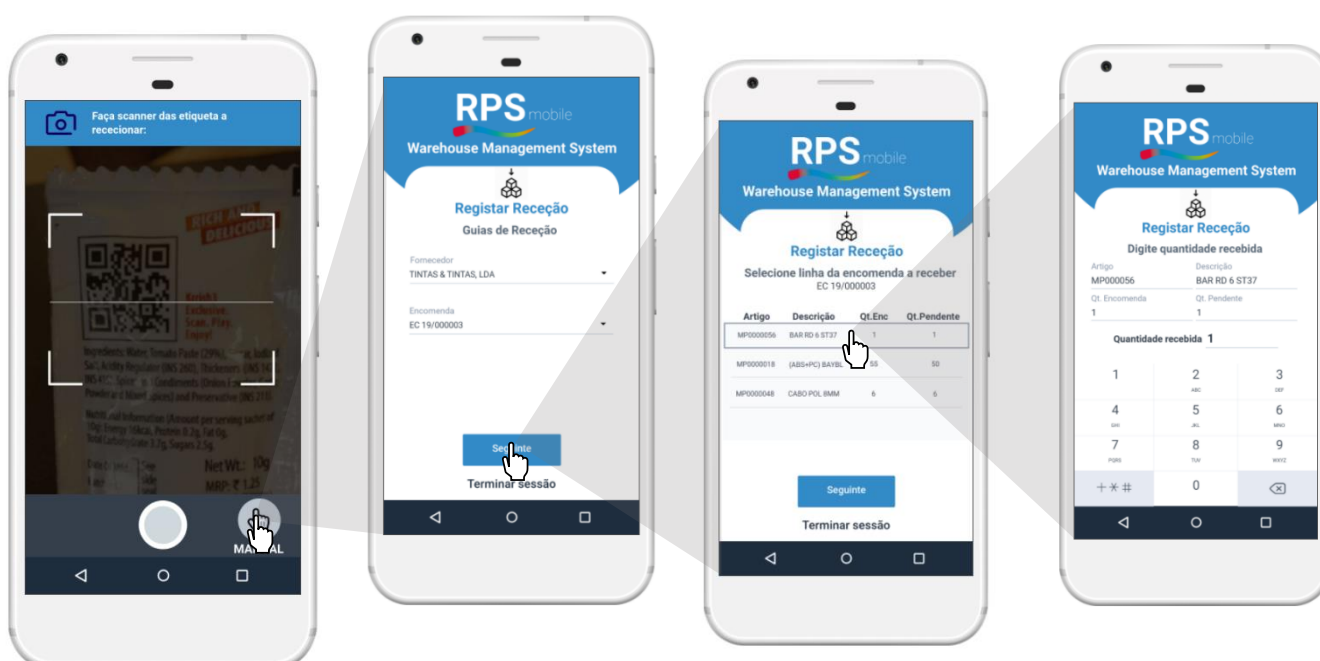


Figura 26- Proposta de interface de registo de receção manual da funcionalidade "Registrar receção"

A funcionalidade de registar movimentos, tem como princípio a criação, alteração (adição/remoção de artigos de um conjunto), eliminação e a movimentação de conjuntos. A criação de um conjunto gera um número sequencial para o novo conjunto. Na criação de um conjunto, o leitor de código QR é aberto automaticamente, pronto a captar informação dos códigos a adicionar a este novo conjunto. Na criação de conjuntos, só é possível adicionar artigos que não tenham um número de conjunto associado (figura 27).

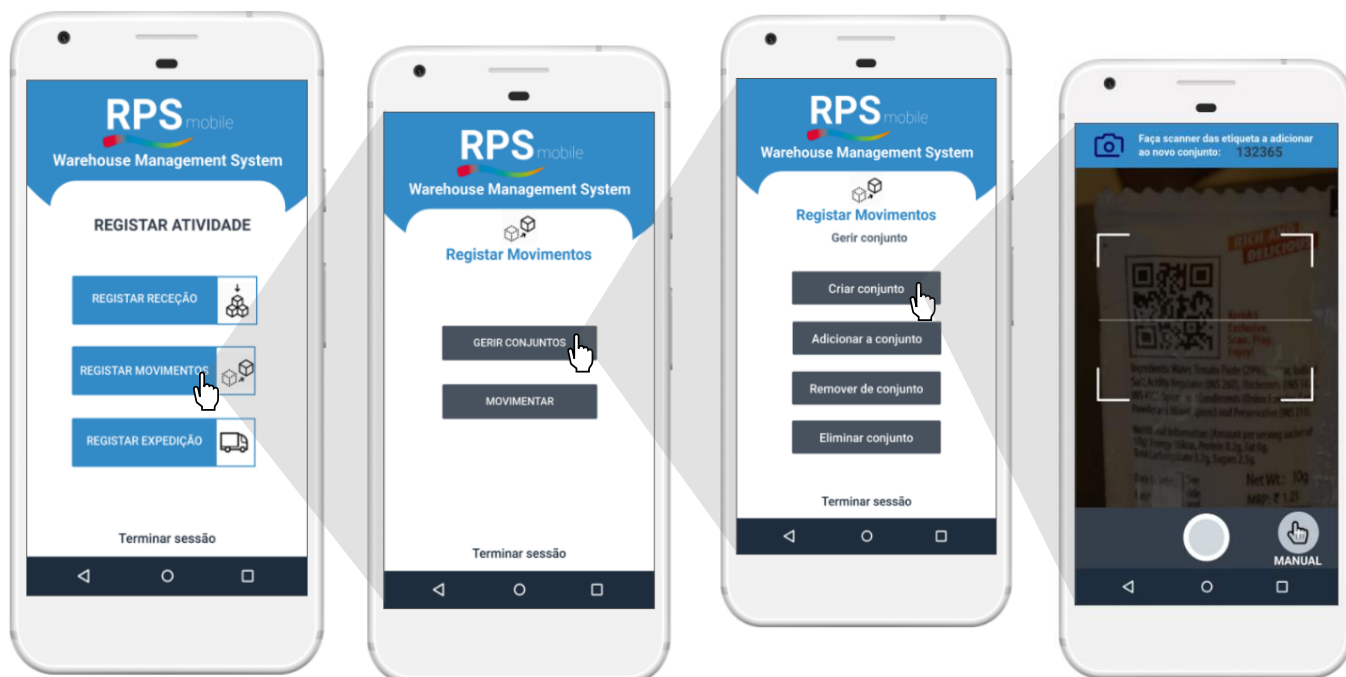


Figura 27- Proposta de interface da funcionalidade "Criar conjunto"

Após a leitura da informação contida no código QR, é possível fazer a leitura imediata de outro artigo para o mesmo conjunto. O resumo da transação, indicam todos os artigos movimentados para este novo conjunto (figura 28).

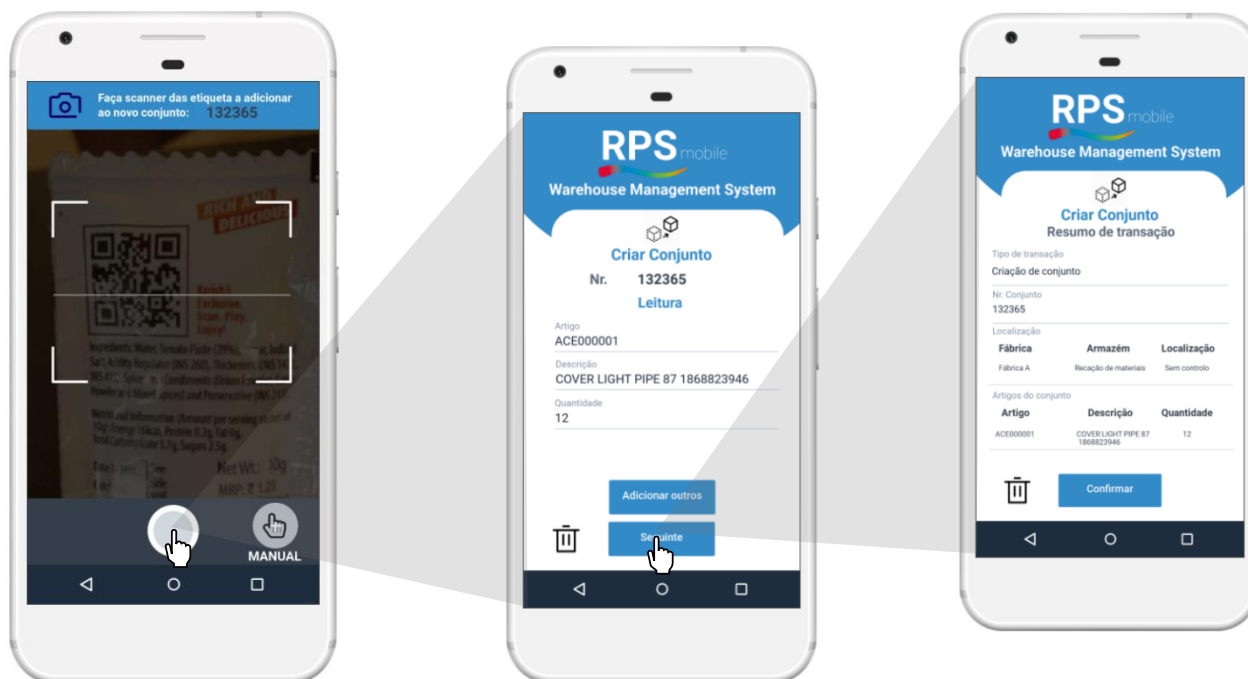


Figura 28- Proposta de interface de confirmação de leitura da funcionalidade "Criar conjunto"

A funcionalidade de “Adicionar a conjunto”, tem como princípio, adicionar artigos existentes em armazém, que não tenham um conjunto associado, a um conjunto que já exista registado na base de dados. A indicação do número do conjunto é feita automaticamente através do código QR do conjunto de destino, ao qual se pretendem adicionar artigos. Após a indicação do conjunto de destino, a funcionalidade de leitura automática, faz a leitura dos códigos dos artigos a adicionar ao conjunto que foi lido anteriormente (figura 29).

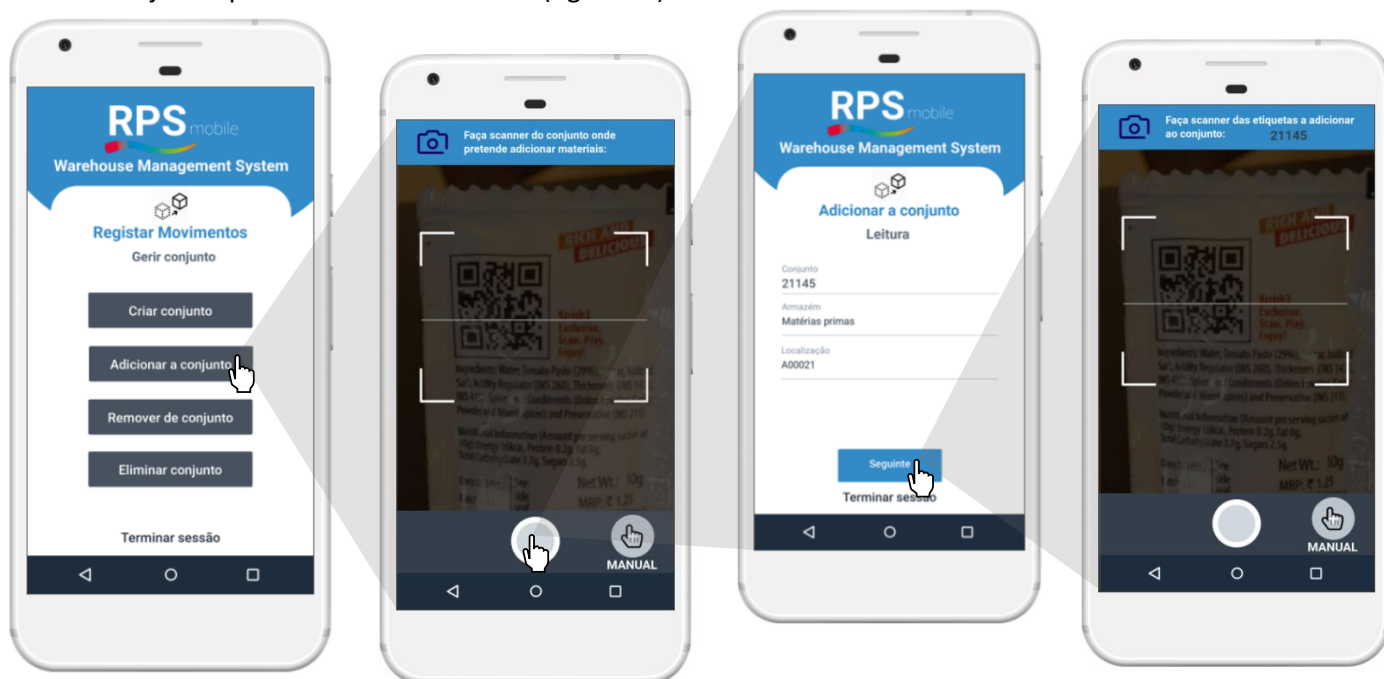


Figura 29- Proposta de interface da funcionalidade "Adicionar a conjunto"

A funcionalidade “Remover de conjunto”, remove artigos que tenham um conjunto definido, ficando estes sem associação a um conjunto. Esta solução prende-se essencialmente com a necessidade da prática de *picking*. O funcionamento desta função é semelhante ao da funcionalidade “Adicionar a conjunto”, com a lógica de remoção ao invés de adição (figura 30).

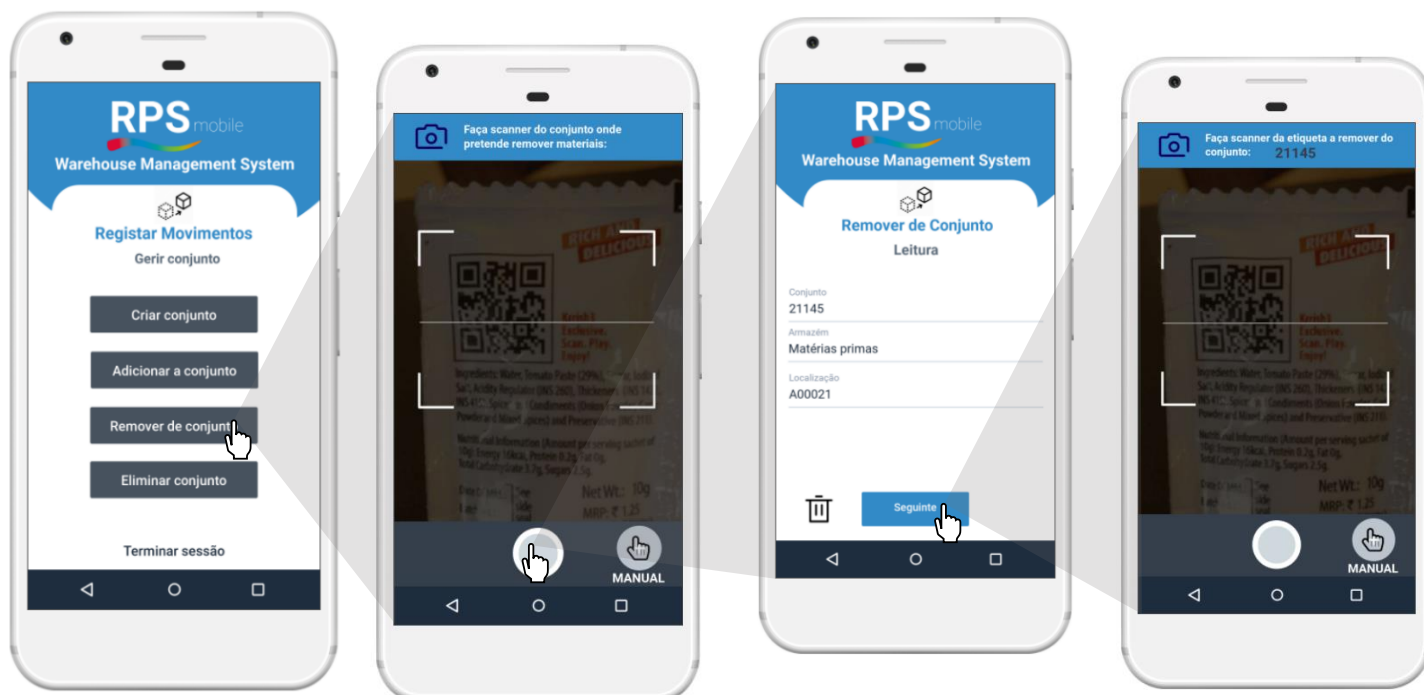


Figura 30- Proposta de interface da funcionalidade "Remover de conjunto"

A funcionalidade de “Eliminar conjunto”, elimina o número do conjunto selecionado bem como todos os artigos associados ao mesmo, através da captura do número do conjunto, que pode ser lido pelo sistema de captura de dados automático (figura 31).

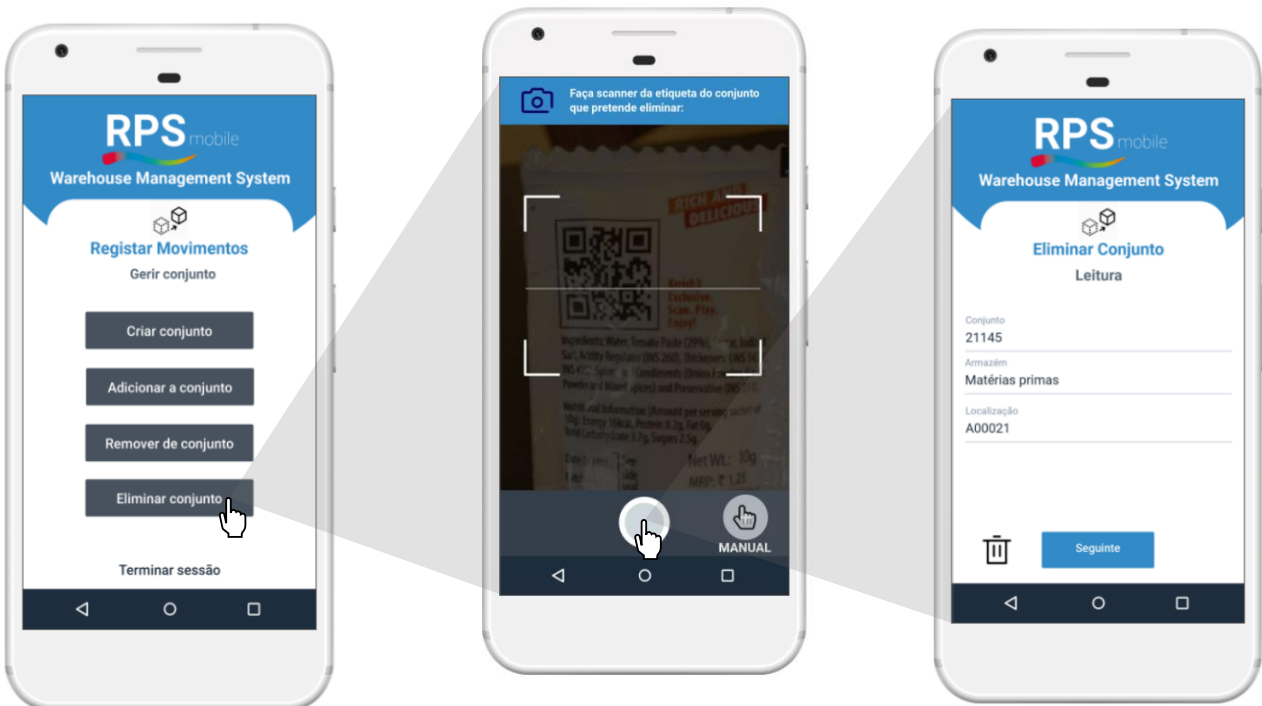


Figura 31- Proposta de interface da funcionalidade "Eliminar conjunto"

A funcionalidade “Movimentar” tem por finalidade, registar a alteração da localização de conjuntos/ artigos. Esta funcionalidade mantém o rastreamento atualizado em sistema, que proporciona maior eficiência operacional na procura de determinado artigo/ conjunto. O utilizador deve captar a informação do conjunto/ artigo que pretende movimentar bem como a informação de destino (figura 32).

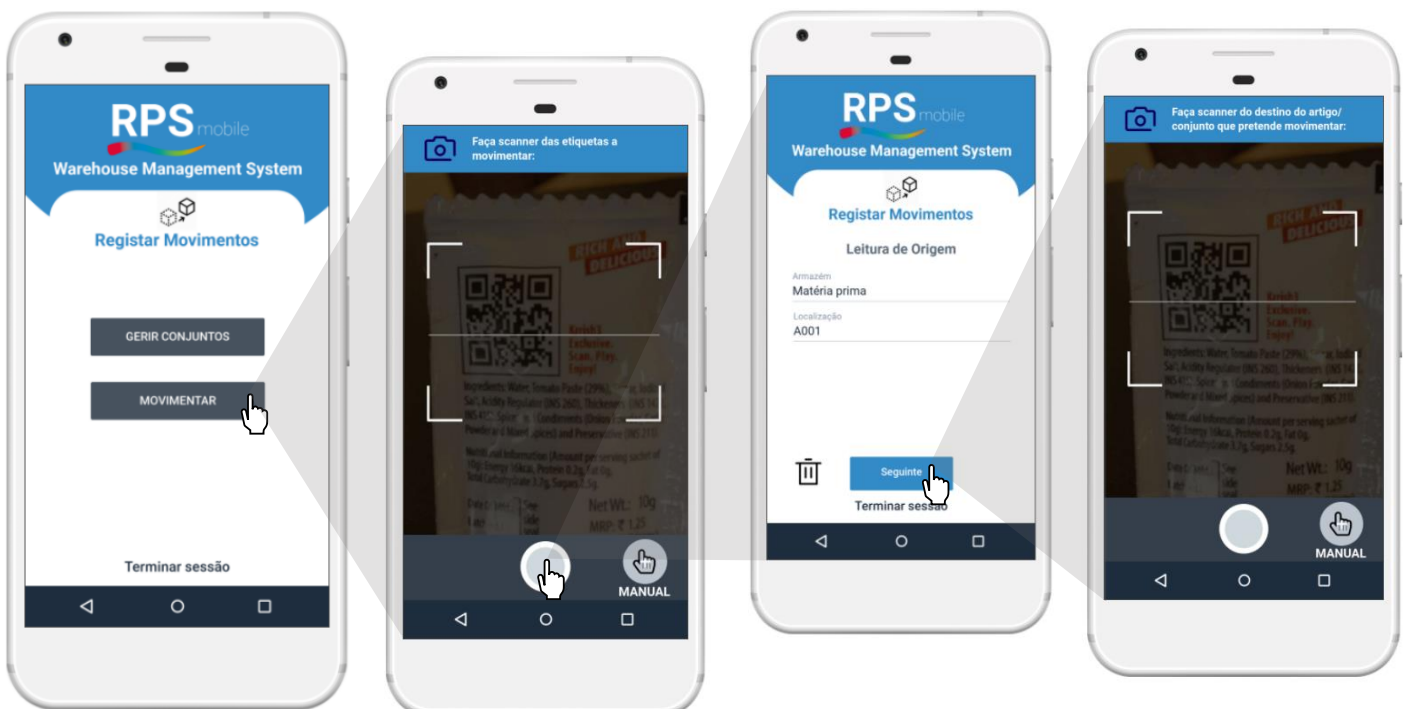


Figura 32- Proposta de interface da funcionalidade "Movimentar"

O registo de expedição, é efetuado pelos utilizadores quando uma encomenda é entregue ao cliente. Através do sistema de leitura automática por código QR, é feita uma associação da encomenda de venda, que agiliza o processo de registo de expedição, pelo artigo e quantidade lida pelo dispositivo. Caso não exista uma encomenda associada à informação lida pelo sistema, o utilizador pode inserir a informação manualmente, através da indicação do cliente, selecionando o(s) artigo(s) a expedir e a quantidade a expedir (figura 33).

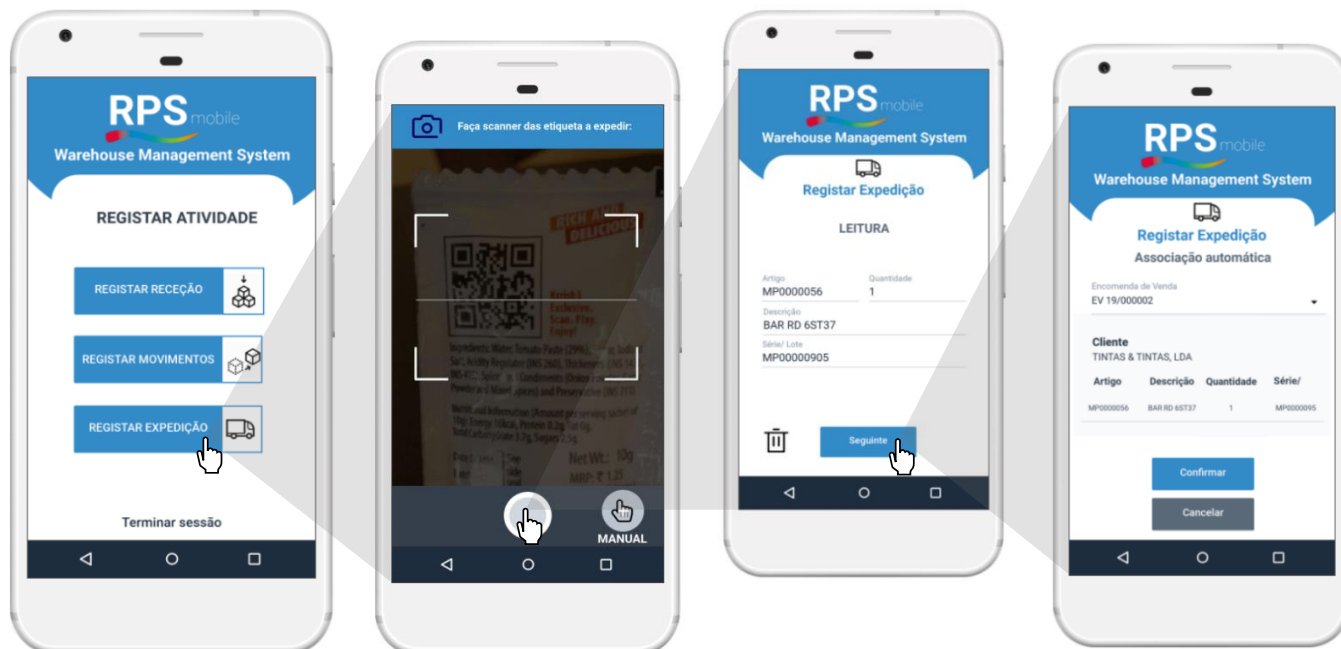


Figura 33- Proposta de interface da funcionalidade "Registo de expedição"

A funcionalidade "Procurar", destina-se apenas à pesquisa de informação contida na base de dados de inventário no RPS. É possível consultar a informação contida nos códigos QR e proceder ao rastreamento de determinado artigo/ conjunto. O sistema de leitura automático é aberto automaticamente, de forma a agilizar o processo de identificação de informação de determinado código QR. É possível rastrear materiais manualmente, através da indicação de filtros de pesquisa como cliente, número do conjunto ou artigo (figura 34).

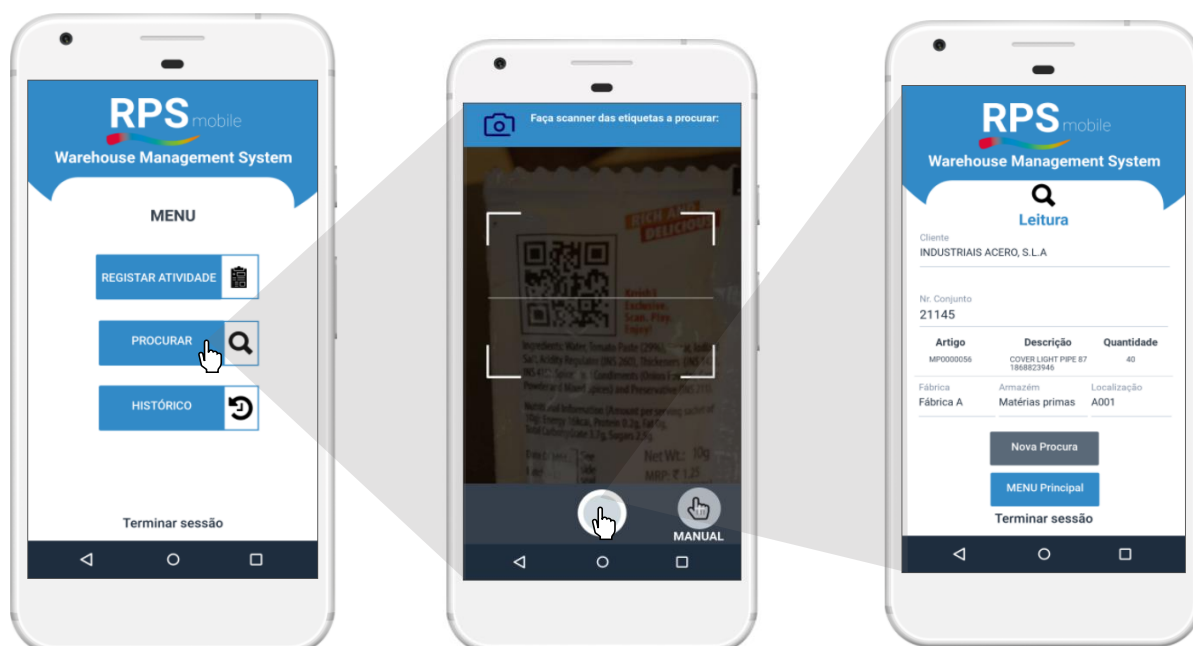


Figura 34- Proposta de interface da funcionalidade "Procurar"

Caso se pretenda fazer o rastreamento de determinado artigo/ conjunto, a procura deve ser executada manualmente, através da indicação do cliente, número de conjunto ou artigo que se pretende procurar (figura 35).

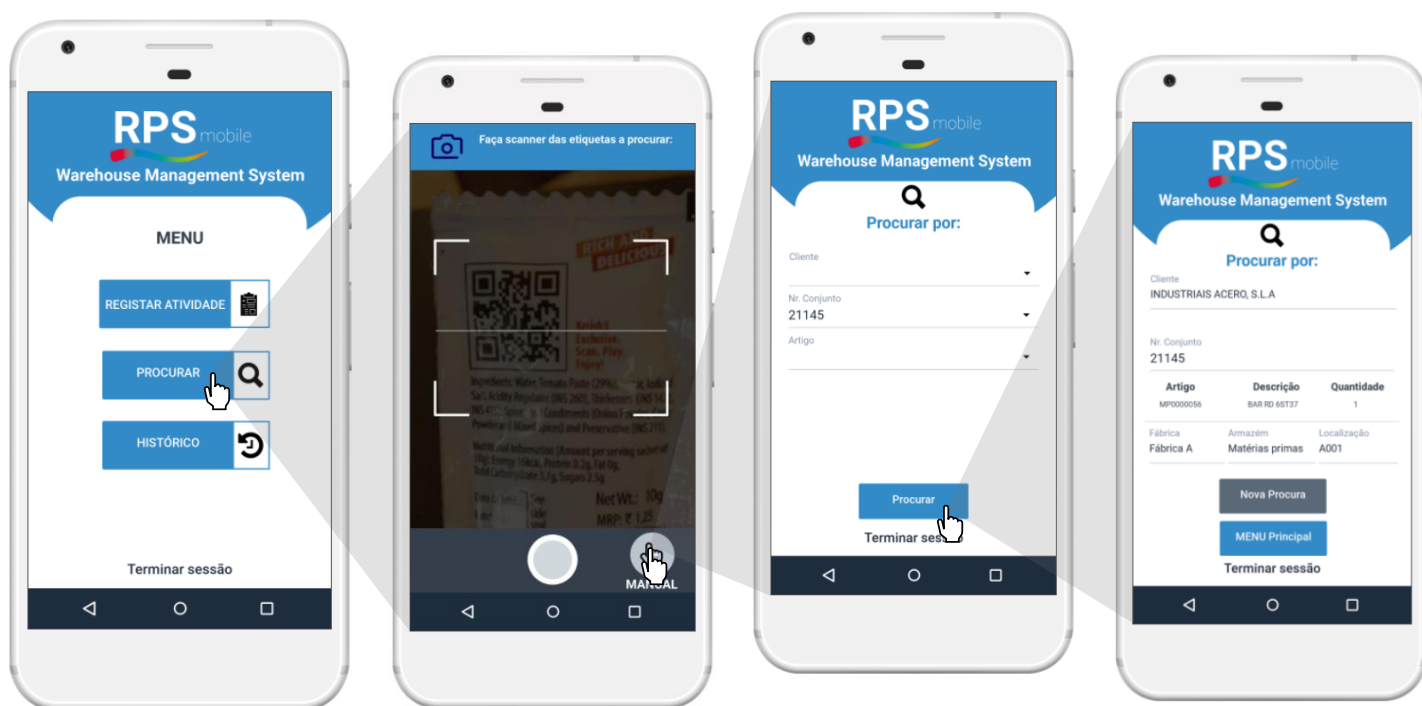


Figura 35- Proposta de interface da funcionalidade "Procurar" manualmente

A funcionalidade "Histórico", pretende recorrer às atividades registadas pelo utilizador e verificar as atividades realizadas pelo mesmo. Na consulta do histórico, apenas é disponibilizada a atividade realizada pelo próprio utilizador, garantindo confidencialidade ao processo (figura 36).

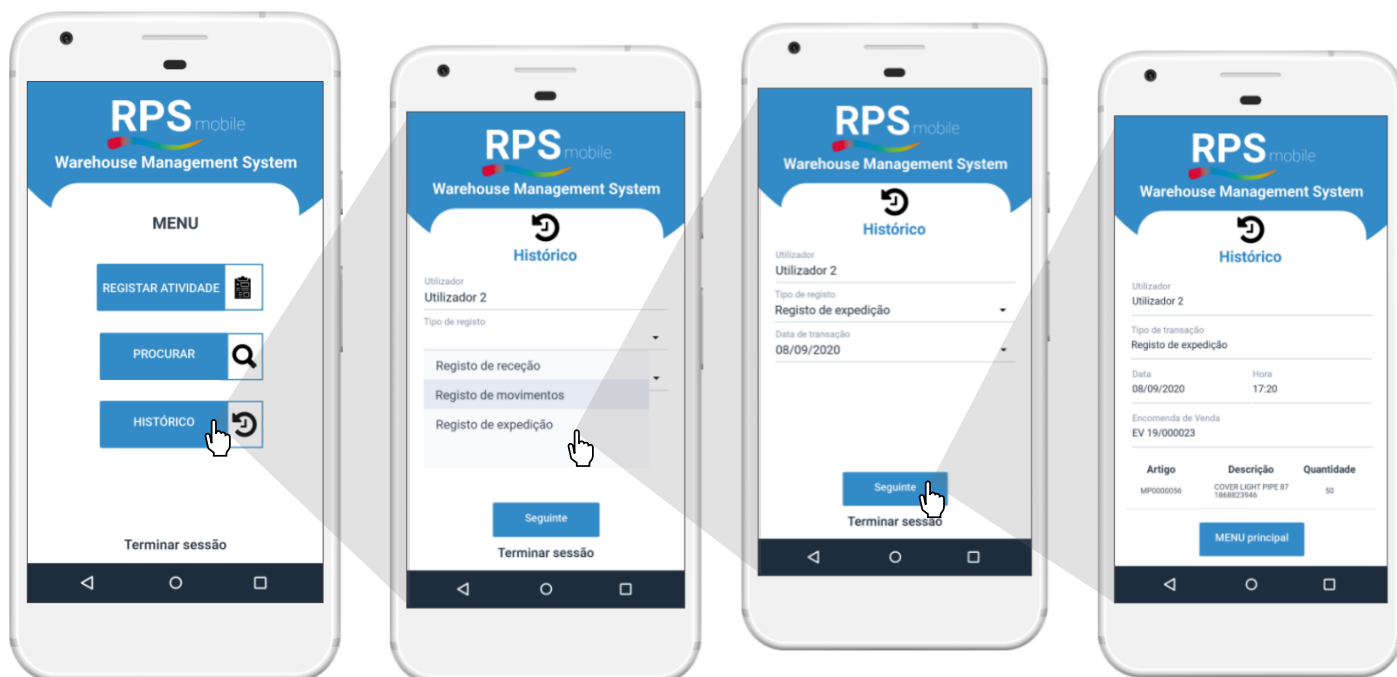


Figura 36- Proposta de interface da funcionalidade "Histórico"

Sempre que a funcionalidade da câmara é iniciada, existe, em todas as funcionalidades, uma opção de indicação manual, que dependendo da finalidade, apresenta os campos de seleção/ procura indicados para o efeito da identificação do material que se pretende. Esta opção, deve-se ao facto da impossibilidade de garantir a leitura do código QR em condições de mau estado da etiqueta, ou mesmo pela sua inexistência. A figura 37, mostra, no caso do registo de uma receção ser executada manualmente, primeiro indica-se o fornecedor, a encomenda de compra, a linha da encomenda que se pretende receber e a quantidade recebida.

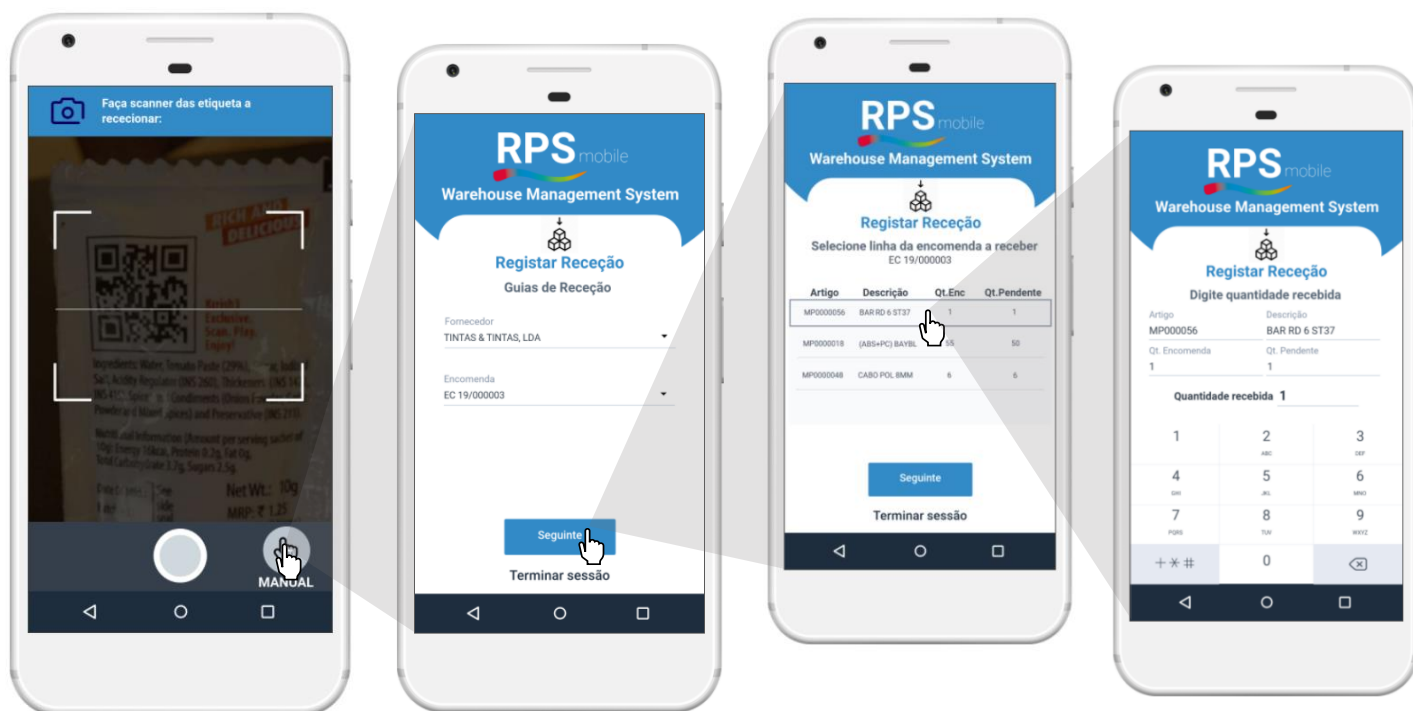


Figura 37- Proposta de interface da funcionalidade de "Seleção" manual

5. RESULTADOS ESPERADOS

Ao longo deste capítulo, é feita uma descrição e análise aos resultados esperados de forma qualitativa, de acordo com a solução proposta e com as necessidades identificados, que levaram à elaboração da presente dissertação.

5.1. Impacto da ferramenta

Este subcapítulo aborda os resultados esperados, de forma qualitativa, que a ferramenta proposta pode potenciar, tanto à empresa promotora (Sqédio), como aos seus clientes, utilizadores da aplicação.

5.1.1. Na empresa

Em função da organização, a aplicação proposta, acrescenta à empresa promotora, diferentes vantagens, nomeadamente:

- **Vendas**

Através da oferta de funcionalidades especializadas no desempenho de gestão de armazém mais eficiente, as vendas podem ser potencialmente aumentadas, especialmente para as empresas do setor de armazenagem e distribuição.

- **Serviços**

Através do aumento de funcionalidades, o leque de serviços oferecido ao mercado é alargado, potenciando assim, a angariação de mais clientes.

- **Vantagem Competitiva**

O desenvolvimento de soluções móveis integradas com o sistema RPS, oferece vantagens competitivas face aos concorrentes e permite explorar novos segmentos de mercado.

- **Aumento da confiança e fidelização do cliente**

Através do desenvolvimento de novas funcionalidades, a organização mostra-se interessada em corresponder às necessidades dos clientes, oferecendo continuamente, novas e melhores soluções, com o compromisso de acompanhar o avanço tecnológico e oferecer um serviço focado no cliente e nos seus objetivos.

5.1.2. No cliente

Não tendo sido possível avaliar o desempenho da solução proposta no cliente, de acordo com o processo desenhado e as características da ferramenta, através da simulação da ferramenta, pode garantir-se os seguintes benefícios:

- **Aumento da confiança e fidelização do cliente**

Através do desenvolvimento de novas funcionalidades, o cliente, sente confiança em relação ao esforço contínuo de melhoria do nível de serviço por parte do fornecedor do serviço.

- **Desenvolvimento híbrido (HTML5)**

Proporciona o acesso à aplicação proposta, através de qualquer dispositivo com acesso à internet, a partir de um *browser* sem qualquer restrição de sistema operativo, tirando partido de todas as vantagens associadas a este tipo de desenvolvimento.

- **Mobilidade**

Sendo uma aplicação *mobile*, pode ser utilizada em qualquer altura e em tempo real, acedendo às transações efetuadas em armazém, por qualquer tipo de dispositivo móvel com acesso à internet.

- **As mesmas funcionalidades num processo mais eficiente**

Através da aplicação, o utilizador executa de forma mais automatizada, os processos de registo e consulta de informação, através de menos passos de forma mais eficiente. A captação de dados automáticos através do sistema de código QR, resulta num ganho de eficiência considerável, através da identificação do material, localização e quantidade a transacionar.

- **Ecrãs intuitivos e de simples utilização**

Devido ao planeamento de requisitos não funcionais, a aplicação torna-se intuitiva para o utilizador, em todos os processos executados na aplicação, através da dinâmica entre ecrãs com o mínimo de passos possível, de maneira a simplificar e agilizar o processo a executar.

- **Inovação**

Através da introdução de dispositivos móveis, como ferramenta de auxílio à gestão de armazém e dadas as suas características, apresenta uma inovação tecnológica.

- **Menos erros de processo**

Com uma aplicação pensada e desenvolvida exclusivamente para a gestão de armazém, o processo de registo, foi desenhado para ser o mais automático possível, através do sistema de captação de dados automática, com o objetivo de minimizar os erros de introdução de dados manual.

- **Maior precisão de dados**

Com base na minimização de erros de processo, a utilização da ferramenta proposta, pode fornecer uma maior precisão dos dados registados no sistema ERP e conseqüentemente melhor desempenho dos resultados operacionais da organização.

5.1.3. Análise SWOT

Com o objetivo de analisar a solução desenvolvida, do ponto de vista estratégico, foi feita uma análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) (tabela 5), de forma a identificar pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças da solução desenvolvida:

Tabela 5- Análise SWOT da solução desenvolvida

Pontos Fortes	Pontos Fracos
<ul style="list-style-type: none"> • Integração com o ERP da organização; • Execução em qualquer tipo de dispositivo com acesso a internet; • Aumento da mobilidade dos utilizadores; • Baixo custo de aquisição de equipamentos; • Baixo custo de formação; • Ganho da eficiência; • Menos erros de processo; • Comunicação em tempo real com o ERP. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desempenho depende da disponibilidade e da qualidade da rede Wi-Fi; • Edição e alteração de dados registados pela ferramenta só podem ser feitos através do ERP.
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de evolução para o sistema de captação de informação automática RFID; • Funcionalidade de <i>Login</i> pode ser agilizado através da utilização de sensor biométrico (impressão digital). 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de outras tecnologias de captação de informação automática (ex.: RFID ou NFC).

5.2. Discussão dos resultados

Relativamente à literatura consultada, a solução apresentada apresenta ganhos significativos, embora não quantificados, principalmente pelo aumento da mobilidade do utilizador, pela utilização de dispositivos móveis para a execução das tarefas relacionadas com o registo e consulta de informação em qualquer lugar, através da integração com o sistema RPS.

De salientar também, que esta solução contribui para um aumento de eficiência considerável através da integração da tecnologia de identificação automática (*QR code*), que agiliza e simplifica o processo de leitura/ registo de informação no sistema ERP. A tabela 6, mostra os ganhos de forma qualitativa, de acordo com a proposta das funcionalidades da ferramenta.

Tabela 6- Resultados esperados da utilização da ferramenta proposta

Funcionalidade	Ganhos qualitativos
Login	Aumenta a precisão dos dados registados no sistema através da associação do utilizador que executa as transações efetuadas.
Sistema de identificação de dados automática (código QR)	Aumento da eficiência nas tarefas de registo e consulta de informação, através da leitura rápida do sistema e diminuição de erros de introdução de dados.
Pesquisa de informação no dispositivo móvel	Menos movimentos por parte do utilizador, através da consulta de informação em qualquer lugar e sem a necessidade de se deslocar ao posto ERP.
Consulta de histórico de atividade	Menos movimentos por parte do utilizador, através da consulta do histórico de atividade, em qualquer lugar e sem a necessidade de se deslocar ao posto ERP.

Deste projeto, resultou uma proposta de uma ferramenta móvel, como uma extensão ao posto ERP, com as funcionalidades essenciais de apoio à gestão de armazém, para qualquer tipo de dispositivo móvel, com acesso a internet e que possua câmara fotográfica. Esta aplicação combina as funcionalidades presentes no sistema de informação RPS e de dispositivos móveis, numa única solução, de forma a agilizar e a flexibilizar o processo de registo e consulta de informações de armazém.

Além de vantagem competitiva em relação aos concorrentes, esta aplicação confere grande mobilidade aos utilizadores e simplifica os processos de registo e consulta de informação relativa à gestão de armazém.

- Relativamente à pergunta de investigação inicial definida no ponto 1.3, pode responder-se o seguinte:

Através da utilização da ferramenta móvel proposta, é possível aumentar a eficiência dos processos de registo e consulta de informação de armazém, através da eliminação de algumas das causas, que minimizam a probabilidade de ocorrência do seu efeito, como se pode verificar na figura 38.

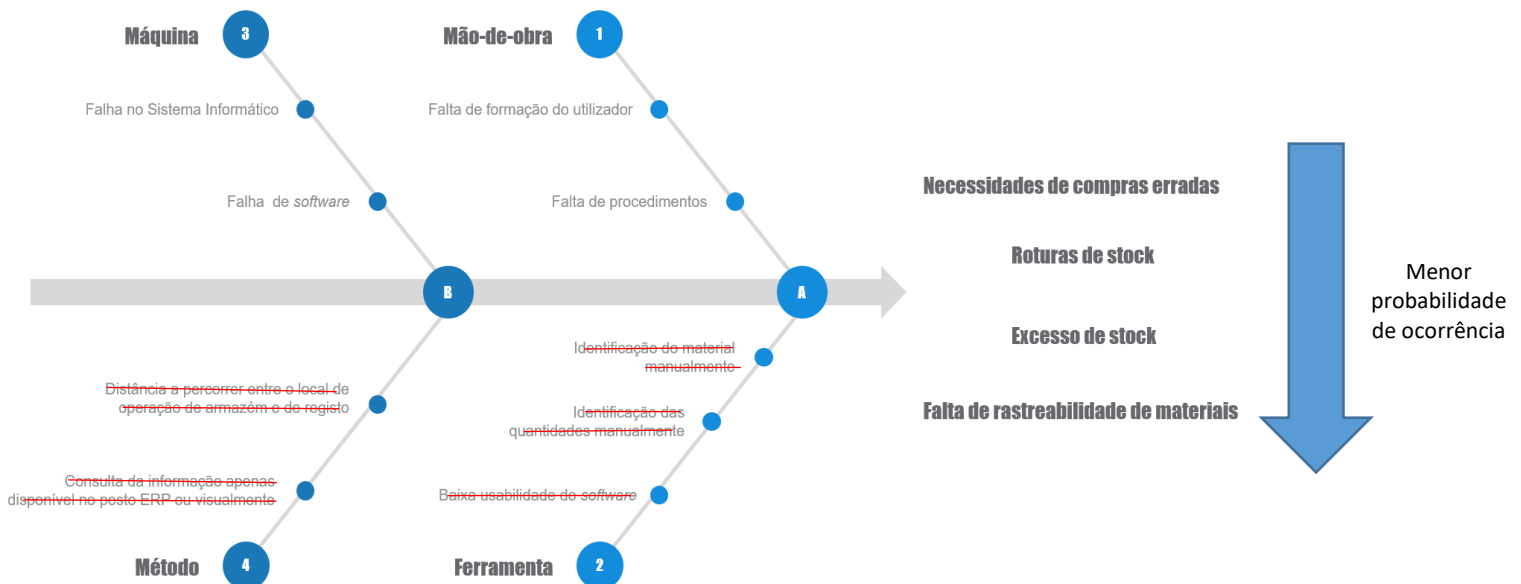


Figura 38- Diagrama de Ishikawa com a utilização da ferramenta

6. CONCLUSÃO

Este projeto, teve como principal objetivo responder à pergunta de partida: “De que forma, se pode melhorar a eficiência e a precisão da informação recolhida, das tarefas relacionadas com a gestão de armazém no sistema de informação RPS?”. Para contextualizar a questão de investigação, começou por se estudar o estado da arte, desde a evolução do MRP até ao desenvolvimento dos sistemas ERP atuais. Foi estudada a contribuição dos sistemas ERP para a simplificação e integração de todos os processos de uma organização. Foram feitas uma abordagem à importância da gestão de armazém e o impacto que esta representa numa organização. Finalmente foram feitas pesquisas de tecnologias de identificação automática de informação e os diferentes tipos de desenvolvimento de aplicações.

Com base no planeamento dos objetivos descritos no ponto 1.3, foi elaborado uma síntese de conclusões em relação à sua concretização apresentados na tabela 7.

Tabela 7- Síntese de conclusões

	Objetivos	Concretização
Estudo do estado da arte	Conceito e importância dos sistemas ERP	Inicialmente, foi feita uma exploração das matérias alvo de estudo, para melhor contextualização e melhor compreensão para o desenvolvimento de uma solução válida e fundamentada.
	Conceito de armazém e importância da gestão de armazém	
	Pesquisa e definição de tecnologias de identificação e captura de dados automática	
	Importância das ferramentas móveis de suporte a sistemas ERP	
Análise da situação atual	Análise dos processos de gestão de armazém executados no <i>software</i> RPS	Foi feita a identificação do processo executado no <i>software</i> , para posterior desenho de processo mais eficiente.
	Análise das limitações identificadas pelos utilizadores	Foram analisadas as limitações identificadas pelos utilizadores, de forma a projetar uma solução capaz de eliminar ou reduzi-las.
Proposta da solução	Escolha do tipo de desenvolvimento e das tecnologias a utilizar	A escolha do tipo de desenvolvimento híbrido, permite a execução da ferramenta em qualquer tipo de dispositivo móvel, sem restrição de sistema operativo.
	Descrição dos requisitos necessários	As definições dos requisitos da ferramenta, foram projetados, de forma a eliminar as limitações identificadas pelos utilizadores.

Desenvolvimento do protótipo	Arquitetura da solução	Para a arquitetura da solução, foram desenhados os fluxogramas de funcionamento da ferramenta, para facilitar o desenvolvimento da ferramenta e perceber a integração necessária entre o sistema e a aplicação.
	Desenvolvimento do protótipo proposto	O desenvolvimento do protótipo, facilitou a percepção de funcionamento e a dinâmica entre as diferentes funcionalidades com o utilizador
Simulação de funcionamento	Identificação de limitações e melhorias	A simulação do funcionamento da ferramenta, permitiu verificar na prática, o funcionamento do protótipo projetada, bem como identificar limitações e melhorias para realização futura.

6.1. Considerações finais

Este projeto, cumpriu todos os objetivos planeados e justifica a exploração do desenvolvimento da solução proposta, ainda que não existam resultados quantitativos.

Pode concluir-se, que através da utilização de dispositivos móveis, é possível agilizar e simplificar o processo de registo e consulta de informação de armazém, através da integração da aplicação RPS com o sistema de informação RPS.

Pela análise do processo realizado atualmente, pode concluir-se que a ferramenta tem condições para potenciar maior eficiência nas tarefas de registo e consulta de informação, pela simplificação do processo, mas principalmente pela mobilidade conferida pela solução proposta. A utilização da ferramenta potencia menor probabilidade de introdução de erros no sistema, pela integração da tecnologia de identificação automática de código QR, o que representa melhor desempenho operacional. A minimização de introdução de erros no sistema, melhora a precisão dos dados em sistema e conseqüentemente melhora os resultados operacionais da organização.

O facto de a solução proporcionar o registo e consulta de informação em tempo real, resulta numa melhor capacidade de tomada de decisão.

Através do desenvolvimento do protótipo, foi possível identificar oportunidades de melhoria, que foram sendo implementados no decorrer do seu progresso e foi possível desenhar um *layout* simples e intuitivo que pode potenciar a eficiência com que o utilizador interage com a ferramenta.

Tecnologicamente, foram avaliadas várias opções ao nível do desenvolvimento da solução, procurando sempre simplificar e tornar a solução viável.

Verificou-se que o desenvolvimento da aplicação em HTML5 faz mais sentido, tanto do ponto de vista de flexibilidade (executável em todos os sistemas operativos), como de custo de desenvolvimento (menor que desenvolvimento nativo). Quanto à tecnologia escolhida para o sistema de identificação optou-se pelo sistema de código QR, tanto pela sua capacidade de rapidez na leitura, como na simplicidade de implementação e integração com o sistema ERP.

De um ponto de vista mais abrangente, num contexto em que os materiais sejam identificados com uma tecnologia descodificável por leitura ótica e com acesso à internet, considera-se que esta, é uma solução que pode ser aplicada em qualquer ERP nas mesmas condições abordadas neste caso de estudo.

6.2. Limitações e investigação futura

A proposta de solução deste projeto, não permitiu realizar uma avaliação quantitativa custo-benefício. Esta limitação, prende-se com o facto, de não ter sido possível a avaliação do seu impacto, pela impossibilidade de implementação devido às restrições impostas pela situação atual provocada pela pandemia COVID-19. Um trabalho a realizar futuramente, seria, fazer uma análise de viabilidade da ferramenta e verificar se o investimento necessário justifica o seu desenvolvimento.

A solução apresentada, revelou limitações no que diz respeito ao desempenho da ferramenta, principalmente pela indisponibilidade de internet no dispositivo, que impossibilita a comunicação com o ERP. Como trabalho futuro seria interessante a exploração e desenvolvimento de uma solução de armazenamento numa base de dados da aplicação, em modo *offline*, que comunicasse com o RPS imediatamente com o acesso à internet.

Embora o sistema de identificação de dados automático de código QR, seja nesta proposta de utilização prioritário, nem sempre o seu uso será garantido por diversas razões, como o mau estado da etiqueta, ou pela indisponibilidade da câmara no dispositivo. Neste caso, seria considerável, a investigação e estudo da integração de uma alternativa ao sistema de identificação de informação automático. Relativamente a uma das alternativas a ter em conta, seria a utilização de tecnologia de radiofrequência, como a tecnologia RFID ou NFC, que não necessitam de contacto entre o emissor (etiqueta) e recetor (dispositivo).

Este projeto contém o planeamento e especificação necessário para o desenvolvimento de uma ferramenta móvel de apoio à gestão de armazém, como extensão ao sistema de informação RPS. Além das funcionalidades apresentadas, futuramente, podem ser adicionadas e desenvolvidas alterações, ou adaptações, cujo planeamento não é coberto por este projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adinugroho, T., Reina, & Gautama, J. (2015). *Review of Multi-Platform Mobile Application Development Using WebView: Learning Management System on Mobile Platform*. International Conference on Computer Science and Computational Intelligence, 59(Elsevier B.V.), 291–297.
- Al Bar, A., Mohamed, E., Akhtar, M. K., & Abuhashish, F. (2011). *A preliminary review of implementing Enterprise Mobile Application in ERP environment*. International Journal of Engineering & Technology, 11(4), 77-82.
- Azevedo, P. S., Romão, M., & Rebelo, E. (2012). *Advantages, limitations and solutions in the use of ERP systems (enterprise resource planning)—A case study in the hospitality industry*. Procedia Technology, 5, 264-272.
- Chen, J. C., Cheng, C. H., Huang, P. B., Wang, K. J., Huang, C. J., & Ting, T. C. (2013). *Warehouse management with lean and RFID application: a case study*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 69(1-4), 531-542.
- Chen, M., Ge, S., & YS, C. (2009). *Neural network tracking control of ocean surface vessels with input saturation*. IEEE International Conference on Automation and Logistics.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). *Investigação-Ação: Metodologia Preferencial nas Práticas Educativas*. Psicologia, Educação e Cultura.
- Davenport, T. H. (1998). *Putting the enterprise into the enterprise system*. Harvard business review, 76(4).
- DeHoratius, N., & Raman, A. (2008). *Inventory record inaccuracy: An empirical analysis*. Management science, 54(4), 627-641.
- Dick, B. (1999, July). *Sources of rigour in action research: addressing the issues of trustworthiness and credibility*. In Association for Qualitative Research Conference "Issues of rigour in qualitative research", Melbourne, Australia.
- Eisenstein, D. D. (2008). *Analysis and Optimal Design of Discrete Technologies Along a Line*. InterScience, 1–13.
- Fernandes, F. A., Sousa, S. D., & Lopes, I. (2013). *On the Use of Quality Tools: A Case Study*. In H. Hirano & B. Talbot (Eds.), Paper presented at the World Congress on Engineering, London, UK. Hirano. 5 Pillars of the Visual Work+lacr: Taylor & Francis.
- Frazelle, E. (2002). *World-class warehousing and material handling (Vol. 1)*. New York: McGraw-Hill.
- Hwang, H. S., & Cho, G. S. (2006). *A performance evaluation model for order picking warehouse design*. Computers & Industrial Engineering, 51(2), 335-342.
- Hao, H., & Zhao, B. (2015, January). *Application of RFID technology in development of warehouse logistics management system by internet of things*. In International Conference on Education, Management, Commerce and Society (EMCS-15). Atlantis Press.
- Holder, E. G. (2014). *Native execution of mobile applications across platforms*. Bachelor of Science Honors Thesis. Blacksburg, Virginia.
- Hsieh, C. (2007). *Mobile Commerce: Assessing New Business Opportunities*. Communications of the IIMA, 9(1), 87–100.
- Ibermática (2019). *Manual do software RPS*. Ibermática.

- Ince, H., Imamoglu, S. Z., Keskin, H., Akgun, A., & Efe, M. N. (2013). *The impact of ERP systems and supply chain management practices on firm performance: case of Turkish companies*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 99, 1124-1133.
- Kaur, M., Sandhu, M., Mohan, N., & Sandhu, P. S. (2011). *RFID Technology Principles, Advantages, Limitations & Its Applications*. 3(1), 151–157.
- Klaus, H., Rosemann, M., & Gable, G. G. (2000). *What is ERP?*. *Information systems frontiers*, 2(2), 141-162.
- Kumar, A., & Ganesh, L. S. (2011). *Inter-individual knowledge transfer and performance in product development*. *The Learning Organization*, 18:3.
- Kallunki, J. P., Laitinen, E. K., & Silvola, H. (2011). *Impact of enterprise resource planning systems on management control systems and firm performance*. *International Journal of Accounting Information Systems*, 12(1), 20-39.
- Law, C. Y., & So, S. (2010). *QR codes in education*. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 3(1), 7.
- Liu, A. Z., & Seddon, P. B. (2009). *Understanding how project critical success factors affect organizational benefits from enterprise systems*. *Business Process Management Journal*, 15(5), 716–743.
- Lotlikar, T., Kankapurkar, R., Parekar, A., & Mohite, A. (2013). *Comparative study of Barcode, QR-code and RFID System*. *International Journal of Computer Technology and Applications*, 4(5), 817-821.
- Mabert, V. A., Soni, A., & Venkataramanan, M. A. (2001). *Enterprise resource planning: common myths versus evolving reality*. *Business Horizons*, 44(3), 69-69.
- Mickael, K. (2003). *Trends in the Selection Automation Identification Technology in Eletronic Commerce Applications*. N.Cerpa & P.Bro, 135–152.
- Müller, M. M., & Hagner, O. (2002). *Experiment about test-first programming*. *IEE Proceedings: Software*, 149(5), 131–136.
- Myers, M. D. (1999). *Investigating information systems with ethnographic research*. *Communications of the Association for Information Systems*, 2(1), 23.
- Nitze, A., & Schmietendorf, A. (2013). *Cross-Platform Mobile Application Development*. User Conference for Software Quality, Test and Innovation.
- Oliveira, F. C., & Castro, D. d. (2013). *Desenvolvimento de objetos para dispositivos móveis: uma nova abordagem que contribui para a educação*. *RENTE - Revista Novas Tecnologias Na Educação*, 5(1).
- Poon, T. C., Choy, K. L., Harry, K. H., Lau, C. W., Chan, T. S., & Ho, K. C. (2009). *A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses*. *Experts Systems with Applications*, 36(4), 8277–8301.
- Rajesh, R. (2011). *Enterprise Resource Planning, Text & Cases*. SCMS Journal of Indian Management, Tata McGraw-Hill Publg. Co. Ltd., New Delhi, 128-129.
- Ramaa, A., Subramanya, K. N., & Rangaswamy, T. M. (2012). *Impact of warehouse management system in a supply chain*. *International Journal of Computer Applications*, 54(1).
- Ribeiro, P. M. D. P. (2009). *Estudo do impacto de sistemas enterprise resource planning nas empresas e na contabilidade de gestão: evidência a partir de um estudo de caso* (Doctoral dissertation).
- Schneeweiss, C. (1971). *Lagerhaltungs-Produktions-Modelle mit deterministischer*

- Nachfrage*. *Unternehmensforschung*, 15(1), 157-166.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., Simchi-Levi, E., & Shankar, R. (2008). *Designing and managing the supply chain: concepts, strategies and case studies*. Tata McGraw-Hill Education.
- Goyette, S., Cassivi, L., Courchesne, M., Elia, E., Stawnicza, O., & San Cristóbal, J. R. (2015). *The ERP post-implementation stage: a knowledge transfer challenge*. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 3(2), 5-19.
- Van Den Berg, J. P. (1999). *A literature survey on planning and control of warehousing systems*. *IIE transactions*, 31(8), 751-762.
- Zhang, L., Lee, M. K., Zhang, Z., & Banerjee, P. (2003, January). *Critical success factors of enterprise resource planning systems implementation success in China*. In 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2003. Proceedings of the (pp. 10-pp). IEEE.